

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



## manual eléctrico

DEPTO. DE IMPRESOS  
(BIBLIOTECA)

MONTERREY, N. L.

QC530

U5



UJANIL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

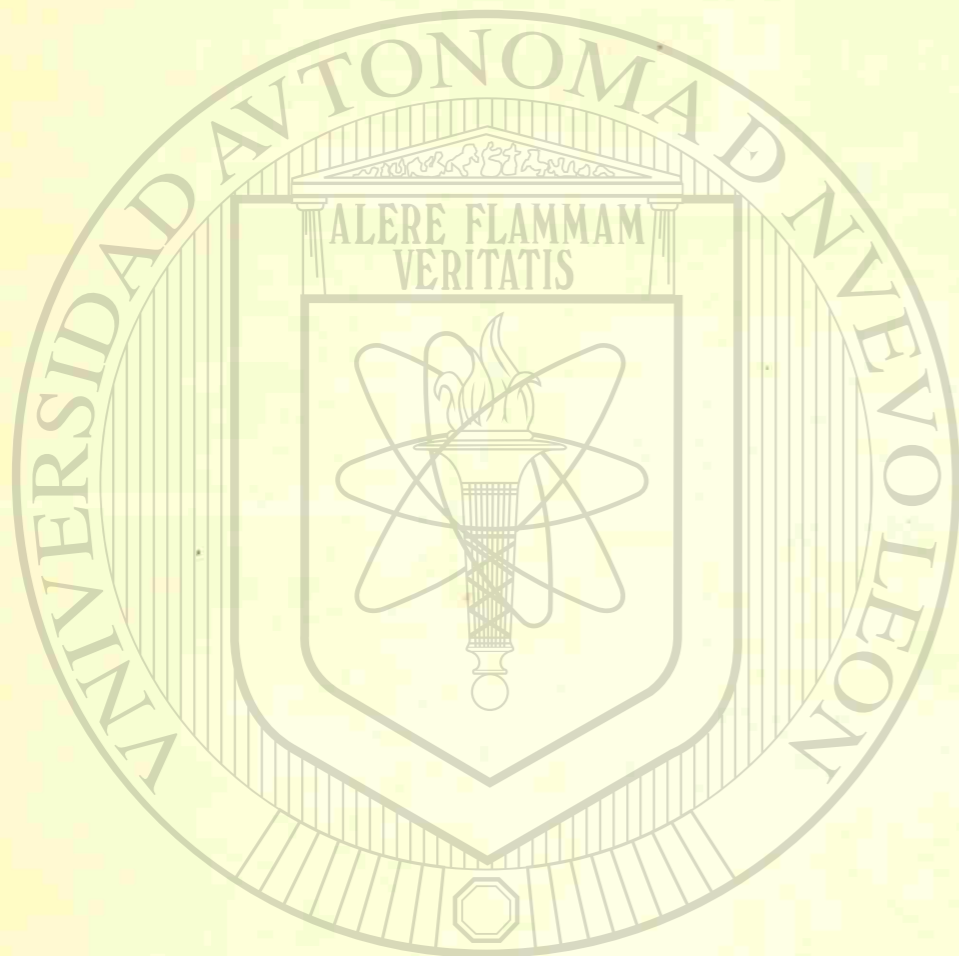


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

— ERNESTO CARO OSORIO —

**UNIVERSIDAD AUTONOMA  
DE NUEVO LEON**

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA



U A N L

**manual eléctrico**

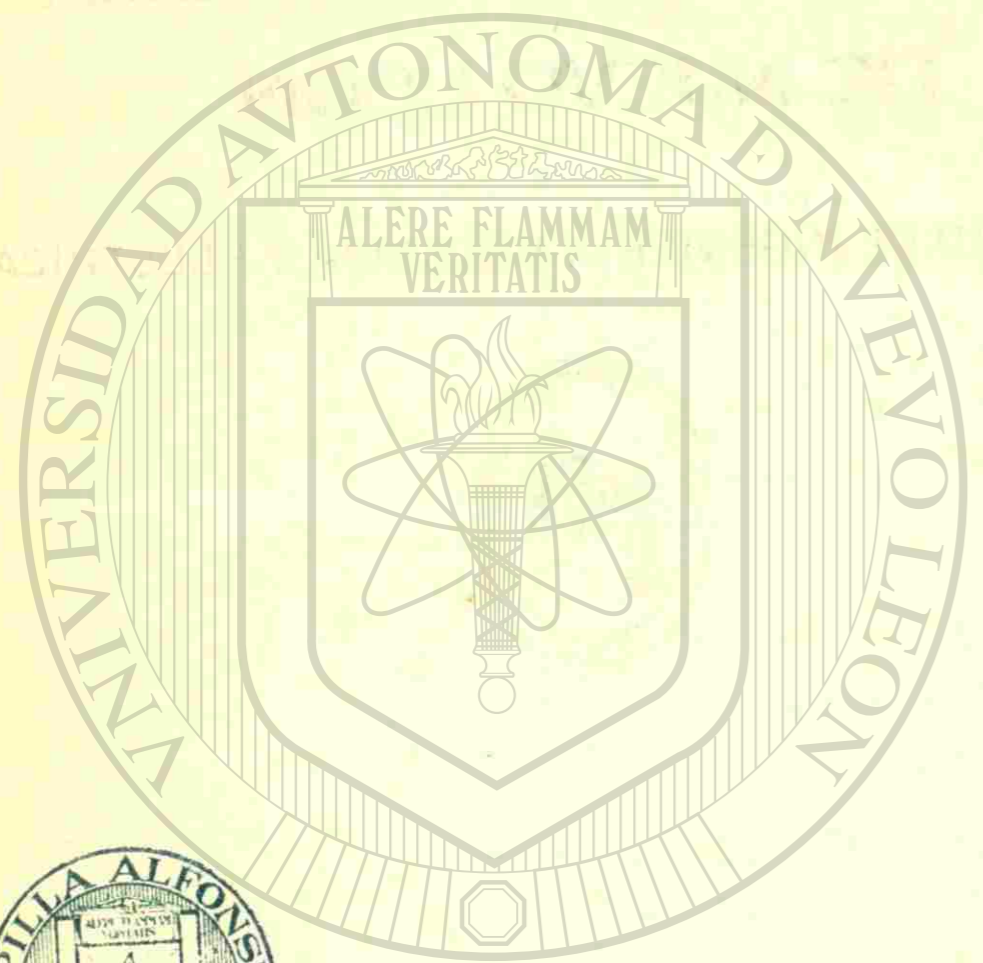
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

DEPTO. DE IMPRESOS  
(BIBLIOTECA)

MONTERREY, N. L.

7.41.4  
QC 530  
U5

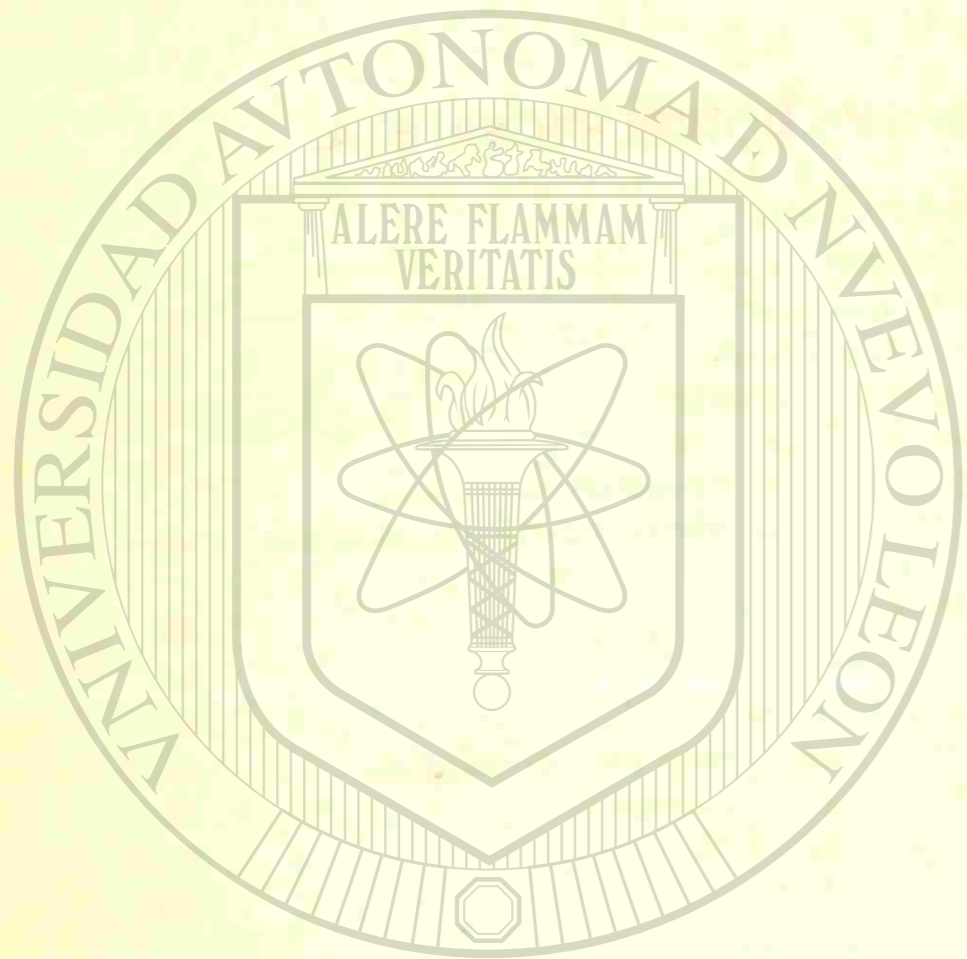


153349

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

© PHELPS DODGE PYCSA, S. A.

|  |     |
|--|-----|
| I Generalidades  | 7   |
| Bibliografía   | 9   |
| Tablas generales   | 11  |
| Fórmulas eléctricas  | 22  |
| Diagramas y símbolos   | 37  |
| Leyes eléctricas   | 45  |
| Especificaciones de construcción, normas,                        | 46  |
| Prácticas de seguridad en instalaciones eléctricas               | 53  |
| II Cálculo   | 55  |
| Bibliografía   | 57  |
| Cargas eléctricas  | 59  |
| Cálculo de líneas, regulación, circuito corto                    | 61  |
| Cálculo de factor de potencia                                    | 76  |
| Cálculo de alumbrado   | 81  |
| Conexión a tierra  | 107 |
| III Conductores eléctricos                                       | 111 |
| Bibliografía   | 113 |
| Conductores eléctricos   | 115 |
| IV Equipo y aplicación   | 197 |
| Bibliografía   | 199 |
| Subestaciones  | 201 |
| Transformadores  | 225 |
| Motores eléctricos   | 232 |
| Tableros, interruptores, arrancadores, reguladores, apartarrayos | 242 |
| Control y señalización   | 253 |
| V Distribución de energía eléctrica                              | 257 |
| Bibliografía   | 259 |
| Distribución aérea y subterránea                                 | 261 |



- Generalidades
- Bibliografía
- Tablas generales
- Fórmulas eléctricas
- Diagramas y símbolos
- Leyes eléctricas
- Especificaciones de construcción, normas
- Prácticas de seguridad en instalaciones eléctricas

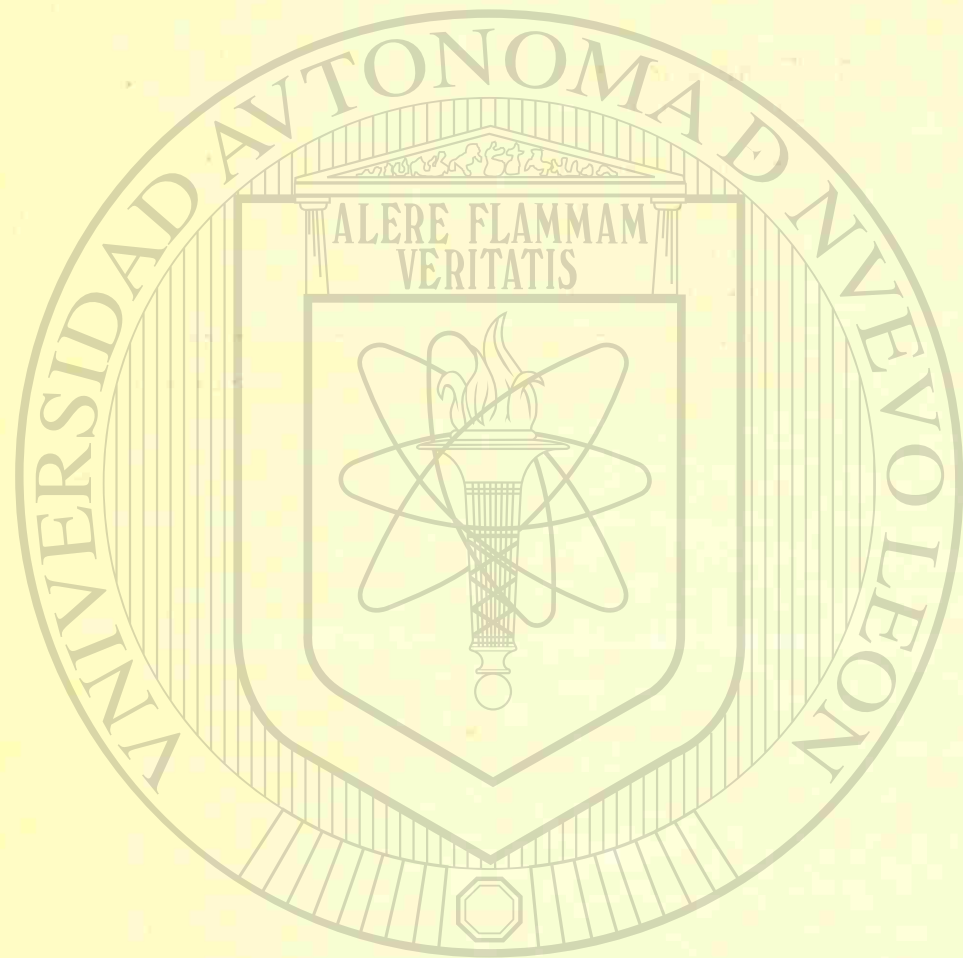
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





# UANE

## ⊕ Bibliografía

Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas de la República Mexicana

Formulario de Electricidad Práctica

Ley de la Industria Eléctrica

Distribution Apparatus Handbook Westinghouse

Manual Standard del Ingeniero Electricista. Por A. E. Knowlton

Burndy Electrical Connectors Catalog 50.- Second Edition 1960

Wiring Diagrams.- Publicación "Square D"

How to Make Electrical Calculations.- por J. F. McPartland.- Publicación "Electrical Construction and Maintenance" 1970

Electrical Systems Design.- por J. F. McPartland.- Publicación "Electrical Construction and Maintenance" 1970

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

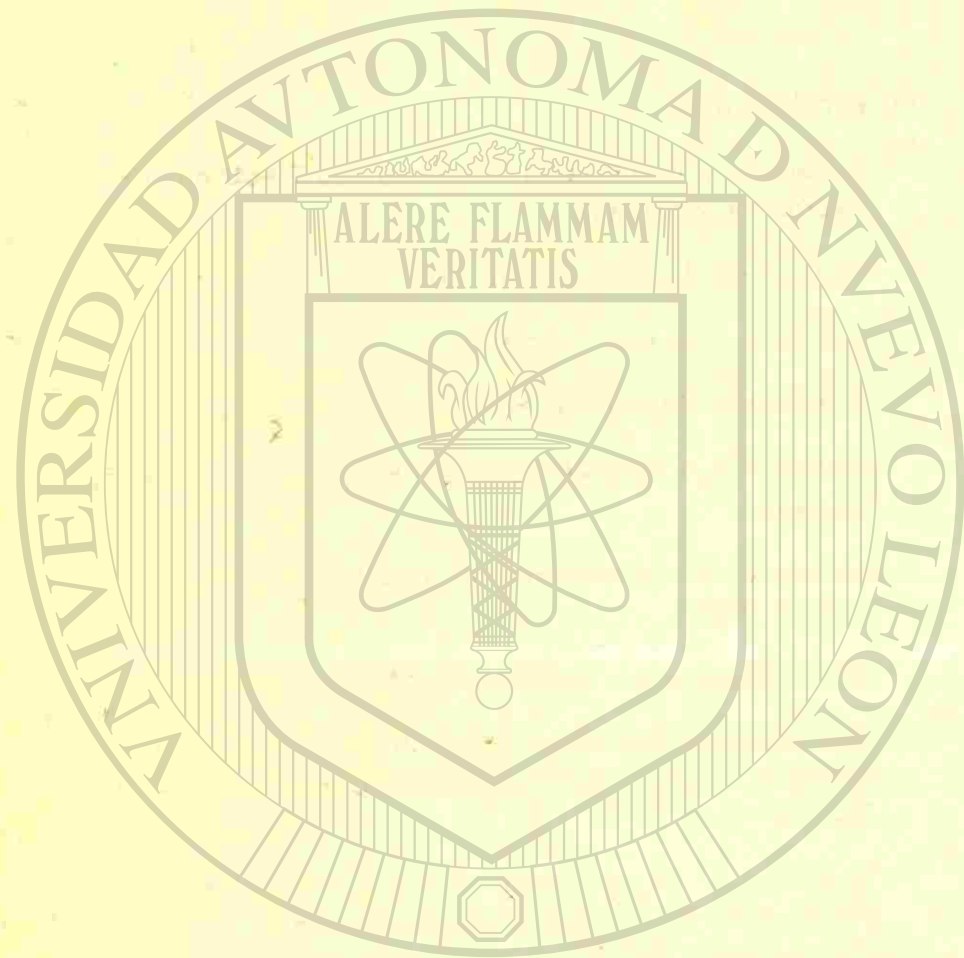


Ciudades más Importantes de la República Mexicana

Altitudes Sobre el Nivel del Mar, Frecuencias Usuales de las Redes Eléctricas y Temperaturas Medias Anuales

| Ciudades                 | Altitudes M.S.N.M. | Frecuencia Ciclos/Seg. | Temperatura Media Anual °C * |
|--------------------------|--------------------|------------------------|------------------------------|
| Acámbaro, Gto.           | 1849.7             | 60                     | 18.8                         |
| Acapulco, Gro.           | 2.0                | 60                     | 27.7                         |
| Aguascalientes, Ags.     | 1884.0             | 60                     | 17.4                         |
| Campeche, Camp.          | 27.0               | 60                     | 26.2                         |
| Celaya, Gto.             | 1755.4             | 60                     | 17.4                         |
| Cd. Guzmán, Jal.         | 1507.6             | 60                     | 20.7                         |
| Cd. Juárez, Chih.        | 1133.0             | 60                     | 18.9                         |
| Ciudad Victoria, Tamps.  | 333.0              | 60                     | 23.7                         |
| Coatzacoalcos, Ver.      | 8.0                | 60                     | 26.0                         |
| Colima, Col.             | 458.3              | 60                     | 24.3                         |
| Córdoba, Ver.            | 822.2              | 60                     | 20.1                         |
| Cuautla, Mor.            | 1302.0             | 50                     | 18.3                         |
| Cuernavaca, Mor.         | 1537.0             | 50                     | 21.8                         |
| Culiacán, Sin.           | 40.0               | 60                     | 25.1                         |
| Chihuahua, Chih.         | 1412.0             | 60                     | 18.8                         |
| Chilpancingo, Gro.       | 1193.0             | 50                     | 22.6                         |
| Durango, Dgo.            | 1892.0             | 60                     | 17.0                         |
| Ensenada, B.C.           | 3.0                | 60                     | 17.4                         |
| Fresnillo, Zac.          | 2215.0             | 60                     | 16.7                         |
| Guadalajara, Jal.        | 1540.0             | 60                     | 20.3                         |
| Guanajuato, Gto.         | 2007.0             | 60                     | 18.5                         |
| Hermosillo, Son.         | 206.0              | 60                     | 25.6                         |
| Iguala, Gro.             | 603.0              | 50                     | 28.1                         |
| Irapuato, Gto.           | 1721.5             | 60                     | 22.3                         |
| Jalapa, Ver.             | 1394.0             | 60                     | 18.3                         |
| La Paz, B.C.             | 10.0               | 60                     | 23.0                         |
| León, Gto.               | 1809.0             | 60                     | 19.7                         |
| Manzanillo, Col.         | 2.0                | 60                     | 26.3                         |
| Matamoros, Tamps.        | 8.7                | 60                     | 24.3                         |
| Matías Romero, Oax.      | 200.5              | 60                     | 24.2                         |
| Mérida, Yuc.             | 8.0                | 60                     | 24.8                         |
| Mexicali, B.C.           | 3.0                | 60                     | 22.3                         |
| México, D.F.             | 2240.0             | 50                     | 16.6                         |
| Minatitlán, Ver.         | 8.0                | 60                     | 22.2                         |
| Monclova, Coah.          | 586.7              | 60                     | 22.4                         |
| Monterrey, N.L.          | 538.0              | 60                     | 22.0                         |
| Morelia, Mich.           | 1887.0             | 50                     | 17.5                         |
| Nuevo Laredo, Tamps.     | 128.4              | 60                     | 21.1                         |
| Oaxaca, Oax.             | 1546.0             | 50                     | 19.9                         |
| Orizaba, Ver.            | 1100.0             | 60                     | 19.5                         |
| Pachuca, Hgo.            | 2386.0             | 50                     | 14.8                         |
| Parral, Chih.            | 1738.4             | 60                     | 17.3                         |
| Piedras Negras, Coah.    | 220.2              | 60                     | 21.4                         |
| Puebla, Pue.             | 2151.0             | 60                     | 17.5                         |
| Querétaro, Qro.          | 1813.2             | 60                     | 18.9                         |
| Salamanca, Gto.          | 1721.0             | 60                     | 20.0                         |
| Saltillo, Coah.          | 1588.0             | 60                     | 17.5                         |
| San Luis Potosí, S.L.P.  | 1861.0             | 60                     | 21.0                         |
| Silao, Gto.              | 1776.5             | 60                     | 20.1                         |
| Tampico, Tamps.          | 2.8                | 60                     | 20.7                         |
| Tapachula, Chis.         | 150.0              | 60                     | 22.9                         |
| Tehuacán, Pue.           | 1648.6             | 60                     | 18.4                         |
| Tepic, Nay.              | 919.0              | 60                     | 20.2                         |
| Tijuana, B.C.            | 137.0              | 60                     | 17.5                         |
| Tlaxcala, Tlax.          | 2252.0             | 60                     | 17.0                         |
| Toluca, Méx.             | 2640.0             | 50                     | 14.0                         |
| Torreón, Coah.           | 1140.0             | 60                     | 22.9                         |
| Tlaxtla Gutiérrez, Chis. | 145.0              | 60                     | 24.7                         |
| Uruapan, Mich.           | 1610.9             | 60                     | 19.4                         |
| Veracruz, Ver.           | 2.5                | 60                     | 25.6                         |
| Villahermosa, Tab.       | 10.0               | 60                     | 30.2                         |
| Zacatecas, Zac.          | 2442.0             | 60                     | 15.3                         |

\*Datos obtenidos para 1969, proporcionados por la "Dirección General de Geografía y Meteorología".



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA



● Tablas de Equivalencias

| Multiplique              | Por                      | Para Obtener             |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>A</b>                 |                          |                          |
| Acres                    | 4,047.                   | Metros cuad.             |
| Acres                    | 43,560.                  | Pies cuad.               |
| Amperes por cm. cuad.    | 6.452                    | Amperes por pulg. cuad.  |
| Ampere - hora            | 3,600.                   | Coulombs                 |
| Ampere - vueltas por cm. | 1.257                    | Gilberts por cm.         |
| Atmósferas               | 76.                      | Cm. de mercurio          |
| Atmósferas               | 33.9                     | Pies de agua a 62° F     |
| Atmósferas               | 14.7                     | Lb/pulg. cuad.           |
| Atmósferas               | 1.0333                   | Kg/cm. cuad.             |
| <b>B</b>                 |                          |                          |
| British Thermal Units    | $3.931 \times 10^{-4}$   | Hp - hr.                 |
| BTU                      | 1 054.8                  | Joules                   |
| BTU                      | 0.252                    | Calorías                 |
| BTU                      | 107.5                    | Kg - m.                  |
| BTU                      | $2.928 \times 10^{-4}$   | Kw - Hr.                 |
| BTU                      | 778.3                    | Pies - lb.               |
| BTU por min.             | 12.96                    | Pies - lb. por seg.      |
| BTU por min.             | 0.0235                   | Hp.                      |
| BTU por min.             | 0.0176                   | Kilowatts                |
| BTU por min.             | 1/1200                   | Tons. Refrigeración      |
| <b>C</b>                 |                          |                          |
| Caballos Caldera         | 33,472.                  | BTU por hr.              |
| Caballos Caldera         | 9.804                    | Kilowatts                |
| Caballos de vapor        | 0.9863                   | Hp.                      |
| Caballos de vapor        | 0.7353                   | Kilowatts                |
| Calorías                 | 3.968                    | BTU                      |
| Calorías                 | 426.8                    | Kg - m.                  |
| Calorías                 | 3087.77                  | Pies - lb.               |
| Calorías por min.        | 0.0935                   | Hp.                      |
| Calorías por min.        | 0.0697                   | Kilowatts                |
| Centímetros              | 0.3937                   | Pulgadas                 |
| Centímetros cuad.        | 0.1550                   | Pulgadas cuad.           |
| Centímetros Cúb.         | 0.06102                  | Pulgadas cúb.            |
| Centímetros de mercurio  | 136.                     | Kg por m. cuad.          |
| Centímetros de mercurio  | 27.85                    | Lb por pulg. cuad.       |
| Centímetros de mercurio  | 0.4461                   | Pies de agua             |
| Circular Mils            | 0.00051                  | Milímetros cuad.         |
| Coulombs                 | $1.036 \times 10^{-5}$   | Faradays                 |
| Coulombs                 | $2.998 \times 10^9$      | Stat coulombs            |
| Coulombs por cm. cuad.   | 64.52                    | Coulombs por pulg. cuad. |
| <b>D</b>                 |                          |                          |
| Dinas                    | $10^{-5}$                | Joules por m. (Newtons)  |
| Dinas                    | $1.020 \times 10^{-6}$   | Kilogramos               |
| Dinas por cm.            | $6.85 \times 10^{-5}$    | Lb. por pie              |
| Dinas por cm. cuad.      | $9.87 \times 10^{-7}$    | Atmósferas               |
| <b>E</b>                 |                          |                          |
| Ergs                     | $9.480 \times 10^{-11}$  | BTU                      |
| Ergs                     | $0.2389 \times 10^{-7}$  | Gramos - calorías        |
| Ergs                     | $1.020 \times 10^{-3}$   | Gramos - cm.             |
| Ergs                     | $3.725 \times 10^{-14}$  | Hp. - hr.                |
| Ergs                     | $10^{-7}$                | Joules                   |
| Ergs                     | $2.389 \times 10^{-11}$  | Kg. - calorías           |
| Ergs                     | $0.2778 \times 10^{-13}$ | Kw. - hr.                |

| Multiplique               | Por                    | Para Obtener               |
|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| <b>F</b>                  |                        |                            |
| Faradays                  | 26.80                  | Ampere - hr.               |
| Faradays                  | $9.649 \times 10^4$    | Coulombs                   |
| Foot Candle (Bujía - Pie) | 10.765                 | Luxes                      |
| Furlongs                  | 0.125                  | Millas (U. S. A.)          |
| Furlongs                  | 660                    | Pies                       |
| <b>G</b>                  |                        |                            |
| Galones                   | 3.785                  | Litros                     |
| Galones                   | 0.1337                 | Pies cúb.                  |
| Galones de agua           | 8.3453                 | Lb de agua                 |
| Galones de agua           | 3.7853                 | Kg de agua                 |
| Galones por min.          | 0.063                  | Litros por seg.            |
| Galones por min.          | $2.228 \times 10^{-3}$ | Pies cúb. por seg.         |
| Gausses                   | $10^{-8}$              | Webers por cm. cuad.       |
| Gausses                   | $6.452 \times 10^{-8}$ | Webers por pulg. cuad.     |
| Gilberts                  | 0.7958                 | Ampere - vueltas           |
| Gilberts por cm.          | 2.021                  | Ampere - vueltas por pulg. |
| Grados                    | 0.01745                | Radianes                   |
| Grados por seg.           | 0.1667                 | Revoluciones por min.      |
| Gramos                    | 0.0352                 | Onzas                      |
| Gramos                    | 0.0322                 | Onzas (Troy)               |
| <b>H</b>                  |                        |                            |
| Hectárea                  | 2.4711                 | Acres                      |
| Hectárea                  | $3.861 \times 10^{-3}$ | Millas cuad.               |
| Hectárea                  | $1.076 \times 10^5$    | Pies cuad.                 |
| Horse Power               | 1.014                  | C. V.                      |
| HP                        | 76.04                  | Kg - m por seg.            |
| HP                        | 0.7457                 | Kilowatts                  |
| HP                        | 33 000                 | Pies - lb por min.         |
| HP                        | 550                    | Pies - lb por seg.         |
| HP - hora                 | 2 547                  | BTU                        |
| HP - hora                 | 641.19                 | Calorías                   |
| HP - hora                 | 1 980 000              | Lb - Pie                   |
| HP - hora                 | 273 729.9              | Kg - m                     |
| <b>J</b>                  |                        |                            |
| Joules                    | $9.480 \times 10^{-4}$ | BTU                        |
| Joules                    | $10^7$                 | Ergios                     |
| Joules                    | $2.389 \times 10^{-4}$ | Kg - Calorías              |
| Joules                    | 0.1020                 | Kg - m                     |
| Joules                    | 0.7376                 | Pies - lb                  |
| Joules por cm.            | $10^7$                 | Dinas                      |
| <b>K</b>                  |                        |                            |
| Kilogramos                | 980 665                | Dinas                      |
| Kg                        | 2.205                  | Libras                     |
| Kg                        | $1.102 \times 10^{-3}$ | Toneladas cortas           |
| Kg                        | $9.842 \times 10^{-4}$ | Toneladas largas           |
| Kg - m                    | 0.0093                 | BTU                        |
| Kg - m                    | 0.002342               | Calorías                   |
| Kg - m                    | 7.233                  | Pies - lb                  |
| Kg por m                  | 0.672                  | Libras por pie             |
| Kg por m cuad.            | 0.2048                 | Libras por pie cuad.       |
| Kg por m cúb.             | 0.0624                 | Libras por pie cúb.        |
| Kg por cm. cuad.          | 14.22                  | Libras por pulg. cuad.     |
| Kg por cm cuad.           | 10                     | Metros columna de agua     |
| Kg por cm cuad.           | 32.81                  | Pies columna de agua       |

| Multiplique             | Por                    | Para Obtener            |
|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| Kg por cm cuad.         | 735.5                  | Millímetros de mercurio |
| Kilómetros              | 0.6214                 | Millas terrestres       |
| Km                      | 0.54                   | Millas marinas          |
| Km                      | 3.281                  | Pies                    |
| Km cuad.                | 247.1                  | Acres                   |
| Km cuad.                | 0.3861                 | Millas cuad.            |
| Kilowatts               | 56.92                  | BTU por min.            |
| Kw                      | 14.33                  | Calorías por min.       |
| Kw                      | 1.341                  | Hp                      |
| Kw - hr                 | 3.413                  | BTU                     |
| Kw - hr                 | 859.8                  | Calorías                |
| Kw - hr.                | $3.60 \times 10^{13}$  | Ergios                  |
| Kw - hr.                | $3.6 \times 10^6$      | Joules                  |
| Kw - hr.                | 860.5                  | Kg - calorías           |
| Kw - hr.                | $3.671 \times 10^5$    | Kg - m                  |
| Kw - hr.                | $2.655 \times 10^6$    | Pies - lb               |
| L                       |                        |                         |
| Libras                  | 7 000                  | Granos                  |
| Lb                      | 453.6                  | Gramos                  |
| Lb por pie              | 1.488                  | Kg por m                |
| Lb por pulg.            | 178.6                  | Gramos por cm           |
| Lb por pie cuad.        | 4.882                  | Kg por m cuad.          |
| Lb por pulg. cuad.      | 0.0703                 | Kg por cm cuad.         |
| Lb por pulg. cuad.      | 0.703                  | Metros columna de agua  |
| Lb por pulg. cuad.      | 2.307                  | Pies columna de agua    |
| Lb por pulg. cuad.      | 51.7                   | Millímetros de mercurio |
| Lb por pie cúb.         | 16.02                  | Kg por m cúb.           |
| Lb por pulg. cúb.       | 27.68                  | Kg por dm. cúb.         |
| Líneas por cm cuad.     | 1.0                    | Gausses                 |
| Líneas por pulg. cuad.  | 0.1550                 | Gausses                 |
| Líneas por pulg. cuad.  | $1.550 \times 10^{-9}$ | Webers por cm cuad.     |
| Líneas por pulg. cuad.  | $10^{-8}$              | Webers por pulg. cuad.  |
| Litros                  | 0.2642                 | Galones                 |
| Litros                  | 0.03531                | Pies cúb.               |
| Litros                  | 61.02                  | Pulg. cúb.              |
| Lumen                   | 0.001496               | Watts                   |
| Lumen por pie cuad.     | 10.76                  | Lumen por m cuad.       |
| M                       |                        |                         |
| Maxwells                | 0.001                  | Miles de líneas         |
| Maxwells                | $10^{-8}$              | Webers                  |
| Metros                  | 3.281                  | Pies                    |
| Metros                  | 39.37                  | Pulgadas                |
| Metros                  | 1.094                  | Yardas                  |
| Metros cuad.            | 10.76                  | Pies cuad.              |
| Metros cúb.             | 35.31                  | Pies cúb.               |
| Millas marinas          | 1.853                  | Kilómetros              |
| Millas marinas por hora | 1.853                  | Kilómetros por hora     |
| Millas marinas por hora | 1                      | Nudos                   |
| Millas terrestres       | 1.6093                 | Kilómetros              |
| O                       |                        |                         |
| Ohm (internacional)     | 1.0005                 | Ohm (absoluto)          |
| Ohm                     | $10^{-6}$              | Mega ohm                |
| Ohm                     | $10^6$                 | Micro ohm               |
| Onzas                   | 28.35                  | Gramos                  |
| Onzas (troy)            | 31.10                  | Gramos                  |

| Multiplique             | Por                    | Para Obtener           |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| P                       |                        |                        |
| Pies                    | 30.48                  | Centímetros            |
| Pies cuad.              | 929                    | cm cuad.               |
| Pies cúb.               | 28.32                  | Litros                 |
| Pies - lb.              | 0.00129                | BTU                    |
| Pies - lb.              | 0.00032                | Calorías               |
| Pies - lb.              | $1.356 \times 10^7$    | Ergios                 |
| Pies - lb.              | 1.356                  | Joules                 |
| Pies - lb por min.      | $3.030 \times 10^{-5}$ | HP                     |
| Pies - lb por min.      | $3.24 \times 10^{-4}$  | Kg - Calorías por min. |
| Pies - lb por min.      | $2.260 \times 10^{-5}$ | Kilowatts              |
| Pulgadas                | 2.54                   | Centímetros            |
| Pulg. cuad.             | 6.45                   | Cm cuad.               |
| Pulg. cúb.              | 16.39                  | Cm cúb.                |
| Pulg. de mercurio       | 345.3                  | Kg por m cuad.         |
| R                       |                        |                        |
| Radián                  | 57.3                   | Grados (ángulo)        |
| Radián por seg.         | 0.1592                 | Revoluciones por seg.  |
| T                       |                        |                        |
| Toneladas metricas      | 2 204.62               | Libras                 |
| Toneladas (largas)      | 2 240                  | Libras                 |
| Toneladas (largas)      | 1 016.06               | Kg                     |
| Toneladas (cortas)      | 2 000                  | Libras                 |
| Toneladas (cortas)      | 907.2                  | Kg                     |
| Toneladas Refrigeración | 12 000                 | BTU por hr.            |
| V                       |                        |                        |
| Volt (absoluto)         | 0.003336               | Stat volts             |
| Volt por pulg.          | 0.39370                | Volt por cm            |
| W                       |                        |                        |
| Watts                   | 3.4129                 | BTU por hora           |
| Watts                   | 107                    | Ergios por seg.        |
| Watts                   | $1.341 \times 10^{-3}$ | HP                     |
| Watts                   | 0.01433                | Kg - calorías por min. |
| Watts                   | 0.7378                 | Pies - lb por seg.     |
| Watt - hr               | 367.2                  | Kg - m                 |
| Watt (internacional)    | 1.0002                 | Watt (absoluto)        |
| Webers                  | $10^8$                 | Maxwells               |
| Webers por m cuad.      | $10^4$                 | Gausses                |
| Webers por m cuad.      | $6.452 \times 10^4$    | Líneas por pulg. cuad. |
| Webers por m cuad.      | $6.452 \times 10^{-4}$ | Webers por pulg. cuad. |
| Webers por pulg. cuad.  | $1.550 \times 10^7$    | Gausses                |
| Webers por pulg. cuad.  | $10^8$                 | Líneas por pulg. cuad. |
| Webers por pulg. cuad.  | 0.1550                 | Webers por cm cuad.    |
| Y                       |                        |                        |
| Yardas                  | 91.44                  | Centímetros            |

● Equivalentes Decimales y Metricos de Fracciones Comunes de Pulgada

| Fracciones de pulgada |       | Decimales de pulgada | Milímetros | Fracciones de pulgada |     | Decimales de pulgada | Milímetros |
|-----------------------|-------|----------------------|------------|-----------------------|-----|----------------------|------------|
| 1/64                  | 1/64  | 0.0156               | 0.397      | 33/64                 | --- | 0.5118               | 13.000     |
| 1/32                  | 1/32  | 0.0312               | 0.794      | 17/32                 | --- | 0.5156               | 13.097     |
| 3/64                  | 3/64  | 0.0469               | 1.191      | 35/64                 | --- | 0.5312               | 13.494     |
| 5/64                  | 1/16  | 0.0625               | 1.588      | 9/16                  | --- | 0.5469               | 13.891     |
| 3/32                  | 3/32  | 0.0781               | 1.984      | 37/64                 | --- | 0.5512               | 14.000     |
| 7/64                  | 7/64  | 0.0787               | 2.000      | 19/32                 | --- | 0.5625               | 14.288     |
| 1/8                   | 1/8   | 0.0937               | 2.381      | 5/8                   | --- | 0.5781               | 14.684     |
| 9/64                  | 9/64  | 0.1094               | 2.778      | 41/64                 | --- | 0.5906               | 15.000     |
| 5/32                  | 5/32  | 0.1181               | 3.000      | 21/32                 | --- | 0.5937               | 15.081     |
| 11/64                 | 11/64 | 0.1250               | 3.175      | 43/64                 | --- | 0.6094               | 15.478     |
| 3/16                  | 3/16  | 0.1406               | 3.572      | 45/64                 | --- | 0.6250               | 15.875     |
| 13/64                 | 7/32  | 0.1562               | 3.969      | 23/32                 | --- | 0.6299               | 16.000     |
| 15/64                 | 15/64 | 0.1575               | 4.000      | 47/64                 | --- | 0.6406               | 16.272     |
| 1/4                   | 1/4   | 0.1719               | 4.366      | 49/64                 | --- | 0.6562               | 16.669     |
| 17/64                 | 17/64 | 0.1875               | 4.763      | 51/64                 | --- | 0.6693               | 17.000     |
| 19/64                 | 9/32  | 0.1969               | 5.000      | 53/64                 | --- | 0.6719               | 17.066     |
| 21/64                 | 21/64 | 0.2031               | 5.159      | 55/64                 | --- | 0.6875               | 17.463     |
| 11/32                 | 11/32 | 0.2187               | 5.556      | 7/8                   | --- | 0.7031               | 17.859     |
| 23/64                 | 3/8   | 0.2344               | 5.953      | 57/64                 | --- | 0.7087               | 18.000     |
| 25/64                 | 25/64 | 0.2362               | 6.000      | 59/64                 | --- | 0.7187               | 18.256     |
| 13/32                 | 13/32 | 0.2500               | 6.350      | 61/64                 | --- | 0.7344               | 18.653     |
| 27/64                 | 7/16  | 0.2656               | 6.747      | 3/4                   | --- | 0.7480               | 19.000     |
| 29/64                 | 15/32 | 0.2756               | 7.000      | 63/64                 | --- | 0.7500               | 19.050     |
| 31/64                 | 31/64 | 0.2812               | 7.144      | 1                     | --- | 0.7656               | 19.477     |
| 1/2                   | 1/2   | 0.2969               | 7.541      |                       |     | 0.7812               | 19.844     |
|                       |       | 0.3125               | 7.938      |                       |     | 0.7874               | 20.000     |
|                       |       | 0.3150               | 8.000      |                       |     | 0.7969               | 20.241     |
|                       |       | 0.3281               | 8.334      |                       |     | 0.8125               | 20.638     |
|                       |       | 0.3437               | 8.731      |                       |     | 0.8268               | 21.000     |
|                       |       | 0.3543               | 9.000      |                       |     | 0.8281               | 21.034     |
|                       |       | 0.3594               | 9.128      |                       |     | 0.8437               | 21.431     |
|                       |       | 0.3750               | 9.525      |                       |     | 0.8593               | 21.828     |
|                       |       | 0.3906               | 9.922      |                       |     | 0.8661               | 22.000     |
|                       |       | 0.3937               | 10.000     |                       |     | 0.8750               | 22.225     |
|                       |       | 0.4062               | 10.319     |                       |     | 0.8906               | 22.622     |
|                       |       | 0.4219               | 10.716     |                       |     | 0.9055               | 23.000     |
|                       |       | 0.4331               | 11.000     |                       |     | 0.9062               | 23.019     |
|                       |       | 0.4375               | 11.113     |                       |     | 0.9219               | 23.416     |
|                       |       | 0.4531               | 11.509     |                       |     | 0.9375               | 23.813     |
|                       |       | 0.4687               | 11.906     |                       |     | 0.9449               | 24.000     |
|                       |       | 0.4724               | 12.000     |                       |     | 0.9531               | 24.209     |
|                       |       | 0.4844               | 12.303     |                       |     | 0.9687               | 24.606     |
|                       |       | 0.5000               | 12.700     |                       |     | 0.9843               | 25.000     |
|                       |       |                      |            |                       |     | 0.9844               | 25.003     |
|                       |       |                      |            |                       |     | 1.0000               | 25.400     |

● Equivalentencias de Pies a Metros

| PIES | METROS | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  | PIES | METROS  |
|------|--------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 1    | 0.3048 | 26   | 7.9248  | 51   | 15.5448 | 76   | 23.1648 | 101  | 30.7848 | 126  | 38.4048 | 151  | 46.0248 | 176  | 53.6448 | 201  | 61.2648 |
| 2    | 0.6096 | 27   | 8.2296  | 52   | 15.8496 | 77   | 23.4696 | 102  | 31.0896 | 127  | 38.7096 | 152  | 46.3296 | 177  | 53.9496 | 202  | 61.5696 |
| 3    | 0.9144 | 28   | 8.5344  | 53   | 16.1544 | 78   | 23.7744 | 103  | 31.3944 | 128  | 39.0144 | 153  | 46.6344 | 178  | 54.2544 | 203  | 61.8744 |
| 4    | 1.2192 | 29   | 8.8392  | 54   | 16.4592 | 79   | 24.0792 | 104  | 31.6992 | 129  | 39.3192 | 154  | 46.9392 | 179  | 54.5592 | 204  | 62.1792 |
| 5    | 1.5240 | 30   | 9.1440  | 55   | 16.7640 | 80   | 24.3840 | 105  | 32.0040 | 130  | 39.6240 | 155  | 47.2440 | 180  | 54.8540 | 205  | 62.4840 |
| 6    | 1.8288 | 31   | 9.4488  | 56   | 17.0688 | 81   | 24.6888 | 106  | 32.3088 | 131  | 39.9288 | 156  | 47.5488 | 181  | 55.1688 | 206  | 62.7888 |
| 7    | 2.1336 | 32   | 9.7536  | 57   | 17.3736 | 82   | 24.9936 | 107  | 32.6136 | 132  | 40.2336 | 157  | 47.8536 | 182  | 55.4736 | 207  | 63.0936 |
| 8    | 2.4384 | 33   | 10.0584 | 58   | 17.6784 | 83   | 25.2984 | 108  | 32.9184 | 133  | 40.5384 | 158  | 48.1584 | 183  | 55.7784 | 208  | 63.3984 |
| 9    | 2.7432 | 34   | 10.3632 | 59   | 17.9832 | 84   | 25.6032 | 109  | 33.2232 | 134  | 40.8432 | 159  | 48.4632 | 184  | 56.0832 | 209  | 63.7032 |
| 10   | 3.0480 | 35   | 10.6680 | 60   | 18.2880 | 85   | 25.9080 | 110  | 33.5280 | 135  | 41.1480 | 160  | 48.7680 | 185  | 56.3880 | 210  | 64.0080 |
| 11   | 3.3528 | 36   | 10.9728 | 61   | 18.5928 | 86   | 26.2128 | 111  | 33.8328 | 136  | 41.4528 | 161  | 49.0728 | 186  | 56.6928 | 211  | 64.3128 |
| 12   | 3.6575 | 37   | 11.2776 | 62   | 18.8976 | 87   | 26.5176 | 112  | 34.1376 | 137  | 41.7576 | 162  | 49.3776 | 187  | 56.9976 | 212  | 64.6176 |
| 13   | 3.9624 | 38   | 11.5824 | 63   | 19.2024 | 88   | 26.8224 | 113  | 34.4424 | 138  | 42.0624 | 163  | 49.6824 | 188  | 57.3024 | 213  | 64.9224 |
| 14   | 4.2672 | 39   | 11.8872 | 64   | 19.5072 | 89   | 27.1272 | 114  | 34.7472 | 139  | 42.3672 | 164  | 49.9872 | 189  | 57.6072 | 214  | 65.2272 |
| 15   | 4.5720 | 40   | 12.1920 | 65   | 19.8120 | 90   | 27.4320 | 115  | 35.0520 | 140  | 42.6720 | 165  | 50.2920 | 190  | 57.9120 | 215  | 65.5320 |
| 16   | 4.8768 | 41   | 12.4968 | 66   | 20.1168 | 91   | 27.7368 | 116  | 35.3568 | 141  | 42.9768 | 166  | 50.5968 | 191  | 58.2168 | 216  | 65.8368 |
| 17   | 5.1816 | 42   | 12.8016 | 67   | 20.4216 | 92   | 28.0416 | 117  | 35.6616 | 142  | 43.2816 | 167  | 50.9016 | 192  | 58.5216 | 217  | 66.1416 |
| 18   | 5.4864 | 43   | 13.1064 | 68   | 20.7264 | 93   | 28.3464 | 118  | 35.9664 | 143  | 43.5864 | 168  | 51.2064 | 193  | 58.8264 | 218  | 66.4464 |
| 19   | 5.7912 | 44   | 13.4112 | 69   | 21.0312 | 94   | 28.6512 | 119  | 36.2712 | 144  | 43.8912 | 169  | 51.5112 | 194  | 59.1312 | 219  | 66.7512 |
| 20   | 6.0960 | 45   | 13.7160 | 70   | 21.3360 | 95   | 28.9560 | 120  | 36.5760 | 145  | 44.1960 | 170  | 51.8160 | 195  | 59.4360 | 220  | 67.0560 |
| 21   | 6.4008 | 46   | 14.0208 | 71   | 21.6408 | 96   | 29.2608 | 121  | 36.8808 | 146  | 44.5008 | 171  | 52.1208 | 196  | 59.7408 | 221  | 67.3608 |
| 22   | 6.7056 | 47   | 14.3256 | 72   | 21.9456 | 97   | 29.5656 | 122  | 37.1856 | 147  | 44.8056 | 172  | 52.4256 | 197  | 60.0456 | 222  | 67.6656 |
| 23   | 7.0104 | 48   | 14.6304 | 73   | 22.2504 | 98   | 29.8704 | 123  | 37.4904 | 148  | 45.1104 | 173  | 52.7304 | 198  | 60.3504 | 223  | 67.9704 |
| 24   | 7.3152 | 49   | 14.9352 | 74   | 22.5552 | 99   | 30.1752 | 124  | 37.7952 | 149  | 45.4152 | 174  | 53.0352 | 199  | 60.6552 | 224  | 68.2752 |
| 25   | 7.6200 | 50   | 15.2400 | 75   | 22.8600 | 100  | 30.4800 | 125  | 38.1000 | 150  | 45.7200 | 175  | 53.3400 | 200  | 60.9600 | 225  | 68.5800 |



⊕ Propiedades del Cobre

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Conductividad eléctrica           | 101% IACS * a 20°C (68°F)   |
| Resistividad eléctrica            | 10.371/ ohms en 304.8m. a 20°C<br>(10.371/ ohms en 1000 pies a 68°F)                                  |
| Peso específico                   | 8850 Kg/m <sup>3</sup> (0.322 lb/Pulg <sup>3</sup> )  |
| Punto de fusión                   | 1083°C (1981°F)   |
| Conductividad térmica             | 226 $\frac{\text{BTU}}{\text{Pie}^2 \times \text{Pie} \times \text{hr} \times ^\circ\text{F}}$ a 32°F |
| Coefficiente lineal de dilatación | 0.00000545 por °C Promedio desde 20°C a 300°C<br>(0.000009 por °F) (Promedio desde 68°F a 300°C)      |
| Esfuerzo de tensión:              |   |
| Duro                              | 3870 Kg/cm <sup>2</sup> (55000 lb/Pulg <sup>2</sup> )   |
| Suave                             | 2250 Kg/cm <sup>2</sup> (32000 lb/Pulg <sup>2</sup> )   |
| % de alargamiento:                |   |
| Duro                              | 6% en 50.8 mm. (6% en 2 pulg.)  |
| Suave                             | 55% en 50.8 mm. (55% en 2 pulg.)  |
| Dureza Rockwell:                  |   |
| Duro                              | B 60  |
| Suave                             | F 40  |
| Módulo de elasticidad             | 1 200 000 Kg/cm <sup>2</sup> 17 000 000 lb/Pulg <sup>2</sup>  |

⊕ Propiedades del Aluminio

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
| Conductividad eléctrica           | 61% IACS * a 20°C (68°F)  |
| Resistividad eléctrica            | 17 ohms en 304.8m. a 20°C<br>(17 ohms en 1000 pies a 68°F)  |
| Peso específico                   | 2720 Kg./m <sup>3</sup> (0.98 lb/Pie <sup>3</sup> )   |
| Punto de fusión                   | 658°C (1216°F)  |
| Conductividad térmica             | 126 $\frac{\text{BTU}}{\text{Pie}^2 \times \text{Pie}^2 \times \text{hr} \times ^\circ\text{F}}$ a 68°F |
| Coefficiente lineal de dilatación | 0.00000729 por °C promedio desde 20°C a 100°C<br>0.0000131 por °F (promedio desde 60°F a 212°F)         |
| Esfuerzo de tensión:              |   |
| Duro                              | 1820 Kg/cm <sup>2</sup> (27000 lb/Pulg <sup>2</sup> )   |
| Suave                             | 845 Kg/cm <sup>2</sup> (12000 lb/Pulg <sup>2</sup> )  |
| % de alargamiento:                |   |
| Duro                              | 1.5% en 254 mm. (1.5% en 10 Pulg.)  |
| Suave                             | 23% en 254 mm. (23% en 10 Pulg.)  |
| Módulo de elasticidad             | 702 000 Kg/cm <sup>2</sup> (10 000 000 lb/pulg <sup>2</sup> )   |

\* Por IACS (International Annealed Copper Standard) cuyo valor es aceptado internacionalmente para resistividad del cobre recocido de 100% de conductividad.

⊕ Constitución de la Materia

| Partículas elementales  |  |
|---|--|
| Electrón:   | Partícula elemental menor con carga negativa<br>Carga: e = -4,803·10 <sup>-10</sup> u.e.s.<br>= 1,602·10 <sup>-19</sup> C.<br>Masa: m = 9,109·10 <sup>-28</sup> g.   |
| Positrón:   | Partícula elemental menor con carga positiva<br>Carga: e = +4,803·10 <sup>-10</sup> u.e.s.<br>= 1,602·10 <sup>-19</sup> C.<br>Masa: m = 9,109·10 <sup>-28</sup> g.   |
| Protón:   | Partícula del núcleo atómico con carga positiva<br>Carga: e = +4,803·10 <sup>-10</sup> u.e.s.<br>= 1,602·10 <sup>-19</sup> C.<br>Masa: m = 1,672·10 <sup>-24</sup> g.  |
| Neutrón:  | Partícula del núcleo atómico sin carga<br>Masa: m = 1,675·10 <sup>-24</sup> g.   |
| Mesotrón:   | Partícula elemental inestable: el u-Mesón tiene una masa de unas 209 veces la del electrón y carga positiva o negativa; el r-Mesón tiene una masa de unas 276 veces la del electrón y carga positiva o negativa. |
| Neutrino:   | Partícula hipotética sin masa ni carga   |
| Atomo :   | Partícula menor de un elemento que puede tomar parte en una reacción química: consta de núcleo y órbitas de electrones.  |
| Molécula:   | Partícula más pequeña de una sustancia que es capaz de existencia independiente: consta de átomos unidos por enlaces químicos.   |
| Relación entre masa en reposo y masa en movimiento.                           |  |
| $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$  |  |
| V velocidad del cuerpo, C velocidad de la luz, m <sub>0</sub> masa en reposo. |  |

⊕ Energía Nuclear

| ALGUNAS FORMULAS FUNDAMENTALES   | G- peso del metal fisionable en gramos  | U <sup>235</sup> produce aproximadamente   |
|--|---|--|
| Energía total de la masa de un cuerpo:<br>E = mc <sup>2</sup> = 6.61 x 10 <sup>26</sup> x m<br>E= megaelectrovoltios<br>m=gramos | m- flujo medio del reactor neutrones /cm <sup>2</sup>   | 23 000 kw/h.   |
| Energía de una radiación:<br>E= hv<br>E=energía en ergs.<br>h=6.62 x 10 <sup>-27</sup> x seg.<br>V=frecuencia de la radiación    | σf- sección recta media de fisión<br>1 curie = 3.7 x 10 <sup>10</sup> desintegraciones /seg.<br>1 rd = 10 <sup>6</sup> desintegraciones /seg.<br>1 amu = 1.66 x 10 <sup>-24</sup> gramos<br>1 ev = 1.6 x 10 <sup>-12</sup> ergs.<br>1 fisión = 3.2 x 10 <sup>-11</sup> w seg.<br>h= 6.62 x 10 <sup>27</sup> erg. x seg. | Poder de moderación<br>H <sub>2</sub> O 1.53 cm <sup>-1</sup><br>D <sub>2</sub> O 0.17 cm <sup>-1</sup><br>C 0.064 cm <sup>-1</sup>  |
| Potencia de un reactor lento:<br>P= 8.3 x 10 <sup>10</sup> x φ m x σF x G.<br>P=watts  | Y (U <sup>233</sup> ) = 1.54<br>Y (U <sup>235</sup> ) = 2.46<br>Y (PU <sup>239</sup> ) = 2.88   | Tiempos de moderación<br>H <sub>2</sub> O 10 <sup>-5</sup> seg.<br>D <sub>2</sub> O 4.6 x 10 <sup>-5</sup> seg.<br>Be 6.7 x 10 <sup>-5</sup> seg.<br>C 1.5 x 10 <sup>-4</sup> seg. |
|  | La fisión completa de un gramo de   | Tiempos de difusión<br>2.1 x 10 <sup>-4</sup> seg.<br>0.15 x 10 <sup>-4</sup> seg.<br>4.3 x 10 <sup>-3</sup> seg.<br>1.2 x 10 <sup>-2</sup> seg.                                   |

Unidades eléctricas y magnéticas

| Magnitudes                     | Dimensiones C.G.S.                                | Unidades prácticas       |                                      |
|--------------------------------|---|--------------------------|--------------------------------------|
|                                |   | Nombre                   | Valor en C.G.S. (electro magnéticas) |
| Intensidad (I)                 | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> | Ampere                   | 10 <sup>-1</sup>                     |
| Tensión (V)                    | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-2</sup> | Volt                     | 10 <sup>8</sup>                      |
| Fuerza electromotriz (E)       |   |                          |                                      |
| Resistencia (R)                | L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>                    | Ohm                      | 10 <sup>9</sup>                      |
| Resistividad (ρ)               | L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>                    | Ohm-cm                   | 10 <sup>18</sup>                     |
| Conductividad (γ)              | L <sup>2</sup> T                                  | Mho-cm                   | 10 <sup>-18</sup>                    |
| Cantidad eléctrica (Q)         | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup>                 | Culomb                   | 10 <sup>-1</sup>                     |
| Trabajo eléctrico (J)          | L <sup>2</sup> M T <sup>-2</sup>                  | Joule                    | 10 <sup>7</sup>                      |
| Potencia eléctrica (W)         | L <sup>2</sup> M T <sup>-3</sup>                  | Watt                     | 10 <sup>7</sup>                      |
| Capacidad (C)                  | L <sup>-1</sup> T <sup>2</sup>                    | Farad                    | 10 <sup>-9</sup>                     |
| Autoinducción (L)              | L   | Henry                    | 10 <sup>9</sup>                      |
| Intensidad campo eléctrico (E) | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-2</sup> | Volt/cm                  | 10 <sup>8</sup>                      |
| Flujo magnético (Φ)            | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> | Maxwell                  | 1                                    |
|                                |   | Volt-segundo             | 10 <sup>8</sup>                      |
|                                |   | Gauss                    | 1                                    |
| Inducción magnética (B)        | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> | Volt-seg cm <sup>2</sup> | 10 <sup>8</sup>                      |
|                                |   | Oersted                  | 1                                    |
| Intensidad campo magnético (H) | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> | Amp/cm                   | 0.4                                  |
|                                |   | Gilbert                  | 1                                    |
| Fuerza magnetomotriz (F)       | L <sup>1/2</sup> M <sup>1/2</sup> T <sup>-1</sup> | Ampere-vuelta            | 0.4                                  |
|                                |   | ciclos-seg.              |                                      |
| Reluctancia magnética (R)      | L <sup>-1</sup>                                   |                          |                                      |
| Frecuencia (f)                 | T <sup>-1</sup>                                   |                          |                                      |

Nota: Las unidades magnéticas son todas de sistema C.G.S., por no haber sido establecidas las unidades prácticas.

Definiciones: Ampere: Intensidad de una corriente que corresponde al paso de un culomb en un segundo.  
Coulomb: Cantidad de electricidad que al atravesar una solución de nitrato de plata deposita 1,118 miligramos de plata.

Ohm: Resistencia que presenta al paso de una corriente una columna de mercurio a 0° de 1,063 m de longitud, con sección uniforme de 1 mm y masa de 14,4521 gramos masa.

Volt: Tensión capaz de producir una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.

Joule: Trabajo producido en un segundo por una corriente de un ampere en un circuito de un ohm de resistencia.

Watt: Potencia de un joule por segundo. Potencia que transporta un circuito por el que circula una corriente de un ampere bajo la diferencia de potencial de un volt.

Farad: Capacidad de un condensador en el que la carga de un culomb da entre sus armaduras una d.d.p. de un volt.

Henry: Autoinducción de un circuito en el que la variación de un ampere en un segundo produce la f.e.m. de un volt.

Maxwell: Flujo total producido por un polo magnético de fuerza, unidad dividida por 4π.

Gauss: Inducción (o densidad de flujo) producida por un maxwell por cm de superficie normal a la dirección de flujo.

Gilbert: Fuerza magnetomotriz de una bobina de una espira recorrida por una corriente de intensidad igual a la unidad C.G.S. dividida por 4π.

Oersted: Variación de potencial magnético equivalente a un gilbert por centímetro.

Fórmulas eléctricas

|                          | Corriente Contínua                 | Corriente Alternas                             |   |  |
|--------------------------|------------------------------------|--|---|--|
|                          |                                    | Una Fase                                       | 2 Fases 4 Hilos   | 3 Fases  |
| Amperes conociendo HP    | $\frac{HP \times 746}{E \times N}$ | $\frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$ | $\frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$ | $\frac{HP \times 746}{1.73 \times E \times N \times f.p.}$ |
| Amperes conociendo KW    | $\frac{KW \times 1000}{E}$         | $\frac{KW \times 1000}{E \times f.p.}$         | $\frac{KW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$         | $\frac{KW \times 1000}{1.73 \times E \times f.p.}$         |
| Amperes conociendo KVA   | $\frac{KVA \times 1000}{E}$        | $\frac{KVA \times 1000}{E}$                    | $\frac{KVA \times 1000}{2E}$                            | $\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$                    |
| KW                       | $\frac{I \times E}{1000}$          | $\frac{I \times E \times f.p.}{1000}$          | $\frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$          | $\frac{I \times E \times f.p. \times 1.73}{1000}$          |
| KVA                      | $\frac{I \times E}{1000}$          | $\frac{I \times E}{1000}$                      | $\frac{I \times E \times 2}{1000}$                      | $\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$                      |
| Potencia en la flecha HP | $\frac{I \times E \times N}{746}$  | $\frac{I \times E \times N \times f.p.}{746}$  | $\frac{I \times E \times 2 \times N \times f.p.}{746}$  | $\frac{I \times E \times 1.73 \times N \times f.p.}{746}$  |
| Factor de Potencia       | Unitario                           | $\frac{W}{E \times I}$                         | $\frac{W}{2 \times E \times I}$                         | $\frac{W}{1.73 \times E \times I}$                         |

I = Corriente en amperes  
E = Tensión en volts.  
N = Eficiencia expresada en %  
HP = Potencia en Horse Power  
R.P.M. =  $\frac{f \times 120}{p}$

f.p. = Factor de potencia  
KW = Kilowatts  
KVA = Kilovoltamperes  
W = Potencia en watts  
R.P.M. = Revoluciones por minuto.  
f = Frecuencia  
p = Número de polos

\* Para sistemas de 2 fases 3 hilos, la corriente en el conductor común es 1.41 veces mayor que en cualquiera de los otros conductores.

KVA =  $\frac{KW}{F.P.}$

Formulas Eléctricas para Circuitos de Corriente Alterna

Reactancia Inductiva  $X_L = 2\pi FL$  [Ohms]  
Donde: F = ciclos por segundo  
L = Inductancia en Henrys

Reactancia Capacitiva  $X_c = \frac{1}{2\pi FC}$  (Ohms)

Donde: C = capacidad en Farads.  
Impedancia  $Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}$  [Ohms]

Amperes  $I = \frac{E}{Z}$

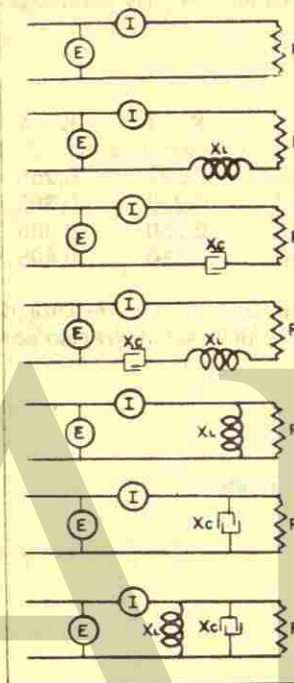
Fórmulas Eléctricas para Circuitos de Corriente Continua

Ley de OHM  $E = IR$   
Resistencia en serie  $R = r_1 + r_2 + \dots + r_n$   
Conductancias en paralelo  $G = g_1 + g_2 + \dots + g_n$

Resistencia en paralelo  $\frac{1}{R} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}$

En otras palabras, convertir la resistencia en conductancia y sumar las conductancias.

Potencia  $W = E \times I$   
en  $W = R \times I^2$   
Watts.  $W = HP \times 746$



$I = \frac{E}{R}$

$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + X_L^2}} = \frac{E}{Z}$

$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} = \frac{E}{Z}$

$I = \frac{E}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_c)^2}} = \frac{E}{Z}$

$I = \frac{E}{\sqrt{\frac{R^2 X_L^2}{R^2 + X_L^2}}} = \frac{E}{Z}$

$I = \frac{E}{\sqrt{\frac{R^2 X_c^2}{R^2 + X_c^2}}} = \frac{E}{Z}$

$I = \frac{E}{\sqrt{\frac{R^2 X_L X_c}{X_L^2 X_c^2 + R^2 (X_L - X_c)^2}}} = \frac{E}{Z}$

Fórmulas para Determinar Diagramas en Circuitos de C.A.

R = Resistencia en Ohms.

Z = Impedancia en Ohms.

I = Corriente en Amperes

E = Voltaje en Volts.

X<sub>L</sub> = Reactancia inductiva en Ohms.

X<sub>c</sub> = Reactancia capacitativa en Ohms.

L = Inductancia en Henrys

C = Capacitancia en Farads.

Fórmulas de Aplicación Práctica.

Cantidad de electricidad.

$Q = It.$

¿Cuántos días durará la descarga de un acumulador capaz de suministrar 70 amperes/hora con un régimen de descarga de 0.5 amperes?

$t = \frac{Q}{I} = \frac{70}{0.5} = 140 \text{ horas}, \frac{140}{24} = 5 \text{ días } 20 \text{ horas}$

Nota. 1 ampere-hora = 3600 culombs.

Resistencias Eléctricas y Efectos Caloríficos de las Corrientes

Resistencia de un Conductor

$R = \rho \frac{l}{s}$

R resistencia en ohms.  
ρ resistividad ohms mm<sup>2</sup>/m.  
l longitud en metros.  
s sección en mm<sup>2</sup>

¿Qué resistencia tiene un conductor de cobre de 10 m m<sup>2</sup> de sección y 150 m de longitud?  
resistividad del cobre = 0.0175.

$R = 0.0175 \frac{150}{10} = 0.262 \text{ ohms.}$

Asociación de Resistencia

En serie:  
 $R = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$

Tenemos tres resistencias de 5, 8 y 10 ohms. ¿Cuál será la resistencia total si las agrupamos primero en serie y después en paralelo?

En serie:  $R = 5 + 8 + 10 = 23 \text{ ohms.}$

En paralelo:

$R = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3}}$

En paralelo:  $R = \frac{1}{\frac{1}{5} + \frac{1}{8} + \frac{1}{10}} = 2.35 \text{ ohms.}$

Variación de la resistencia con la temperatura.  $\oplus$

$R_t = R_0 (1 + \alpha t)$

$R_t$  resistencia a  $t^\circ C$ .

$R_0$  resistencia a  $0^\circ C$ .

$\alpha$  coeficiente de temperatura

$t$  variación de temperatura en  $0^\circ C$ .

Un hilo de aluminio tiene a  $0^\circ C$  una resistencia de 20 ohms. ¿Cuál será su resistencia a  $50^\circ C$ ?

Para el aluminio  $\alpha = 0.0037$   
 $R_{50} = 20 (1 + 0.0037 \times 50) = 23.7$  ohms.

Ley de ohm.

$I = \frac{V}{R}$

$I$  en amperes

$V$  en volts

$R$  en ohms.

Un acumulador de 6 volts tiene intercalada en un circuito exterior una resistencia de 8 ohms; si su resistencia interior es de 0.4 ohms, ¿qué intensidad circulará por este circuito?

$I = \frac{6}{8 + 0.4} = 0.71$  amperes

Efectos caloríficos de la corriente. Ley de Joule.

$Q = 0.00024 R I^2 t$

$Q$  cantidad calor en kilocalorías.

$R$  resistencia en ohms.

$I$  intensidad en amperes

$t$  en segundos.

Al pasar una corriente por un conductor desarrolla en él una cantidad de calor proporcional a su resistencia, al tiempo y al cuadrado de la intensidad de la corriente. ¿Qué cantidad de calor se desarrolla durante una hora en una resistencia de 2 ohms, que es recorrida por una corriente de 5 amperes?

$Q = 0.00024 \times 2 \times 5^2 \times 3600 = 43.2$  kilocalorías.

Equivalente calorífico de la energía eléctrica.

$H = \frac{\text{Watts-segundo}}{4184}$

$H$  en kilocalorías

Se quiere calentar a  $60^\circ C$  un depósito que contiene 150 litros de agua a la temperatura de  $10^\circ C$ . ¿Qué energía eléctrica se necesitará?

Diferencia temperatura =  $60 - 10 = 50^\circ C$ .

Cant. calor:  $50 \times 150 = 7500$  kilocalorías.

Watts-seg. =  $7500 \times 4184 = 31\ 380\ 000$ .

$1\ kW/h = 3600 \times 1000$  watts-seg.

$\frac{31\ 380\ 000}{3600\ 000} = 8.71$  KW/hora

Reóstatos reguladores.

$d = a \sqrt[3]{I^2}$

$d$  diámetro hilo en mm.

$a$  coeficiente

$I$  intensidad en amperes.

La sección debe ser tal que sea capaz de radiar el calor que produce la corriente sin calentarse demasiado.

El coeficiente  $a$ , dado en función de  $K$  (número de  $cm^2$  de superficie de enfriamiento por watt transformado en calor). En los reóstatos refrigerados por aire se adoptan para  $K$  valores de 1 a 5 (cuanto más pequeño  $K$  más barato, pero se calienta más).

Valores de  $a$  para:

|           | $K = 2$ | $K = 3$ | $K = 4$ | $K = 5$ |
|-----------|---------|---------|---------|---------|
| Hierro    | 0.200   | 0.229   | 0.255   | 0.275   |
| Melchor   | 0.290   | 0.330   | 0.365   | 0.390   |
| Miquelina | 0.305   | 0.350   | 0.385   | 0.415   |
| Nicrom    | 0.390   | 0.450   | 0.495   | 0.535   |

¿Qué diámetro deberá tener el hilo melchor de un reóstato refrigerado por aire, que debe ser atravesado por una corriente de 10 amperes?

$K = 0.330$   
 $d = 0.330 \sqrt[3]{10^2} = 1.5$  mm

Reóstatos de arranque.

$s = aI \sqrt{\frac{T}{t_2 - t_1}}$

$s$  sección en  $mm^2$ .

$I$  intensidad en amperes.

$T$  tiempo arranque segundos.

$t_2 - t_1$  temperatura  $^\circ C$  que se admite sobre la ambiente.

$a$  coeficiente según material.

La sección debe ser tal que no sobrepase una temperatura de exceso sobre la ambiente, en el tiempo que esté funcionando.

Valores de  $a$  para:

|           |       |
|-----------|-------|
| Hierro    | 0.170 |
| Melchor   | 0.300 |
| Niquelina | 0.320 |
| Nicrom    | 0.615 |
| Kruppina  | 1.56  |

¿Qué sección deberá darse a un hilo de niquelina que al ser atravesado durante 10 segundos por una corriente de 20 amperes su temperatura no deba elevarse por encima de  $75^\circ C$ ? Temperatura ambiente  $15^\circ C$ .

$s = 0.320 \times 20 \sqrt{\frac{10}{75 - 15}} = 2.88$   $mm^2$ .

Nota. Se tomará la sección inmediata superior.

Condensadores  $\oplus$

Capacidad.

$C = \frac{Q}{V}$

$C$  en farads.

$Q$  en culombs.

$V$  en volts.

¿Cuál es la capacidad de un condensador de placas que al aplicarle una tensión de 1000 volts. adquiere una cantidad de electricidad de 100 microculombs?

$1$  microculomb =  $10^{-6}$  culombs.

$C = \frac{100 \times 10^{-6}}{1000} = 10^{-7}$  farads = 0.1 microfarads.

Condensador plano de dos láminas (un dieléctrico).

$C = 0.0885 K \frac{S}{d}$

Condensador plano de  $N$  láminas;  $(N - 1)$  dieléctrico.

$C = 0.0885 K \frac{S(N - 1)}{d}$

$C$  capacidad en micro-microfarads.

$S$  superficie placas en  $cm^2$ .

$d$  espesor dieléctrico en cm.

$K$  constante dieléctrica.

¿Cuál es la capacidad de un condensador plano formado por 6 láminas de  $40\ cm^2$ , siendo el dieléctrico de mica de  $0.1\ mm$  de espesor?

Para la mica  $K = 5$

$C = 0.0885 \times 5.0 \frac{40 (6 - 1)}{0.01} = 8850$  microfarads.

Conexión de condensadores.

En serie:

$C = \frac{1}{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2} + \frac{1}{c_3} + \dots}$

En paralelo:

$C = c_1 + c_2 + c_3 + \dots$

Tenemos tres condensadores de 1,2 y 4 microfarads. ¿Cuál será la capacidad total si los agrupamos primero en serie y después en paralelo?

En serie:  $C = \frac{1}{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{4}} = 1.285$  microfarads.

En paralelo:  $C = 1 + 2 + 4 = 7$  microfarads.

Inductancias

Inductancia de una bobina larga sin núcleo.

$L = 1.257 \frac{s N^2}{l 10^8}$

$L$  inductividad en henrys.

$s$  sección bobina en  $cm^2$

$N$  número de espiras.

$l$  longitud bobina en cm.

¿Cuál es el coeficiente de autoinducción de una bobina de 30 cm. de longitud, que lleva 3000 espiras y tiene 5 cm de diámetro?

$s = 3.14 \times 2.5^2 = 19.62$   $cm^2$  de sección

$L = 1.257 \frac{19.62 \times 3000^2}{30 \times 10^8} = 0.0082$  henrys = 8.2 milihenrys.

Inductancia de una bobina con núcleo.

$L = \frac{N \phi}{I 10^8}$

$L$  inductividad en henrys.

$I$  intensidad de corriente en amperes.

$\phi$  flujo en maxwells.

$N$  número espiras.

¿Cuál es el coeficiente de autoinducción de una bobina con núcleo de hierro que tiene 2.500 espiras y que al ser recorrida por una corriente de 0.5 amperes crea un flujo de 300 000 maxwells?

$L = \frac{2500 \times 300\ 000}{0.5 \times 10^8} = 15$  henrys

Conexión de inductancias.

En serie:

$L = L_1 + L_2 + L_3 + \dots$

En paralelo:

$L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \dots}$

Tenemos tres inductancias de 2.5 y 10 henrys. ¿Cuál será la inductancia total si las agrupamos primero en serie y después en paralelo?

En serie:  $L = 2 + 5 + 10 = 17$  henrys.

En paralelo:  $L = \frac{1}{\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{10}} = 1.25$  henrys.

Magnetismo y Electromagnetismo

Fuerza de un imán o electroimán.  $\oplus$

$P = \left(\frac{B}{5000}\right)^2 S$

$P$  fuerza en kg.

$B$  inducción en gauss.

$S$  superficie polo imán en  $cm^2$ .

Si es imán de herradura será 2 S.

¿Qué fuerza será necesaria realizar para arrancar un trozo de hierro dulce del polo de un imán que tiene una sección de 9  $cm^2$ , siendo la inducción entre el imán y el hierro de 2500 gauss?

$P = \left(\frac{2500}{5000}\right)^2 \times 9 = 2.25$  Kg.

**Flujo magnético o de inducción.**

$\phi = B \times S$   
 $\phi$  flujo en maxwells.  
 B inducción en gaussess.  
 S sección en  $cm^2$

¿Cuál será el flujo que recorre un circuito magnético de hierro, de 16  $cm^2$  de sección, si la inducción es 5000 gaussess?

$\phi = 5000 \times 16 = 80\ 000$  maxwells.

**Intensidad de campo en el interior de un solenoide.**

$H = 1.25 \frac{NI}{l}$

H intensidad en gaussess.  
 N número espiras.  
 I intensidad que circula en amperes.  
 l longitud solenoide en cm.

¿Cuál será la intensidad del campo en el interior de un solenoide de que tiene 2000 espiras y una longitud de 10 cm. si es recorrido por una corriente de 5 amperes?

$H = 1.25 \frac{2000 \times 5}{10} = 1250$  gaussess.

**Inducción magnética.**

$B = \mu H = \frac{\mu NI}{l}$

B inducción en gaussess.

H intensidad campo en:  $\frac{A \times \text{vuelta}}{cm}$

$\mu$  permeabilidad del núcleo

¿Cuál será la inducción en el interior de un circuito magnético formado por chapa de transformador, que tiene una longitud de 50 cm, arrolladas 400 espiras y es recorrido por una corriente de 2 amperes?

$H = \frac{400 \times 2}{50} = 16$  amperes-vuelta/cm.

Para  $H = 16$  encontramos la inducción  $B = 12\ 800$  gaussess.

La permeabilidad para ese valor de H será:

$\mu = \frac{B}{H} = \frac{12800}{16} = 800.$

**Pérdidas de energía por histéresis. Fórmula de Steinmetz.**

$P = \frac{\eta V f B^{1.6}}{10^7}$

P pérdida en watts.  
 V volumen material en  $cm^3$ .  
 f frecuencia en ciclos/seg.  
 B inducción en gaussess.  
 $\eta$  coeficiente de histéresis según material.

**Valores de  $\eta$  para algunos cuerpos:**

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| Chapa hierro recocida       | 0.001   |
| Plancha hierro delgada      | 0.003   |
| Plancha hierro gruesa       | 0.0035  |
| Plancha hierro ordinaria    | 0.004   |
| Hierro fundido              | 0.16    |
| Fundición gris              | 0.0183  |
| Acero fundido recocido      | 0.008   |
| Acero dulce                 | 0.0095  |
| Acero fundido               | 0.0125  |
| Acero al manganeso forjado  | 0.00595 |
| Acero al tungsteno templado | 0.0578  |
| Acero al silicio (3-4% Si)  | 0.0008  |

¿Cuál será la potencia perdida por histéresis en el núcleo de un transformador cuyas chapas de hierro al silicio tienen un volumen de 40  $dm^3$ , si la inducción máxima es de 6000 gaussess y la frecuencia 50 ciclos/seg?

$P = \frac{0.0008 \times 40\ 000 \times 50 \times 6000^{1.6}}{10^7} = 184$  watts.

$6000^{1.6} = 1\ 150\ 000.$

Nota. Cuando la inducción es superior a 7000 gaussess, en la fórmula de Steinmetz se pone  $B^2$  en lugar de  $B^{1.6}$

**Pérdidas de energía por corrientes de Foucault.**

$P = \sigma \left( \frac{f}{100} \times \frac{B}{10\ 000} \right)^2 G.$

P pérdidas en watts.  
 f frecuencia en ciclo -seg.  
 B inducción en gaussess.

G peso núcleo en kg.

$\sigma$  coeficiente que depende de la resistividad del material y espesor de las chapas.

Valores de  $\sigma$  para las chapas magnéticas del espesor y % de Si que se indican:

| % Si | Espesor chapas en mm |      |      |
|------|----------------------|------|------|
|      | 0.35                 | 0.55 | 0.63 |
| 0.5  | 1.68                 | 4    | 5.25 |
| 1    | 1.17                 | 2.75 | 3.75 |
| 2.5  | 0.65                 | 1.55 | 2    |
| 3.5  | 0.46                 | 1.2  | 1.6  |
| 4.5  | 0.4                  | 1    | 1.3  |

¿Cuál será la pérdida de energía por corrientes de Foucault en el núcleo de un transformador que pesa 300 kg, formado por chapa magnética de contenido 4.5% de silicio y 0.55 mm de espesor, siendo la inducción máxima 12 000 gaussess y la frecuencia 50 ciclos/seg?

Para chapa con 4.5% Si y 0.55 mm:  $\sigma = 1.$

$P = 1 \left( \frac{50 \times 12\ 000}{100 \times 10\ 000} \right)^2 300 = 108$  watts.

**Circuitos de Corriente Alterna**

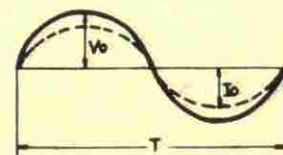
Defasaje entre tensiones e intensidades.

Pulsación:

$w = 2\pi f$  (radianes x segundo).

f = frecuencia ciclos x segundo.

$T = \frac{1}{f}$  período



Valor máximo de la tensión o intensidad ( $V_0 I_0$ ) es la amplitud del ciclo correspondiente; valor medio ( $V_m I_m$ ) es la media de los valores instantáneos durante una alternancia.

$\sqrt{\frac{\sum u^2}{m}}$ ; valor eficaz ( $V_{ef}$   $I_{ef}$ ) es la raíz cuadrada de

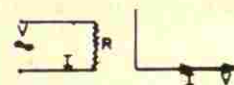
la media de los cuadrados de los valores instantáneos  $\sqrt{\frac{\sum u^2}{m}}$

Estos valores son exactos cuando el número de mediciones o valores instantáneos m es infinito.

$V_m = 0.63 V_0$        $V_{ef} = 0.707 V_0$   
 $I_m = 0.63 I_0$        $I_{ef} = 0.707 I_0$

**Circuito con resistencia pura.**

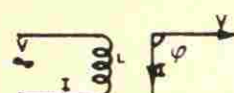
La intensidad está en fase con la tensión.



$\phi = 0.$   
 $I = \frac{V}{R}$

**Circuito con inductancia pura.**

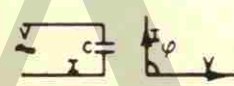
La intensidad se retrasa  $90^\circ$  respecto a la tensión.



$I = \frac{V}{\omega L}$   
 $\phi = 90^\circ$

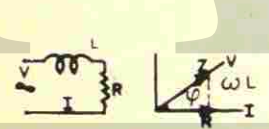
**Circuito con capacidad pura.**

La intensidad se adelanta  $90^\circ$  con respecto a la tensión.



$I = \omega CV$   
 $\phi = 90^\circ$

**Autoinduc. y resistencia en serie.**



$I = \frac{V}{Z} = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$   
 $\cos \phi = \frac{R}{Z}$

R resistencia en ohms.

$\omega$  pulsación.

L coeficiente de autoinducción henrys.

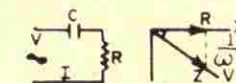
Una bobina está sometida a una corriente alterna de 220 volts y 50 ciclos por segundo. La resistencia óhmica de la bobina es de 3 ohms y su coeficiente de autoinducción de 0.02 henrys. Determinar la corriente que circulará por la bobina y el defasaje entre la intensidad y la tensión.

$w = 2\pi f = 314.$

$I = \frac{220}{\sqrt{3^2 + 314^2 \times 0.02^2}} = 31.65$  amperes

$\cos \phi = \frac{3}{6.95} = 0.43$

**Capacidad y resistencia en serie.**



$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \frac{1}{\omega^2 C^2}}}$

$\cos \phi = \frac{R}{Z}$

C en farads.

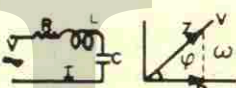
Un condensador de 10 microfarads y una resistencia de 50 ohms está unido en serie en un circuito a 220 volts y 50 ciclos por segundo. Determinar la corriente que circulará por este circuito y el defasaje entre la intensidad y la tensión.

$\omega = 2\pi f = 314.$

$I = \frac{220}{\sqrt{60^2 + \frac{1}{314^2 \times (10 \times 10^{-6})^2}}} = 0.68$  amperes.

$\cos \phi = \frac{60}{323} = 0.18$

**Resistencia, autoinducción y capacidad en serie.**



$I = \frac{V}{\sqrt{R^2 + (\omega L - \frac{1}{\omega C})^2}}$

$\cos \phi = \frac{R}{Z}$

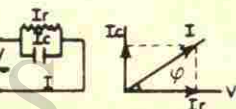
Un condensador de 20 microfarads y una bobina de 0.6 henrys y 100 ohms, están en serie en un circuito a 220 volts y 50 ciclos por seg. Determinar la intensidad de corriente que circula por este circuito y el defasaje entre la intensidad y la tensión.

$\omega = 2\pi f = 314.$

$I = \frac{220}{\sqrt{100^2 + (314 \times 0.6 - \frac{1}{314 \times 20 \times 10^{-6}})^2}} = 2.11$  amperes

$\cos \phi = \frac{100}{104} = 0.96$

**Resistencia y capacidad en derivación.**



$I = V \sqrt{\frac{1}{R^2} + w^2 C^2}$

$I_r = \frac{V}{R}$

$I_c = V \omega C$

$\cos \phi = \frac{1}{R \sqrt{\frac{1}{R^2} + \omega^2 C^2}}$

Un condensador de 4 microfarads y una resistencia de 50 ohms están derivados en un circuito a 220 volts y 50 ciclos por seg. Determinar la intensidad que circulará por este circuito, las intensidades que pasarán por la resistencia y el condensador, y el defasaje entre la corriente y la tensión.

$I = 220 \sqrt{\frac{1}{50^2} + 314^2 \times (4 \times 10^{-6})^2} = 4.42$  amperes



La intensidad que circula por la resistencia es:

$$I_r = \frac{220}{50} = 4.4 \text{ amperes}$$

Y por el condensador:

$$I_c = 220 \times 314 \times 4 \times 10^{-6} = 0.27 \text{ amperes.}$$

$$\cos \varphi = \frac{1}{50 \sqrt{50^2 + 314^2 (4 \times 10^{-6})^2}} = 0.99$$

### Capacidad y autoinducción más resistencia en derivación.



Siendo:

$$X_c = \frac{1}{\omega C}, X_L = \omega L$$

$$I_c = V \omega C$$

$$I_r = \frac{V}{\sqrt{R^2 + \omega^2 L^2}}$$

Una bobina que tiene una inducción de 0.8 henrys y 10 ohms de resistencia se enlaza en paralelo con un condensador de 15 microfarads, en un circuito a 220 volts y 50 ciclos por seg. Determinar la intensidad que circula por el circuito y la que circula por la bobina y por el condensador.

$$\omega = 2\pi f = 314.$$

$$X_c = \frac{10^6}{314 \times 15} = 212 \text{ ohms.}$$

$$X_L = 314 \times 0.8 = 251 \text{ ohms.}$$

$$I = \frac{220}{212 \sqrt{10^2 + (251-212)^2}} = 0.16 \text{ amperes}$$

Por el condensador circulará la corriente:

$$I_c = \frac{220}{212} = 1.03 \text{ amperes}$$

Y por la bobina:

$$I_L = \frac{220}{\sqrt{10^2 + 251^2}} = 0.88 \text{ amperes}$$

### Máquinas de Corriente Continua

Tensión producida por una dínamo.

$$E = \frac{\phi n W}{60 \times 10^8}$$

E en volts.

$\phi$  flujo del campo en maxwells.

n revoluciones por minuto.

W número espiras inducido.

¿Cuál será la f.e.m. producida por una dínamo cuyo inducido

tiene 250 espiras y gira a 1 500 r.p.m. en un campo 2 000 000 de maxwells?

$$E = \frac{2 \times 10^6 \times 1500 \times 250}{60 \times 10^8} = 125 \text{ volts}$$

### Tensión disponible en los bornes.

$$E_1 = E - R_i \times I$$

$R_i$  resistencia del inducido en ohms.

I intensidad que circula por el inducido

¿Qué tensión dispondremos en los bornes de una dínamo, que en vacío produce 125 volts, y que al ser acoplada a un circuito exterior circulan por éste 50 amperes? La resistencia del inducido es de 0.05 ohms.

$$E_1 = 125 - 0.05 \times 50 = 122.5 \text{ volts.}$$

### Rendimiento eléctrico de una dínamo.

$$\eta_e = \frac{E_1 \times I}{E \times I + \text{perdidas en calor}}$$

$E_1$  tensión en bornes en volts.

I intensidad máxima que puede suministrar en amperes.

Una dínamo serie es capaz de suministrar 50 amperes a 110 volts; el inducido tiene una resistencia de 0.07 ohms y el devanado inductor 0.08 ohms. ¿Cuál es su rendimiento eléctrico?

Pérdidas por efecto Joule: ( $rI^2$ ).

$$(0.07 + 0.08) \times 50^2 = 375 \text{ watts.}$$

$$\eta_e = \frac{110 \times 50}{110 \times 50 + 375} = 0.93$$

### Rendimiento industrial de una dínamo.

$$\eta = \frac{E_1 \times I}{P \times 736}$$

$E_1$  tensión en bornes, en volts

I intensidad máxima que puede suministrar en amperes.

P potencia mecánica en CV aplicable al eje de la dínamo.

Una dínamo es capaz de suministrar una corriente de 30 amperes a 115 volts; el inducido de la dínamo es movido por un motor de explosión de 6 CV. ¿Cuál es su rendimiento industrial?

$$\eta = \frac{115 \times 30}{6 \times 736} = 0.78$$

Nota. El rendimiento industrial es siempre menor que el eléctrico, toda vez que el primero contiene las pérdidas eléctricas en los hierros y las mecánicas por rozamiento. Ver a continuación rendimientos eléctrico o industrial, según su potencia con arreglo a las Normas VDE. \*

\* VDE (Verband Deutscher Elektrotechniker) Normas alemanas de electrotecnia.

| Potencia en HP | Rendimientos |            |
|----------------|--------------|------------|
|                | Eléctrico    | Industrial |
| 0.1            | 0.77         | 0.55       |
| 0.5            | 0.80         | 0.60       |
| 0.75           | 0.82         | 0.65       |
| 1              | 0.85         | 0.70       |
| 2              | 0.87         | 0.75       |
| 3.6            | 0.90         | 0.80       |
| 7.12           | 0.92         | 0.85       |
| 14.20          | 0.95         | 0.90       |
| 24.50          | 0.96         | 0.92       |

### Motores de corriente continua.

$$C = \frac{W \phi I}{2 \pi \times 9.8 \times 10^8}$$

C par desarrollado con su polea en kgm.

W número espiras inducido, flujo útil en maxwells.

I intensidad que alimenta el motor en amperes.

$\phi$  flujo útil en maxwells.

Par motor. Determinar el par motor en kgm de un motor cuyo inducido tiene 900 espiras, es atravesado por un flujo de 5 000 000 de maxwells y consume una corriente de 15 amperes.

$$C = \frac{900 \times 5 \times 10^6 \times 15}{6.28 \times 9.8 \times 10^8} = 10.97 \text{ Kgm.}$$

¿Cuál será su potencia en CV si gira a 550 r.p.m.?

$$CV = \frac{2 \pi n C}{60 \times 75} = \frac{6.28 \times 550 \times 10.97}{60 \times 75} = 8.42 \text{ CV}$$

### Fuerza contraelectromotriz de un motor.

$$e = E_1 - rI$$

e fuerza contraelectromotriz en volts.

$E_1$  tensión aplicada en los bornes en volts

r resistencia interior en ohms.

I intensidad que consume el motor en amperes.

¿Cuál es la fuerza contraelectromotriz (f.c.e.m.) de un motor serie, que al aplicarle una tensión en bornes de 100 volts consume una intensidad de 10 amperes, y la resistencia del inducido y del inductor es de 1.5 ohms?

$$e = 110 - 1.5 \times 10 = 95 \text{ volts}$$

### Velocidad de un motor de corriente continua.

$$n = \frac{(E_1 - rI) \times 60 \times 10^8}{W \phi}$$

n = número r.p.m.

$E_1$  tensión aplicada en volts.

r resistencia interior en ohms.

I intensidad que consume el motor en amperes

W número espiras rotor

$\phi$  flujo útil en maxwells.

Determinar la velocidad de rotación en r.p.m. de un motor con las siguientes características: tensión aplicada 110 volts; resistencia interior 0.2 ohms; intensidad que absorbe el motor 10 amperes, flujo útil 2 000 000 maxwells; número espiras rotor 650.

$$n = \frac{(110 - 0.2 \times 10) \times 60 \times 10^8}{650 \times 2 \times 10^6} = 498 \text{ r.p.m.}$$

### Rendimiento eléctrico de un motor de corriente continua.

$$\eta_e = \frac{e}{E_1}$$

e fuerza contraelectromotriz en volts.

$E_1$  tensión aplicada en los bornes en volts.

¿Cuál es el rendimiento eléctrico de un motor que al aplicarle la tensión de 125 volts, desarrolla una f.c.e.m. de 118 volts?

$$\eta_e = \frac{118}{125} = 0.94$$

### Rendimiento industrial de un motor de corriente continua.

$$\eta = \frac{P}{E_1 I}$$

P potencia obtenida al freno en wats.

$E_1$  tensión aplicada en bornes en volts.

I intensidad que consume el motor en amperes.

Un motor de corriente continua que funciona con una tensión de 115 volts consume una intensidad de 10 amperes. En prueba al freno se obtiene una potencia de 750 wats. ¿Cuál es su rendimiento industrial, y a cuánto ascienden las pérdidas por rozamientos y por histéresis y corrientes de Foucault en el hierro, si su resistencia interna es de 1.5 ohms?

$$\eta = \frac{750}{115 \times 10} = 0.65$$

Las pérdidas totales serán:

$$1150 - 750 = 400 \text{ wats.}$$

Pérdidas de calor en el cobre:

$$rI^2 = 1.5 \times 10^2 = 150 \text{ wats.}$$

Luego las pérdidas por rozamientos, histéresis y Foucault, valdrán:

$$400 - 150 = 250 \text{ wats.}$$

### Máquinas de Corriente Alterna

Frecuencia de la corriente de un alternador.

$$f = \frac{np}{60}$$

f frecuencia en ciclos por segundo

p número de pares de polos.

n número r.p.m.

¿Cuál será la frecuencia de un alternador hexapolar que gira a una velocidad de 1000 r.p.m.?

$$f = \frac{1000 \times 3}{60} = 50 \text{ ciclos por segundo}$$

Tensión que produce un alternador.

$$E = \frac{4 \phi f w}{10^2} \times \epsilon \times 1.11$$

- E tensión eficaz en volts.
- $\phi$  flujo útil en maxwells.
- f frecuencia en ciclos por segundo.
- w número total espiras de la máquina.
- $\epsilon$  coeficiente de arrollamiento (para las corrientes bifásicas vale 0.91 y para las trifásicas 0.96).

Se desea conocer la tensión (f.e.m.) que producirá un alternador monofásico, cuyos carretes en serie en número de 6 tienen 15 espiras cada uno, atravesadas por un flujo de 1 000 000 de maxwells, siendo de 50 ciclos por segundo la frecuencia de la corriente que produce.

$$E = \frac{4 \times 1 \times 10^6 \times 50 \times 6 \times 15}{10^8} \times 0.91 \times 1.11 = 181.8 \text{ volts.}$$

Nota: El número de espiras activas del inducido de un alternador monofásico será el total de las mismas; en los bifásicos será W/2, y en los trifásicos W/3. Estos valores son los que intervienen en la fórmula anterior.

Rendimiento de un alternador.

Trifásico:

$$\eta = \frac{E I \sqrt{3} \cos \phi}{E I \sqrt{3} \cos \phi + P_c + P_h}$$

- E tensión que produce el alternador en volts.
- I intensidad en amperes.
- $P_c$  pérdida por calor en estator y rotor.
- $P_h$  pérdidas en el hierro y rozamiento.

Determinar el rendimiento de un alternador trifásico de las características siguientes: tensión que produce en los bornes 220 volts,  $\phi$  nominal 30 amperes y 0.8, resistencia de una fase del estator 0.1 ohm, del rotor 0.15; la corriente inductora que circula por el estator es de 25 amperes.

$$P_c = 3 r_1 I_1^2 + 3 r_2 I_2^2 = 3 \times 0.1 \times 30^2 + 3 \times 0.15 \times 25^2 = 270 + 281 = 551 \text{ watts.}$$

$P_h = 65 \times 12 = 780$  watts (correspondientes aproximadamente a 65 watts x HP de potencia según tabla que figura a continuación).

$$\eta = \frac{220 \times 30 \times 1.72 \times 0.8}{220 \times 30 \times 1.73 \times 0.8 + 551 + 780} = 0.87$$

Pérdidas aproximadas en el hierro y por rozamientos en las máquinas de corriente alterna en vacío (sin gran error pueden tomarse también estos valores para la marcha con carga).

|                        |     |     |    |    |    |    |    |     |
|------------------------|-----|-----|----|----|----|----|----|-----|
| Potencia HP            | 0.5 | 1   | 2  | 3  | 5  | 10 | 50 | 100 |
| Pérdidas en watts x HP | 140 | 100 | 85 | 80 | 75 | 65 | 40 | 35  |

Nota: Si el alternador fuera monofásico pondríamos en la fórmula  $E I \cos \phi$ .

Velocidad de un motor síncrono.

$$n = \frac{60 f}{p}$$

- n número r.p.m.
- f frecuencia en ciclos-segundo.
- p número pares de polos.

¿Cuál será la velocidad en r.p.m. de un motor síncrono trifásico, hexapolar, alimentado por una corriente de 50 ciclos por segundo.

$$n = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ r.p.m.}$$

Deslizamiento de un motor asíncrono.

$$\sigma = \frac{(n - n_1) 100}{n}$$

- n velocidad r.p.m. del campo de giro.
- $n_1$  velocidad r.p.m. del rotor.

¿Cuál será el deslizamiento de un motor trifásico tetrapolar que gira a 1 450 r.p.m. y es alimentado por una corriente de 50 ciclos por segundo?

$$n = \frac{60 \times 50}{2} = 1500 \text{ r.p.m.}$$

$$\sigma = \frac{(1500 - 1450) 100}{1500} = 3.33 \%$$

Reóstato de arranque.

$$X = \left(\frac{I'}{I}\right)^n R - R$$

$$X_1 = \left(\frac{I'}{I} - 1\right) R$$

$$X_2 = \frac{I'}{I} X_1$$

$$X_3 = \frac{I'}{I} X_2$$

$$X_4 = \frac{I'}{I} X_3$$

$$X_5 = \frac{I'}{I} X_4$$

- $I'$  corriente arranque en amperes.
- I corriente normal a plena carga en amperes.

R resistencia una fase rotor en ohms.

X resistencia total una fase reóstato, ohms.

$X_1 X_2 X_3 X_4 X_5$  resistencias parciales de las secciones del reóstato, en ohms.

n número de secciones del reóstato.

Se desea construir un reóstato de arranque con cinco taps o contactos para un motor trifásico de rotor bobinado de las siguientes características: potencia efectiva 15 HP, consumo energía 12.6 KW, resistencia de una fase del rotor 0.2 ohms. La relación entre la corriente de arranque y la de plena carga para los motores comprendidos entre 5 y 15 kW no debe ser superior a 2.

$$\frac{I'}{I} = 2. \text{ Para esta relación tomaremos como valor 1.75}$$

$$X = 1.75^5 \times 0.2 - 0.2 = 3.08 \text{ ohms.}$$

$$X_1 = (1.75 - 1) \times 0.2 = 0.15 \text{ ohms.}$$

$$X_2 = 1.75 \times 0.15 = 0.26 \text{ ohms.}$$

$$X_3 = 1.75 \times 0.26 = 0.455 \text{ ohms.}$$

$$X_4 = 1.75 \times 0.455 = 0.796 \text{ ohms.}$$

$$X_5 = 1.75 \times 0.796 = 1.393 \text{ ohms.}$$

Rendimiento motores corriente alterna. Ver rendimiento de alternadores.

Transformadores

Relación de transformación.

$$m = \frac{V_1}{V_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{W_1}{W_2}$$

Los subíndices 1 indican los valores de la tensión, intensidad y número de espiras en el primario; los subíndices 2, en el secundario.

Esta relación es aproximada y se cumple entre espiras y tensiones cuando el transformador trabaja en vacío; y entre espiras e intensidades cuando lo hace a plena carga.

En los transformadores trifásicos, se cumple únicamente para las tensiones simples y cuando tienen las mismas conexiones estrella-estrella o delta-delta.

Número espiras x volt de primarios y secundarios.

$$\frac{W}{E} = \frac{10^8}{4.44 f \phi}$$

$\frac{W}{E}$  número espiras x volts

f frecuencia en ciclos por segundo

$\phi$  flujo máximo en maxwells

Determinar el número de espiras que deberán tener el primario y secundario de un transformador de tensión monofásico de relación 1500/220 volts, sabiendo que la sección útil del núcleo de hierro es de 45 cm<sup>2</sup>, la inducción máxima 10 000 gausses y la frecuencia 50 ciclos por segundo.

$$\phi = B \times S = 10\,000 \times 45 = 450\,000 \text{ maxwells.}$$

Espiras x volt:

$$\frac{W}{E} = \frac{10^8}{4.44 \times 50 \times 450\,000} = 1.001 \text{ espiras x volts.}$$

Espiras del primario:

$$1500 \times 1.001 = 1501.5 \text{ espiras.}$$

Espiras del secundario:

$$220 \times 1.001 = 220.2 \text{ espiras.}$$

Sección del núcleo.

$$S = K \sqrt{P}$$

S sección útil del núcleo en cm<sup>2</sup>

P potencia del transformador en KVA.

K coeficiente, constante del hierro.

El coeficiente K se obtiene experimentalmente para cada clase de hierro y forma de núcleo; para chapa de hierro que trabaja con inducciones máximas de 12 a 14 000 gausses y para transformadores trifásicos de columnas, su valor aproximado es K = 15.

¿Cuál será la sección útil de un transformador trifásico de 200 kVA con núcleo en columnas, trabajando el hierro con una inducción máxima de 13 000 gausses?

$$S = 15 \sqrt{200} = 211 \text{ cm}^2.$$

Teniendo en cuenta el aislante de las chapas:

$$\frac{211}{0.9} = 235 \text{ cm}^2.$$

Pérdidas en el cobre.

$$W_c = r_1 I_1^2 + r_2 I_2^2$$

$W_c$  pérdidas en watts.

$r_1$  y  $r_2$  resistencia del primario y secundario en ohms.

$I_1$  e  $I_2$  corriente en el primario y secundario en amperes.

¿Cuál será la pérdida de energía en el cobre de un transformador monofásico, sabiendo que las resistencias del primario y secundario en corriente continua son de 35 y 0.1 ohms, y las intensidades que los recorren de 6 y 27.5 amperes respectivamente?

$$W_c = 35 \times 6^2 + 0.1 \times 27.5^2 = 1335.6 \text{ watts.}$$

Nota. En los transformadores trifásicos el valor será:  $3 r_1 I_1^2 + 3 r_2 I_2^2$

Pérdidas en el hierro.

Comprenden la suma de las pérdidas por histéresis y por corrientes de Foucault cuyas fórmulas figuran anteriormente.

### Rendimiento de transformadores. ☉

$$\eta = \frac{W_u}{W_u + W_c + W_h}$$

$W_u$  potencia útil en el secundario en watts

$W_c$  pérdidas en el cobre en watts.

$W_h$  pérdidas en el hierro en watts.

¿Cuál es el rendimiento de un transformador de 10000 watts, si las pérdidas en el cobre ascienden a 222 watts y las del hierro a 378 watts?

$$\eta = \frac{10\,000}{10\,000 + 222 + 378} = 0.95$$

### Líneas de Baja Tensión Corriente Continua

Nota. En las líneas de baja tensión la caída máxima admisible prescrita por el reglamento es de 1.5%

#### 1. Líneas abiertas.

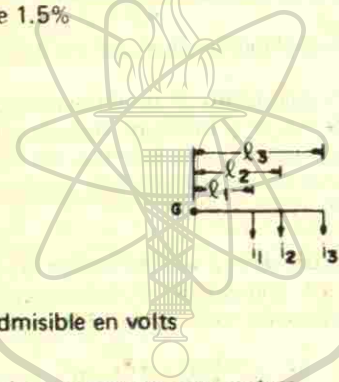
$$s = \frac{2\rho}{\delta} \sum i \ell$$

$s$  sección cobre en  $\text{mm}^2$ .

$\rho$  = resistividad cobre =  $\frac{1}{56}$

$$\delta = \frac{1.5 \times U}{100} = \text{caída tensión admisible en volts}$$

$\sum i \ell = i_1 \ell_1 + i_2 \ell_2 + i_3 \ell_3 + \dots$  en amperes y en metros



Calcular la sección que deberá darse a una línea bifilar a 220 volts, sabiendo que tiene conectados tres motores que consumen 5, 10 y 12 amperes, y que las distancias de estos motores al punto de conexión de la red es de 40, 100 y 130 metros respectivamente.

$$\delta = \frac{1.5 \times 220}{100} = 3.3 \text{ volts.}$$

$$s = \frac{2}{56 \times 3.3} (5 \times 40 + 10 \times 100 + 12 \times 130) = 29.8 \text{ mm}^2$$

Se adoptaría la sección superior normalizada de 33.65  $\text{mm}^2$  = 2 AWG.

#### 2. Líneas con finales ramificados.

$$s_{GA} = \frac{2\rho}{\delta_{GA}} (i_1 + i_2) \ell$$

$$s_{AB} = \frac{2\rho}{\delta_{AB}} i_1 \ell_1$$

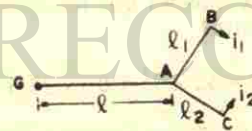
$$s_{AC} = \frac{2\rho}{\delta_{AC}} i_2 \ell_2$$

$s$  sección en  $\text{mm}^2$ .

$\rho = \frac{1}{56}$  para el cobre.

$i$  intensidad en amperes.

$\delta$  caídas de tensión en volts.



Se fijan arbitrariamente las caídas de tensión en el tramo GA y en los ramales AB y AC, de forma que la caída total admisible (1.5%) sea igual a  $\delta_{GA} + \delta_{AB}$ .

Calcular las secciones que deberán darse a una línea con dos ramales unifilares y la de cada uno de estos ramales, sabiendo que:

$V = 220$  volts; longitud  $\ell = 150$  metros;

$i_1 = 35$  amperes;  $\ell_1 = 80$  metros;

$i_2 = 20$  amperes;  $\ell_2 = 120$  metros.

La caída de tensión en los ramales se cifra en 0.5% y en la línea general 1%.

$$\delta_{GA} = \frac{1 \times 220}{100} = 2.2 \text{ volts.}$$

$$\delta_{AC} = \delta_{AB} = \frac{0.5 \times 220}{100} = 1.1 \text{ volts.}$$

$$s_{GA} = \frac{2}{56 \times 2.2} (35 + 20) \times 150 = 133 \text{ mm}^2.$$

Adoptaríamos la sección normal de 152  $\text{mm}^2$  = 300 MCM.

Sección para el ramal AB:

$$s_{AB} = \frac{2}{56 \times 1.1} \times (35 \times 80) = 90.9 \text{ mm}^2$$

Adoptaríamos la sección normal de 107  $\text{mm}^2$  = 4/0 AWG

Sección para el ramal AC:

$$s_{AC} = \frac{2}{56 \times 1.1} \times (20 \times 120) = 77.8 \text{ mm}^2$$

Adoptaríamos la sección de 85  $\text{mm}^2$ . = 3/0 AWG

Nota. Para que el volumen del cobre sea el mínimo a utilizar, las caídas entre los puntos GA y GB se eligen de forma que la caída de tensión entre los puntos G y A sea:

$$\delta_{GA} = \frac{\delta_{GB}}{1 + \sqrt{\frac{i_1 \ell_1^2 + i_2 \ell_2^2}{(i_1 + i_2) \ell^2}}}$$

en el problema anterior sería:

$$\delta_{GB} = \frac{1.3 \times 220}{100} = 3.3 \text{ volts.}$$

$$\delta_{GA} = \frac{3.3}{1 + \sqrt{\frac{35 \times 80^2 + 20 \times 120^2}{(35 + 20) 150^2}}} = 2.3 \text{ volts.}$$

Para mayor exactitud, pondríamos  $\delta_{GA} = 2.3$  volts en lugar de 2.2 que hemos fijado arbitrariamente, siendo  $\delta_{AC} = \delta_{AB} = 3.3 - 2.3 = 1$  volt.

### 3. Líneas con dos puntos de alimentación. ☉

Se determina el punto de mínima (M) que es el que menos tensión tiene y al cual fluye corriente desde los dos puntos de alimentación. La sección se calcula admitiendo una caída de tensión igual a la admisible hasta este punto de mínima.

La corriente  $x$  que fluye desde A es:

$$x = i_1 + i_2 + i_3 - \frac{i_2 \ell_1 + i_3 \ell_2 + i_1 \ell_3}{\ell}$$

Y la que fluye desde B:

$$y = \frac{i_1 \ell_1 + i_2 \ell_2 + i_3 \ell_3}{\ell}$$

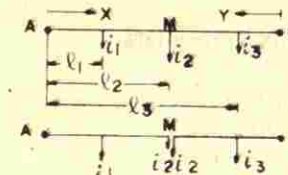
La corriente en el punto de mínima es:

$$i_2' = i_2' + i_2''$$

siendo

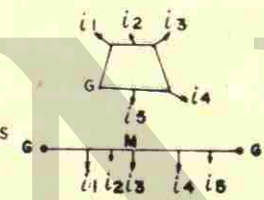
$$i_2' = y - i_3 \quad i_2'' = x - i_1$$

Las secciones de los tramos AM y BM se determinarán como en el caso 1, de líneas abiertas.



### 4. Líneas en anillo.

Se suponen abiertas por el punto de alimentación y se calculan las secciones de la misma forma que en el caso 3, determinando el punto de mínima M.



### Líneas de Baja Tensión Corriente Alterna

Nota. En corriente alterna es necesario tener en cuenta el desfase entre las tensiones e intensidades que producen los receptores que deban conectarse a la red. No suele tenerse en cuenta los efectos de inducción y capacidad entre los propios conductores de energía.

#### 1. Línea monofásica abierta.

$$s = \frac{2\rho}{\delta} \sum (i \cos \varphi \ell)$$

$s$  sección en  $\text{mm}^2$ .

$i$  intensidad en amperes.

$\ell$  distancia en metros.

$\rho = \frac{1}{56}$  para el cobre

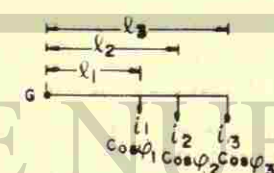
Calcular la línea monofásica representada en la figura, sabiendo que  $V = 220$  volts;

$i_1 = 10$  amp.,  $\ell_1 = 50$  m,  $\cos \varphi_1 = 0.8$

$i_2 = 8$  amp.,  $\ell_2 = 60$  m,  $\cos \varphi_2 = 1$

$i_3 = 5$  amp.,  $\ell_3 = 100$  m,  $\cos \varphi_3 = 0.85$

Caída de tensión admisible 1.5%



$$\delta = \frac{220 \times 1.5}{100} = 3.3 \text{ volts.}$$

$$s = \frac{2}{56 \times 3.3} \times (10 \times 0.8 \times 50 + 8 \times 1 \times 60 + 5 \times 0.85 \times 100) = 55.5 \text{ mm}^2$$

Se adoptaría la sección superior normalizada de 75  $\text{mm}^2$ . = 2/0 AWG.

#### 2. Líneas trifásicas abiertas.

$$s = \frac{\rho}{\delta} \sqrt{3} \sum (i \cos \varphi \ell)$$

$s$  sección de las fases en  $\text{mm}^2$

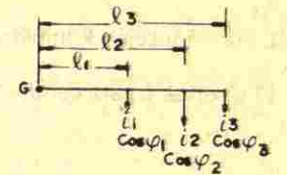
$i$  intensidades en amperes.

$\ell$  distancias en metros.

$\cos \varphi$  defasaje de los receptores.

$\rho = \frac{1}{56}$  para el cobre

$$\sqrt{3} = 1.7321$$



Calcular la sección de una línea trifásica con neutro representada en la figura, sabiendo que la tensión entre fases es de 220 volts, y tiene conectados tres receptores con las siguientes características:

$i_1 = 12$  amp.,  $\cos \varphi_1 = 0.75$ ,  $\ell_1 = 30$  m

$i_2 = 5$  amp.,  $\cos \varphi_2 = 0.8$ ,  $\ell_2 = 50$  m

$i_3 = 10$  amp.,  $\cos \varphi_3 = 1$ ,  $\ell_3 = 80$  m

Caída de tensión admisible 1.5%.

$$\delta = \frac{220 \times 1.5}{100} = 3.3 \text{ volts.}$$

$$s = \frac{1}{56 \times 3.3} (12 \times 0.75 \times 30 + 5 \times 0.8 \times 50 + 10 \times 1 \times 80) \times 1.7321 = 119 \text{ mm}^2$$

Adoptaríamos la sección superior normalizada de 16  $\text{mm}^2$  = 5 AWG

Para el neutro se toma una sección de  $\frac{S}{2}$  ó  $\frac{S}{3}$

En este ejemplo podríamos tomar para sección del neutro 6  $\text{mm}^2$ .

Observación. Todos los casos presentados en líneas abiertas y cerradas de corriente continua se presentan en corriente alterna monofásica y trifásica, resolviendo de análoga forma añadiendo a aquellas fórmulas el  $\cos \varphi$  y en las trifásicas la  $\sqrt{3}$ .

### Líneas de Alta Tensión Corriente Alterna

En las líneas aéreas de A.T. es necesario tener en cuenta la inducción entre los conductores, y cuando son de gran longitud o subterráneas se debe tener en cuenta el efecto de capacidad entre los conductores y entre éstos y tierra o masa.

**Pérdida de tensión por kilómetro de línea trifásica.**

$$e = I \sqrt{3} (R \cos \varphi + \omega L \sin \varphi)$$

e pérdida de tensión en volts.

I intensidad en la línea en amperes.

$\varphi$  defasaje entre la tensión y la intensidad.

$\omega$  pulsación  $2\pi f$ .

L autoinducción kilométrica en henrys/km.

El valor de L para conductores en triángulo equilátero es de:

$$L = (0.05 + 0.46 \log \frac{2a}{d}) 10^{-3}$$

L en henrys/km.

a separación entre los conductores en mm.

d diámetro del conductor mm.

Hallar la pérdida de tensión y de potencia en % en una línea trifásica que debe tener las siguientes características: potencia a transportar 200 kVA; frecuencia 50 ciclos por segundo;  $\cos 0.8$ ; tensión 15 000 volts; longitud de la línea 5 km; diámetro de los conductores de cobre 3.5 mm; separación entre los conductores dispuestos en triángulo equilátero 0.85 metros.

**Intensidad:**

$$I = \frac{200\ 000}{1.73 \times 15\ 000} = 7.70 \text{ amperes.}$$

**Resistencia kilométrica:**

$$R = \rho \frac{\ell}{s} = \frac{0.016 \times 1000}{9.62} = 1.66 \text{ ohms/Km.}$$

**Autoinducción kilométrica:**

$$L = (0.05 + 0.46 \log \frac{2 \times 850}{3.5}) 10^{-3} = 0.00124 \text{ henrys/km.}$$

$$\omega L = 2 \times 3.14 \times 50 \times 0.00124 = 0.389 \text{ henrys/km.}$$

$$\cos \varphi = 0.8 \text{ sen } \varphi = 0.6.$$

**Pérdida tensión por kilómetro:**

$$e = 7.70 \times 1.73 (1.66 \times 0.8 + 0.389 \times 0.6) = 20.79 \text{ volts.}$$

La pérdida de tensión total en los 5 Km de línea será:

$$20.79 \times 5 = 103.95 \text{ volts.}$$

Que representará:

$$\frac{103.95 \times 100}{15\ 000} = 0.69 \% \text{ de pérdida de tensión}$$

**Pérdida de potencia en una línea trifásica.**

$$P = 3 I^2 R \times \ell$$

P pérdidas en watts.

R resistencia kilométrica en ohms.

I intensidad en la línea en amperes.

$\ell$  longitud línea en km.

La pérdida de potencia será:

$$P = 3 \times 7.70^2 \times 1.66 \times 5 = 1476 \text{ watts.}$$

Que representará:

$$\frac{1476 \times 100}{200\ 000} = 0.738 \% \text{ de pérdida de potencia.}$$

**Fórmulas Mecánicas de Aplicación en Electricidad**

**Líneas Aéreas.**

Ecuación del cambio de condiciones:

Para el cobre:

$$t_2^2 \left\{ t_2 + 0.0423 \frac{a^2 m_1^2}{t_1^2} + 0.217 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right\} = 0.0423 a^2 m^2$$

Para el aluminio:

$$t_2^2 \left\{ t_2 + 0.0020 \frac{a^2 m_1^2}{t_1^2} + 0.115 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right\} = 0.0020 a^2 m^2$$

Para el acero:

$$t_2^2 \left\{ t_2 + 0.0736 \frac{a^2 m_1^2}{t_1^2} + 0.382 (\theta_2 - \theta_1) - t_1 \right\} = 0.0736 a^2 m^2$$

a = vano conductor en metros.

$t_2$  = tensión específica de montaje en kg/mm<sup>2</sup>.

$t_1$  = tensión específica en kg/mm<sup>2</sup> a que está sometido el conductor por causa del cambio de condiciones.

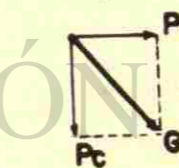
$\theta_2$  = temperatura en grados centígrados, en el momento de tensado.

$\theta_1$  = temperatura en grados centígrados al cambiar las condiciones.

m = coeficiente de sobrecarga en el conductor durante el tendido (se admite que no hay viento = 1).

$m_1$  = coeficiente de sobrecarga en el conductor al variar las condiciones =  $G/P_c$ , siendo G la fuerza resultante del peso del conductor en el vano y la acción del viento de 60 Kg sobre el mismo; y  $P_c$  el peso del conductor en el vano.

Calcular la tensión específica a que estará sometido un conductor de cobre de 3 mm de diámetro (7.06 mm<sup>2</sup> de sección) si los vanos son de 30 m, la tensión de montaje de 3 Kg/mm<sup>2</sup>, la temperatura durante el tendido 15° C sin viento, y que temperatura al variar las condiciones será - 6.9° C.



Primero se calculará  $m_1 = \frac{G}{P_c}$

$$P_c = 7.06 \times 30 \times 8.9 \times 10^{-3} = 1.88 \text{ Kg.}$$

La acción del viento de 60 Kg sobre este conductor será  $P_v = 0.6 \times 30 \times 3 \times 60 \times 10^{-3} = 3.24 \text{ Kg.}$

La fuerza resultante G valdrá:

$$G = \sqrt{P_c^2 + P_v^2} = \sqrt{1.88^2 + 3.24^2} = 3.74 \text{ Kg.}$$

Por lo que  $m_1 = \frac{G}{P_c} = \frac{3.74}{1.88} = 1.98$

Y aplicando ahora la ecuación para el cobre:

$$3^2 \left\{ 3 + 0.0423 \frac{30^2 \times 1.98^2}{t_1^2} + 0.217 (15 - 6.9) - t_1 \right\} = 0.0423 \times 30^2 \times 1^2$$

Que resuelta da:  $t_1 = 5.2 \text{ kg/mm}^2$

Cifrando el trabajo máximo del cobre en los 2/3 del de rotura (40 kg/mm<sup>2</sup>), trabajaría con un coeficiente de seguridad de  $26.66/5.2 = 5.1$

**Flecha del conductor.**

$$f = \frac{a^2 P}{8s t_1}$$

f flecha en metros

a longitud vano en metros.

P peso y carga de un metro de conductor en kg.

s sección del conductor en mm<sup>2</sup>.

$t_1$  tensión específica a considerar en kg/mm<sup>2</sup>

Calcular la flecha que adoptará un conductor de cobre de 3 mm de diámetro, sabiendo que los vanos son de 30 metros y la tensión específica de montura de 3.5 kg/mm<sup>2</sup>.

El peso de un metro de conductor es:

$$P = 7.06 \times 8.9 \times 10^{-3} = 0.0628 \text{ kg.}$$

$$f = \frac{30^2 \times 0.0628}{8 \times 7.06 \times 3.5} = 0.28 \text{ metros}$$

**Apoyos de madera.**

Esfuerzo transversal horizontal:

$$R = \frac{1\ 000 M}{d^3}$$

R esfuerzo de trabajo a flexión en la sección de empotramiento en kg/cm<sup>2</sup>.

M momento flector en kgm.

d diámetro poste en cm, en el empotramiento.

Calcular el esfuerzo de trabajo a flexión en un poste de madera que tiene una altura libre de 8.4 metros, sabiendo que la presión del viento de 60 kg. produce los siguientes momentos flectores parciales: sobre el poste 215 kgm. sobre aisladores 12 kgm. sobre crucetas 15 kgm y sobre los tres conductores 75 kgm. El diámetro del poste en la sección de empotramiento es de 20 cm.

El momento flector total será:

$$M = 215 + 12 + 15 + 75 = 317 \text{ kgm.}$$

$$R = \frac{1000 \times 317}{20^3} = 39.6 \text{ Kg/cm}^2$$

Nota. Para la madera se admite un esfuerzo de trabajo de 550 kg/cm<sup>2</sup> afectado del coeficiente de seguridad señalado para el caso en estudio.

**Esfuerzos verticales:**

$$R_c = \frac{P}{s} \left( 1 + K \frac{\ell^2 s}{m l} \right) 100$$

$R_c$  esfuerzo trabajo a compresión en la sección de empotramiento en kg/mm<sup>2</sup>.

P peso total en kg (poste, crucetas, aisladores, conductores, etc.).

s sección empotramiento en mm<sup>2</sup>.

$\ell$  longitud libre del poste en m

I momento inercia mínimo sección empotramiento en cm<sup>4</sup>.

K coeficiente, para la madera 0.02.

m coeficiente, un extremo libre y el otro empotrado = 0.25

Calcular el esfuerzo de trabajo a compresión en un poste de madera de 10 m de longitud y 8.4 m de altura libre, sabiendo que el peso del poste es de 115 kg, el de los tres conductores en un vano 8 kg, aisladores 10 kg y herrajes y crucetas 30 kg. El diámetro del poste en el empotramiento es de 20 cm.

El peso total será:

$$P = 115 + 8 + 10 + 30 = 163 \text{ kg.}$$

**Sección empotramiento:**

$$\pi r^2 = 3.14 \times 100^2 = 31\ 400 \text{ mm}^2.$$

Momento inercia mínimo:

$$\frac{\pi}{64} d^4 = \frac{3.14}{64} 20^4 = 2500 \text{ cm}^4$$

El esfuerzo de trabajo será:

$$R_c = \frac{163}{31400} \left( 1 + 0.02 \times \frac{8.4^2 \times 31400}{0.25 \times 2500} \right) 100 = 37.3 \text{ Kg/cm}^2$$

Nota. Debe en todo caso cumplirse que la suma de este esfuerzo, más el obtenido para la flexión, sea menor que 550/4, si se toma 4 como coeficiente de seguridad; es decir que en los ejemplos expuestos sería:  $R + R_c = 39.6 + 37.3 = 76.9 \text{ kg/cm}^2$  que como vemos es menor que  $550/4 = 137.5 \text{ kg/cm}^2$ .

**Apoyos de ángulo con tornapuntas o riostra.**

$$f = 3 \times 2 \times t_1 s \cos \frac{\alpha}{2}$$

para líneas trifilares y vanos contiguos iguales.

f fuerza en kg que transmiten los conductores al ángulo.

$t_1$  tensión máxima deducida de la ecuación del cambio de condiciones, en kg/mm<sup>2</sup>.

s sección conductor en mm<sup>2</sup>.

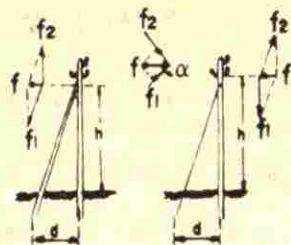
$\alpha$  ángulo que forman la dirección de los conductores en los vanos contiguos.

Calcular el esfuerzo transmitido por los tres conductores de una línea, a un poste de ángulo dotado de tornapuntas o riostra, sabiendo que el ángulo que forman la dirección de los conductores es de 160°, los vanos contiguos iguales y de 30 metros, y la tensión específica máxima de 5.2 kg. por milímetro cuadrado. Los conductores de cobre de 7.06 mm<sup>2</sup>, la distancia d = 15 m, y la altura h = 7.5 m.

$$f = 3 \times 2 \times 5.2 \times 7.06 \times \cos \frac{160}{2} = 38.10 \text{ kg.}$$

Esta fuerza se descompone en otras dos  $f_1$  y  $f_2$ . En el caso de utilizar tornapuntas, la fuerza  $f_1$  obrará sobre éste a compresión, y con riostra obrará sobre el poste.

Su valor será para ambos casos:



$$f_1 = f \sqrt{1 + \left(\frac{h}{d}\right)^2} = 38.10 \sqrt{1 + \left(\frac{7.5}{1.5}\right)^2} = 194.3 \text{ kg.}$$

**Soportes de aisladores.**

$$R = 0.1 \frac{Ph}{d^3}$$

R esfuerzo de trabajo a flexión en la sección de empotramiento en kg/mm<sup>2</sup>.

P igual a 3 veces el esfuerzo máximo que puede comunicarle el conductor en kg.

h brazo de palanca en cm.

d diámetro soporte en la sección de empotramiento en cm.

Calcular el esfuerzo de trabajo a flexión a que está sometido un soporte recto, cuyo conductor puede transmitirle una fuerza máxima de 35 kg, teniendo un brazo de palanca de 20 cm y siendo de 25 mm el diámetro del soporte en el empotramiento

$$p = 3 \times 35 = 105 \text{ Kg.}$$

$$R = 0.1 \times \frac{105 \times 20}{2.5^3} = 13.5 \text{ Kg.}$$

Suele tolerarse un esfuerzo de trabajo de hasta 15 kg/mm<sup>2</sup>.

**Potencia de Algunas Máquinas Eléctricas Ascensores o montacargas.**

$$N = \frac{Sv}{75\eta}$$

N potencia del motor en HP.

S fuerza tangencial en la llanta del tambor o polea arrastre en kg.

v velocidad tangencial del tambor en m/seg.

η rendimiento total de la instalación (suele tomarse 0.75)

Calcular la potencia de un motor eléctrico para un ascensor que debe tener una carga útil de 300 kg, sabiendo que el peso de la cabina y demás accesorios es de 350 kg; el contrapeso es igual a 470 kg y la velocidad del ascensor de 0.8 m/segundo.

La fuerza tangencial será:

$$S = 300 + 350 - 470 = 180 \text{ kg.}$$

$$N = \frac{180 \times 0.8}{75 \times 0.75} = 2.6 \text{ HP.}$$

Se tomaría 3 HP

**Bombas elevadoras.**

$$N = \frac{Qh}{75\eta}$$

N potencia del motor en HP.

Q capacidad de la bomba en litros/seg.

h altura que debe elevar el agua en metros.

η rendimiento global de la instalación (suele tomarse de 0.6 a 0.7).

Calcular la potencia que deberá tener un motor eléctrico acoplado a una bomba elevadora de agua que tiene una capacidad de elevación de 100 litros por segundo, y que el agua debe ser elevada a una altura de 6 metros.

$$N = \frac{100 \times 6}{75 \times 0.7} = 11.4 \text{ HP}$$

**Salto de agua.**

$$N = \frac{Qh}{75\eta}$$

N potencia en HP.

Q caudal del salto en litros/segundo.

h altura útil entre nivel del agua y turbina en metros.

η rendimiento global de la instalación (suele tomarse de 0.6 a 0.75).

Calcular la potencia que podrá obtenerse de un salto de agua que tiene un desnivel útil de 30 metros, sabiendo que puede proporcionar un caudal de 100 litros por segundo y que el rendimiento global de la instalación (teniendo en cuenta las pérdidas en la tubería, turbina, alternador, etc.) se puede cifrar en 0.65

$$N = \frac{100 \times 30}{75 \times 0.65} = 61.5 \text{ HP.}$$

**Ecuaciones para Calcular Circuitos de Transmisión Trifásicos, de Longitud Corta, Despreciándose la Capacitancia.**

e<sub>g</sub> = Volts de la línea al neutro en el lado del generador

e<sub>r</sub> = Volts de la línea al neutro en el lado de la recepción

$$E_r = e \sqrt{3} \text{ Volts de fase a fase}$$

R = Resistencia de un conductor en ohms

X = Reactancia al neutro de un conductor en ohms

I = Corriente por fase

Cos φ = Factor de potencia

$$I = \frac{\text{Watts Trifásicos Entregados}}{E_r (\cos \phi) \sqrt{3}}$$

$$\text{Pérdida de potencia} = 3 I^2 R.$$

$$e_g = \sqrt{(e_r \cos \phi + IR)^2 + (e_r \sin \phi + IX)^2}$$

Cos φ y sen φ en estas ecuaciones corresponden al ángulo de factor de potencia en el extremo receptor.

Para factor de potencia adelantado, sen φ será negativo.

**Simbolos Electricos**

**ANUNCIADORES**

anunciador



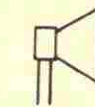
botón timbre



campana



chicharra, sirena, etc.



zumbador



**APAGADORES**

sencillo

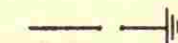


tipo escalera



**APARTARRAYOS**

apartarrayos

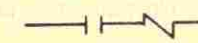


**ARRANCADORES**

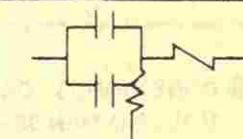
arrancador



a tensión completa



a tensión reducida



**BATERIAS**

batería



**BOBINAS**

en derivación

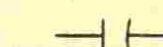


en serie



**CAPACITORES**

fijo



ajustable



**CONEXIONES**

a tierra



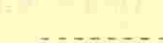
caja de conexiones



enlace mecánico



mecánica



**CONEXIONES DE FUERZA Y CONTROL 600 VOLTS O MENOS - ARRANCADORES A TRAVÉS DE LA LÍNEA**

**Marcas de línea**

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| 1 fase  | L1, L2                         |
| 2 fases | L1, L3 fase 1<br>L2, L4 fase 2 |
| 3 fases | L1, L2, L3                     |

**Conexión a tierra cuando sea usada**

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| 1 fase  | L1 esta siempre sin conexión a tierra |
| 2 fases |                                       |
| 3 fases | L2                                    |

**Unidades de sobrecorriente del motor operando en:**

|             |        |
|-------------|--------|
| 1 elemento  | L1     |
| 2 elementos | 1 fase |
| 3 elementos |        |

|             |                |
|-------------|----------------|
| 1 elemento  |                |
| 2 elementos | 2 fases L1, L4 |
| 3 elementos |                |

|             |                |
|-------------|----------------|
| 1 elemento  |                |
| 2 elementos | 3 fases L1, L3 |
| 3 elementos | L1, L2, L3     |

**Circuito de control conectado a:**

|        |        |
|--------|--------|
| 1 fase | L1, L2 |
|--------|--------|

|         |        |
|---------|--------|
| 2 fases | L1, L3 |
| 3 fases | L1, L2 |

Para sistemas reversibles, intercambiar las líneas

|         |        |
|---------|--------|
| 1 fase  |        |
| 2 fases | L1, L3 |
| 3 fases | L1, L3 |

**CONTACTOS**

monofásico  
trifásico

**De operación instantánea**

- con fusibles normalmente abierto
- con fusibles, normalmente cerrado
- sin fusibles, normalmente abierto
- sin fusibles, normalmente cerrado

**De tiempo - Contactos de acción retardada después que la bobina es:**

- energizada, normalmente abierta
- energizada, normalmente cerrada
- desenergizada, normalmente abierta
- desenergizada, normalmente cerrada

**Suplementarios**

- Un polo, tiro sencillo, normalmente abierto
- desconexión sencilla

desconexión doble



Un polo, tiro sencillo, normalmente cerrado

desconexión sencilla



desconexión doble



Un polo, doble tiro

desconexión sencilla



desconexión doble



Doble polo, tiro sencillo, 2 - normalmente abiertos

desconexión sencilla



desconexión doble



Doble polo, tiro sencillo, 2 - normalmente cerrados

desconexión sencilla



desconexión doble



Doble polo, tiro doble

desconexión sencilla

desconexión doble

**ESTACIONES DE BOTONES**

Contacto momentáneo

un circuito normalmente abierto

un circuito, normalmente cerrado

doble circuito, normalmente abierto

doble circuito, normalmente cerrado

cabeza de hongo

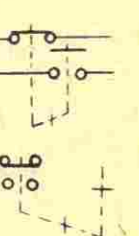
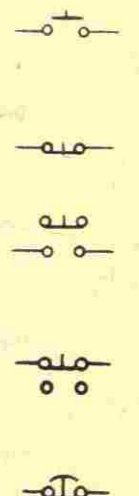
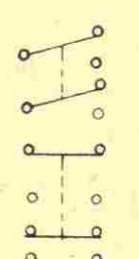
Contacto sostenido

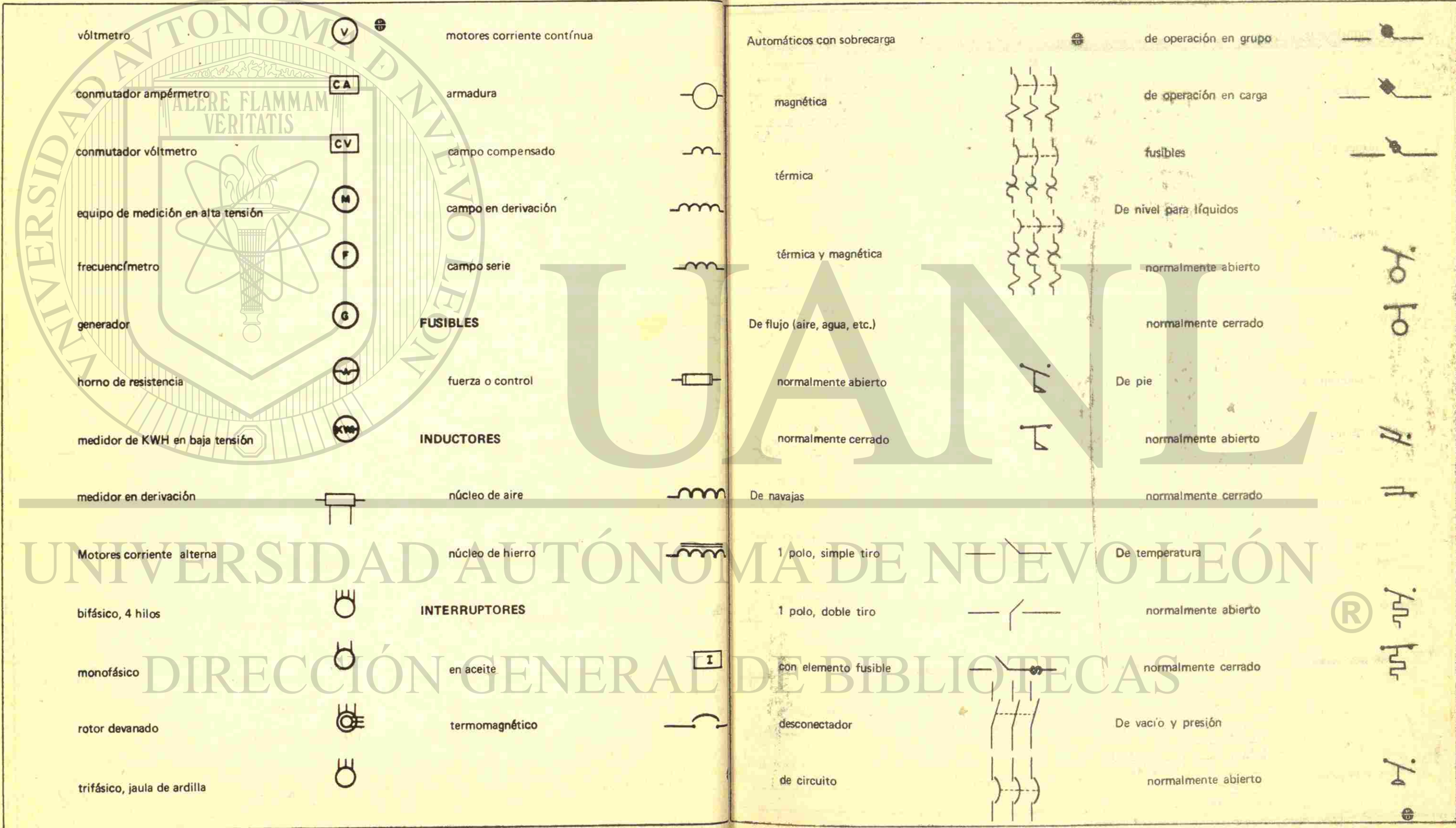
dos circuitos sencillos

un circuito doble

**EQUIPO ELECTRICO**

ampérmetro





vóltmetro



motores corriente contfua

conmutador ampérmetro



armadura



Automáticos con sobrecarga



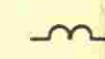
de operación en grupo



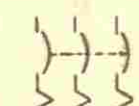
conmutador vóltmetro



campo compensado



magnética



de operación en carga



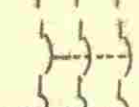
equipo de medición en alta tensión



campo en derivación



térmica



fusibles



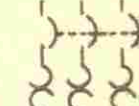
frecuencímetro



campo en derivación



térmica y magnética

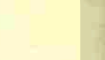


De nivel para líquidos

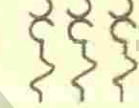
generador



campo serie



De flujo (aire, agua, etc.)



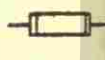
normalmente abierto

horno de resistencia



**FUSIBLES**

fuerza o control



normalmente abierto



normalmente cerrado

medidor de KWH en baja tensión



**INDUCTORES**

fuerza o control



normalmente cerrado



normalmente abierto

medidor en derivación



núcleo de aire



De navajas



normalmente cerrado

Motores corriente alterna



núcleo de hierro



1 polo, simple tiro



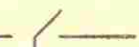
De temperatura

bifásico, 4 hilos



**INTERRUPTORES**

1 polo, doble tiro



normalmente abierto

monofásico



en aceite



con elemento fusible



normalmente cerrado

rotor devanado



termomagnético



desconectador



De vacío y presión

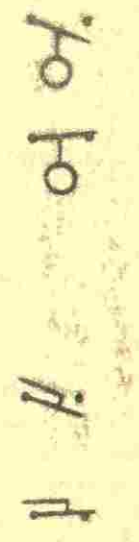
trifásico, jaula de ardilla



de circuito



normalmente abierto



normalmente cerrado

estación de botones selectores de las posiciones

|    |       |           |                 |
|----|-------|-----------|-----------------|
| A1 | X     |           |                 |
| A2 |       | X         | X               |
|    | Libre | Depres' D | Libre Depres' D |
|    |       | Pulsar    | Movimiento      |

De velocidad (enchufable)

antienchufable

Límite

normalmente abierto

normalmente abierto, cierre mantenido

normalmente cerrado

normalmente cerrado, de apertura mantenida

Selector

dos posiciones

|    |      |      |
|----|------|------|
| A1 | X    |      |
| A2 |      | X    |
|    | Bajo | Alto |

tres posiciones

|    |      |       |      |
|----|------|-------|------|
| A1 | X    |       |      |
| A2 |      |       | X    |
|    | Mon. | Fuerg | Auto |

LAMPARAS

arbotante

fluorescente

incandescente

Piloto - color indicado por la letra

contacto a prueba

no contacto a prueba

LÍNEAS

cruce, conectadas

cruce, no conectadas

de acometida

de tierra

mufa

terminal de,

especial teléfono

especial trifásica o monofásica

RECTIFICADORES

de media onda

de onda completa

RELEVADORES

De sobrecarga

magnético

térmico

TABLEROS

de fuerza

TERMOCOPLES

termocople

TRANSFORMADORES

autotransformador

de corriente

de distribución

de potencial

RESISTENCIAS

ajustable por derivaciones fijas

fija

reóstato de potencial o derivación

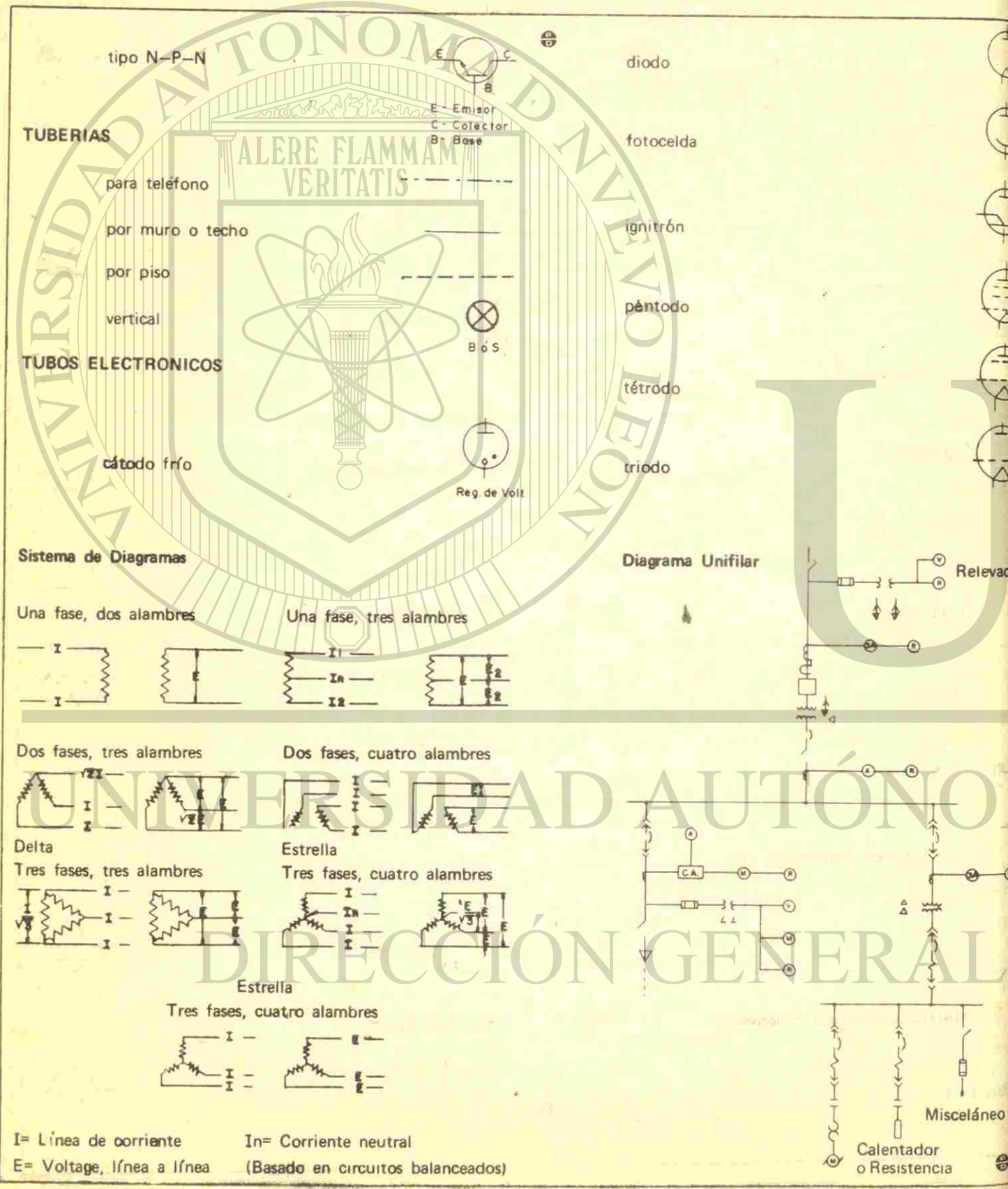
SALIDAS

tipo P-N-P

Elemento Calefactor

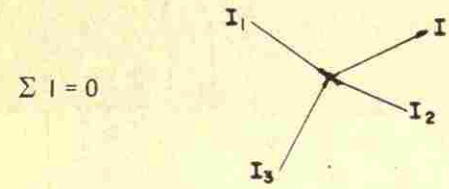
Elemento Calefactor



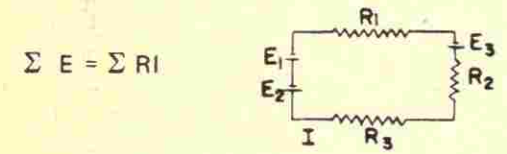


LEYES DE KIRCHHOFF

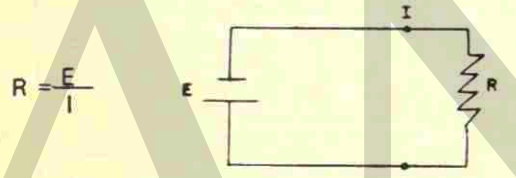
1a En una red, la suma algebraica de las corrientes que llegan a un nodo es igual a cero.



2a En una malla de una red, la suma algebraica de las fuerzas electromotrices es igual a la suma algebraica de los productos RI en la misma malla.

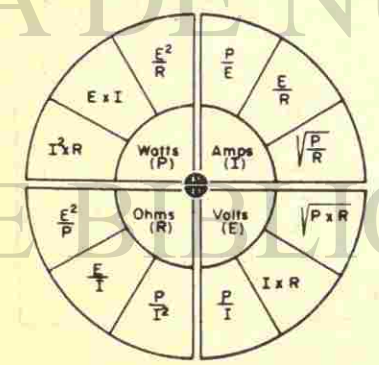


LEY DE OHM.-



donde:  
 R = resistencia en ohms  
 I = corriente en amperes  
 E = fuerza electromotriz en volts

SUMARIO DE LAS FORMULAS DE LA LEY DE OHM



Las expresiones que se encuentran en la parte exterior de cada cuadrante, son iguales a la cantidad mostrada para el cuadrante correspondiente.

LEY DE KELVIN

para selección de un conductor económico.

$$A = 59.31 \sqrt{PH/CN}$$

donde:

A = tamaño del conductor de cobre desnudo en CM  
 I = corriente del circuito en amperes  
 C = costo del conductor en centavos / libra  
 H = horas por año de servicio  
 P = costo de la energía en centavos / Kwh  
 N = (intereses+impuestos+depreciación) anual en el cobre / costo del cobre

LEY DE JOULE

para efectos caloríficos de la corriente.

$$Q = 0.00024 R I^2 t$$

donde:

Q = cantidad de calor en kilocalorías  
 R = resistencia en ohms  
 I = corriente en amperes  
 t = tiempo en segundos

LEY DE FARADAY

para la inducción electromagnética

$$e = - \frac{\partial \phi}{\partial t} 10^{-8}$$

donde:

e = fuerza electromotriz en volts  
 $\partial \phi$  = variación del flujo magnético en maxwells  
 $\partial t$  = variación del tiempo en segundos

Numero Máximo de Conductores en Tamaños Comerciales de Tubería Conduit, Cables con Cubierta de Plomo, Tipos RL y RHL, 600V.

| Calibre AWG MCM | Cable de un solo conductor |       |       |       | Cable de dos conductores |       |       |       | Cable de tres conductores |       |       |       |
|-----------------|----------------------------|-------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-------|---------------------------|-------|-------|-------|
|                 | 1                          | 2     | 3     | 4     | 1                        | 2     | 3     | 4     | 1                         | 2     | 3     | 4     |
| 14              | 1/2                        | 3/4   | 3/4   | 1     | 3/4                      | 1     | 1     | 1 1/4 | 3/4                       | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 |
| 12              | 1/2                        | 3/4   | 3/4   | 1     | 3/4                      | 1     | 1 1/4 | 1 1/4 | 1                         | 1 1/4 | 1 1/2 | 2     |
| 10              | 1/2                        | 3/4   | 1     | 1 1/2 | 3/4                      | 1 1/4 | 1 1/4 | 1 1/2 | 1                         | 1 1/2 | 2     | 2     |
| 8               | 1/2                        | 1     | 1 1/4 | 1 1/2 | 1                        | 1 1/4 | 1 1/4 | 2     | 1                         | 2     | 2     | 2 1/2 |
| 6               | 3/4                        | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/4                    | 1 1/2 | 2     | 2 1/2 | 1 1/4                     | 2 1/2 | 3     | 3     |
| 4               | 3/4                        | 1 1/4 | 1 1/2 | 1 1/2 | 1 1/4                    | 2     | 2 1/2 | 3     | 1 1/2                     | 3     | 3     | 3 1/2 |
| 3               | 3/4                        | 1 1/4 | 1 1/2 | 2     | 1 1/4                    | 2     | 2 1/2 | 3     | 1 1/2                     | 3     | 3 1/2 | 4     |
| 2               | 1                          | 1 1/4 | 1 1/2 | 2     | 1 1/4                    | 2     | 2 1/2 | 3     | 1 1/2                     | 3     | 3 1/2 | 4     |
| 1               | 1                          | 1 1/2 | 2     | 2     | 1 1/2                    | 2     | 2 1/2 | 3 1/2 | 2                         | 3 1/2 | 4     | 4 1/2 |
| 0               | 1                          | 2     | 2     | 2 1/2 | 2                        | 2 1/2 | 3     | 3 1/2 | 2                         | 4     | 4 1/2 | 5     |
| 00              | 1                          | 2     | 2     | 2 1/2 | 2                        | 3     | 3 1/2 | 4     | 2 1/2                     | 4     | 4 1/2 | 5     |
| 000             | 1 1/4                      | 2     | 2 1/2 | 2 1/2 | 2                        | 3     | 3 1/2 | 4     | 2 1/2                     | 4 1/2 | 4 1/2 | 6     |
| 0000            | 1 1/4                      | 2 1/2 | 2 1/2 | 3     | 2 1/2                    | 3     | 3 1/2 | 4 1/2 | 3                         | 5     | 6     | 6     |
| 250             | 1 1/4                      | 2 1/2 | 3     | 3     | ...                      | ...   | ...   | ...   | 3                         | 6     | 6     | ...   |
| 300             | 1 1/2                      | 3     | 3     | 3 1/2 | ...                      | ...   | ...   | ...   | 3 1/2                     | 6     | 6     | ...   |
| 350             | 1 1/2                      | 3     | 3     | 3 1/2 | ...                      | ...   | ...   | ...   | 3 1/2                     | 6     | 6     | ...   |
| 400             | 1 1/2                      | 3     | 3     | 3 1/2 | ...                      | ...   | ...   | ...   | 3 1/2                     | 6     | 6     | ...   |
| 500             | 1 1/2                      | 3     | 3 1/2 | 4     | ...                      | ...   | ...   | ...   | 4                         | 6     | 6     | ...   |
| 600             | 2                          | 3 1/2 | 4     | 4 1/2 | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 700             | 2                          | 4     | 4     | 5     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 750             | 2                          | 4     | 4     | 5     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 800             | 2                          | 4     | 4 1/2 | 5     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 900             | 2 1/2                      | 4     | 4 1/2 | 5     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 1000            | 2 1/2                      | 4 1/2 | 4 1/2 | 6     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 1250            | 3                          | 5     | 5     | 6     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 1500            | 3                          | 5     | 6     | 6     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 1750            | 3                          | 6     | 6     | 6     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |
| 2000            | 3 1/2                      | 6     | 6     | 6     | ...                      | ...   | ...   | ...   | ...                       | ...   | ...   | ...   |

Los tamaños anteriores se aplican a tendidos rectos o con curvas nominales equivalentes a no más de dos ángulos rectos. Basado en NEC - 1968.

| Tamaño AWG | Número máximo de conductores en tubo metálico flexible de 3/8" |           |   |
|------------|--|-----------|---|
|            | Tipos RF-32, RH  | Tipos RHW | Tipos TF, T, TW, THW, THHN, THWN, XHHW, RUF, RUW. |
| 18         | 4  | -         | 8   |
| 16         | 3  | -         | 6   |
| 14         | 3  | 2         | 5   |
| 12         | 2  | 2         | 4   |
| 10         | -  | -         | 3   |

Basado en NEC - 1968

Col. A = Tipos RF-2, RFH-2, RH, RHH, RHW, RUH, RUW, T, TF, THW, TW  
XHHW (AWG 14 a 6)  
FEPB (AWG 6 a 2)

Col. B = FEP, THHN, THWN, TFN, PF, PGF  
XHHW (AWG 4 a 2000 MCM)  
FEPB (AWG 14 a 8)

Instalación Nueva

| Calibre AWG o MCM | 1/2 Pulg. | 3/4 Pulg. | 1 Pulg. | 1 1/4 Pulg. | 1 1/2 Pulg. | 2 Pulg. | 2 1/2 Pulg. | 3 Pulg. | 3 1/2 Pulg. | 4 Pulg. | 4 1/2 Pulg. | 5 Pulg. | 6 Pulg. |
|-------------------|-----------|-----------|---------|-------------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|---------|
| 18                | 7         | 11        | 12      | 20          | 33          | 35      | 58          | 49      | 80          | 131     | 115         | 187     | 176     |
| 16                | 6         | 9         | 10      | 16          | 27          | 30      | 47          | 41      | 64          | 106     | 98          | 151     | 150     |
| 14                | 4         | 8         | 6       | 15          | 24          | 18      | 43          | 25      | 58          | 96      | 58          | 137     | 90      |
| 12                | 3         | 6         | 5       | 11          | 18          | 15      | 32          | 21      | 43          | 71      | 50          | 102     | 76      |
| 10                | 1         | 4         | 4       | 7           | 11          | 13      | 20          | 17      | 27          | 45      | 41          | 65      | 64      |
| 8                 | 1         | 2         | 3       | 4           | 6           | 7       | 11          | 10      | 16          | 26      | 25          | 37      | 38      |
| 6                 | 1         | 1         | 2       | 3           | 4           | 5       | 7           | 6       | 9           | 16      | 15          | 23      | 23      |
| 4                 | 1         | 1         | 1       | 1           | 2           | 3       | 4           | 5       | 6           | 8       | 7           | 10      | 10      |
| 3                 | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 7       | 6           | 9       | 9       |
| 2                 | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 8       | 7           | 10      | 10      |
| 1                 | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 9       | 8           | 11      | 11      |
| 1/0               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 10      | 9           | 12      | 12      |
| 2/0               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 11      | 10          | 13      | 13      |
| 3/0               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 12      | 11          | 14      | 14      |
| 4/0               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 13      | 12          | 15      | 15      |
| 250               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 14      | 13          | 16      | 16      |
| 300               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 15      | 14          | 17      | 17      |
| 350               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 16      | 15          | 18      | 18      |
| 400               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 17      | 16          | 19      | 19      |
| 450               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 18      | 17          | 20      | 20      |
| 500               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 19      | 18          | 21      | 21      |
| 600               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 20      | 19          | 22      | 22      |
| 700               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 21      | 20          | 23      | 23      |
| 750               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 22      | 21          | 24      | 24      |
| 800               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 23      | 22          | 25      | 25      |
| 850               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 24      | 23          | 26      | 26      |
| 900               | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 25      | 24          | 27      | 27      |
| 1000              | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 26      | 25          | 28      | 28      |
| 1250              | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 27      | 26          | 29      | 29      |
| 1500              | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 28      | 27          | 30      | 30      |
| 1750              | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 29      | 28          | 31      | 31      |
| 2000              | 1         | 1         | 1       | 1           | 1           | 2       | 3           | 4       | 5           | 30      | 29          | 32      | 32      |

Basado en NEC - 1968

Table with multiple columns: Voltaje de Operación, Pulgs., Distancia entre Centros, Pulgs., Distancia Mínima de un Conductor a Tierra, Pulgs., Distancia entre Conductores de Potenciales Opuestos, Pulgs., Polos Opuestos Montados sobre la Misma Superficie, Pulgs., Polos Opuestos Manteniendo en el Aire, Pulgs., Entre Partes Activas y Tierra, Pulgs., Entre Conductores Activos Desnudos, Pulgs., Entre Conductores Activos Desnudos y las Superficies Adyacentes, Pulgs., Separación Vertical Mínima de las Partes no Protegidas, Pulgs.

(1) Las Distancias Dadas en "A" se Basan en un Factor de Seguridad de 3.5 Veces entre las Partes Vivas de Polaridad Opuesta y de 3 veces entre las Partes Vivas y Tierra. La Columna de "B" es Aplicada en Grandes Plantas. Obsérvese que las Distancias Anteriores son las Mínimas Permisibles en Condiciones Favorables de Servicio. Se Aumentarán en Condiciones de Servicio, o Siempre que las Limitaciones lo Permitan. Basado en NEC 1968

Dimensiones y por Ciento del Area Util en Conduits para Combinaciones de Conductores

Table showing dimensions and percentage of area used in conduits. Columns: Tamaño Comercial, Diámetro Interno Pulgadas, Total 100%, Factor de relleno (25%, 31%, 35%, 40%, 53%). Rows: 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 4 1/2, 5, 6.

Tubo Conduit

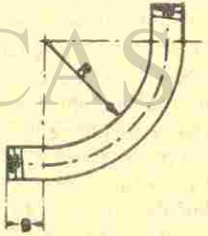
Table for conduit specifications. Columns: Diámetro Nominal (Pulgadas, m.m.), Diámetro Exterior m.m., Interior m.m., Area Interior cm², Longitud del Tramo m., Peso por 10 Tramos Kg., Cuerdas por Pulgada. Rows: 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 4 1/2, 5, 6.

Codos

Table for elbows. Columns: Diámetro Nominal (Pulgadas, m.m.), Peso por 10 Pza. Kg., Dimensiones en cms. (R, B). Rows: 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 4 1/2, 5, 6.

Soporte de tubo Rígido no Metálico

Table for rigid non-metallic tube support. Columns: Tamaño del tubo pulg., Espaciamiento Máximo entre soportes pies. Rows: 1/2, 3/4, 1, 1 1/4, 1 1/2, 2, 2 1/2, 3, 3 1/2, 4, 5, 6.



\* Basado en NEC - 1968

| Cajas Profundas                             |                            |                                  |        |        |           |
|---|----------------------------|----------------------------------|--------|--------|-----------|
| Dimensiones Comerciales de la caja pulgadas | Cap. en Pulg. <sup>3</sup> | Número Máximo de los Conductores |        |        |           |
|   |                            | No. 14                           | No. 12 | No. 10 | No. 8 AWG |
| 3 1/4 x 1 1/2 octogonal                     | 10.9                       | 5                                | 4      | 4      | 3         |
| 3 1/2 x 1 1/2 octogonal                     | 11.9                       | 5                                | 5      | 4      | 3         |
| 4 x 1 1/2 octogonal                         | 17.1                       | 8                                | 7      | 6      | 5         |
| 4 x 2 1/8 octogonal                         | 23.6                       | 11                               | 10     | 9      | 7         |
| 4 x 1 1/2 cuadrado                          | 22.6                       | 11                               | 10     | 9      | 7         |
| 4 x 2 1/8 cuadrado                          | 31.9                       | 15                               | 14     | 12     | 10        |
| 4 1 1/16 x 1 1/2 cuadrado                   | 32.2                       | 16                               | 14     | 12     | 10        |
| 4 1 1/16 x 2 1/8 cuadrado                   | 46.4                       | 23                               | 20     | 18     | 15        |
| 3 x 2 x 1 1/2 dispositivo                   | 7.9                        | 3                                | 3      | 3      | 2         |
| 3 x 2 x 2 dispositivo                       | 10.7                       | 5                                | 4      | 4      | 3         |
| 3 x 2 x 2 1/2 dispositivo                   | 11.3                       | 5                                | 5      | 4      | 3         |
| 3 x 2 x 2 1/2 dispositivo                   | 13                         | 6                                | 5      | 5      | 4         |
| 3 x 2 x 2 1/2 dispositivo                   | 14.6                       | 7                                | 6      | 5      | 4         |
| 3 x 2 x 3 1/2 dispositivo                   | 18.3                       | 9                                | 8      | 7      | 6         |
| 4 x 2 1/8 x 1 1/2 dispositivo               | 11.1                       | 5                                | 4      | 4      | 3         |
| 4 x 2 1/8 x 7/8 dispositivo                 | 13.9                       | 6                                | 6      | 5      | 4         |
| 4 x 2 1/8 x 2 1/8 dispositivo               | 15.6                       | 7                                | 6      | 6      | 5         |

| Cajas Normales                               |                                  |        |        |     |
|--|----------------------------------|--------|--------|-----|
| Dimensiones Comerciales de la caja, pulgadas | Número Máximo de los Conductores |        |        |     |
|  | No. 14                           | No. 12 | No. 10 | AWG |
| 3 1/4  | 4                                | 4      | 3      |     |
| 4  | 6                                | 6      | 4      |     |
| 1 1/4 x 4 cuadrado                           | 9                                | 7      | 6      |     |
| 4 1 1/16                                     | 8                                | 6      | 6      |     |

### Ubicaciones Especiales

#### Lugares Peligrosos

**Precaución especial.** El propósito de este Artículo es requerir una forma de construcción de equipo y de instalación que asegure la realización de los sistemas de seguridad en las condiciones de uso y mantenimiento adecuados. Por tanto, se supone que los inspectores y los usuarios desarrollarán un cuidado extraordinario en lo que respecta a la instalación y mantenimiento.

Las características de las distintas mezclas atmosféricas de gases, vapores y polvos peligrosos dependen del material peligroso específico que contienen. Será pues, necesario que el equipo sea aprobado, no solamente para la clase de local, sino también para el gas, vapor o polvo específico que se halle presente.

Para los fines de comprobación y aprobación, se han agrupado varias mezclas atmosféricas según sus características de peligro, proporcionando así facilidades para la comprobación y aprobación del equipo. Los grupos atmosféricos son los siguientes.

Grupo A, Atmósferas que contienen acetileno; Grupo B, Atmósferas que contienen hidrógeno o gases o vapores de peligro equivalente, tal como el gas del alumbrado; Grupo C, Atmósferas que contienen vapores de éter-etílico, etileno o ciclopropano; Grupo D, Atmósferas que contienen gasolina, hexano, nafta, bencina, butano, propano, alcohol, bencol, vapores de disolventes de lacas, o gas natural. Grupo E, Atmósferas que contienen polvo metálico, incluyendo aluminio, magnesio y sus aleaciones comerciales, y otros metales de características asimismo peligrosas; Grupo F, Atmósferas que contienen negro de humo, polvo de carbón o de coque; Grupo G, Atmósferas que contienen harina, almidón o polvo de granos.

**Lugares de la Clase I.** Los lugares de la Clase I son aquellos en los cuales están o pueden estar presentes gases o vapores inflamables

en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables. Los lugares de la Clase I incluirán los siguientes:

(a) **Clase I, División 1.** Lugares (1) en los cuales existan continuamente o periódicamente, en condiciones normales de funcionamiento, concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables; (2) en los cuales las concentraciones peligrosas de dichos gases o vapores puedan existir frecuentemente debido a operaciones de reparación o mantenimiento o debido a pérdidas; o (3) en los cuales las chispas disruptivas o los fallos en el funcionamiento del equipo o procesos que puedan liberar concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables, puedan también ocasionar el fallo simultáneo del equipo eléctrico.

Esta clasificación contendrá corrientemente los lugares en donde se transparen líquidos volátiles inflamables, o gases inflamables licuados de un recipiente a otro; los interiores de las casetas de esmaltado al duco, y las áreas en la proximidad de los lugares en los que se realicen operaciones de esmaltado al duco o de pintura donde se empleen disolventes volátiles inflamables; lugares que contengan tanques abiertos o tinas de líquidos volátiles inflamables; secadores o compartimientos para la evaporación de disolventes inflamables; lugares que contengan aparatos para la extracción de grasas y aceites, y que empleen disolventes volátiles inflamables; partes de las plantas de limpieza y tintorería en las que se empleen líquidos peligrosos; salas de generadores de gas, y otras partes de las plantas de fabricación de gas en las que puedan haber escapes de gas; salas de bombas inadecuadamente ventiladas para gases inflamables o para líquidos volátiles inflamables; y todos los demás lugares en los cuales puedan existir concentraciones peligrosas de gases o vapores inflamables durante el funcionamiento normal de las operaciones.

Cualquier caja de menor de 1 1/2" de profundidad se considera una caja normal.

Basado en NEC - 1968

(b) **Clase I, División 2.** Lugares (1) en que se manejen, traten o empleen líquidos volátiles inflamables o gases inflamables, pero en los cuales los líquidos, gases o vapores peligrosos se hallan normalmente contenidos en recipientes cerrados o en sistemas cerrados, de los cuales puedan escapar solamente en caso de ruptura accidental o explosión de dichos recipientes o sistemas, o en caso de funcionamiento anormal del equipo; (2) en los cuales se evitan normalmente las concentraciones peligrosas de gases o vapores por medio de ventilación mecánica de tipo extracción, pero que pudiera hacerse peligroso por fallo o funcionamiento anormal del sistema de ventilación; o (3) que estén adyacentes a locales de la Clase I, División 1, y a los cuales puedan comunicarse ocasionalmente concentraciones peligrosas de gases y vapores, a menos que se evite dicha comunicación por medio de un sistema de ventilación por inyección de aire limpio procedente de un manantial, y se coloquen sistemas de seguridad contra el fallo de la ventilación.

Esta clasificación contendrá corrientemente a los lugares en donde se empleen líquidos volátiles inflamables o gases o vapores inflamables, pero que a juicio de la Autoridad encargada de hacer cumplir este Código solamente sean peligrosos en caso de accidente o de alguna condición anormal de funcionamiento. Los factores que habrá que tener en consideración al determinar la clasificación y extensión de cada área peligrosa son: La cantidad de material peligroso que pueda escapar en caso de accidente; lo adecuado del sistema de ventilación; el área total considerada, y los antecedentes de la industria o negocio acerca de explosiones o incendios.

Las tuberías sin válvulas checks, aparatos de medida y dispositivos análogos, no se considerará de ordinario que introduzcan condición de peligro aun cuando se empleen para gases o líquidos peligrosos. Los lugares utilizados para almacenar gases licuados o comprimidos, y líquidos peligrosos contenidos en recipientes herméticamente cerrados, no se considerarán normalmente peligrosos, a menos que se encuentren sometidos a otras condiciones de peligro.

**Lugares de la Clase II.** Los lugares de la Clase II son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de polvo combustible. Los lugares de la Clase II contendrán los siguientes:

(a) **Clase II, División 1.** Lugares (1) en los cuales haya o pueda haber continua, intermitente o periódicamente en suspensión en el aire y en condiciones normales de funcionamiento, polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas inflamables o explosivas; (2) donde un fallo mecánico o el funcionamiento anormal de la maquinaria o equipo pudiera producir dichas mezclas y pudiera también proporcionar una fuente de incendio por fallo simultáneo del equipo eléctrico, y funcionamiento de los dispositivos de protección, o por otras causas; o (3) en los que pueden estar presentes polvos de naturaleza conductora de la electricidad.

Esta clasificación incluirá corrientemente las áreas donde se trabaje el grano, así como las plantas de almacenamiento del mismo; salas que contengan muelas o pulverizadores, limpiadores, calibradores del grano, acarreadores abiertos, canales o tolvas abiertas, mezcladoras, descascarilladoras automáticas, empacadoras, cúpulas y bases de elevadores, distribuidores del género. colectores del polvo y del género (excepto los colectores metálicos

ventilados hacia el exterior), y toda la maquinaria análoga que produzca polvo, y las plantas en donde se trabaje el grano, almidón, pulverización de azúcar, malteado, molturación del heno y otras ubicaciones de naturaleza análoga; plantas de pulverización de carbón (excepto cuando el equipo de pulverización sea esencialmente estanco al polvo); todas las áreas de trabajo en donde se produzcan, traten, manipulen, embalen o almacenen toda clase de polvos (salvo si están en envases estancos); y los demás lugares análogos donde, en condiciones normales de funcionamiento, puede haber en el aire polvo combustible en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o inflamables.

Los polvos combustibles no conductores de la electricidad comprenden los polvos producidos en la manipulación y proceso del grano y de los productos del grano, pulverización del azúcar y cacao, secado de huevos, leche en polvo, especias pulverizadas, pastas y almidones, harina de patata, aceite de alubias y de semillas, secado del heno, y otros materiales orgánicos que pueden producir polvos combustibles al ser tratados o manipulados. Los polvos no metálicos, conductores de la electricidad, comprenden los polvos producidos en la pulverización del carbón, coque y carbón vegetal. Los polvos metálicos de magnesio, aluminio y bronce de aluminio son particularmente peligrosos, y habrá que tomar todas las precauciones para evitar su ignición y explosión.

(b) **Clase II, División 2.** Lugares en los cuales normalmente el polvo combustible no estará en suspensión en el aire, o no sea probable que, por el funcionamiento normal del equipo o aparato, pase a estar en suspensión en cantidad suficiente para producir mezclas explosivas o incendiarias, pero (1) en los cuales los depósitos o acumulaciones de polvo puedan ser suficientes para perturbar la disipación necesaria de calor del equipo o aparato eléctrico, o (2) en los cuales dichos depósitos o acumulaciones de polvo sobre el equipo eléctrico, en su interior o en su proximidad, puedan ser inflamados por arcos, chispas o material ardiente de dicho equipo.

Los lugares en donde no sean probables las concentraciones peligrosas de polvo en suspensión, pero en los cuales puedan formarse acumulaciones de polvo sobre el equipo eléctrico, en su interior y en su proximidad, comprenden las salas y áreas que contienen acarreadoras y aventadoras cerradas, tolvas y canales cerrados, o máquinas y equipos de los cuales solamente puedan escapar cantidades apreciables de polvo cuando se produzcan condiciones anormales de funcionamiento; salas y áreas adyacentes a los lugares descritos en la Sección 500-5\*(a) y en cuyo interior puedan penetrar concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión solamente en condiciones anómalas de funcionamiento; salas y áreas en donde se evita la formación de concentraciones explosivas o inflamables de polvo en suspensión mediante el funcionamiento de un equipo eficaz de regulación del polvo; las bodegas y paños en donde se manipulen o almacenen materiales que produzcan polvo, y estén contenidos en sacos o recipientes; y otros lugares análogos.

**Lugares de la Clase III.** Los lugares de la Clase III son aquellos que son peligrosos debido a la presencia de fibras y volátiles inflamables, pero en los cuales no es probable que dichas fibras o volátiles se hallen en suspensión en el aire en cantidades suficientes para producir mezclas inflamables. Los lugares de la Clase III comprenden los siguientes:

(a) Clase III, División 1. Lugares en los cuales se manipulen, fabriquen o empleen fibras fácilmente inflamables, o materiales que produzcan volátiles combustibles.

Dichos lugares comprenderán determinadas partes de las fábricas de rayón, algodón y otros productos textiles; plantas para el proceso y fabricación de fibras combustibles; máquinas desmontadoras de algodón y de semillas de algodón; plantas para el tratado del lino; plantas de fabricación de tejidos; plantas de carpintería y establecimientos e industrias que contengan análogas condiciones o procesos de peligro.

Las fibras y volátiles fácilmente inflamables comprenderán el rayón, algodón (incluyendo las hilaturas y el desecho de algodón), cáñamo sisal, istle, yute, cáñamo, estopa, fibra de cacao, cáñamo embreado, balas de desecho, miraguano, musgo de Florida, virutas de relleno y otros materiales de naturaleza análoga.

(b) Clase III, División 2. Lugares en los cuales se almacenen o manipulen fibras fácilmente inflamables (excepto en procesos de fabricación).

Basado en NEC - 1968

**Requisitos Mínimos Necesarios para la Presentación de Planos de Electrificación de Fraccionamientos (Redes de Distribución y Alumbrado Público).**

- 1.- Tanto la elaboración del proyecto (memoria técnica descriptiva y planos) como la ejecución física de las obras deberá apegarse estrictamente a los requisitos y normas del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas, así como de la Empresa suministradora de la región.
- 2.- La memoria técnica descriptiva deberá mencionar los datos de localización del fraccionamiento, razón social de la empresa fraccionadora, secciones del fraccionamiento, lotificación o número de usuarios, carga considerada individual, aplicación de los factores respectivos para determinar la demanda y finalmente la capacidad en KVA de la red de distribución. Mencionar tensión de operación, datos complementarios a los planos cubriendo las redes de distribución y de alumbrado público, especificaciones de materiales y equipos. Se presentará original y dos copias como mínimo y deberá ser firmada así como los planos por ingeniero electricista o mecánico electricista, anotándose nombre completo, número de cédula profesional y su número de registro en la Dirección General de Electricidad.
- 3.- Se presentará original, copia en tela de calca y dos heliografías de cada plano, debiendo llenar los siguientes requisitos:

Buena presentación, a tinta, los trabajos rectos hechos a regla la letra debe ser ejecutada con plantilla. Los planos deberán tener las siguientes dimensiones:

|      |   |         |
|------|---|---------|
| 70   | x | 110 cm. |
| 55   | x | 70 cm.  |
| 35   | x | 55 cm.  |
| 28   | x | 40 cm.  |
| 21.5 | x | 28 cm.  |

Debiéndose dejar un margen de 5 cms. en el lado izquierdo o cada plano de las tres primeras medidas y no menor de 2 cms. en las de las dos últimas. Además un espacio libre no menor de 10 x 20 cms. para poner las notas de aprobación.

- 4.- Deberán mostrar vistas de planta de la instalación física de las redes (distribución y alumbrado público), detalles típicos de instalación de postes que soporten líneas de baja tensión (bastidor, aisladores, distancia entre conductores, empotramiento), de los postes que soporten líneas de alta tensión (crucetas, aisladores, distancias entre fases y de fase a tierra, empotramiento), y de los postes que soporten ambas, los que soporten transformadores (desconectores fusible, pararrayos, sistema de tierras, transformadores, plataforma de soporte, empotramiento), los que soporten unidades de iluminación (unidad, su altura de montaje, empotramiento o base), cortes que muestren los ductos y registros en conducciones subterráneas, con las acotaciones respectivas, utilizando el Sistema Nacional de Unidades de Medida y escalas de 1:20 hasta 1:500, además deberán contener lista de símbolos.
- 5.- Los planos contendrán el nombre correcto de la Empresa fraccionadora, respecto al fraccionamiento, la ubicación correcta (croquis de localización), colonia, barrio, municipio y estado.
- 6.- Se indicará la marca de fábrica, tipo y características de los equipos, dispositivos y materiales empleados en la instalación con el número de autorización otorgada por esta Dependencia.
- 7.- Diagrama unifilar, indicando la (s) alimentación (es) de la Empresa suministradora, los dispositivos de alta tensión, así como los de protección y control de los circuitos de alumbrado, enumerando progresivamente equipo y materiales en correspondencia a los mostrados en vistas físicas y a lo mencionado en lista descriptiva.
- 8.- Los circuitos de alumbrado se indicarán en cuadros de distribución de cargas por circuito y cada una de las unidades en vistas físicas tendrá anotado el número del circuito al cual pertenece.
- 9.- En caso que las líneas crucen carreteras o vías férreas se presentará plano aparte del (o los) cruzamiento (s).

**Notas:**

- a).- Para mayor información, consúltese el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.
- b).- Para obtención de Vo. Bo. deberá solicitarse el instructivo correspondiente.

México, D. F., agosto de 1963  
DIRECCION GENERAL DE ELECTRICIDAD

**Prácticas de Seguridad**

**Electricidad**

Las máquinas, aparatos e instalaciones eléctricas satisfarán las medidas de seguridad a que reglamentariamente estén sometidas.

Los generadores y transformadores eléctricos situados en los centros de trabajo en general, estarán sujetos a las medidas de protección señaladas para los motores de todas clases.

En los centros productores, transformadores o distribuidores de energía eléctrica, las citadas medidas se aplicarán en lo que sea compatible, con las exigencias de la explotación. Los conductores desnudos, o cuyo revestimiento aislante sea insuficiente y los de alta tensión en todo caso, se encontrarán fuera del alcance de la mano, y cuando esto no sea posible, serán eficazmente protegidos, con objeto de evitar cualquier contacto.

Las celdas o compartimientos de los transformadores, interruptores, aparatos de medición, protección, etc. de los cuadros de distribución o transformación, estarán convenientemente dispuestos y protegidos, con objeto de evitar todo contacto peligroso y el acceso a los mismos permitirá la circulación holgada de los operarios para realizar, sin exposición la inspección y reparaciones correspondientes.

Las operaciones, mando y maniobra de las máquinas y aparatos eléctricos de todas clases, de los cuadros y puestos de mando, transformación y distribución, y especialmente cuando se trate de alta tensión, ofrecerán las máximas garantías de seguridad para el personal, tanto por lo que se refiere a la construcción y disposición de los aparatos e instalaciones, como en lo relativo a la forma de efectuar aquéllas y medios preventivos adoptados, tales como plataformas aislantes, pértigas, tenazas o varillas de materiales aislantes, guantes de caucho, calzado con piso de goma, etc.

No deberá efectuarse trabajo alguno en las líneas de alta tensión sin asegurarse antes de que ha sido convenientemente desconectada y aislada la sección en que se vaya a trabajar.

En todas las máquinas, aparatos, líneas, etc., que por trabajar a alta tensión ofrezcan grave peligro para la vida, se hará constar así mediante carteles con la indicación "No Tocar. Peligro de muerte".

En los trabajos a efectuar en postes, se emplearán trepadores y cinturones de seguridad que ofrezcan suficientes garantías para el personal.

Las "lámparas portátiles" ofrecerán suficientes garantías de seguridad para el personal que haya de manejarlas; estarán provistas de mango aislante, dispositivo protector de la lámpara, cable resistente y se procurará no estén sometidas a tensión superior a 27 volts.

Se adoptarán las medidas precisas para evitar el peligro de la electricidad estática, cualquiera que sea su origen y lugar en que pueda producirse. Análogamente se procederá respecto a la electricidad atmosférica.

**Servicios de Higiene y Locales Anexos**

En todos los centros de trabajo se dispondrá de un botiquín con el material preciso para las curas de emergencia o que su escasa importancia no requieran la intervención facultativa.

Cuando la importancia del establecimiento lo exija, se dispondrá de una enfermería de emergencia, atendida por personal sanitario competente, provista de camillas, aparatos para la respiración artificial y del material adecuado para atender en primera instancia a las víctimas de los accidentes de cualquier clase.

**Disposiciones Finales**

Tanto el presente reglamento como los particulares de la industria o trabajo de que se trate, deberán darse a conocer a los obreros a raíz de su admisión al trabajo y un ejemplar de la edición oficial de cada uno de ellos se colocarán en un tablón o cuadro y en sitio visible del local, con objeto de que puedan consultarse fácilmente por todo el personal.

Mientras no se dicten los reglamentos e instrucciones particulares a que se han hecho referencia, es obligación del patrono dar a conocer a sus obreros y exhibirlas junto al reglamento general las instrucciones o medidas por él dictadas, que deberán adoptarse con vistas a la seguridad e higiene del trabajo de su personal.

El ministro de trabajo podrá, mediante orden ministerial conceder, en casos excepcionales, la exención permanente o temporal de determinadas prescripciones, cuando se justifique que la aplicación de las mismas es prácticamente imposible por la índole o condiciones especiales de la industria y que la protección de los obreros quede señalada por medios equivalentes a los anteriormente mencionados.

**Primeros Auxilios a los Accidentados por Descargas Eléctricas.**

Peligro de las corrientes eléctricas.- La corriente tolerada por el cuerpo humano sin que le produzcan trastornos, es muy pequeña. En algunas prácticas de seguridad se indica que bastan voltajes de 20 a 40 volts en corriente alterna, para producir la corriente máxima que pueden resistir las personas durante breve tiempo para perder el gobierno voluntario de sus músculos. En experimentos realizados, se tiene que 1.2 miliamperes con frecuencia de 60 ciclos produjo shock ligero en las personas con las cuales se realizó el experimento; dándose como valor máximo el de 8 miliamperes el que pueden resistir sin sufrir molestias mayores. Con frecuencias más altas, las tolerancias aumentan ligeramente, siendo de unos 30 miliamperes para 11 000 ciclos.

La causa de que no se produzcan lesiones cuando se tocan conductores hasta de 125 volts es debido al gran poder aislante que tiene la piel humana cuando está seca e íntegra, pero basta con que la piel esté empapada con sudor u otro líquido, que presente cortes o ampoyas, para que en determinadas condiciones esa tensión de 125 volts pueda producir trastornos cardíacos mortales.

Por lo que antecede, se recomienda: no manipular en ningún circuito eléctrico sin que previamente se haya cortado la corriente, aunque se trate de circuitos de baja tensión.

**Primeros Auxilios a los Accidentados por Descargas Eléctricas**

1. Colocar a la víctima lo más apartado posible de los efectos de la corriente, sin tocarla con las manos para no exponerse personalmente al peligro.

Para tensiones iguales como máximo a:  
 600 volts en corriente continua.  
 250 volts en corriente alterna monofásica.  
 250 a 430 volts en corriente alterna trifásica.

Apartar el conductor de la víctima mediante un palo o trozo de madera bien secos. Una bufanda o prenda análoga puede servir para retirar a la víctima sin tocarla directamente con las manos. Puede tirarse también de sus ropas sueltas para arrastrarlo. En todos los casos hay que tener presente que la humedad del suelo hace peligroso el salvamento, por lo que es conveniente situarse sobre un banco, silla, trozo de madera secos, etc.

Si la víctima estuviera colgada, prever con anterioridad su posible caída.

Para tensiones superiores a las indicadas, apartar el conductor mediante herramienta o bastón aislados convenientemente para la tensión de que se trate, ya sean empuñaduras de porcelana o vidrio. Si la tensión es superior a 6 000 volts, es necesario cortar siempre la corriente, si no se dispone a mano de una pértiga y taburete aislados adecuadamente para la tensión del conductor.

2.- Practicar la respiración artificial mientras se avisa al médico, teniendo presente que:

a) La respiración artificial debe practicarse en el mismo lugar del accidente, sin perder un solo segundo, no debiendo trasladar al paciente a otro lugar hasta que respire normalmente, este traslado debe hacerse en posición hechada

b) No dar bebidas o líquido alguno hasta que el paciente haya

recobrado el conocimiento; en este momento, puede dársele estimulante como café o té calientes.

c) No interrumpir la respiración artificial hasta que se restablezca la respiración normal; si es necesario, continuarla durante 4 o más horas hasta que el médico señale que el paciente ha fallecido.

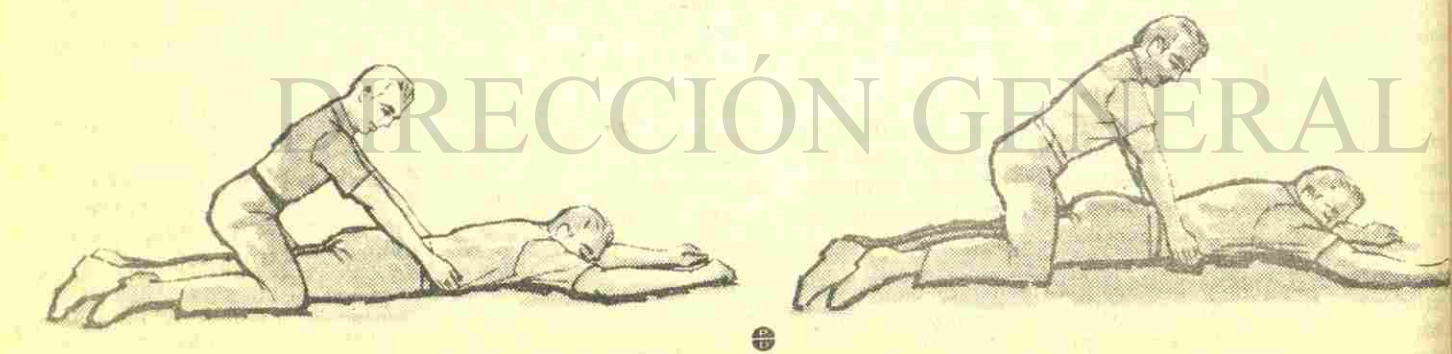
d) Si tiene quemaduras graves, una vez restablecida la respiración normal, deben ser protegidas al aire. Puede aplicarse una compresa de gasa estéril o tela limpia y suave, empapadas en una solución templada de bicarbonato sódico (unas dos cucharadas de bicarbonato en 1/4 de litro de agua hervida o simplemente limpia), haciendo después un vendaje ligero con el trozo de gasa estéril o tela limpia.

**Nota importante:** Es de suma importancia el empezar la respiración artificial sin perder un solo segundo después de ocurrido el accidente, toda vez que haya posibilidades de restablecerse; los accidentados disminuyen conforme va pasando el tiempo; y suspenderla, si no se ha restablecido la respiración normal, mientras el médico no lo disponga así.

**Método de Respiración Artificial de Shafer**

Acuéstese a la víctima boca abajo, con los brazos extendidos hacia adelante en toda su longitud. El operador se arrodilla horcajadas sobre la víctima, como si fuera a sentarse sobre las pantorrillas; extiende los brazos, colocando las manos abiertas sobre la espalda del accidentado, al nivel de las últimas costillas de forma que los pulgares queden próximos y paralelos a la columna vertebral. Presionar entonces con todo su peso, aumentando gradual y lento durante unos tres segundos, apoyándose para ellos sobre las manos. Luego dejar de presionar, pero conservando sus manos en la misma posición; al cabo de dos segundos aplíquese de nuevo la presión como antes. Este proceso consiste en repetir estos movimientos alternativos unas doce o quince veces por minuto, de acuerdo a su propia respiración.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NEVOLEÓN



**⊕ Cálculo de Factores**

$$\text{Factor de Demanda} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Carga Conecta}} \leq 1$$

$$\text{Factor de Diversidad} = \frac{\text{Suma de las Demandas Máximas Individuales}}{\text{Sistema de la Demanda Máxima}} > 1$$

$$\text{Factor de Carga} = \frac{\text{Promedio de Carga en un Período}}{\text{Carga Máxima en el Mismo Período}} \leq 1$$

$$\text{Factor de Utilización} = \frac{\text{Demanda Máxima}}{\text{Potencia Nominal}} \leq 1$$

**Factores de Demanda Aproximadamente Usuales**

| Comercial         |       | Industrial                 |       |
|-------------------|-------|----------------------------|-------|
| Comercio          | F. D. | Industria                  | F. D. |
| Alumbrado Público | 1.00  | Acetileno (Fca. de)        | 0.70  |
| Apartamentos      | 0.35  | Armadoras de Autos         | 0.70  |
| Bancos            | 0.70  | Carpinterías (talleres de) | 0.65  |
| Bodegas           | 0.50  | Carne (Empacadoras)        | 0.80  |
| Casinos           | 0.85  | Cartón (Productos de)      | 0.50  |
| Correos           | 0.30  | Cemento (Fca. de)          | 0.65  |
| Escuelas          | 0.70  | Cigarros (Fca. de)         | 0.60  |
| Garages           | 0.60  | Dulces (Fca. de)           | 0.45  |
| Hospitales        | 0.40  | Fundición (talleres de)    | 0.70  |
| Hoteles Chicos    | 0.50  | Galletas (Fca. de)         | 0.55  |
| Hoteles Grandes   | 0.40  | Hielo (Fca. de)            | 0.90  |
| Iglesias          | 0.60  | Herrería (Talleres de)     | 0.50  |
| Mercados          | 0.80  | Imprentas                  | 0.60  |
| Multifamiliares   | 0.25  | Jabón (Fca. de)            | 0.60  |
| Oficinas          | 0.65  | Lámina (Fca. Artículos)    | 0.70  |
| Restaurants       | 0.65  | Lavandería Mecánica        | 0.80  |
| Teatros           | 0.60  | Niquelado (Talleres de)    | 0.75  |
| Tiendas           | 0.65  | Maderería                  | 0.65  |
|                   |       | Marmolería (talleres de)   | 0.70  |
|                   |       | Mecánico (Taller)          | 0.75  |
|                   |       | Muebles (Fca. de)          | 0.65  |
|                   |       | Pan (Fca. mecánica de)     | 0.55  |
|                   |       | Papel (Fca. de)            | 0.75  |
|                   |       | Periódicos (rotativas)     | 0.75  |
|                   |       | Pinturas (Fca. de)         | 0.70  |
|                   |       | Química (Industria)        | 0.50  |
|                   |       | Refinerías (Petróleo)      | 0.60  |
|                   |       | Refrescos (Fca. de)        | 0.55  |
|                   |       | Textiles (Fca. telas)      | 0.65  |
|                   |       | Vestidos (Fca. de)         | 0.45  |
|                   |       | Zapatos (Fca. de)          | 0.65  |

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**⊕ Cálculo de carga de Alimentadores por Locales**

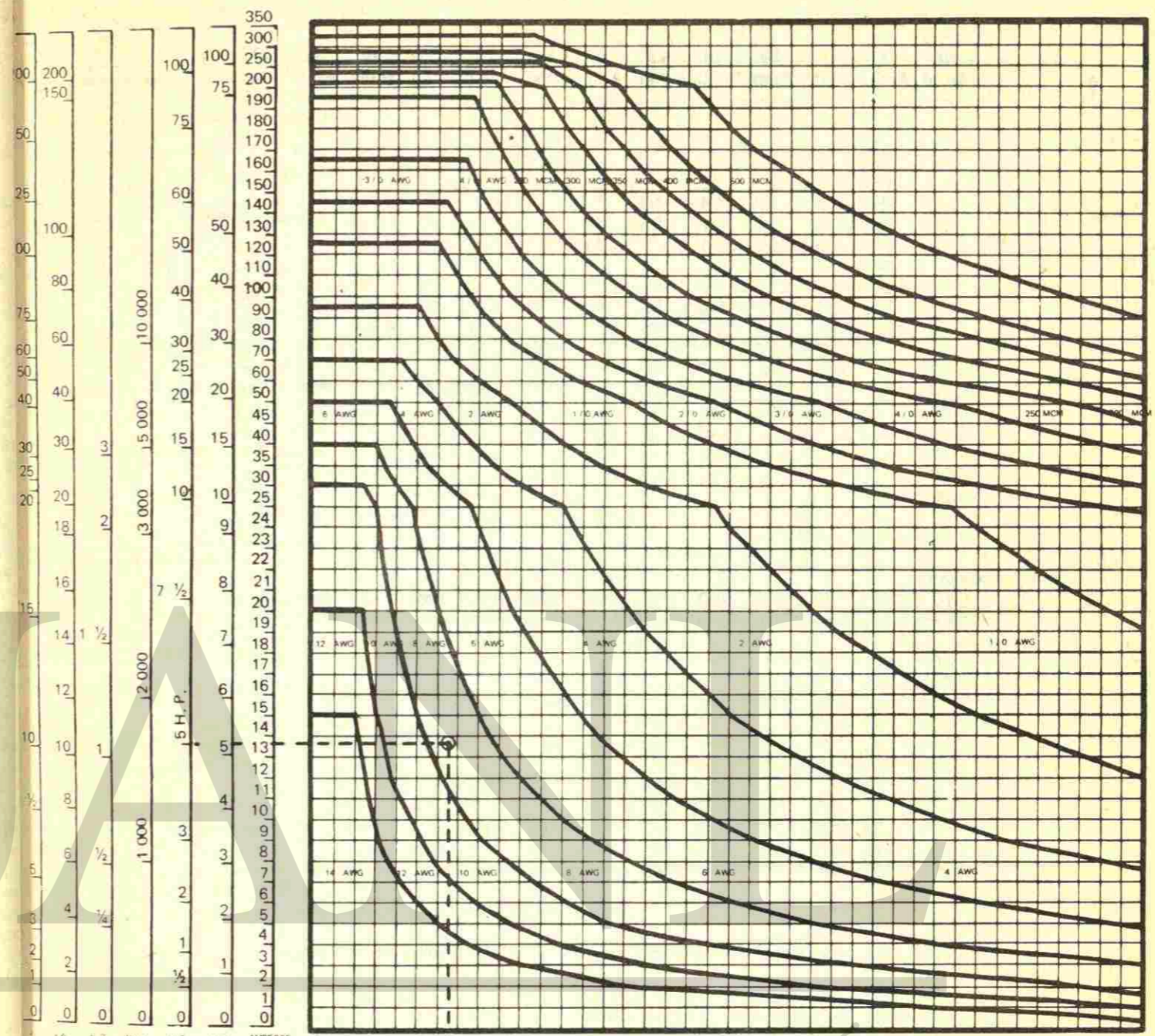
| Tipo de local   | porción de la carga de alumbrado a la cual se aplica el factor de demanda (en watts) | Factor de demanda del alimentador |
|---|--|-----------------------------------|
| Domicilios—distintos a hoteles  | Primeros 3,000 o menos a   | 100 %                             |
|   | 3,001 siguientes a 120,000 a   | 35 %                              |
|   | Resto, de más de 120,000 a   | 25 %                              |
| * Hospitales  | Primeros 50,000 o menos a  | 40 %                              |
|   | Restantes, más de 50,000 a   | 20 %                              |
| * Hoteles—incluyendo casas de apartamentos, sin provisión de cocina por los ocupantes | Primeros 20,000 o menos, a   | 50 %                              |
|   | 20,001 siguientes a 100,000, a   | 40 %                              |
|   | Resto, sobre 100,000, a  | 30 %                              |
| Bodegas (almacenaje)  | Primeros 12,500 o menos, a   | 100 %                             |
|   | Restante, más de 12,500, a   | 50 %                              |
| Todos los demás   | Carga total en watts   | 100 %                             |

\* Los factores de demanda de esta Tabla no se aplicarán a la carga calculada para los subalimentadores, en áreas de hospitales y hoteles en que sea probable el empleo de la totalidad del alumbrado, al mismo tiempo; por ejemplo, en salas de operaciones, salones de baile o comedores.

Basado en NEC - 1968

**Factores de Demanda Comunes para el Calculo de Alimentadores Principales y de Servicio**

| Potencia de los Aparatos  | Rango de factores de demanda comunes |
|---|--------------------------------------|
| Motores para bombas, compresoras, elevadores, máquinas herramientas, ventiladores, etc. | 20 a 60 %                            |
| Motores para operaciones semi—contínuas en algunos molinos y plantas de proceso.        | 50 a 80 %                            |
| Motores para operaciones contínuas, como en máquinas textiles.                          | 70 a 100 %                           |
| Hornos de arco.   | 80 a 100 %                           |
| Hornos de inducción   | 80 a 100 %                           |
| Soldadoras de arco  | 30 a 60 %                            |
| Soldadoras de resistencia   | 10 a 40 %                            |
| Calentadores de resistencia, hornos.  | 80 a 100 %                           |



| H.P. | Watts | H.P. | Watts | AMPERES |
|------|-------|------|-------|---------|
| 1/2  | 100   | 1    | 200   | 1.5     |
| 1    | 200   | 2    | 400   | 3       |
| 2    | 400   | 3    | 600   | 4.5     |
| 3    | 600   | 4    | 800   | 6       |
| 4    | 800   | 5    | 1000  | 7.5     |
| 5    | 1000  | 6    | 1200  | 9       |
| 6    | 1200  | 7    | 1400  | 10.5    |
| 7    | 1400  | 8    | 1600  | 12      |
| 8    | 1600  | 9    | 1800  | 13.5    |
| 9    | 1800  | 10   | 2000  | 15      |
| 10   | 2000  | 11   | 2200  | 16.5    |
| 11   | 2200  | 12   | 2400  | 18      |
| 12   | 2400  | 13   | 2600  | 19.5    |
| 13   | 2600  | 14   | 2800  | 21      |
| 14   | 2800  | 15   | 3000  | 22.5    |
| 15   | 3000  | 16   | 3200  | 24      |
| 16   | 3200  | 17   | 3400  | 25.5    |
| 17   | 3400  | 18   | 3600  | 27      |
| 18   | 3600  | 19   | 3800  | 28.5    |
| 19   | 3800  | 20   | 4000  | 30      |
| 20   | 4000  | 21   | 4200  | 31.5    |
| 21   | 4200  | 22   | 4400  | 33      |
| 22   | 4400  | 23   | 4600  | 34.5    |
| 23   | 4600  | 24   | 4800  | 36      |
| 24   | 4800  | 25   | 5000  | 37.5    |
| 25   | 5000  | 26   | 5200  | 39      |
| 26   | 5200  | 27   | 5400  | 40.5    |
| 27   | 5400  | 28   | 5600  | 42      |
| 28   | 5600  | 29   | 5800  | 43.5    |
| 29   | 5800  | 30   | 6000  | 45      |
| 30   | 6000  | 31   | 6200  | 46.5    |
| 31   | 6200  | 32   | 6400  | 48      |
| 32   | 6400  | 33   | 6600  | 49.5    |
| 33   | 6600  | 34   | 6800  | 51      |
| 34   | 6800  | 35   | 7000  | 52.5    |
| 35   | 7000  | 36   | 7200  | 54      |
| 36   | 7200  | 37   | 7400  | 55.5    |
| 37   | 7400  | 38   | 7600  | 57      |
| 38   | 7600  | 39   | 7800  | 58.5    |
| 39   | 7800  | 40   | 8000  | 60      |
| 40   | 8000  | 41   | 8200  | 61.5    |
| 41   | 8200  | 42   | 8400  | 63      |
| 42   | 8400  | 43   | 8600  | 64.5    |
| 43   | 8600  | 44   | 8800  | 66      |
| 44   | 8800  | 45   | 9000  | 67.5    |
| 45   | 9000  | 46   | 9200  | 69      |
| 46   | 9200  | 47   | 9400  | 70.5    |
| 47   | 9400  | 48   | 9600  | 72      |
| 48   | 9600  | 49   | 9800  | 73.5    |
| 49   | 9800  | 50   | 10000 | 75      |

**Ejemplo:**  
 Para el calculo del calibre de un conductor de una línea de 100 metros, que alimentara a un motor de 5 H.P. a 220 Volts, 3 Fases, con un 3 % en pérdida de voltaje; se localizará en la columna correspondiente a H.P. y 220 Volts el valor de 5, y en el cuadro correspondiente a 3 Fases, 3 % y 220 Volts, se localizará la longitud de la línea de 100 metros. Se trazan las coordenadas y su punto de intersección se encontrará dentro del área que corresponde al calibre 8 AWG, que será el adecuado para estas necesidades.

Distancias de circuito en metros para una caída de tensión de 3% (+)

| Calibre AWG o MCM | 3 Amp. | 6 Amp. | 15 Amp. | 20 Amp. | 25 Amp. | 35 Amp. | 50 Amp. | 70 Amp. | 80 Amp. | 90 Amp. | 100 Amp. | 125 Amp. |
|-------------------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 14                | 64     | 32     | 13      |         |         |         |         |         |         |         |          |          |
| 12                | 101    | 51     | 20      | 15      |         |         |         |         |         |         |          |          |
| 10                | 161    | 81     | 32      | 24      | 19      |         |         |         |         |         |          |          |
| 8                 | 256    | 128    | 51      | 38      | 30      | 22      |         |         |         |         |          |          |
| 6                 | 407    | 204    | 82      | 61      | 49      | 35      | 27      |         |         |         |          |          |
| 4                 | 647    | 324    | 129     | 97      | 78      | 55      | 39      | 28      |         |         |          |          |
| 2                 | 1030   | 515    | 207     | 155     | 124     | 88      | 62      | 44      | 38      | 34      |          |          |
| 0                 | 1635   | 820    | 327     | 246     | 196     | 140     | 98      | 70      | 61      | 55      | 49       | 39       |
| 00                | 2065   | 1033   | 413     | 310     | 248     | 177     | 124     | 88      | 77      | 69      | 62       | 49       |
| 000               | 2610   | 1300   | 522     | 390     | 312     | 223     | 156     | 112     | 98      | 87      | 78       | 62       |
| 0000              | 3280   | 1640   | 656     | 492     | 394     | 281     | 197     | 140     | 123     | 110     | 99       | 79       |
| 250               |        |        | 777     | 583     | 466     | 333     | 232     | 166     | 145     | 129     | 116      | 93       |
| 300               |        |        | 932     | 700     | 558     | 399     | 279     | 200     | 174     | 155     | 140      | 112      |
| 350               |        |        |         | 816     | 653     | 465     | 327     | 232     | 203     | 182     | 163      | 130      |
| 400               |        |        |         | 932     | 746     | 533     | 372     | 266     | 232     | 207     | 186      | 149      |
| 500               |        |        |         |         | 932     | 664     | 466     | 333     | 285     | 258     | 232      | 186      |
| 600               |        |        |         |         |         | 709     | 558     | 399     | 349     | 310     | 279      | 223      |
| 700               |        |        |         |         |         | 932     | 653     | 466     | 407     | 363     | 327      | 261      |

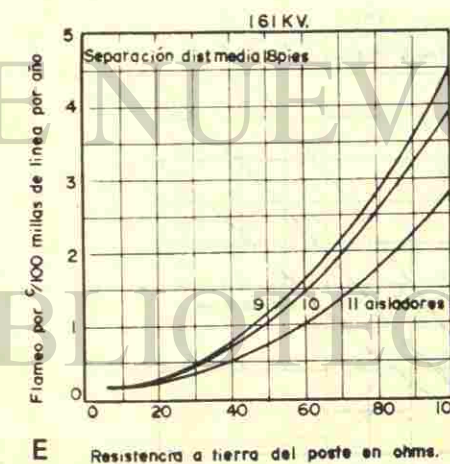
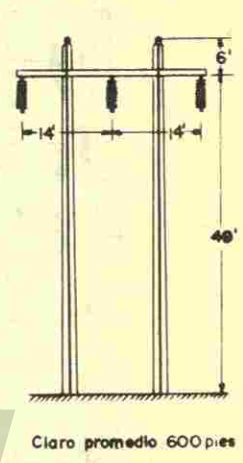
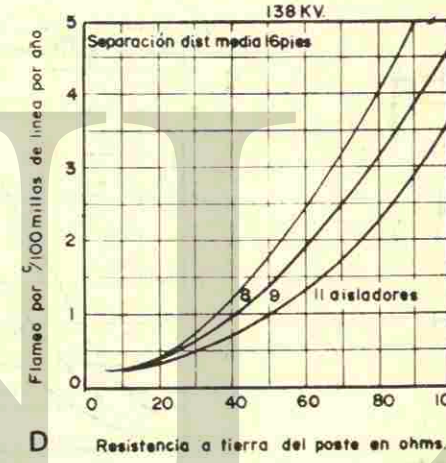
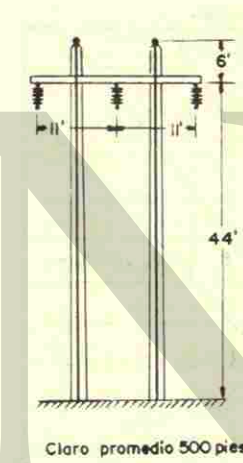
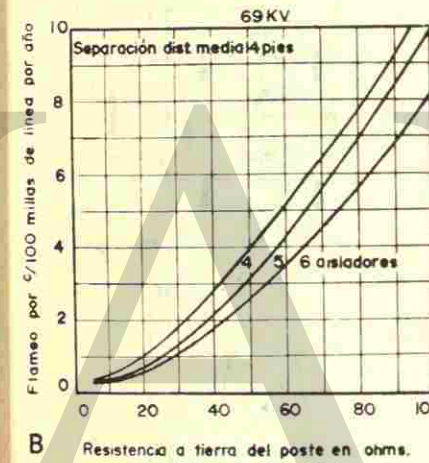
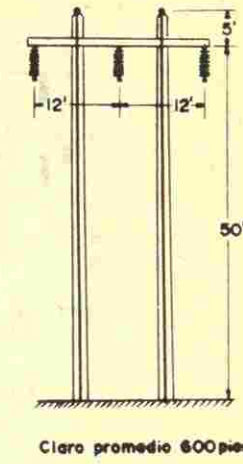
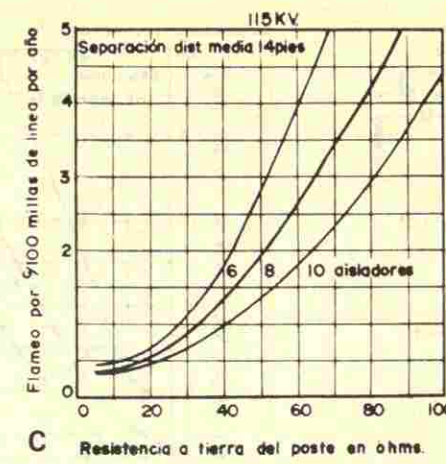
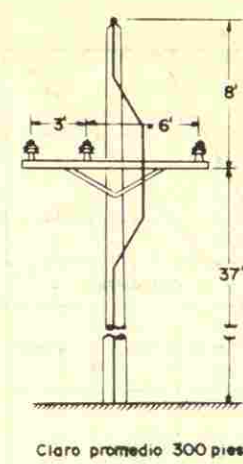
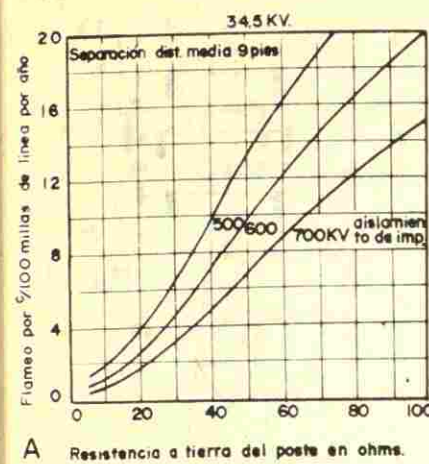
  

| Calibre AWG o MCM | 150 Amp. | 175 Amp. | 225 Amp. | 250 Amp. | 275 Amp. | 300 Amp. | 325 Amp. | 400 Amp. | 450 Amp. | 500 Amp. | 525 Amp. |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 00                | 41       | 45       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 0000              | 66       | 66       | 44       |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 250               | 78       | 66       | 52       | 46       |          |          |          |          |          |          |          |
| 300               | 93       | 80       | 62       | 56       | 51       |          |          |          |          |          |          |
| 350               | 108      | 93       | 72       | 65       | 59       | 54       |          |          |          |          |          |
| 400               | 124      | 106      | 83       | 74       | 67       | 62       | 57       |          |          |          |          |
| 500               | 155      | 133      | 103      | 93       | 85       | 78       | 72       | 58       |          |          |          |
| 600               | 186      | 159      | 124      | 112      | 102      | 93       | 86       | 70       | 62       |          |          |
| 700               | 217      | 186      | 145      | 130      | 119      | 108      | 100      | 82       | 72       | 65       |          |
| 800               | 248      | 213      | 166      | 149      | 135      | 124      | 114      | 93       | 83       | 75       | 71       |
| 1000              | 310      | 266      | 207      | 186      | 169      | 155      | 144      | 116      | 104      | 93       | 89       |

(+) La tabla se calculó para 110 V.C.D.; pero es aplicable para circuitos monofásicos con F.P=1.  
 Para circuitos trifásicos, multiplíquense los valores de la tabla por el factor 1.12.  
 Para otros voltajes, pueden usarse los siguientes factores: 2.0 para 220V., 4.0 para 440V., 5.0 para 550V., 20.0 para 2200V.  
 Para otras caídas, pueden usarse los siguientes factores: 0.33 para 1%, 0.67 para 2%.

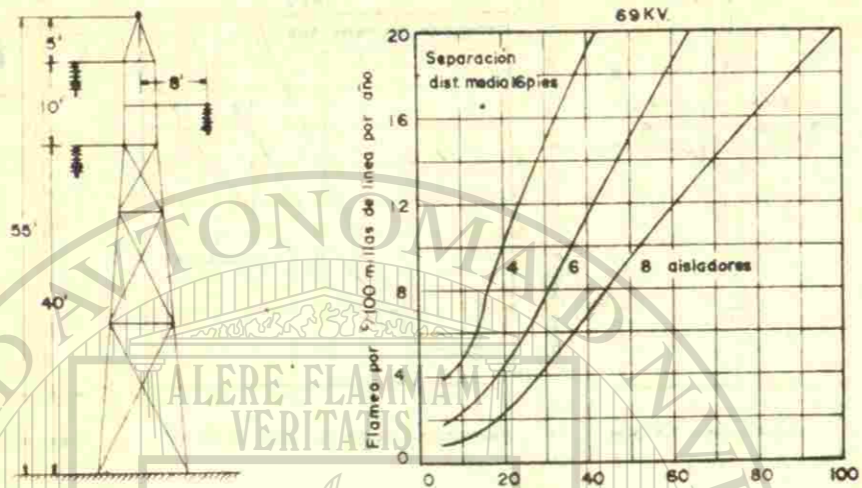
| Voltaje de línea a línea Kv. | Potencia trifásica transmitida en Kw, con un factor de potencia de 0.8 |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------------------|--|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                              | corriente del conductor en amperes.                                    |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|                              | 200  | 250    | 300     | 350     | 400     | 450     | 500     | 550     | 600     | 650     |
| 7.5                          | 2,080  | 2,600  | 3,120   | 3,640   | 4,160   | 4,680   | 5,200   | 5,710   | 6,230   | 6,750   |
| 13.2                         | 3,660  | 4,570  | 5,480   | 6,400   | 7,320   | 8,230   | 9,150   | 10,100  | 11,000  | 11,900  |
| 23                           | 6,370  | 7,970  | 9,550   | 11,100  | 12,700  | 14,300  | 15,900  | 17,500  | 19,100  | 20,700  |
| 34.5                         | 9,560  | 11,900 | 14,300  | 16,700  | 19,100  | 21,500  | 23,900  | 26,300  | 28,700  | 31,000  |
| 46                           | 12,800   | 16,000 | 19,100  | 22,300  | 25,500  | 28,700  | 31,900  | 35,100  | 38,200  | 41,400  |
| 69                           | 19,100   | 24,000 | 28,700  | 33,500  | 38,300  | 43,100  | 47,900  | 52,700  | 57,400  | 62,200  |
| 92                           | 25,500   | 31,900 | 38,300  | 44,700  | 51,000  | 57,400  | 63,800  | 70,200  | 76,600  | 82,900  |
| 115                          | 31,900   | 39,900 | 47,800  | 55,800  | 63,800  | 71,700  | 79,700  | 87,700  | 95,700  | 104,000 |
| 138                          | 38,200   | 47,800 | 57,300  | 66,900  | 76,500  | 86,100  | 95,600  | 105,000 | 115,000 | 124,000 |
| 154                          | 42,700   | 53,300 | 64,100  | 74,700  | 85,300  | 96,000  | 107,000 | 117,000 | 128,000 | 139,000 |
| 161                          | 44,600   | 55,800 | 66,900  | 78,100  | 89,200  | 100,000 | 112,000 | 123,000 | 134,000 | 145,000 |
| 196                          | 54,300   | 67,900 | 81,500  | 95,100  | 109,000 | 122,000 | 136,000 | 149,000 | 163,000 | 177,000 |
| 230                          | 63,800   | 79,700 | 95,700  | 112,000 | 128,000 | 143,000 | 159,000 | 175,000 | 191,000 | 207,000 |
| 287                          | 79,600   | 99,400 | 119,000 | 139,000 | 159,000 | 179,000 | 199,000 | 219,000 | 239,000 | 258,000 |

Diseño de Líneas, Basado Sobre Esfuerzos Directos



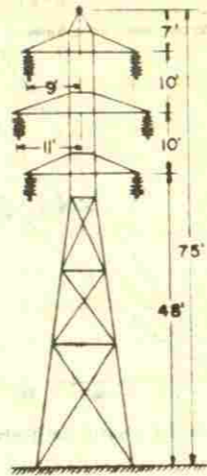
Configuraciones típicas de líneas en postes de madera y curvas para considerar el comportamiento de la línea, basado en aisladores estándar y un nivel de 30 días tormenta por año.



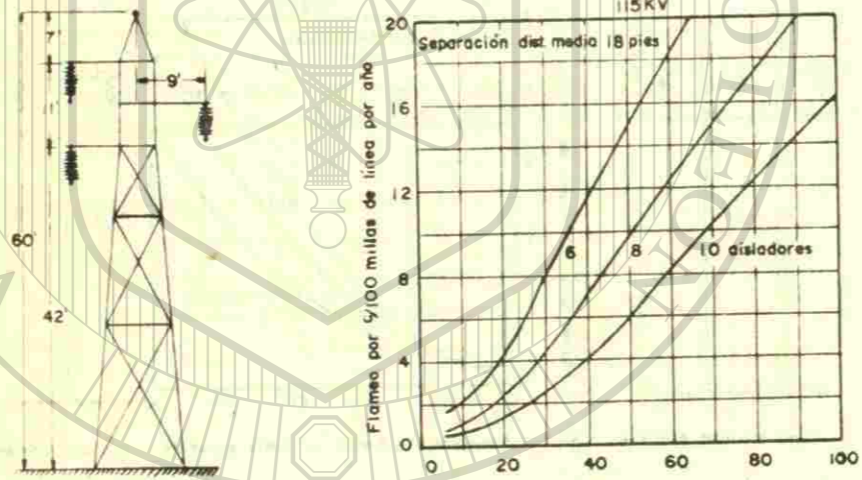


Claro promedio 600 pies

A Resistencia de la base de la torre en ohms.

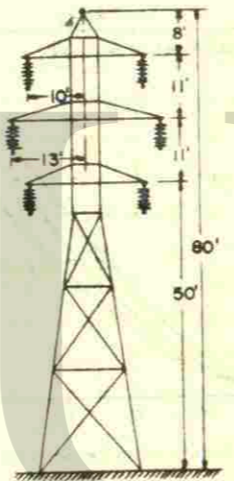


Claro promedio 600 pies

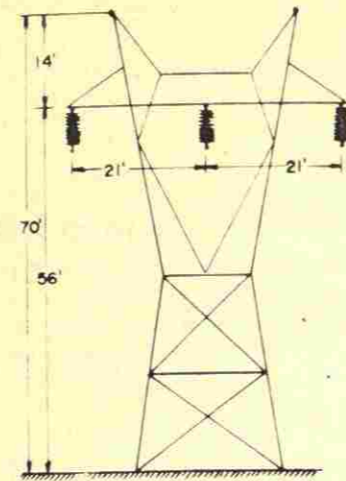


Claro promedio 700 pies

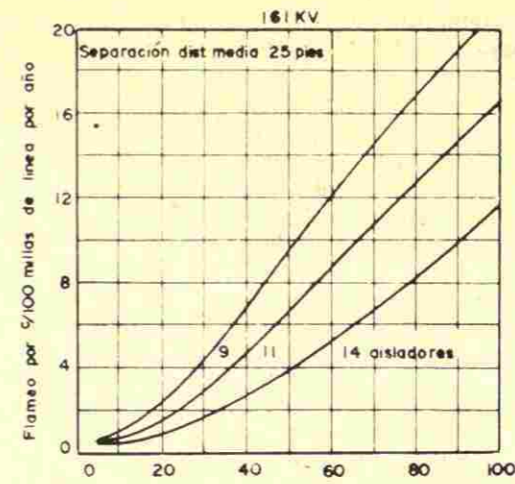
B Resistencia de la base de la torre en ohms.



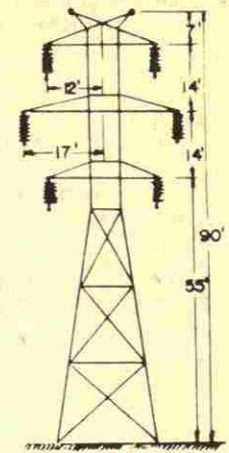
Claro promedio 700 pies



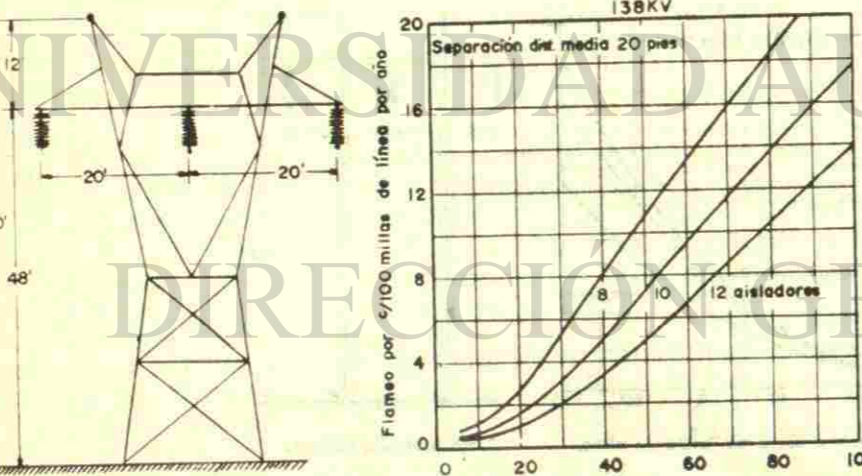
Claro promedio 1000 pies



D Resistencia de la base de la torre en ohms



Claro promedio 900 pies

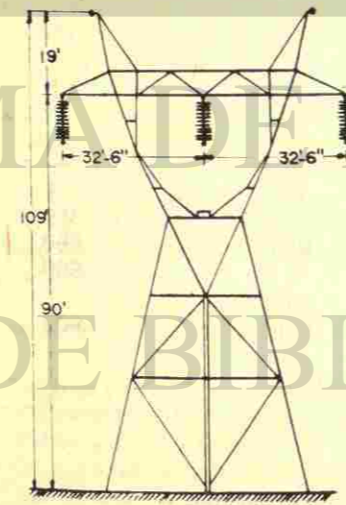


Claro promedio 900 pies

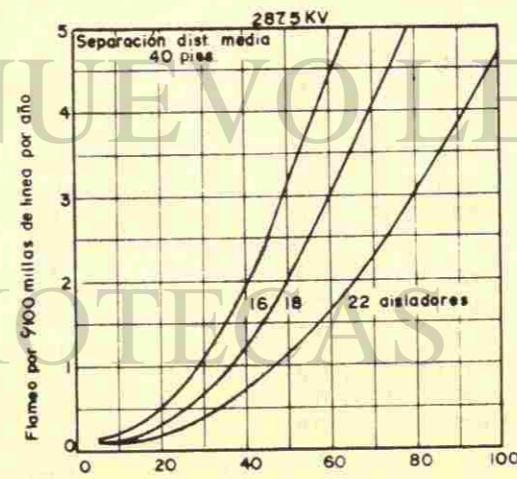
C Resistencia de la base de la torre en ohms.



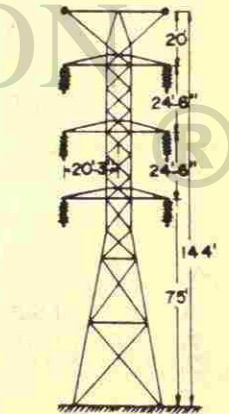
Claro promedio 800 pies



Claro promedio 1000 pies



F Resistencia de la base de la torre en ohms



Claro promedio 850 pies

Configuraciones típicas de líneas en torres estructurales y curvas para considerar el comportamiento de la línea, basado en aisladores estándar y un nivel de 30 días tormenta por año.

**Datos Generales de Líneas en Postes de Madera**

| Voltaje Nominal KV | Número de aisladores* | Nivel de aislamiento al impulso** (1 1/2 x 40) ondas positivas | 60 ciclos Flameo en seco (1) (KV-RMS) | Tiempos normales del voltaje de Línea a Tierra |
|--------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|--|
| 34.5               | Tipo alfiler          | 500  | 120                                   | 6.0  |
|                    |                       | 600  | 180                                   | 9.0  |
|                    |                       | 700  |                                       |  |
| 69                 | 4                     | 970  | 270                                   | 6.8  |
|                    |                       | 1020   | 330                                   | 8.3  |
|                    |                       | 1070   | 380                                   | 9.5  |
| 115                | 6                     | 1130   | 380                                   | 5.7  |
|                    |                       | 1220   | 500                                   | 7.5  |
|                    |                       | 1330   | 600                                   | 9.0  |
| 138                | 8                     | 1330   | 500                                   | 6.3  |
|                    |                       | 1380   | 550                                   | 6.9  |
|                    |                       | 1490   | 660                                   | 8.3  |
| 161                | 9                     | 1450   | 550                                   | 5.9  |
|                    |                       | 1490   | 600                                   | 6.5  |
|                    |                       | 1600   | 710                                   | 7.6  |

\* Valores promedio más utilizables

\*\* Basado en el número de aisladores mostrado en la columna correspondiente, más la longitud del poste de madera empleado.

(1) Basado en aislamiento de porcelana únicamente.

**Datos Generales de Líneas en Torres Estructurales**

| Voltaje Nominal KV | Número de aisladores* | Nivel de aislamiento al impulso (1 1/2 x 40) ondas positivas | 60 ciclos flameo en seco (KV-RMS) | Tiempos normales del voltaje de línea a tierra |
|--------------------|-----------------------|--|-----------------------------------|--|
| 69                 | 4                     | 430  | 270                               | 6.8  |
|                    |                       | 600  | 380                               | 9.5  |
|                    |                       | 760  | 500                               | 12.5   |
| 115                | 6                     | 600  | 380                               | 5.7  |
|                    |                       | 760  | 500                               | 7.5  |
|                    |                       | 930  | 600                               | 9.0  |
| 138                | 8                     | 760  | 500                               | 6.3  |
|                    |                       | 930  | 600                               | 7.5  |
|                    |                       | 1100   | 710                               | 8.9  |
| 161                | 9                     | 850  | 550                               | 5.9  |
|                    |                       | 1020   | 660                               | 7.1  |
|                    |                       | 1270   | 820                               | 8.8  |
| 230                | 14                    | 1270   | 820                               | 6.2  |
|                    |                       | 1440   | 930                               | 7.0  |
|                    |                       | 1780   | 1140                              | 8.6  |
| 287.5              | 16                    | 1440   | 930                               | 5.6  |
|                    |                       | 1610   | 1030                              | 6.2  |
|                    |                       | 1950   | 1250                              | 7.5  |
| 345                | 18                    | 1610   | 1030                              | 5.2  |
|                    |                       | 1780   | 1140                              | 5.7  |
|                    |                       | 2110   | 1350                              | 6.8  |

\* Valores promedio más utilizables.

**Niveles de Aislamiento Básicos de impulso**

| Clase KV | Niveles de impulso básico estándar KV | Niveles de aislamiento reducido en uso KV |
|----------|---------------------------------------|---|
| 1.2      | 30*                                   | 45†                                       |
| 2.5      | 45*                                   | 60†                                       |
| 5.0      | 60*                                   | 75†                                       |
| 8.7      | 75*                                   | 95†                                       |
| 15       | 95*                                   | 110†                                      |
| 23       | 150                                   |   |
| 34.5     | 200                                   |   |
| 46       | 250                                   |   |
| 69       | 350                                   |   |
| 92       | 450                                   |   |
| 115      | 550                                   | 450                                       |
| 138      | 650                                   | 550                                       |
| 161      | 750                                   | 650                                       |
| 196      | 900                                   |   |
| 230      | 1050                                  | 900                                       |
| 287      | 1300                                  |   |
| 345      | 1550                                  |   |

\* Para equipo de distribución.

† Para equipo de potencia.

## Cálculo de la Caída de Tensión

### Cálculo de Caidas de Tensión Constante

La caída de tensión constante se debe al flujo de la corriente a través de una impedancia. Para calcular la caída de tensión constante, la impedancia del circuito, la corriente del circuito y el factor de potencia de esa corriente relativo a algún voltaje, deben ser conocidos. Se considera que el factor de potencia será el de la carga.

Métodos rigurosos de cálculo de caída de tensión pueden ser muy rebuscados y complicados, particularmente en los casos en donde sólo el voltaje final enviado es conocido y la corriente y el factor de potencia de la carga cambian con la variación del voltaje final recibido. Para el propósito de uso ordinario en problemas de plantas industriales, los métodos aproximados son generalmente satisfactorios.

Se describen dos métodos para determinar la caída de tensión:

1. Por cálculo, usando cualquiera de los voltajes finales: enviado o recibido, la magnitud y el factor de potencia de la carga de corriente y la impedancia total del circuito.
2. Este método incluye el uso de las cartas de la caída de tensión contra la carga de las varias componentes del circuito.

### Caída de Tensión por Fórmula.

La caída de tensión en un sistema de fuerza puede ser calculado por la selección de la fórmula, la cual sea más adecuada a la exactitud requerida y el voltaje, el cual es conocido, así como el voltaje final de envío o de recepción del circuito.

En todas las fórmulas siguientes, excepto la ecuación (8), los voltajes están en caída de tensión línea a neutro. Para obtener la caída de tensión en un sistema trifásico, multiplique la caída de tensión de línea a neutro por  $\sqrt{3}$ . Para el sistema de una fase, la caída de tensión de línea es obtenida, multiplicando la caída de tensión de línea a neutro por 2.

Es posible, bajo algunas condiciones obtener un resultado con signo negativo de las siguientes fórmulas. En tales casos, el resultado deberá ser interpretado entendiendo que el voltaje recibido es más alto que el voltaje final enviado. Estos casos serán raros, sin embargo la gran mayoría de los sistemas tendrán voltaje de carga o recepción, los cuales son más bajos que el voltaje final de envío.

### Nomenclatura para Fórmulas.

- $e$  = Caída de tensión entre línea a neutro
- $e_s$  = Voltaje entre línea a neutro al final de la fuente
- $e_R$  = Voltaje entre línea a neutro al final de la carga
- $\phi$  = Angulo cuyo coseno es el factor de potencia de la carga
- $I$  = Corriente de línea
- $R$  = Resistencia del circuito en ohms
- $X$  = Reactancia del circuito en ohms

(Por conveniencia, la reactancia inductiva tiene valor positivo y la reactancia capacitiva tiene valor negativo)

$\cos \phi$  = Factor de potencia de la carga en decimales  
 $\text{Sen } \phi$  = Factor reactivo de carga, en decimales

(Por conveniencia,  $\text{sen } \phi$  es positivo para el factor de potencia de cargas retardadas y negativo para el factor de potencia de cargas adelantadas).

### Formulas Exactas

Si  $e_R$  es conocida:

$$\text{Caída de tensión de línea a neutro} = \sqrt{(e_R \cos \phi + IR)^2 + (e_R \text{sen } \phi + IX)^2} - e_R \quad (1)$$

Si  $e_s$  es conocida:

$$\text{Caída de tensión línea a neutro} = e_s + IR \cos \phi + IX \text{sen } \phi - \sqrt{e_s^2 - (IX \cos \phi - IR \text{sen } \phi)^2} \quad (2)$$

La caída de tensión puede ser obtenida también por un método proporcional. Ambas, la caída de tensión y el cambio de fase debido a la caída de tensión pueden ser obtenidas por:

$$e_R = e_s \frac{Z_L}{Z_S} \quad (3)$$

en donde todas las cantidades son expresadas vectorialmente y  $Z_L$  es la impedancia de la carga equivalente y  $Z_S$  es la impedancia del sistema, incluyendo  $Z_L$

$$\text{Caída de tensión} = e_s - e_R \text{ (numéricamente)}. \quad (4)$$

Si se usa la ecuación (3) deberá tomarse en cuenta que la impedancia de la carga es afectada por ser constante, de donde todas las otras fórmulas están basadas en que la corriente de carga permanece constante.

### Fórmulas aproximadas

En casos prácticos, los resultados de estas fórmulas aproximadas son lo suficientemente precisas, en donde se usa la regla de cálculo.

Si  $e_R$  es conocida:

$$\text{Caída de tensión de línea a neutro} = I(R \cos \phi + X \text{sen } \phi) + \frac{(IX \cos \phi - IR \text{sen } \phi)^2}{2(e_R + IR \cos \phi + IX \text{sen } \phi)} \quad (5)$$

Si  $e_s$  es conocida:

$$\text{Caída de tensión de línea a neutro} = IR \cos \phi + IX \text{sen } \phi + \frac{(IX \cos \phi - IR \text{sen } \phi)^2}{2e_s} \quad (6)$$

### Fórmulas Aproximadas mas Comumente Usadas.

Donde  $e_R$  ó  $e_S$  es conocida:

Caida de tensión de línea a neutro =

$$= I (R \cos \theta + X \sin \theta) \quad (7)$$

La ecuación (7) puede ser convertida como sigue para calcular el por ciento de caída de tensión.

Por ciento de la caída de tensión =

$$= \frac{Kva (R \cos \theta + X \sin \theta)}{10 (Kv)^2} \quad (8)$$

Donde Kva. son Kva trifásicos,  $Kv_1$  y  $Kv_2$  son Kilovolts de línea a línea.

Para circuitos monofásicos el por ciento de la caída es dos veces este valor. Del diagrama vectorial en la figura siguiente puede ser visto que, las ecuaciones (7) y (8) son aproximadas,

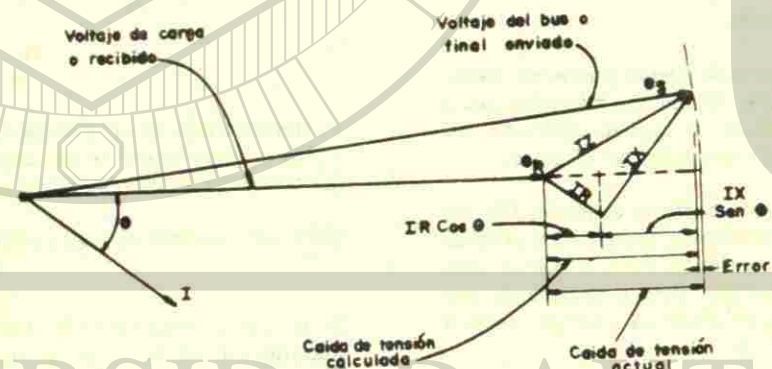


Diagrama que indica la magnitud del error cuando se utilizan las ecuaciones (7) y (8).

para fines prácticos. En casos prácticos el ángulo entre  $e_R$  y  $e_S$  será pequeño. En estas fórmulas el error disminuye cuando el ángulo entre  $e_R$  y  $e_S$  se aproxima a cero y son exactas cuando el ángulo es cero. La última condición existirá cuando el factor de potencia de una carga inductiva sea el mismo que el del circuito inductivo a través de la carga de corriente que causa la caída de tensión. En la figura,  $\theta$  es el factor de potencia de la carga.

### Efecto de Cargas no Lineales

El error causado por la variación de la corriente de carga y el factor de potencia, con el voltaje aplicado a la carga, no es

tomado en consideración en las fórmulas anteriores. Si el error es considerable, puede compensarse usando el método "ejecutar y comprobar"; esto es, primero se toma una caída dada o el voltaje final de recepción  $e_R$  en las fórmulas. Entonces si el valor obtenido por sustracción del cálculo de caída de tensión de el voltaje final enviado es considerablemente diferente de el tomado para el voltaje final recibido prueba otra vez. Generalmente tal refinamiento no es necesario cuando la caída de tensión de la planta total es menor del 10 %.

### Calculos de la Caída de Tensión incluyendo la Reactancia del Conductor

Cuando la corriente circula en un conductor en el cual la reactancia debida a la misma inducción es despreciable, la caída de tensión es igual al producto de la corriente en amperes y resistencia total del conductor en ohms. Pero cuando la reactancia del conductor no es despreciable la caída de tensión es igual al producto de la corriente en amperes y la impedancia total de el conductor, la cual es determinada de la fórmula

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

En la cual:  
 $Z$  = Impedancia total en volts.  
 $R$  = Resistencia total de la corriente alterna conductor en ohms.  
 $X$  = Reactancia del conductor en ohms.

La caída de tensión en tal conductor es:

$$V = IZ$$

En la cual:  
 $V$  = Caída de tensión en volts  
 $I$  = Flujo de corriente en el conductor en amperes.  
 $Z$  = Impedancia total del conductor en ohms

### ● Cálculo de Caída de Tensión

La resistencia de un alambre de cobre de 1 pie de longitud y 1 circular mil, en su sección transversal, es aproximadamente 10.8 ohms.

En la ley de Ohm  $I = \frac{E}{R}$

donde:

$$R = \frac{2 \times \text{pies (longitud del circuito)} \times 10.8}{\text{CM}}$$

Usando la ley de Ohm,  $E = IR$

$$E = \frac{\text{amperes} \times 2 \times \text{pies} \times 10.8}{\text{CM}}$$

Donde el término "Pies" indica la longitud del circuito, el número de pies de alambre en el circuito, siendo doble la longitud del mismo.

Ejemplo: Cual sería la pérdida de voltaje en un circuito de alambre No. 12 llevando 20 amperes una distancia de 50 pies?

No. 12 AWG = 6530 CM

$$E = \frac{20 \times 2 \times 50 \times 10.8}{6530} = 3.3 \text{ caída de tensión, o } 3\% \text{ en circuito de 110 volts}$$

### Como hacer un Estudio de Circuito Corto, para Determinar la Corriente de Circuito Corto

#### Fórmulas para el Estudio del Circuito Corto.

I.- Cambiando de ohms. a % ohms., etc.

$$\text{reactancia en \% en ohms.} = \frac{\text{reactancia en ohms} (Kva \text{ base})}{(Kv)^2} \quad (1)$$

$$\text{reactancia por unidad (0/1) en ohms.} = \frac{\text{reactancia en ohms} (kva \text{ base})}{(Kv)^2 (1000)} \quad (2)$$

$$\text{reactancia en ohms.} = \frac{\text{reactancia en \%} (Kv)^2 (10)}{Kva \text{ base}} \quad (3)$$

$$\text{reactancia por unidad en ohms.} = \frac{\text{reactancia en \% en ohms.}}{100} \quad (4)$$

II.- Cambiando la reactancia en% o por unidad (en ohms.) de unos Kva. base por otros.

$$\text{reactancia en \% en ohms en Kva de base 2} = \frac{Kva \text{ base 2}}{Kva \text{ base 1}} \times [\text{reactancia en \% (en ohms) de base 1}] \quad (5)$$

reactancia por unidad en Kva de base 2 =

$$= \frac{Kva \text{ base 2}}{Kva \text{ base 1}} \times [\text{reactancia por unidad (en ohms) en Kva base 1}] \quad (6)$$

III.- Convirtiendo la reactancia del sistema en servicio a reactancia en % o por unidad en ohms en Kva base siendo usados en el estudio:

a) Si está dada la reactancia en% en ohms en unos Kva base tan diferente a los usados en el estudio, convertir de acuerdo a la ecuación (5)

b) Si está dado el circuito corto en Kva, convertir a ohms por unidad como sigue:

$$\text{reactancia por unidad} = \frac{Kva \text{ base usados en diagrama de reactancias}}{(\text{circuito corto en Kva del sistema utilizado})} \quad (7)$$

c) Si está dado el circuito corto en amperes (rms simétricos) convertir a ohms por unidad como sigue:

$$0/1 \text{ reactancia} = \frac{Kva \text{ base usado en diagrama de reactancia}}{\left[ \frac{\text{corriente en circuito corto}}{\sqrt{3}} \right] \left[ \frac{Kv \text{ considerado del sistema}}{\sqrt{3}} \right]} \quad (8)$$

d) Si únicamente los Kva interrumpidos de la línea que llegan al interruptor, son conocidos:

reactancia por unidad en ohms =

Kva base usados en el diagrama de reactancias (9)

Kva interruptivos del interruptor de la línea de entrada

IV.- Determinación de los Kva base de motores.

$$\text{Los exactos Kva base de un motor} = EI \sqrt{3} \quad (10)$$

Donde:

E = Voltaje de la placa.

I = Corriente considerada a plena carga de placa.

Cuando no se conoce la corriente a plena carga de un motor, use los siguientes Kva base:

Motores de inducción

Kva base = HP considerados

Motor sincrónico con un factor de potencia de 0.8

Kva base = 1.0 (HP considerados)

Motor sincrónico, con un factor de potencia de 1.0

Kva base = 0.8 (HP considerados)

V. Conversión del voltaje de base cuando se usan ohms.

Ohms en base de voltaje 1

$$\frac{(\text{Voltaje 1})^2}{(\text{Voltaje 2})^2} \times (\text{ohms en base de voltaje 2}) \quad (14)$$

En las ecuaciones (1) y (4), la impedancia en ohms o la resistencia en ohms, pueden ser substituidas por la reactancia en ohms. El producto final es la reactancia o la impedancia por unidad o en ohms, respectivamente.

VI.- Determinación de los Kva simétricos de circuito corto.

$$\text{Kva simétricos de circuito corto} = \frac{100}{\% X^*} (\text{Kv base}) \quad (15)$$

$$\frac{1}{\text{Por unidad } X^*} (\text{Kv base}) \quad (16)$$

$$= 3 \frac{(\text{Voltaje de línea a neutro})^2}{\text{reactancia en ohms} \times 1000} \quad (17)$$

$$= \frac{\text{Kv}^2 \times 1000}{\text{reactancia en ohms}} \quad (18)$$

VII.- Determinación de la corriente simétrica en circuito corto.

$$\text{Corriente simétrica de circuito corto} = \frac{(100) (\text{Kva base})}{(\% X^*) (\sqrt{3}) (\text{Kv}^+)} \quad (19)$$

$$= \frac{\text{Kva base}}{(\text{por unidad } X^*) (\sqrt{3}) (\text{Kv}^+)} \quad (20)$$

$$= \frac{\text{Kv}^+ \times 1000}{(\sqrt{3}) (\text{reactancia en ohms})} \quad (21)$$

X\* = reactancia o impedancia  
Kv + = Kilovolts línea a línea

VIII.- Determinación de corriente asimétrica de circuito corto.

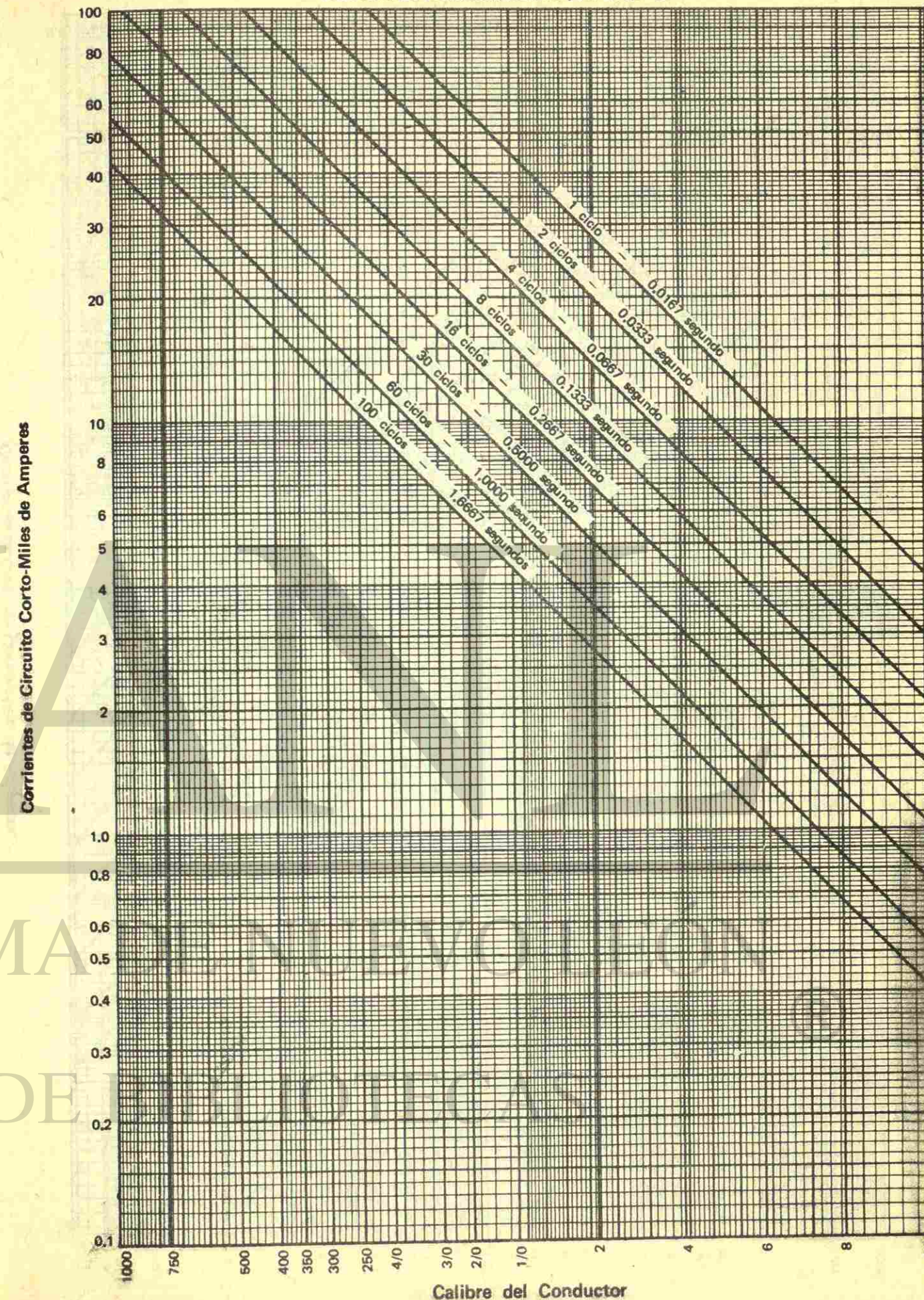
Corriente asimétrica de circuito corto =

= corriente simétrica x factor de multiplicación.

Kva asimétricos de circuito corto =

= Kva simétricos x factor de multiplicación.

Gráfica de Corrientes de Circuito Corto Permisibles para Cable Pycsa Alta Tensión De Cobre con Forro de Polietileno Natural y PVC. 75° C.





Gráfica de Corrientes de Circuito Corto Permisibles para Cable Poliphef de Polietileno Vulcanizado de Cadena Cruzada (XLP) de Aluminio. 90°C.

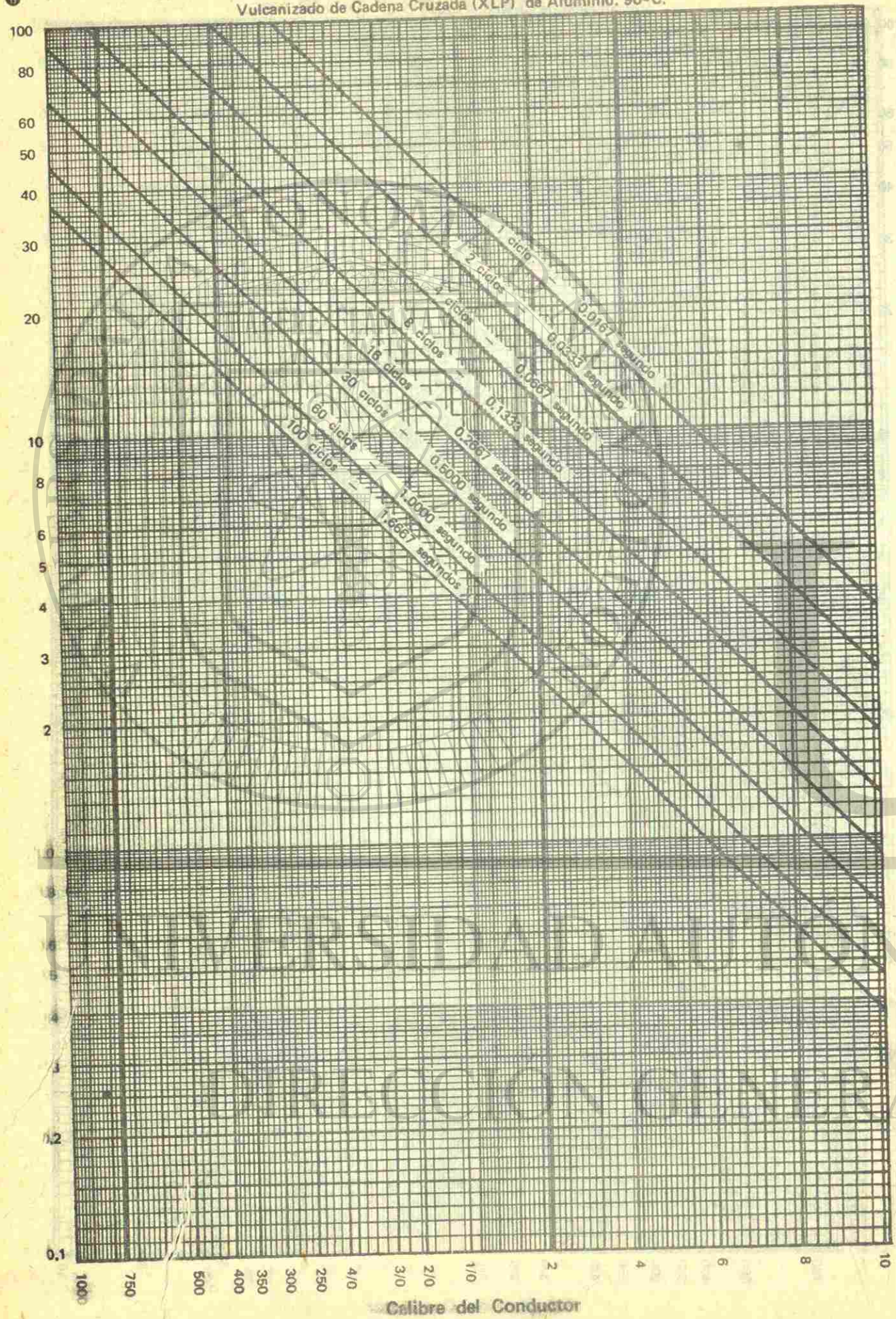
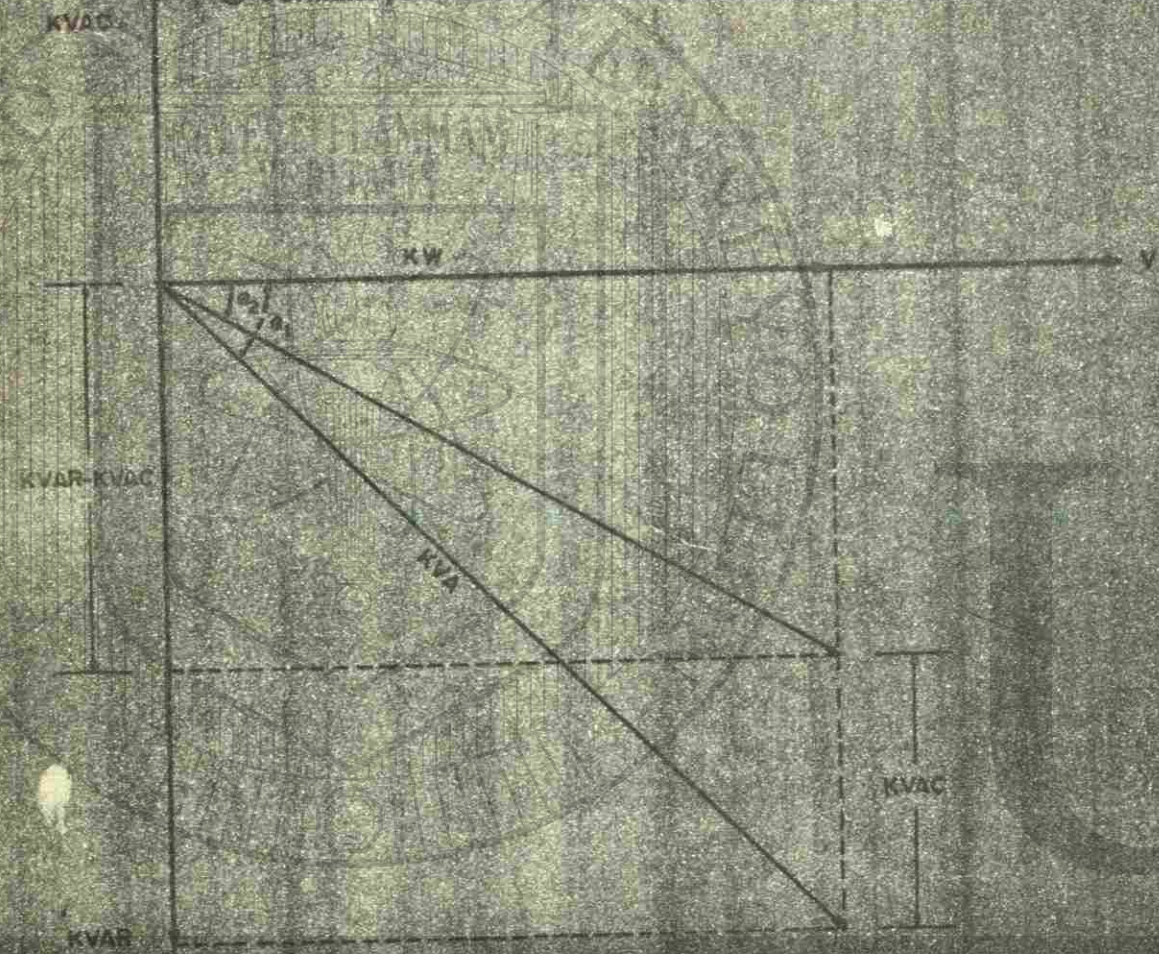


Gráfico para Determinar la Fuerza Máxima de Circuito Corto en Buses



● Fórmulas para Determinar los KVAC para Corregir el Factor de Potencia



KW, es la potencia efectiva en kilowatts.  
 KVA, es la potencia aparente en kilovoltamperes.  
 KVAR, es la potencia inductiva en kilovoltamperes.  
 KVAC, es la potencia capacitiva en kilovoltamperes.

Es costumbre también llamarle a este valor potencia reactiva ya que está en fase con las reactivas y puede restarse aritméticamente. Se le designa también por CKVAR.

De la fig. 1 se deducen las siguientes igualdades:

$$\begin{aligned} KW &= KVA \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (1) \\ KVA &= \sqrt{KW^2 + KVAR^2} \dots\dots\dots (2) \\ KVAC &= KW (\text{Tang } \varphi_1 - \text{Tang } \varphi_2) \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

Por medir en podemos conocer con el auxilio de un wáttmetro KW y por un ampémetro y un voltmetro KVA y deducir:

$$\cos \varphi_1 = \frac{KW}{KVA} = \frac{KW}{\sqrt{KW^2 + KVAR^2}} \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Tang } \varphi_1 = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_1}}{\cos \varphi_1} \dots\dots\dots (5)$$

Por otro lado, si quisiéramos mejorar el factor de potencia a un valor alto (ángulo  $\varphi_2$  menor):  $\cos \varphi_2$ , tendríamos también para:

$$\text{Tang } \varphi_2 = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_2}}{\cos \varphi_2} \dots\dots\dots (6)$$

y la carga capacitiva en condensadores, o capacitadores, es la carga por la fórmula (3).

El orden de preferencia de instalación de los capacitores, será el que se indique en los resultados de la indicación con los números 1, 2, 3, y 4 en la Fig. 2.

Un procedimiento rápido para obtener los KVAC, cuando se quiere mejorar el factor de potencia a 0.85, a partir de los datos medidos KW y KVAR, es emplear la fórmula:

$$KVAC = KVAR - 0.02 KW$$

Este procedimiento se basa en el uso de la fórmula en el apartado:

$$\cos \varphi = 0.85 = \frac{100}{\sqrt{100^2 + K}}$$

de donde se obtiene: 52 KVAR por cada 100 KW.

En la Fig. 2, se ha dibujado un diagrama para el cálculo de los KVAC con base a un factor de potencia mejorado de 0.85.

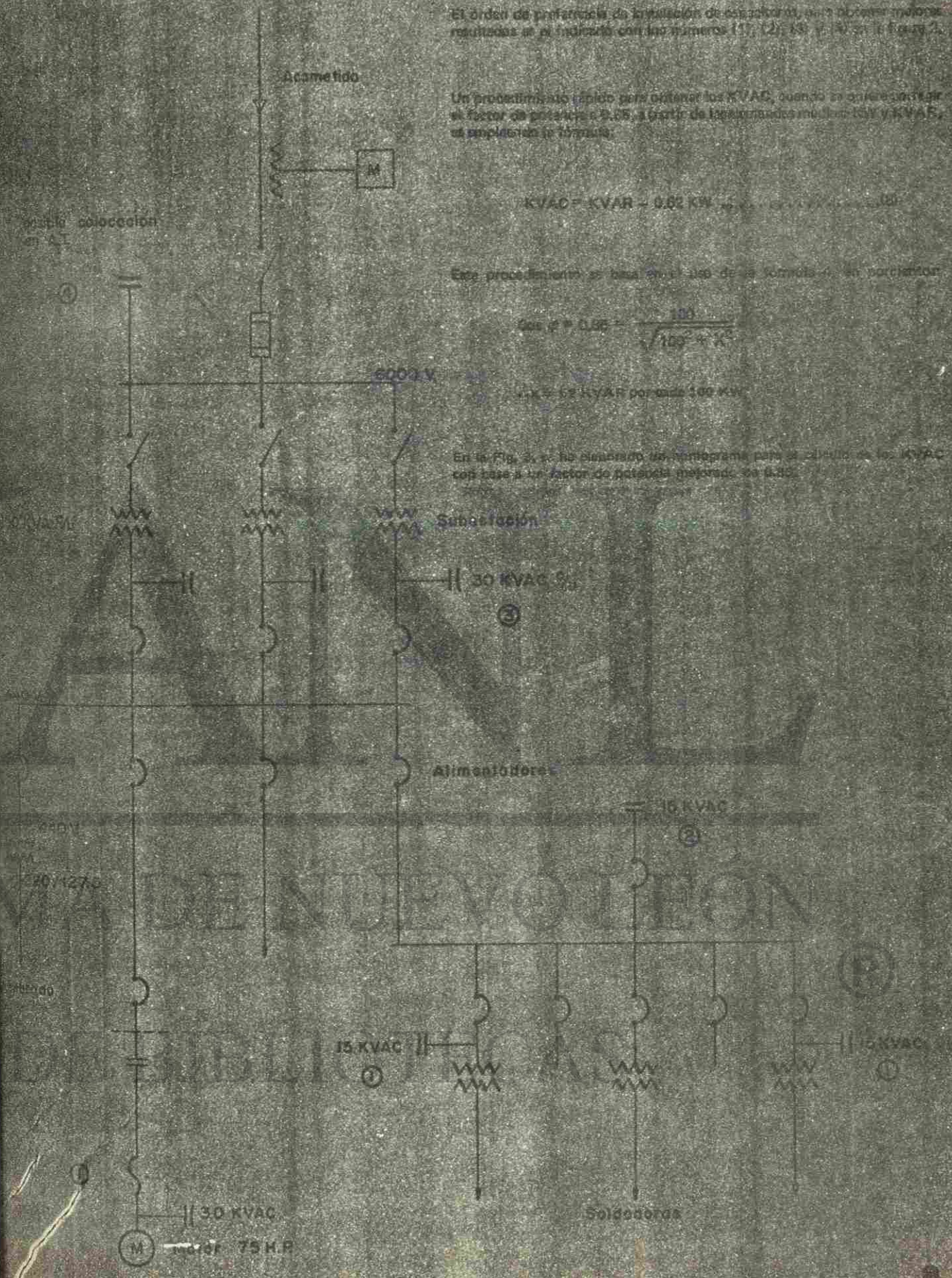
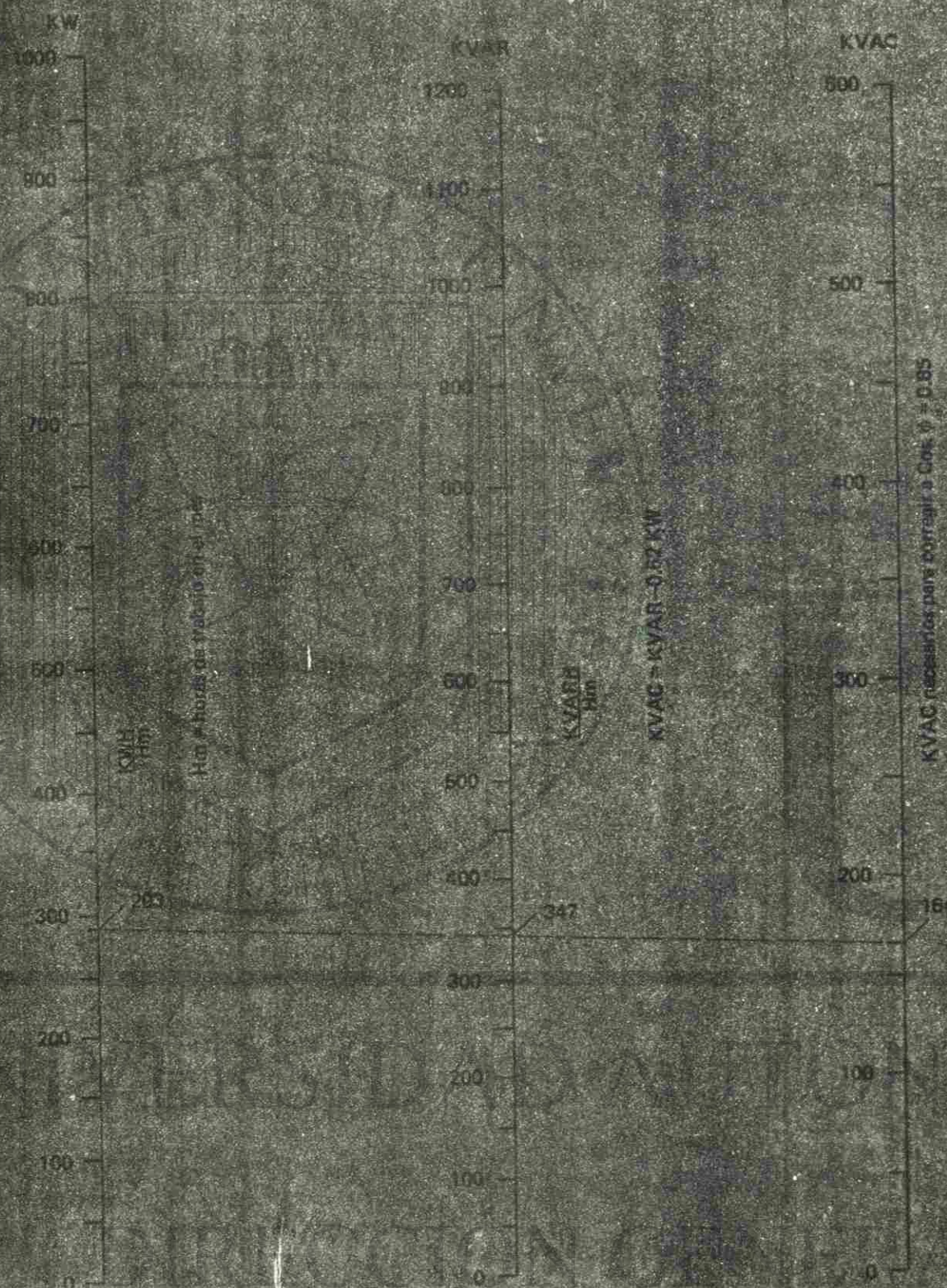


Fig. 2



Al conectar los condensadores a los transformadores, motores individuales o grupos de cargas inductivas, debe tenerse cierta precaución en no excederse de la capacidad de los condensadores, pues pueden producirse tensiones armónicas o sobrevoltajes transitorios, o cualquiera de ellos, que pudieran ser perjudiciales para los aislamientos de esos aparatos.

Aunque en este aspecto, teóricamente, puede demostrarse el peligro de producirse armónicas y resonancias perjudiciales, prácticamente, no se han encontrado casos de importancia en los 50 ó más millones de KVAC instalados en el mundo. Sin embargo, una regla práctica es no colocar bancos de capacitores mayores de 2/3 de la capacidad de los transformadores en KVA.

$$\text{KVAC} < \frac{2}{3} \text{ KVA.}$$

Como es un hecho que no es posible producir corrientes armónicas arriba del 35% de la corriente normal, los Códigos y Reglamentos establecen este factor para la selección de interruptores, elementos térmicos y conductores.

Para la aplicación individual de condensadores a los aparatos inductivos, es conveniente guiarse por la tabla siguiente, donde se prevé para los transformadores, o aparatos inductivos similares una capacidad del 15 al 20 % de los KVA y para los motores del 20 al 25% de los C.P. (H.P.).

| TRANSFORMADORES<br>O SIMILARES |           | MOTORES<br>(PAR DE ARRANQUE Y CORRIENTE NORMALES) |         |          |           |
|--------------------------------|-----------|---|---------|----------|-----------|
| KVA                            | KVCA      | C.P.<br>o<br>H.P.                                 | 4 POLOS | 8 POLOS  | 12 POLOS  |
|                                |           |   | KVAC    |          |           |
| 30                             | 4.5-6     | 40  | 7.5-10  | 10 - 13  | 15 - 20   |
| 45                             | 7-10      | 50  | 10-12   | 13 - 16  | 20 - 25   |
| 50                             | 7.5-10    | 60  | 12-15   | 16 - 20  | 25 - 30   |
| 75                             | 12.5-15   | 75  | 15-20   | 20 - 25  | 30 - 40   |
| 112.5                          | 20 - 25   | 100   | 20-25   | 25 - 30  | 40 - 50   |
| 150                            | 25 - 30   | 125   | 25-30   | 30 - 40  | 50 - 55   |
| 200                            | 30 - 40   | 150   | 30-35   | 40 - 45  | 55 - 60   |
| 300                            | 45 - 60   | 200   | 35-40   | 45 - 50  | 60 - 70   |
| 400                            | 60 - 80   | 250   | 40-50   | 50 - 65  | 70 - 80   |
| 500                            | 80 - 100  | 300   | 50-60   | 65 - 70  | 80 - 90   |
| 750                            | 110 - 150 | 350   | 60-65   | 70 - 80  | 90 - 100  |
| 1000                           | 150 - 200 | 400   | 65-70   | 80 - 90  | 100 - 110 |
| 1500                           | 200 - 300 | 450   | 70-75   | 90 - 95  | 110 - 120 |
|                                |           | 500   | 75-80   | 95 - 100 | 120 - 130 |

| Tensión<br>(Volts) | Condensadores Unitarios Normales |        |          |        |
|--------------------|----------------------------------|--------|----------|--------|
|                    | Capacidad * KVAC ( ó CKVAR)      |        |          |        |
|                    | Americanos                       |        | Europeos |        |
|                    | 50 Hz.                           | 60 Hz. | 50 Hz.   | 60 Hz. |
| 220                | 4.17                             | 5      | 5        | 6      |
|                    | 6.25                             | 7.5    | 7.5      | 9      |
| 240                | ---                              | ---    | 10       | 12     |
|                    | 8.35                             | 10     | 3        | 3.6    |
|                    |                                  |        | 4        | 4.8    |
|                    |                                  |        | 7        | 8.4    |
|                    |                                  |        | 12.5     | 15.0   |
|                    |                                  | 20     | 24.0     |        |

$$* \text{KVAC (50 Hz.)} = \frac{50}{60} \text{KVAC (60 Hz.)}$$



● Corrección del Factor de Potencia

| Factor de Potencia Original | Factor de Potencia deseado |       |       |       |       |
|-----------------------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                             | 100%                       | 95%   | 90%   | 85%   | 80%   |
| 50%                         | 1.732                      | 1.403 | 1.248 | 1.112 | 0.982 |
| 51                          | 1.687                      | 1.358 | 1.202 | 1.067 | 0.936 |
| 52                          | 1.643                      | 1.314 | 1.158 | 1.023 | 0.892 |
| 53                          | 1.600                      | 1.271 | 1.116 | 0.980 | 0.850 |
| 54                          | 1.559                      | 1.230 | 1.074 | 0.939 | 0.808 |
| 55                          | 1.518                      | 1.189 | 1.034 | 0.898 | 0.768 |
| 56                          | 1.479                      | 1.150 | 0.995 | 0.859 | 0.729 |
| 57                          | 1.442                      | 1.113 | 0.957 | 0.822 | 0.691 |
| 58                          | 1.405                      | 1.076 | 0.920 | 0.785 | 0.654 |
| 59                          | 1.368                      | 1.040 | 0.884 | 0.748 | 0.618 |
| 60                          | 1.333                      | 1.004 | 0.849 | 0.713 | 0.583 |
| 61                          | 1.299                      | 0.970 | 0.815 | 0.679 | 0.549 |
| 62                          | 1.266                      | 0.937 | 0.781 | 0.646 | 0.515 |
| 63                          | 1.233                      | 0.904 | 0.748 | 0.613 | 0.482 |
| 64                          | 1.201                      | 0.872 | 0.716 | 0.581 | 0.450 |
| 65                          | 1.169                      | 0.840 | 0.685 | 0.549 | 0.419 |
| 66                          | 1.138                      | 0.810 | 0.654 | 0.518 | 0.388 |
| 67                          | 1.108                      | 0.799 | 0.624 | 0.488 | 0.358 |
| 68                          | 1.078                      | 0.750 | 0.594 | 0.458 | 0.328 |
| 69                          | 1.049                      | 0.720 | 0.565 | 0.429 | 0.298 |
| 70                          | 1.020                      | 0.691 | 0.536 | 0.400 | 0.270 |
| 71                          | 0.992                      | 0.663 | 0.507 | 0.372 | 0.241 |
| 72                          | 0.964                      | 0.635 | 0.480 | 0.344 | 0.214 |
| 73                          | 0.936                      | 0.608 | 0.452 | 0.316 | 0.186 |
| 74                          | 0.909                      | 0.580 | 0.425 | 0.289 | 0.158 |
| 75                          | 0.882                      | 0.553 | 0.398 | 0.262 | 0.132 |
| 76                          | 0.855                      | 0.527 | 0.371 | 0.235 | 0.105 |
| 77                          | 0.829                      | 0.500 | 0.344 | 0.209 | 0.078 |
| 78                          | 0.802                      | 0.474 | 0.318 | 0.182 | 0.052 |
| 79                          | 0.776                      | 0.447 | 0.292 | 0.156 | 0.026 |
| 80                          | 0.750                      | 0.421 | 0.266 | 0.130 |       |
| 81                          | 0.724                      | 0.395 | 0.240 | 0.104 |       |
| 82                          | 0.698                      | 0.369 | 0.214 | 0.078 |       |
| 83                          | 0.672                      | 0.343 | 0.188 | 0.052 |       |
| 84                          | 0.646                      | 0.317 | 0.162 | 0.026 |       |
| 85                          | 0.620                      | 0.291 | 0.136 |       |       |
| 86                          | 0.593                      | 0.265 | 0.109 |       |       |
| 87                          | 0.567                      | 0.238 | 0.082 |       |       |
| 88                          | 0.540                      | 0.211 | 0.056 |       |       |
| 89                          | 0.512                      | 0.183 | 0.028 |       |       |
| 90                          | 0.484                      | 0.155 |       |       |       |
| 91                          | 0.456                      | 0.127 |       |       |       |
| 92                          | 0.426                      | 0.097 |       |       |       |
| 93                          | 0.395                      | 0.066 |       |       |       |
| 94                          | 0.363                      | 0.034 |       |       |       |
| 95                          | 0.329                      |       |       |       |       |
| 96                          | 0.292                      |       |       |       |       |
| 97                          | 0.251                      |       |       |       |       |
| 98                          | 0.203                      |       |       |       |       |
| 99                          | 0.143                      |       |       |       |       |

Multiplique la cantidad de la columna y fila deseada, por los kilowatts de demanda y obtendrá los KVAR del capacitor necesario para adelantar de un factor de potencia a otro.

NOTA: Debe tenerse cuidado de tomar los kilowatts de demanda media mensual cuando el factor de potencia medido sea el valor medio mensual.

● Fórmulas Para Alumbrado de Diseño General

Cálculo por el método de los lúmenes.—

Lúmenes promedio obtenidos = total de lúmenes iniciales de la lámpara x CU x FM en el plano de trabajo

Footcandles promedio en el plano de trabajo =  $\frac{\text{total de lúmenes iniciales} \times \text{CU} \times \text{FM}}{\text{área del cuarto en pies}^2}$

= watts totales por pie cuadrado x lúmenes totales por watt x CU x FM

Área por Lámpara (pies<sup>2</sup>) =  $\frac{\text{lúmenes iniciales por lámpara} \times \text{CU} \times \text{FM}}{\text{footcandles promedio del nivel deseado}}$

Área por unidad de alumbrado (pies<sup>2</sup>) =  $\frac{\text{lúmenes iniciales por lámpara} \times \text{número de lámparas por unidad de alumbrado} \times \text{CU} \times \text{FM}}{\text{footcandles promedio del nivel deseado}}$

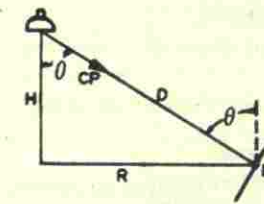
Watts totales por pie<sup>2</sup> =  $\frac{\text{footcandles promedio del nivel deseado}}{\text{lúmenes totales por watt} \times \text{CU} \times \text{FM}}$

CU = coeficiente de utilización  
FM = factor de mantenimiento

Cálculo por el método de punto por punto.—

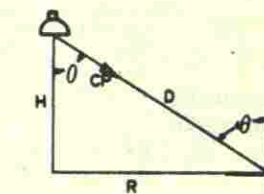
Iluminación normal al rayo de luz:

$$E_n = \frac{CP}{D^3}$$



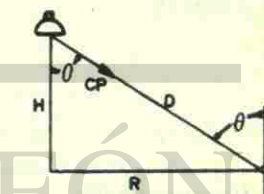
Iluminación horizontal:

$$E_h = \frac{CP}{D^3} \cos \theta = \frac{CP}{H^2} \cos^3 \theta = \frac{CP \times H}{D^3}$$



Iluminación vertical:

$$E_v = \frac{CP}{D^3} \sin \theta = \frac{CP}{H^2} \cos^2 \theta \sin \theta = \frac{CP \times R}{D^3}$$



Donde:

$E_n$  = iluminación en un plano horizontal al rayo de luz (footcandles).

$E_h$  = iluminación en un plano horizontal cuando el rayo de luz incide en el plano un ángulo  $\theta$  (footcandles).

$E_v$  = iluminación en un plano vertical cuando el rayo de luz incide en el plano un ángulo  $\theta$  (footcandles).

CP = intensidad de la fuente luminosa en dirección del punto P (candles fuerza).

D = distancia entre la fuente luminosa al punto P (pies).

H = altura de montaje vertical de la fuente luminosa sobre el plano de medición (pies).

R = distancia horizontal desde la fuente luminosa al punto P (pies).

$\theta$  = ángulo entre el rayo de luz y una línea perpendicular a través de la fuente luminosa (o una línea perpendicular a un plano horizontal a través del punto P).

| Fuente luminosa  | Altura de montaje mínima (m) (1)  | Ventajas  | Desventajas   |
|--|---|---|---|
| <b>Fluorescencia</b><br>90 W, precalentamiento<br>40 W, precalentamiento-arranque ráp.<br>Slimline T-12 de 4', 6' y 8'<br>Alta Emisión T-12 de 4', 6' y 8'<br>Muy Alta Emisión T-12 de 4', 6' y 8'   | 3.65<br>4.25<br>4.85  | Alta eficacia, larga vida, bajo brillo, buena calidad de color. Todas las lámparas a excepción de las de precalentamiento, arrancan instantáneamente o en un segundo y no requieren cebador.  | Costo inicial mucho más elevado que la incandescencia. Sistema poco eficaz en áreas altas y estrechas.  |
| <b>Incandescencia</b><br>Lámparas de bulbo PS<br><br>Lámparas reflectoras<br>500 W, R-57 haz estrecho<br>750 W, R-57 haz estrecho<br>1000 W, R-57 haz estrecho<br><br>500 W, R-52 haz ancho<br>750 W, R-52 haz ancho<br><br>500 W, R-57 haz medio<br>750 W, R-57 haz medio | Varía con la potencia<br><br>6.10<br>7.30<br>7.30<br><br>4.55<br>5.50<br><br>4.85<br>6.10 | <b>General.</b> - Bajo costo inicial de instalación, buena calidad de color, arranque instantáneo.<br><br>Sistema bastante eficaz en áreas altas y estrechas, vida relativamente larga (dos mil horas).<br><br>Buena iluminación de las superficies verticales, vida relativamente larga (dos mil horas).<br><br>Vida relativamente larga (dos mil horas), diseñadas para servicio en redes de 230 volts. | <b>General.</b> - Baja eficacia, vida corta, en comparación con otros tipos.<br><br>Elevado brillo que puede originar deslumbramiento directo y reflejado; iluminación relativamente baja de las superficies verticales.<br><br>Elevado brillo que puede originar deslumbramiento directo y reflejado; sistema poco eficaz en áreas altas y estrechas.<br><br>Las Lámparas para tensiones altas son menos eficaces que las diseñadas para tensión normal. |
| <b>Vap. mercurio sin baño</b><br>400 W, H33-1, 425 W, H40-17<br>400 W, H33-1, reflec. haz ancho (2)<br>400 W, H33-1, reflec. haz medio (2)<br>700 W, H35-18<br>1000 W, H34-12 o H36-15<br>3000 W, H9   | 5.50<br>4.55<br>6.10<br>7.90<br>9.15<br>12.20   | Alta eficacia, larga vida, fácil mantenimiento, buena eficacia del sistema (excepto para las lámparas H9 en áreas altas y estrechas). Los tipos H40-17, H35-18 y H36-15, si se alimentan en redes de 460 volts son las que tienen las reacciones de menor costo.  | Costo inicial mucho más elevado que la incandescencia. Color poco agradable. Las lámparas no alcanzan su emisión luminosa ni reaccionan inmediatamente. Las del tipo H40-17, H35-18, H36-16 necesitan portalámparas para alta tensión (460 volts).  |
| <b>Vap. mercurio fluorescente (3)</b><br>400 W, H33-1 (incl. semirrefl. (2))<br>425 W, H40-17 (incl. smirrefl. (2))<br>700 W, H35-18<br>1000 W, H34-12 o H36-15<br>1000 W, H34-12 o H36-15 semirrefl. (2)  | 4.85<br>4.85<br>6.10<br>7.60<br>9.15  | Todas las ventajas de las lámparas de mercurio sin baño y además luz más blanca y brillo menor de la fuente.  | Excepto la que se refiere al color, las mismas que para las lámparas de vapor de mercurio sin baño. La mejor fidelidad al color (lámpara blanca de lujo) representa un sacrificio en la emisión luminosa si se compara con su correspondiente lámpara sin baño.   |

(1) Las condiciones del local, la taréa visual y las características de la luminaria pueden aconsejar excepciones.  
(2) Las lámparas reflectoras y semirreflectoras se recomiendan particularmente cuando la acumulación de suciedad o el deterioro de las linternas es un problema. Las lámparas reflectoras, dirigen virtualmente toda la luz hacia abajo y las semirreflectoras dos tercios aproximadamente. La eficacia del sistema con lámparas semirreflectoras es relativamente baja si no se usa algún aparato reflector para controlar la luz.  
(3) Con baño de fósforo: Blanco de Alta Emisión, Blanco Normal y Blanco de Lujo.

Fecha: \_\_\_\_\_ Diseñado por: \_\_\_\_\_ Trabajo: \_\_\_\_\_ Cuarto: \_\_\_\_\_

| A. Datos del cuarto                             |                 |                       | B. Datos de cavidad     |                   |                       | C. Datos de unidades de alumbrado |                                  |
|---|-----------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| Dimensiones del Cuarto                          | Longitud        | <sup>1</sup> 30 pies  | Cavidad del cuarto      | Altura            | <sup>9</sup> 7.1 pies | Fabricante                        | <sup>17</sup>                    |
|   | Ancho           | <sup>2</sup> 20 pies  |                         | Relación          | <sup>10</sup> 3.0     |                                   | <sup>18</sup>                    |
|   | Area del piso   | <sup>3</sup> 600 pies | Cavidad del techo       | Altura            | <sup>11</sup> 0 pies  | No. Catálogo                      | <sup>19</sup>                    |
|   | Altura al Techo | <sup>4</sup> 9.5 pies |                         | Relación          | <sup>12</sup> 0       |                                   | Lámparas por unidad de alumbrado |
| Superficie reflejada                            | techo           | <sup>5</sup> 80%      | Eficiencia de reflexión | <sup>13</sup> 80% | Lumens por lámpara    | <sup>20</sup> 3 250               |                                  |
|   | Pared           | <sup>6</sup> 50%      |                         | Cavidad del piso  |                       | Altura                            | <sup>14</sup> 2.4 pies           |
|   | Piso            | <sup>7</sup> 20%      | Relación                |                   | <sup>15</sup> 1.0     | Factor de mantenimiento           | <sup>22</sup> 0.8                |
| Altura de montaje de las unidades de alumbrado. |                 | <sup>8</sup> 9.5 pies | Eficiencia de reflexión |                   | <sup>16</sup> 19%     |                                   |                                  |

| D. Footcandles   |  |                               | E. Cálculo de relaciones de cavidad  |  |
|--|--|-------------------------------|--|--|
| Número de unidades de alumbrado requeridas para producir un número dado de footcandles |  |                               | Relación de cavidad = $\frac{5 \times \text{Altura de la cavidad} \times (\text{longitud} + \text{ancho})}{\text{longitud} \times \text{ancho}}$   |  |
| Nivel de iluminación deseado   | <sup>23</sup> 150 footcandles          |                               | Cuarto:<br>$\frac{5 \times \text{línea 9} \times (\text{línea 1} + \text{línea 2})}{\text{línea 1} \times \text{línea 2}} = \frac{5 \times 7.1 \times (30 + 20)}{30 \times 20} = 3.0 \text{ (línea 10)}$ |  |
| Número de unidades de alumbrado  | <sup>24</sup> 36                       |                               | Techo:<br>$\frac{5 \times \text{línea 11} \times (\text{línea 1} + \text{línea 2})}{\text{línea 1} \times \text{línea 2}} = \frac{5 \times 0 \times (30 + 20)}{30 \times 20} = 0 \text{ (línea 12)}$     |  |
| Número de footcandles producido por un número dado de unidades de alumbrado            |  |                               | Piso:<br>$\frac{5 \times \text{línea 14} \times (\text{línea 1} + \text{línea 2})}{\text{línea 1} \times \text{línea 2}} = \frac{5 \times 2.4 \times (30 + 20)}{30 \times 20} = 1.0 \text{ (línea 15)}$  |  |
| Opción a   | <sup>25</sup> 35 Unidades de alumbrado | <sup>28</sup> 146 footcandles |  |  |
| Opción b   | <sup>26</sup> 42 Unidades de alumbrado | <sup>29</sup> 175 footcandles |  |  |
| Opción c   | <sup>27</sup> - Unidades de alumbrado  | <sup>30</sup> - footcandles   |  |  |

**F. Cálculo del número de unidades de alumbrado**

$$\text{Número de unidades de alumbrado} = \frac{\text{área del piso} \times \text{footcandles deseados}}{\text{lámparas por unidad de alumbrado} \times \text{lumens por lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}$$

$$= \frac{\text{línea 3} \times \text{línea 23}}{\text{línea 19} \times \text{línea 20} \times \text{línea 21} \times \text{línea 22}} = \frac{600 \times 150}{2 \times 3250 \times .48 \times .8} = 36 \text{ (línea 24)}$$

**G. Cálculo de footcandles**

$$\text{Footcandles} = \frac{\text{número de unidades de alumbrado} \times \text{lámparas por unidad} \times \text{lumens por lámpara} \times \text{coeficiente de utilización} \times \text{factor de mantenimiento}}{\text{área del piso}}$$

Opción a:  $\frac{\text{línea 25} \times \text{línea 19} \times \text{línea 20} \times \text{línea 21} \times \text{línea 22}}{\text{línea 3}} = \frac{35 \times 2 \times 3250 \times .48 \times .8}{600} = 146 \text{ (línea 28)}$

Opción b:  $\frac{\text{línea 26} \times \text{línea 19} \times \text{línea 20} \times \text{línea 21} \times \text{línea 22}}{\text{línea 3}} = \frac{42 \times 2 \times 3250 \times .48 \times .8}{600} = 175 \text{ (línea 29)}$

Opción c:  $\frac{\text{línea 27} \times \text{línea 19} \times \text{línea 20} \times \text{línea 21} \times \text{línea 22}}{\text{línea 3}} = \frac{- \times - \times - \times - \times -}{600} = \text{(línea 30)}$

## Método de Cavidad por Zonas

En general, el método de cavidad por zonas comprende:

1) La suposición o medición de las reflexiones del techo (acabado), pared y piso.

2) Substitución de valores en fórmulas simples, para encontrar las relaciones de cavidad del cuarto.

3) Uso de una tabla para encontrar las reflexiones efectivas por cavidad.

4) Uso de tablas de fabricantes para encontrar los coeficientes de utilización de las unidades de alumbrado que se van a utilizar.

5) Substitución de valores en una fórmula simple para encontrar los footcandles (o el número de unidades de alumbrado).

Las tablas presentadas aquí son para fines de explicación únicamente, tablas más completas se encuentran en el Manual de Alumbrado IES cuarta edición y en catálogos de fabricantes de unidades de alumbrado. Para entender mejor el método de cavidad por zonas, se muestra un ejemplo típico con explicación paso por paso. Para los números de línea, referirse a los espacios numerados en la página anterior. Supondremos que el área de una oficina general va a ser iluminada con 150 footcandles; los detalles adicionales serán dados conforme sean requeridos. La información preliminar dando la fecha, trabajo, etc., deberá estar encabezando la forma.

### A. Datos del cuarto.

Líneas 1 a 4: Estos son datos físicos obtenidos de planos o mediciones del local. Deben utilizarse las dimensiones interiores. Se supone que nuestra oficina tiene las dimensiones mostradas.

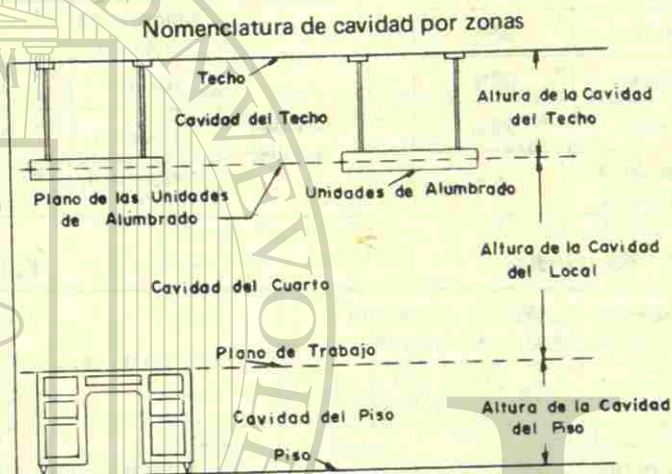
Líneas 5 a 7: La reflexión de una superficie es una medida de la cantidad de luz que se refleja de la superficie. Esto está expresado como un porcentaje de la cantidad total de luz que cae en la superficie. En general, las superficies con colores claros, tendrán reflexiones mayores que las superficies con acabados oscuros.

El diseñador de escenarios, el ingeniero de alumbrado y el decorador de interiores deben estar de acuerdo para mantener las reflexiones esperadas. En la ausencia de cualquier información, los valores mostrados en la tabla de reflexiones reco-

mendados pueden ser usados como una guía para efectuar los cálculos de alumbrado.

La reflexión de una superficie existente puede ser medida por medio de un reflectómetro o por comparación de colores de reflexiones conocidas con la superficie dada.

Supondremos que nuestra oficina tendrá un acabado tal que podamos utilizar las reflexiones de la tabla indicada.



Línea 8: Si las unidades de alumbrado van a estar suspendidas, se considerará la distancia de la unidad de alumbrado al piso. Si las unidades de alumbrado van a estar empotradas o sobre la superficie, considérese la altura del techo.

Suponiendo que para nuestra instalación: van a estar montadas sobre la superficie del techo 2 lámparas con rejilla, de 4 pies. La altura de montaje será de 9.5 pies que corresponderá a la línea 8.

### B. Datos de cavidad.

Líneas 9 a 16: Supondremos que el nivel del escritorio está a 28.5 pulg., aproximadamente 2.4 pies del piso. Puesto que no hay cavidad del techo ya que las unidades de alumbrado están montadas sobre

la superficie del techo, la altura de cavidad del techo será cero (línea 11). La altura de cavidad del piso será 2.4 pies (línea 14). La altura de cavidad del cuarto será así:  $9.5 - 2.4 = 7.1$  pies (línea 9).

Las fórmulas para determinar las relaciones de cavidad están indicadas en la parte E de la forma. Los valores se colocarán en los espacios indicados. La relación de cavidad del cuarto es 2.96 y se redondea a 3.0 y se considerará como la línea 10. La

relaciones de cavidad del techo y del piso 0 y 10 respectivamente, son consideradas en las líneas 12 y 15.

La reflexión efectiva de las cavidades del techo y piso, se tomará en cuenta dentro del efecto de inter-reflexión de luz entre las diversas superficies del cuarto.

Las reflexiones efectivas de las cavidades del piso y techo, se encuentran usando la tabla de % de reflexión efectiva de cavidad del piso y techo. Para un 80% de reflexión del techo (línea 5), un 50% de reflexión de la pared (línea 6) y una relación de cavidad del techo de 0 (línea 11) la reflexión efectiva de la cavidad del techo (de la tabla correspondiente) es 8, la cual es considerada como línea 13.

| Reflexiones Recomendadas en % |          |                      |          |             |            |
|-------------------------------|----------|----------------------|----------|-------------|------------|
| Superficie                    | Oficinas | Plantas Industriales | Escuelas | Residencias | Hospitales |
| Techo                         | 80-92    | 80-90                | 70-90    | 60-90       | 80-92      |
| Paredes                       | 40-60    | 40-60                | 40-60    | 35-60       | 40-60      |
| Piso                          | 21-39    | Mínimo 20            | 30-50    | 15-35       | 20-40      |

## % Reflexión Efectiva de la Cavidad del Piso o Techo

| Relación de Cavidad del Techo o Piso. | % de Reflexión del Piso o Techo |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|---------------------------------------|---------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|                                       | 90                              |    |    | 80 |    |    | 70 |    |    | 50 |    |    | 30 |    |    | 10 |    |    |
|                                       | % de Reflexión de la Pared      |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|                                       | 70                              | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 70 | 50 | 30 | 50 | 30 | 10 | 50 | 30 | 10 |
| 0                                     | 90                              | 90 | 90 | 80 | 80 | 80 | 70 | 70 | 70 | 50 | 50 | 50 | 30 | 30 | 30 | 10 | 10 | 10 |
| 0.2                                   | 88                              | 86 | 85 | 78 | 77 | 76 | 68 | 67 | 66 | 49 | 48 | 47 | 29 | 29 | 28 | 10 | 10 | 9  |
| 0.4                                   | 86                              | 83 | 81 | 76 | 74 | 72 | 67 | 65 | 63 | 48 | 46 | 45 | 29 | 27 | 26 | 11 | 10 | 9  |
| 0.6                                   | 84                              | 80 | 76 | 75 | 71 | 68 | 65 | 62 | 59 | 47 | 45 | 43 | 28 | 26 | 25 | 11 | 10 | 9  |
| 0.8                                   | 82                              | 77 | 73 | 73 | 69 | 65 | 64 | 60 | 56 | 47 | 43 | 41 | 27 | 25 | 23 | 11 | 10 | 8  |
| 1.0                                   | 80                              | 74 | 69 | 71 | 66 | 61 | 63 | 58 | 53 | 46 | 42 | 39 | 27 | 24 | 22 | 11 | 9  | 8  |
| 1.2                                   | 78                              | 72 | 65 | 70 | 64 | 58 | 61 | 56 | 50 | 45 | 41 | 37 | 26 | 23 | 20 | 12 | 9  | 7  |
| 1.4                                   | 77                              | 69 | 62 | 68 | 62 | 55 | 60 | 54 | 48 | 45 | 40 | 35 | 26 | 22 | 19 | 12 | 9  | 7  |
| 1.6                                   | 75                              | 66 | 59 | 67 | 60 | 53 | 59 | 52 | 45 | 44 | 39 | 33 | 25 | 21 | 18 | 12 | 9  | 7  |

Para una reflexión del piso de 20% (línea 7), una reflexión de la pared de 50% (línea 6) y una relación de cavidad del piso de 1.0 (línea 15), la reflexión efectiva de la cavidad del piso será de 19 (de tabla correspondiente).

Este valor de 19 se obtiene por interpolación, ya que en la tabla de % de reflexión efectiva no se tiene la columna para una reflexión del piso de 20. Como 20 % se encuentra a la mitad entre 10 % y 30 %, tomaremos el valor medio entre los dos valores dados en las columnas de 10 % y 30 % a una reflexión de la pared de 50 % y una relación de cavidad del piso de 1.0. Estos dos valores son 11 % y 27 %, así:

$$27 - 11 = 16$$

$$16/2 = 8$$

$$11 + 8 = 19\%$$

que se considera como la línea 16.

### C. Datos de Unidades de Alumbrado.

Líneas 17 a 22: Supondremos que las 2 lámparas fluorescentes con rejilla de la tabla de coeficientes de utilización para este tipo de lámparas serán las que utilizemos, con un alto grado de eficiencia en lámparas de 3250 lumens. Las líneas 17 a 20 se llenan de acuerdo con estos datos. Por consiguiente, de la tabla anterior se encuentra el valor del coeficiente de utilización.

Para un 80% de reflexión efectiva para la cavidad del techo (línea 13), a un 50% de reflexión de la pared (línea 6) y una relación de cavidad del cuarto de 3.0 (línea 10), la tabla anterior da un valor de coeficiente de utilización (CU) de 0.48.

Nota: Los coeficientes de utilización dados en la tabla son para 20% de reflexión efectiva para la cavidad del piso. Nuestro valor (línea 16) fué de 19%. Para valores de una reflexión efectiva de la cavidad del piso mayores del 20%, se aplicarán los factores de corrección de la tabla correspondiente.

Fué hecha esta tabla de CU para reflexiones efectivas mayores del 20% y es aplicable para valores menores del 20%, de acuerdo a las instrucciones de la tabla.

Note que los valores 18, 19, 21 y 22% son todos los casos prácticos, valores cercanos a 20%, para permitir el uso directo del CU sin factores de corrección, que aplicaremos a nuestro caso del 19% de reflexión efectiva para cavidad del piso.

Para demostrar el uso de la tabla de coeficientes de utilización para reflexiones efectivas de cavidad de piso diferentes de 20%, a continuación se muestra un ejemplo: si en nuestro caso tuviéramos un valor de 17% en lugar de 19%. Se tendría que para un 80% para el techo, 50% para la pared y 3.0 de relación de cavidad del cuarto, el factor de corrección es 1.05 y se aplica a el valor de CU 0.48 obtenido anteriormente.

De las instrucciones de la tabla se tiene que hay que interpolar entre 1.00 y 1.05 como sigue:

1.- 17% es 3/10 entre 20% a 10%

2.- Un factor de 1.00 aplicado a 20% y 1.05 aplicado a 10%

3.- Por lo que el factor que necesitamos es 3/10 de la diferencia de 1.00 a 1.05.

4.- Multiplicando  $3/10 (1.05 - 1.00) = 0.3 \times 0.05 = 0.015$

5.- Sumando  $0.015 + 1.00 = 1.015$ , tenemos así el factor de corrección requerido.

Las instrucciones de la tabla indican que se divida entre este factor. Entonces  $0.48/1.015 = 0.472$ . Así que el CU correcto para una reflexión efectiva para cavidad del piso de 17% es 0.47. La corrección requerida para 17% es despreciable, así que para nuestro caso de 19% que es un valor más cercano a 20% no es necesario hacer la corrección, así que el valor de 0.48 es considerado en la línea 21.

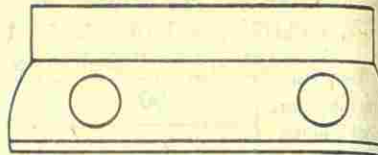
El factor de mantenimiento (FM) indicado por la línea 22 se usa cuando es "mantenido", como opuesto a "inicial", siendo calculados los footcandles. Este factor toma en cuenta la reducción en rendimiento de la lámpara debido al envejecimiento de la lámpara y porque se acumula polvo. El manual de alumbrado IES, 4ª edición, tiene tablas y curvas las cuales pueden usarse para encontrar un factor de mantenimiento adecuado para cualquier condición y tipo de lámpara indicada. Supondremos que para nuestra condición se tiene un FM de 0.8, indicado en la línea 22.

### D. Iluminación y número de unidades de alumbrado.

Líneas 23 a 30: Hay dos aplicaciones generales del método de cavidad por zonas:

(1) Para determinar cuantas unidades de alumbrado o lámparas se requieren para producir un determinado nivel de iluminación en footcandles.

**Coefficientes de Utilización para una Unidad con 2 Lámparas de 2 Pies de Ancho, con Rejilla Plástica blanca de 45°**



| Relación de Cavity del Cuarto  | % de Reflexión Efectiva en la Cavity del Techo. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |    |   |  |   |  |  |  |
|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|----|----|---|--|---|--|--|--|
|  | 80  |      |      |      | 70   |      |      |      | 50   |      |      |      | 30   |      |      |      | 10 |    |   |  | 0 |  |  |  |
|  | % de reflexión en la pared                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |    |   |  |   |  |  |  |
|  | 50  | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30 | 10 | 0 |  |   |  |  |  |
| Coeficientes de Utilización Para 20% de Reflexión Efectiva para la Cavity del Piso |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |    |    |   |  |   |  |  |  |
| 1  | 0.59  | 0.57 | 0.56 | 0.58 | 0.56 | 0.55 | 0.56 | 0.54 | 0.53 | 0.53 | 0.52 | 0.51 | 0.51 | 0.51 | 0.50 | 0.49 |    |    |   |  |   |  |  |  |
| 2  | 0.53  | 0.50 | 0.47 | 0.52 | 0.49 | 0.47 | 0.50 | 0.48 | 0.46 | 0.48 | 0.46 | 0.45 | 0.47 | 0.45 | 0.44 | 0.43 |    |    |   |  |   |  |  |  |
| 3  | 0.48  | 0.44 | 0.41 | 0.47 | 0.43 | 0.40 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.44 | 0.41 | 0.39 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.38 |    |    |   |  |   |  |  |  |
| 4  | 0.43  | 0.39 | 0.36 | 0.42 | 0.39 | 0.36 | 0.41 | 0.38 | 0.35 | 0.40 | 0.37 | 0.35 | 0.39 | 0.36 | 0.34 | 0.33 |    |    |   |  |   |  |  |  |
| 5  | 0.39  | 0.34 | 0.31 | 0.38 | 0.34 | 0.31 | 0.37 | 0.33 | 0.31 | 0.36 | 0.33 | 0.30 | 0.35 | 0.32 | 0.30 | 0.29 |    |    |   |  |   |  |  |  |

(2) Para determinar que nivel de alumbrado se producirá con un número dado de unidades de alumbrado.

En nuestro caso hemos considerado alumbrar la oficina a 150 footcandles, por lo que consideramos este valor en la línea 23 y procederemos a encontrar el número de unidades de alumbrado para producir 150 footcandles. Este cálculo se encuentra en la parte F de la forma. Colocando los valores conocidos en los espacios correspondientes, encontramos que se requieren 36 unidades de alumbrado lo que se indica como línea 24.

Nos encontramos ahora con el problema de distribuir, o colocar adecuadamente estas 36 unidades de alumbrado de 4 pies

en el espacio disponible, ya que van a ser montadas sobre la superficie, supondremos que van a estar en hileras. Las posibilidades son:

- a. Dos hileras de 18 unidades cada una
- b. Tres hileras de 12 unidades cada una
- c. Cuatro hileras de 9 unidades cada una
- d. Seis hileras de 6 unidades cada una.

Nuestra oficina es de 20 por 30 pies y podemos aceptar 20/4 o 5 unidades de alumbrado como máximo (probablemente sólo 4) de extremo a extremo del ancho del cuarto y 30/4 o 7 unidades como máximo a lo largo del local. Estas restricciones de dimensiones dejan fuera las posibilidades a, b y c quedando la d, (fig. II).

Podemos tener posibilidades adicionales pero únicamente cambiando el número de unidades. Puede desearse (por xs razones tener un arreglo diferente del 6 x 6, entonces deberíamos hacer cálculos opcionales para otros arreglos. Por ejemplo podríamos tener e) 5 hileras de 7 unidades cada una o f) 6 hileras de 7 unidades cada una, como se muestra en las figuras I y III.

En el primer caso tenemos 35 unidades de alumbrado y en el segundo caso 42. Veamos qué efecto producen estas opciones en el número de footcandles producidos.

Ahora tenemos un número dado de unidades de alumbrado que se consideran las líneas 25 y 26 y procedemos a calcular la

**Factores de Corrección para Reflexiones Efectivas de la Cavity del Piso, Diferentes del 20%**

| Relación de Cavity del Cuarto | % de Reflexión Efectiva en la Cavity del Techo. |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                               | 80  |      |      |      | 70   |      |      |      | 50   |      |      |      | 10   |      |      |  |
|                               | % de Reflexión en la Pared                      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                               | 50  | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   | 50   | 30   | 10   |  |
| 1                             | 1.08  | 1.08 | 1.07 | 1.07 | 1.06 | 1.06 | 1.05 | 1.04 | 1.04 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |  |
| 2                             | 1.07  | 1.06 | 1.05 | 1.06 | 1.05 | 1.04 | 1.04 | 1.03 | 1.03 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |  |
| 3                             | 1.05  | 1.04 | 1.03 | 1.05 | 1.04 | 1.03 | 1.03 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 |  |
| 4                             | 1.05  | 1.03 | 1.02 | 1.04 | 1.03 | 1.02 | 1.03 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 5                             | 1.04  | 1.03 | 1.02 | 1.03 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 6                             | 1.03  | 1.02 | 1.01 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 7                             | 1.03  | 1.02 | 1.01 | 1.03 | 1.02 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 8                             | 1.03  | 1.02 | 1.01 | 1.02 | 1.02 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 9                             | 1.02  | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |
| 10                            | 1.02  | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.02 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.01 | 1.00 |  |

Si la Reflexión Efectiva de la Cavity del Piso es

30% Multiplique el coeficiente de utilización de la lámpara por el factor mostrado en esta tabla.

23 a 29% Multiplique el coeficiente de utilización de la lámpara por el resultado obtenido de interpolar entre 1.00 y el factor mostrado en esta tabla.

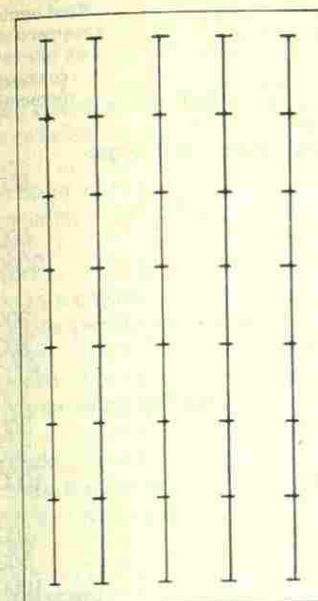
18 a 22% Utilice directamente el coeficiente de utilización de la lámpara, no utilice esta tabla.

11 a 17% Divida al coeficiente de utilización de la lámpara entre el resultado obtenido de interpolar entre 1.00 y el factor mostrado en esta tabla.

10% Divida el coeficiente de utilización de la lámpara entre el factor mostrado en esta tabla.

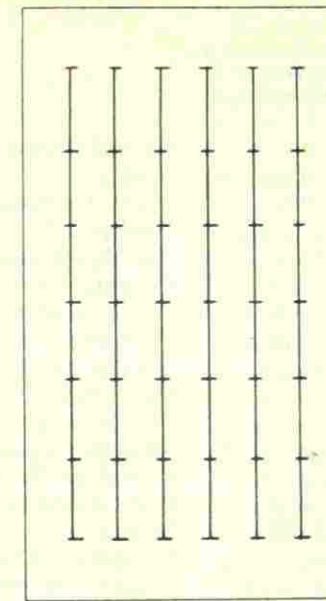
**Tres soluciones al problema**

Fig. I - 146 Footcandles



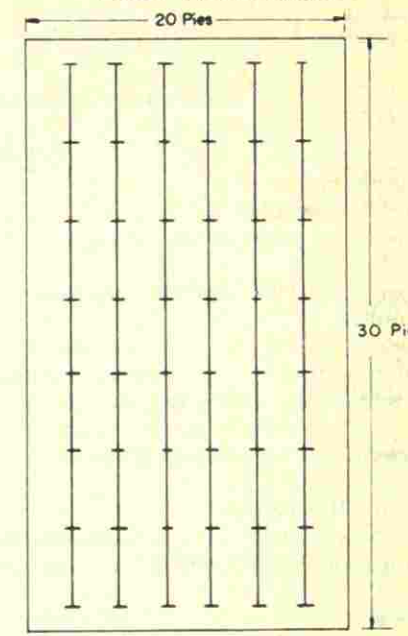
35 Unidades de Alumbrado

Fig. II - 150 Footcandles



36 Unidades de Alumbrado

Fig. III - 175 Footcandles



42 Unidades de Alumbrado

parte G. Los resultados de los cálculos son las líneas 28 y 29 (como únicamente consideramos dos opciones, ignoramos las líneas 27 y 30 de la opción c).

Teniendo los tres arreglos y los niveles de iluminación de las figuras I, II y III, podemos comparar. Podemos escoger el arreglo II y considerar los footcandles iniciales o

escoger el arreglo I o III y establecer intensidades mayores o menores. La decisión se basará en las condiciones existentes.

**Resumen**

El método de cavity por zonas, una extensión de el método de los lúmenes para el cálculo de alumbrado, permite gran

flexibilidad con el incremento de exactitud. Mientras que el ejemplo anterior aparentemente es largo, los pasos que implica son pocos y más bien simples. El uso de una forma tal como la presentada para este método nos lleva a un procedimiento rutinario que será fácil de asimilar y proporciona un récord completo de cálculos para cada trabajo.

**Alumbrado General por Locales**

| Tipo de Local   | Unidad por carga       |                          |
|---|------------------------|--------------------------|
|   | Pies cuadrados (Watts) | Metros cuadrados (Watts) |
| Salas de armas y espectáculos   | 1                      | 0.0929                   |
| Bancos  | 2                      | 0.1858                   |
| Peluquerías y salones de belleza  | 3                      | 0.2787                   |
| Iglesias  | 1                      | 0.0929                   |
| Clubs o casinos   | 2                      | 0.1858                   |
| Juzgados  | 2                      | 0.1858                   |
| Viviendas (que no sean hoteles)   | 3                      | 0.2787                   |
| Garages comerciales   | 1/2                    | 0.0464                   |
| Hospitales  | 2                      | 0.1858                   |
| Hoteles, incluyendo apartamentos sin cocina propia  | 2                      | 0.1858                   |
| Edificios comerciales e industriales  | 2                      | 0.1858                   |
| Locales de hospedaje  | 1 1/2                  | 0.1393                   |
| Edificios de oficinas   | 5                      | 0.4645                   |
| Restaurantes  | 2                      | 0.1858                   |
| Escuelas  | 3                      | 0.2787                   |
| Almacenes   | 3                      | 0.2787                   |
| Guardamuebles   | 1/4                    | 0.0232                   |
| En cualquiera de las edificaciones anteriores, excepto en viviendas unifamiliares y apartamentos individuales de viviendas unifamiliares: |                        |                          |
| Salas y salones   | 1                      | 0.0929                   |
| Recibimientos, pasillos, retretes   | 1/2                    | 0.0464                   |
| Trasteros, alacenas, etc.   | 1/4                    | 0.0232                   |

Niveles mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|---|
| <b>Auditorios.</b>                                     |   |   |
| Reunión o asamblea                                     | 150   |   |
| Exposición y exhibiciones                              | 300   |   |
| <b>Bancos.</b>   |   |   |
| Vestíbulos:  |   |   |
| General  | 500   |   |
| Areas de trabajo                                       | 700   |   |
| Correspondencia, claves, etc.                          | 1500  |   |
| <b>Bomberos (ver Servicios del Municipio).</b>         |   |   |
| <b>Correos (Oficinas de).</b>                          |   |   |
| Mesas del vestíbulo                                    | 300   |   |
| Clasificación, fichero, etc.                           | 1000  |   |
| <b>Escuelas.</b>                                       |   |   |
| Lectura de textos impresos                             | 300   |   |
| Lectura de textos a lápiz                              | 700   |   |
| Lectura de textos en papel de copias:                  |   |   |
| Buenas   | 300   |   |
| Malas  | 1000  |   |
| Salas de dibujo y bancos de trabajo                    | 1000  |   |
| Pizarras   | 1500  |   |
| Salón de costura                                       | 1500  |   |
| <b>Estaciones, cocheras y terminales.</b>              |   |   |
| Salas de espera y salas para fumadores                 | 300   |   |
| Despacho de billetes: general, ventanilla, mostradores | 1000  |   |
| Facturación de equipajes                               | 500   |   |
| Andenes y almacenes                                    | 200   |   |
| Servicios y lavabos                                    | 300   |   |
| <b>Galerías de arte.</b>                               |   |   |
| General  | 300   |   |
| Sobre los cuadros (alumbrado suplementario)            | 300*  |   |
| Para esculturas y demás objetos de arte                | 1000**  |   |
| <b>Hospitales</b>                                      |   |   |
| Cuartos de anestesia y preparación                     | 300   |   |
| Autopsia y depósito de cadáveres:                      |   |   |
| Sala de autopsias                                      | 1000  |   |
| Mesa de autopsias                                      | 25000   |   |
| Depósito general                                       | 200   |   |
| Central esterilizadora:                                |   |   |
| General  | 300   |   |
| Afilado de agujas                                      | 1500  |   |
| Departamento odontológico:                             |   |   |
| General  | 700   |   |
| Vitrina de instrumental                                | 1500  |   |
| Sillón dental  | 10000   |   |
| Laboratorio, bancos                                    | 1000  |   |
| Sala de recuperación                                   | 50  |   |
| Sala de emergencia:                                    |   |   |
| General  | 1000  |   |
| Local  | 20000   |   |
| Sala de reconocimiento y tratamiento:                  |   |   |
| General  | 500   |   |
| Mesa de reconocimiento                                 | 1000  |   |
| Salidas (nivel luminoso en el suelo)                   | 50  |   |
| Ojos, nariz, oído y garganta:                          |   |   |
| Sala oscura  | 100   |   |
| Sala de reconocimiento de ojos, oído, nariz y garganta | 500   |   |
| Sala de fracturas:                                     |   |   |
| General  | 500   |   |
| Mesa de operaciones                                    | 2000  |   |
| Laboratorios:  |   |   |
| Salas de ensayo  | 300   |   |
| Mesas de trabajo                                       | 500   |   |
| Trabajos delicados                                     | 1000  |   |
| Bibliotecas  | 700   |   |
| Salas de armarios                                      | 200   |   |
| Vestíbulos y pasillos                                  | 300   |   |
| Archivo de protocolos médicos                          | 1000  |   |
| Salas de enfermeras:                                   |   |   |
| General  | 200   |   |
| Pupitres y diagramas                                   | 500   |   |
| Despacho de medicinas                                  | 1000  |   |
| Salas de trabajo de enfermeras                         | 300   |   |
| Casas cunas:   |   |   |
| General  | 100   |   |
| Mesa de reconocimiento                                 | 700   |   |
| Pediatría y sala de juegos                             | 300   |   |
| <b>Obstetricia:</b>                                    |   |   |
| Salas de esterilización                                | 300   |   |
| Salas de consulta                                      | 200   |   |
| Sala de partos, general                                | 1000  |   |
| Mesa de partos   | 25000   |   |
| Farmacias:   |   |   |
| General  | 300   |   |
| Mesas de trabajo                                       | 1000  |   |
| Almacén de productos                                   | 300   |   |
| Habitaciones y salas*                                  |   |   |
| General  | 100   |   |
| Lectura  | 300   |   |
| Locales para pacientes mentales                        | 100   |   |
| Trabajo con radioisótopos:                             |   |   |
| Laboratorio radioquímico                               | 300   |   |
| Salón de medidas                                       | 200   |   |
| Mesas de trabajo                                       | 500   |   |
| Solariums  | 200   |   |
| Almacenes:   |   |   |
| General  | 150   |   |
| Oficinas   | 700   |   |
| Cirugía:   |   |   |
| Salas de instrumentos y esterilización                 | 300   |   |
| Salas de limpieza (instrumentos)                       | 1000  |   |
| Salas de operaciones, general                          | 1000  |   |
| Mesas de operaciones                                   | 25000   |   |
| Salas de recuperación                                  | 300   |   |
| Radioterapia:  |   |   |
| Física   | 200   |   |
| Aplicada   | 300   |   |
| Lavabos  | 100   |   |
| Otros locales  | 200   |   |
| Salas de espera:                                       |   |   |
| General  | 150   |   |
| Lectura  | 300   |   |
| Rayos X:   |   |   |
| Radiografías, fluoroscopias y cámara oscura            | 100   |   |
| Radioterapia profunda y superficial                    | 100   |   |
| Examen de pruebas                                      | 300   |   |
| Archivos, películas reveladas                          | 300   |   |
| Almacén, películas sin revelar                         | 100   |   |

\* Los cuadros oscuros con detalles o pormenores delicados deberán tener de 2 a 3 veces este nivel.  
\*\* A veces se requiere muchos más.

\* De enfermos o heridos.

Hoteles.

|   | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|---|---|
| Bares y cafeterías (ver Restaurantes).  |   |
| Salas de baños:   |   |
| General   | 100   |
| En el espejo  | 300†  |
| Dormitorios:  |   |
| General   | 100   |
| Tocador   | 300†  |
| Lectura y escritura   | 300   |
| Comedores (ver Restaurantes).   |   |
| Vestíbulo   | 300   |
| Recepción   | 500   |
| Servicio de lavado de ropas:  |   |
| Lavado  | 300   |
| Planchado   | 500   |
| Planchado mecánico  | 700   |
| Lencería y ropa blanca:   |   |
| General   | 200   |
| Costura   | 1000  |
| Salas de espera:  |   |
| General   | 100   |
| Zonas de lectura y trabajo  | 300   |
| Marquesina:   |   |
| Alrededores oscuros   | 300   |
| Alrededores claros  | 500   |
| Despensas   | 100   |
| <b>Municipio (Servicios del); Bomberos y Policía.</b>   |   |
| Policía:  |   |
| Ficheros de identificación  | 1500  |
| Celdas y cuartos para interrogatorios   | 300   |
| Bomberos:   |   |
| Dormitorio  | 200   |
| Aparcamiento de coches y sala de recreo   | 300   |
| <b>Museos (ver Galerías de arte).</b>   |   |
| <b>Oficinas.</b>  |   |
| Lectura de alto contraste de textos bien impresos; tareas y zonas que no exigen una atención exagerada o prolongada, tales como lavabos, archivos no necesitados a diario, salones de conferencia, salas de visita, etc   | 300   |
| Lectura o transcripción de manuscritos a tinta o lápiz tinta, sobre buen papel; archivos usados con frecuencia  | 700   |
| Trabajo normal burocrático; lectura de buenas reproducciones; lectura o transcripción de escritura a mano con lápiz duro o sobre mal papel, archivos de uso continuo, clasificación de correspondencia, índice de asuntos | 1000  |
| Contabilidad, audición, máquinas de escribir, teneduría de libros, máquinas calculadoras, lectura de malas reproducciones, dibujo a mano alzada   | 1500  |
| Cartografía, estudios, dibujo detallado   | 2000  |
| Corredores, escaleras, ascensores y escaleras mecánicas   | 200*  |
| <b>Policía (ver Servicios del Municipio).</b>   |   |
| <b>Residencias.</b>   |   |
| Tareas visuales concretas:  |   |
| Juegos de mesa  | 300   |
| Cocinas:  |   |
| Pilas de cinc, fregaderos   | 700   |
| Hornillos y superficies de trabajo  | 500   |
| Lavadoras, cestos de ropa, planchas y tablas de planchar  | 500   |
| Salones de lectura, escritura y estudio:  |   |
| Libros, revistas, periódicos  | 300   |

\* Para exámenes meticulosos 500 lux

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| Escritura a mano, reproducciones, copias malas                                       | 700   |
| Pupitres de estudio  | 700   |
| Lectura de partituras musicales:   |   |
| Partituras sencillas   | 300   |
| Partituras completas   | 700**   |
| Cuartos de costura:  |   |
| Trabajos intermitentes, elevados contrastes con tela, telas bastas, puntadas grandes | 300   |
| Trabajos intermitentes, telas finas  | 500   |
| Trabajo continuo, telas ligeras o medias   | 1000  |
| Telas oscuras, detalles finos, bajo contraste  | 2000  |
| Tocadores, maquillajes, afeitados (emplazado sobre los espejos y rostros)            | 500   |
| Taller, bancos de trabajo  | 700   |
| Alumbrado general:   |   |
| Vestíbulos, halls, escaleras, descansillos   | 100   |
| Cuartos de estar, comedores, dormitorios, bibliotecas y salas de juegos              | 100   |
| Cocina, lavandería, cuartos de baño  | 300   |
| <b>Restaurantes, cafeterías y bares.</b>   |   |
| Comedores:   |   |
| De tipo íntimo:  |   |
| Con alrededores oscuros  | 30  |
| Con alrededores claros   | 100   |
| Para realizar el trabajo de limpieza   | 200   |
| De tipo general:   |   |
| Con alrededores oscuros  | 150   |
| Con alrededores claros   | 300   |
| De autoservicio:   |   |
| Alrededores normales   | 500   |
| Alrededores muy iluminados   | 1000  |
| Cajas  | 500   |
| Exposición de comida: dos veces el nivel general pero nunca menos de                 | 500   |
| Cocinas:   |   |
| Inspección, verificación, precios  | 700   |
| Otras áreas  | 300   |
| <b>Tiendas.</b>  |   |
| Escaparates:   |   |
| Alumbrado de día:  |   |
| General  | 2000  |
| Detalle o pormenor   | 10000   |
| Alumbrado de noche:  |   |
| Districtos poco concurridos o pequeñas ciudades:                                     |   |
| General  | 1000  |
| Detalle  | 5000  |
| Districtos principales o de mucha competencia:                                       |   |
| General  | 2000  |
| Detalle  | 10000   |
| Interior de las tiendas:   |   |
| Zonas de circulación   | 300   |
| Zonas de estanterías y almacenamiento de productos:                                  |   |
| Con servicio normal  | 1000  |
| Con autoservicio   | 2000  |
| Vitrinas y estanterías:  |   |
| Con servicio normal  | 2000  |
| Con autoservicio   | 5000  |
| Exposición de detalles:  |   |
| Con servicio normal  | 5000  |
| Con autoservicio   | 10000   |

\* O no menos, de 1/5 del nivel luminoso en las zonas inmediatas.  
\*\* Cuando las partituras son de tamaño inferior a las normales y hay anotaciones sobre las líneas se necesitan 1500 lux o más.

⊕ Niveles Mínimos de Iluminación Recomendados para el Alumbrado de Interiores Industriales

|   | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|---|---|
| <b>Acero (ver Hierro y acero).</b>  |   |
| <b>Ajuste (Talleres de).</b>  |   |
| Trabajo basto de fácil visión   | 300   |
| Trabajo basto de difícil visión   | 500   |
| Trabajo medio   | 1000  |
| Trabajo fino  | 5000  |
| Trabajo extra fino  | 10000   |
| <b>Almacenes y bodegas:</b>   |   |
| De poco movimiento  | 50  |
| Activos de mucho movimiento:  |   |
| Embalaje tosco  | 100   |
| Embalaje medio  | 200   |
| Embalaje fino   | 500   |
| <b>Arcilla (ver Cementos).</b>  |   |
| <b>Automóviles (Fábricas de).</b>   |   |
| Ajuste del bastidor   | 500   |
| Línea de montaje y ajuste de chasis   | 1000  |
| Montaje final e inspección de línea   | 2000  |
| <b>Fabricación de la carrocería:</b>  |   |
| Piezas  | 700   |
| Acabado e Inspección  | 2000  |
| <b>Aviación. Fábricas de aviones.</b>   |   |
| <b>Naves:</b>   |   |
| De producción   | 1000  |
| De inspección   | 2000  |
| <b>Fabricación de piezas:</b>   |   |
| Remachar, soldar y taladrar   | 700   |
| Cabinas de pintura  | 1000  |
| Preparación planchas de aluminio y trabajo de templado; formación y pulido de las partes pequeñas del fuselaje, secciones de alas y carcasas de motores | 1000  |
| Montajes secundarios: Trenes de aterrizaje, fuselaje, secciones de ala, carcasas y otras piezas grandes   | 1000  |
| Montaje final e inspección  | 1000  |
| Reparación de herramientas  | 1000  |
| <b>Aviación. Hangares (solamente servicio de reparaciones)</b>  | 1000  |
| <b>Azúcar (Industrias del).</b>   |   |
| <b>Departamento de chocolates:</b>  |   |
| Descascarillar, aventar, extracción de grasas, triturar, refinar  | 500   |
| Limpieza y selección de granos, inmersión, envase, empaquetado, etc   | 500   |
| Molienda  | 1000  |
| <b>Elaboración de la crema, mezclado, cocido y moldeado</b>   | 500   |
| Gelatina y jalea  | 500   |
| Decoración a mano   | 1000  |
| <b>Departamento de caramelos:</b>   |   |
| Mezclar, cocer, moldear   | 500   |
| Cortar y seleccionar  | 1000  |
| Envasar y empaquetar  | 1000  |
| <b>Azúcar (Refinerías de).</b>  |   |
| Dosificación  | 500   |
| Inspección del color  | 2000  |

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| <b>Bodegas (ver Almacenes y bodegas).</b>  |   |
| <b>Carbón (Volquetes automáticos y lavaderos de).</b>  |   |
| Triturado y lavaderos  | 100   |
| Selección  | 3000  |
| <b>Cartón (Fábricas de cajas de): Area general</b>   | 500   |
| <b>Caucho (ver Goma).</b>  |   |
| <b>Cementos y derivados de la arcilla.</b>   |   |
| Molido, prensas de filtro  | 300   |
| Moldeado, lavado y prensado  | 300   |
| Color y vidriado trabajo duro; esmaltado   | 1000  |
| Color y vidriado, trabajo fino   | 3000  |
| <b>Centrales eléctricas y subestaciones. Interiores.</b>   |   |
| Auxiliares, habitaciones de baterías, bombas de alimentación de calderas, tanques, compresores y cuadros de instrumentos | 200   |
| Plataforma de calderas, habitación de cables y áreas de circulación o de bombas  | 100   |
| Plataforma de quemadores   | 200   |
| Condensadores: áreas de desareadoras evaporadores y calentadores   | 100   |
| <b>Habitaciones de control:</b>  |   |
| Panel de interruptores (frente vertical):  |   |
| Secciones sencillas o dobles frente al operador:   |   |
| Tipo A. Habitaciones de control, centralizado, de gran tamaño. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo                        | 500   |
| Tipo B. Habitación de control normal. Nivel a 1.70 metros sobre el suelo   | 300   |
| Sección de "duplex" frente al operador   | 300   |
| Pupitres de trabajo (nivel horizontal)   | 500   |
| Áreas interiores de los paneles de interruptores para "duplex"   | 100   |
| Parte trasera de los paneles de interruptores (nivel vertical)   | 100   |
| Alumbrado de emergencia para todas las áreas.  | 30  |
| Laboratorio de química   | 500   |
| Casetas de filtros, aparatos de control de fuerza y equipos telefónicos  | 200   |
| Túneles o galerías, tuberías.  | 100   |
| Zona de turbinas bajo el pavimento   | 200   |
| Habitación de turbinas   | 300   |
| <b>Conservas (Fábricas de).</b>  |   |
| Clasificación inicial de materias crudas   | 500   |
| Tomates  | 1000  |
| Selección de color (cortado)   | 2000  |
| <b>Preparación:</b>  |   |
| Selección preliminar:  |   |
| Albaricoques y melocotones   | 500   |
| Tomates  | 1000  |
| Aceitunas  | 1500  |
| Cortado y selección final  | 1000  |
| Conservado   |   |
| Enlatado continuo en cadena  | 1000  |
| Empaquetado a mano   | 500   |
| Aceitunas  | 1000  |
| Examen de envasados  | 2000  |
| <b>Corte y confección.</b>   |   |
| Inspección de paños  | 20000   |
| Cortado y prensado   | 3000  |
| Cosido   | 5000  |
| <b>Electricidad (ver Centrales eléctricas).</b>  |   |
| <b>Electricidad (Fabricación de equipos, eléctricos).</b>  |   |
| Impregnación   | 500   |
| Aislado, pintado de conductores  | 1000  |
| Ensayos  | 1000  |

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| <b>Encuadernación.</b>   |   |
| Doblar, montar, encolar, etc   | 700   |
| Cortar, perforar y coser   | 700   |
| Repujar e inspección   | 2000  |
| <b>Forja (Talleres de)</b>   | 500   |
| <b>Fundiciones.</b>  |   |
| Templado, limpiado, batido   | 300   |
| Moldeo o fabricación de machos, trabajo medio                            | 500   |
| Moldeo o fabricación de machos, trabajo fino                             | 1000  |
| Desbastado y cepillado   | 1000  |
| Inspección media   | 1000  |
| Inspección fina  | 5000  |
| Moldes, grandes; rellenado y vaciado                                     | 500   |
| Moldes medianos  | 1000  |
| Horno de cúpula  | 200   |
| <b>Galvanizado</b>   | 300   |
| <b>Garajes: Automóviles y camiones.</b>                                  |   |
| <b>Servicio de garajes:</b>  |   |
| Reparaciones   | 1000  |
| Zonas de tráfico activo  | 200   |
| <b>Garajes de apaciamiento:</b>  |   |
| Entrada  | 500   |
| Pistas y rampas  | 100   |
| Aparcamiento   | 50  |
| <b>Goma (Mecanizado de artículos de).</b>                                |   |
| <b>Preparación de la materia prima:</b>                                  |   |
| Alumbrado, emplastecido y fresado  | 300   |
| Preparación del tejido, corte y telares                                  | 500   |
| Moldeado y selección de productos, calibrado                             | 500   |
| Inspección   | 2000  |
| <b>Guantes (Fábricas de).</b>  |   |
| Prensado y cortado   | 3000  |
| Máquinas de hacer punto y selección                                      | 1000  |
| Cosido e inspección  | 5000  |
| <b>Harina (Fábricas de).</b>   |   |
| Molido, cernido, refinado  | 500   |
| Empaquetado  | 300   |
| Control de productos   | 1000  |
| Cribas, limpiadoras, ascensores, pasillos, recipientes de control        | 300   |
| <b>Hierro y acero (Industria del).</b>                                   |   |
| <b>Interiores abiertos:</b>  |   |
| Piso de carga (Fundición)  | 200   |
| Vagonetas de colada:   |   |
| Pozos de escoria   | 200   |
| Plataformas de control   | 300   |
| Zona superior  | 300   |
| Pasarelas elevadas de inspección   | 100   |
| Mezcladores  | 300   |
| Calcinado y sangrado   | 100   |
| <b>Trenes de laminación:</b>   |   |
| Lingotes, pletinas, barras calientes y planchas calientes                | 300   |
| Laminación en frío, barras y Planchas                                    | 300   |
| Tubos, barras, varillas redondas, alambres                               | 500   |
| Estampado de hojalata: estañado, galvanizado, laminado de flejes en frío | 500   |

Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento)

|   | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|---|---|
| <b>Sala de máquinas y motores</b>   | 300   |
| <b>Inspección:</b>  |   |
| Chapas oscuras, changote, casco   | 1000  |
| Hojalata y otras superficies brillantes   | 1000  |
| <b>Imprentas.</b>   |   |
| <b>Fundición de tipos:</b>  |   |
| Máquinas y moldes de mano; fundición de conjuntos, clasificación                                    | 500   |
| Fabricación de matrices, rectificado de tipos   | 1000  |
| <b>Plantas de impresión:</b>  |   |
| Inspección de color y valoración  | 2000  |
| Composición a máquina, salas de composición   | 1000  |
| Prensas   | 700   |
| Lectura de pruebas y revisión de planchas   | 1500  |
| <b>Electrotipia:</b>  |   |
| Moldes, acabado, nivelación de moldes, recorrido y rectificación                                    | 1000  |
| Montura de planchas, estañado, electroplateado, limpiado  | 500   |
| <b>Fotografado:</b>   |   |
| Grabado al aguafuerte, planchas   | 500   |
| Manipulación, acabado, lectura de pruebas, entintado y enmascarado                                  | 1000  |
| <b>Inspección (Trabajos de).</b>  |   |
| Ordinario   | 500   |
| Difícil   | 1000  |
| Bastante difícil  | 2000  |
| Muy difícil   | 5000  |
| Lo más difícil  | 10000   |
| <b>Lavanderías.</b>   |   |
| Lavado  | 300   |
| Planchado, clasificación y marcado  | 500   |
| Acabado a máquina y con plancha. Clasificación  | 700   |
| Planchado fino a mano   | 1000  |
| <b>Madera.</b>  |   |
| Trabajos bastos y de banco  | 300   |
| Medidas, cepillado, lijado basto, trabajos medios de banco y máquina encolado barnizado y tonelería | 500   |
| Trabajos finos de banco y máquina, pulido fino acabado  | 1000  |
| <b>Manipulado de materiales.</b>  |   |
| Empaquetado, embalaje y etiqueta  | 500   |
| Clasificación y distribución  | 300   |
| Carga y colocación en camiones  | 200   |
| Interior de camiones y coches de transporte   | 100   |
| <b>Metal. Trabajo en metales laminados.</b>   |   |
| Prensado, cortado, estampado, taladrado, maquinaciones diversas, trabajo medio de banco             | 500   |
| Inspección de estañado y galvanizado; trazado   | 2000  |
| <b>Neumáticos y tubos de goma (Fabricación de).</b>   |   |
| <b>Preparación de la materia prima:</b>   |   |
| Alumbrado, emplastecido y fresado   | 300   |
| <b>Preparación de productos: cortado, construcción de bordes</b>                                    | 500   |
| Máquinas de hacer tubo  | 500   |
| <b>Fábricas de neumáticos:</b>  |   |
| Bandajes sólidos  | 300   |

\* Los materiales especulares o las superficies de trabajo pueden necesitar consideraciones especiales en la selección y colocación de los equipos de alumbrado o en su orientación respecto al trabajo.

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| <b>Neumáticos y tubos de (continuación)</b>  |   |
| Neumáticos   | 500   |
| Departamento de revisiones: Revisión de tubos, revisión de neumáticos                                      | 700   |
| Inspección final: Tubos, neumáticos  | 2000  |
| <b>Papel (Fábricas de).</b>  |   |
| Triturado, molido y prensado   | 300   |
| Acabado, cortado, aparejado y máquinas de hacer papel  | 500   |
| Cortado a mano, máquinas de cortar e igualar   | 700   |
| Bobinas de papel, inspección y laboratorios  | 1000  |
| Rebobinado   | 1500  |
| <b>Piel (Fabricación de artículos de).</b>   |   |
| Prensado, enrollado y glaseado   | 2000  |
| Clasificación, cortado, acoplado y cosido  | 3000  |
| <b>Piel (Industrias de la). Cueros.</b>  |   |
| Depósitos de limpieza, curtido y estirado  | 300   |
| Cortado, descarnado y estopado   | 500   |
| Acabado y cosido   | 1000  |
| <b>Piedras. Triturado y cribado.</b>   |   |
| Correas transportadoras espacios para canalizaciones, habitaciones de toboganes e interior de receptáculos | 100   |
| Salas de primera trituración, trituradoras auxiliares bajo los receptáculos                                | 100   |
| Cribas   | 200   |
| <b>Pinturas (Fabricación de).</b>  |   |
| General  | 300   |
| Mezclas comparativas y normales  | 2000  |
| <b>Pintura (Talleres de).</b>  |   |
| Por inmersión, a pistola, a mano, al fuego, pintura ordinaria a mano y perfilado delicado a mano           | 500   |
| Trabajos finos de pintura a mano y acabado   | 1000  |
| Trabajos extrafinos de pintura a mano y acabado (carrocerías de automóviles, pianos, etc.)                 | 3000  |
| <b>Planchado y limpiado en seco (ver Tintorerías).</b>   |   |
| <b>Productos lácteos: Industrias de la leche.</b>  |   |
| Habitación de hervido y almacén de botellas  | 300   |
| Clasificación de botellas  | 500   |
| Limpieza de botellas   | 300   |
| Lavado de bidones y equipos de frío  | 300   |
| Rellenado, inspección  | 1000  |
| Indicadores, aneles y termómetros (parte vista)  | 500   |
| Laboratorios   | 1000  |
| Pasteurizadores, clasificadores y refrigeradores   | 300   |
| Tanques depósitos:   |   |
| Interiores claros  | 200   |
| Interiores oscuros   | 1000  |
| <b>Pulido y bruñido</b>  | 1000  |
| <b>Química (Trabajos de).</b>  |   |
| Desecadores, alambiques, evaporadores, blanqueadores, filtros  | 300   |
| Tanques, cristalizadores, extractores, coladores   | 300   |
| <b>Servicio (Áreas de).</b>  |   |
| Escaleras, pasillos, ascensores  | 200   |
| Lavabos y Tocadores  | 300   |

\* La superficie a inspeccionar debe ser cubierta con un alumbrado especial a base de fuentes luminosas de gran tamaño y brillo lo suficientemente bajo para proporcionar unas condiciones de contraste favorables.

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| <b>Soldadura (Talleres de) (continuación)</b>  |   |
| Iluminación general  | 500   |
| Soldadura manual de arco. Gran precisión   | 10000   |
| <b>Sombreros (Fábricas de).</b>  |   |
| Tinte, enderezado, acordonado, limpieza y refinado   | 1000  |
| Dar forma, tamaño, perforado, rebordeado, acabado y planchado  | 2000  |
| Cosido e inspección  | 5000  |
| <b>Tabado (Manipulado del).</b>  |   |
| Secado, limpieza general   | 300   |
| Clasificación y apartado   | 2000  |
| <b>Tahonas.</b>  |   |
| Cuarto de mezclas  | 500   |
| Estanterías (iluminación vertical)   | 300   |
| Interior del horno (mezcladores verticales)  | 500   |
| Cuarto de fermentación   | 300   |
| Locales restantes:   |   |
| Pan  | 300   |
| Dulces y productos de confitería   | 500   |
| Horno, pruebas y empaquetado   | 300   |
| Rellenado y otros ingredientes   | 500   |
| Decorado y azucarado:  |   |
| Mecánico   | 500   |
| A mano   | 1000  |
| <b>Talleres de forja (ver Forja).</b>  |   |
| <b>Talleres mecánicos.</b>   |   |
| Trabajos bastos de banco y máquina   | 500   |
| Trabajos medios de banco y máquina, máquinas automáticas ordinarias, cepillado basto, pulido y bruñido medio | 1000  |
| Trabajo fino de banco y máquina, máquinas automáticas de precisión, cepillado medio, pulido y bruñido fino   | 5000  |
| Trabajos de banco y máquina muy finos, cepillado fino  | 10000   |
| <b>Telas (sus derivados) (ver Corte y confección).</b>   |   |
| <b>Telas y tejidos (ver Textiles (Fábricas)).</b>  |   |
| <b>Textiles (Fábricas). Algodón.</b>   |   |
| Abrir, mezclar y picar   | 300   |
| Cardar, estirar, torcer, encanillar, hilar, urdir  | 500   |
| Confección de piezas de tela:  |   |
| Artículos grises   | 500   |
| Mezclilla  | 1500  |
| Inspección:  |   |
| Artículos grises (girado a mano)   | 1000  |
| Mezclilla (movimiento rápido)  | 5000  |
| Estirado automático  | 1500  |
| Hilado a mano  | 2000  |
| Tejido   | 1000  |
| <b>Textiles (Fábricas). Lana y estambre.</b>   |   |
| Clasificación  | 1000  |
| Hilado (en bastidor o máquina): blanco   | 500   |
| Hilado (en bastidor o a máquina): coloreado  | 1000  |
| Trenzado o urdido: blanco  | 500   |
| Urdido en peine: blanco  | 1000  |
| Urdido: color  | 1000  |
| Urdido en peine: color   | 3000  |
| Trenzado: blanco   | 300   |
| Trenzado: color  | 1500  |
| Tejido: blanco   | 1000  |
| Tejido: color  | 2000  |

|  | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|--|---|
| <b>Textiles (Fábricas) (continuación).</b>                                 |   |
| Locales para géneros grises:   |   |
| Borra  | 1500  |
| Hilos  | 3000  |
| Telas  | 700   |
| Acabado, completado, pegado, tratado y secado                              | 500   |
| Tintes   | 1000  |
| Acabado en seco:   |   |
| Preparado, acondicionado, prensado y tejido                                | 700   |
| Corte  | 1000  |
| Inspección   | 20000   |
| <b>Textiles (Fábricas). Seda y rayón.</b>                                  |   |
| Fabricación: empapado coloreado y acondicionamiento o colocación de líneas | 300   |
| Devanado, trenzado, rebobinado, encanillado y enderezado:                  |   |
| Materiales claros  | 500   |
| Materiales oscuros   | 2000  |
| Sala de telares (en sus diversas modalidades)                              | 1000  |
| Hilado en peines o sobre alambres en los telares                           | 1000  |
| Tejido   | 1000  |
| <b>Tintorerías. Planchado y limpiado en seco.</b>                          |   |
| Reconocimiento y clasificación   | 500   |
| Limpieza en seco, húmeda y al vapor  | 500   |

|   | Nivel luminoso recomendado en Lux (mínimo en cualquier momento) |
|---|---|
| Inspección y localización de manchas  | 5000  |
| Planchado a mano y máquina  | 1500  |
| Reparaciones y modificaciones   | 2000  |
| <b>Vidrio (Fábricas de).</b>  |   |
| Sala de mezclas y horno, hornos de prensado, máquinas de soplar vidrio  | 300   |
| Molido, cortado del vidrio a medida, esmerilado   | 500   |
| Molido fino, pulido y biselado  | 1000  |
| Inspección, grabado y decorado  | 2000  |
| <b>Zapaterías. Trabajo en goma.</b>   |   |
| Lavado, bañado, mezclado y preparación del caucho   | 300   |
| Barnizado, vulcanizado, satinado y cortado de suelas.   | 500   |
| Laminado de suelas, forrado y 287, proceso de fabricación y acabado   | 1000  |
| <b>Zapaterías. Trabajo en material.</b>   |   |
| Mesas de corte, marcado, ojales, raspar, clasificar y control en materiales oscuros   | 3000  |
| Fabricación y acabado, lavado, revestimiento, barnizado, vulcanizado, corte de las suelas y palas, repujado, forrado, laminado, limpiado, teñido, alisado, pulido y estampado | 2000  |

Fuentes Luminosas

Características de las Lámparas Incandescentes de Alumbrado General para una Tensión de Operación Normal.

| Watts | Bulbo | Acabado           | Base               | Longitud máxima total (mm) | Filamento | Vida normal media (horas) | Flujo luminoso inicial (lúmenes) | Flujo luminoso medio (lúmenes) |
|-------|-------|-------------------|--------------------|----------------------------|-----------|---------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 25    | A-19  | Mat. int.         | Media              | 100                        | C-9       | 1000                      | 265                              | ---                            |
| 40    | T-19  | Blanco            | Media              | 112                        | C-9       | 1350                      | 430                              | ---                            |
| 60    | T-19  | Blanco            | Media              | 112                        | CC-6      | 1350                      | 785                              | ---                            |
| 75    | T-19  | Blanco            | Media              | 112                        | CC-8      | 1350                      | 1085                             | ---                            |
| 100   | T-19  | Blanco            | Media              | 112                        | CC-8      | 1350                      | 1535                             | ---                            |
| 50    | T-21  | Blanco            | Media de 3 contac. | 150                        | 2CC-6     | 1350                      | 595                              | ---                            |
| 100   |       |                   |                    |                            |           |                           | 1435                             | ---                            |
| 150   | PS-25 | Blanco            | Mogul de 3 contac. | 173                        | 2CC-6     | 1000                      | 2030                             | ---                            |
| 200   |       |                   |                    |                            |           |                           | 1500                             | ---                            |
| 300   | T-21  | Blanco            | Media              | 160                        | CC-6      | 1350                      | 3500                             | ---                            |
| 150   |       |                   |                    |                            |           |                           | 5000                             | ---                            |
| 200   | A-25  | Blanco            | Media              | 176                        | CC-6      | 750                       | 2380                             | ---                            |
| 300   |       |                   |                    |                            |           |                           | 3800                             | 3500                           |
| 300   | PS-30 | Mat. int.         | Media              | 204                        | C-8       | 750                       | 6300                             | 5550                           |
| 500   |       |                   |                    |                            |           |                           | 10750                            | 9650                           |
| 750   | PS-40 | Mat. int. o Claro | Mogul              | 247                        | C-8       | 1000                      | 16700                            | 15500                          |
| 1000  |       |                   |                    |                            |           |                           | 23000                            | 21000                          |
| 300   | PS-52 | Mogul             | Mogul              | 332                        | 2CC-8     | 1000                      | 33300                            | 27000                          |
| 500   |       |                   |                    |                            |           |                           | 33300                            | 27000                          |
| 1500  | PS-52 | Mogul             | Mogul              | 332                        | C-7 A     | 1000                      | 33300                            | 27000                          |
| 1000  |       |                   |                    |                            |           |                           | 33300                            | 27000                          |
| 2000  | PS-52 | Mogul             | Mogul              | 332                        | C-7 A     | 1000                      | 33300                            | 27000                          |
| 1000  |       |                   |                    |                            |           |                           | 33300                            | 27000                          |

Características de las Lámparas Incandescentes Reflectoras y Proyectoras

(Lámparas de 2000 horas de Vida)

| Watts                  | Bulbo   | Base                 | Longitud máxima total (mm.) | Apertura aproximada del haz (grados) | (1) Flujo luminoso inicial del haz (lúmenes) | Flujo luminoso inicial total (lúmenes) | (2) Máxima intensidad luminosa inicial (candelas) | Distribución |
|------------------------|---------|----------------------|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|---|--------------|
| <b>Proyectoras (3)</b> |         |                      |                             |                                      |  |  |   |              |
| 75                     | PAR-38  | M. Ens. (5)          | 135                         | 30                                   | 465  | 750                                    | 4800  | Intensiva    |
| 75                     | PAR-38  | M. Ens. (5)          | 135                         | 60                                   | 600  | 750                                    | 1500  | Extensiva    |
| 150                    | PAR-38  | M. Ens. (5)          | 135                         | 30                                   | 1100   | 1730                                   | 10500   | Intensiva    |
| 150                    | PAR-38  | M. Ens. (5)          | 135                         | 60                                   | 1350   | 1730                                   | 3400  | Extensiva    |
| 200                    | PAR-46  | M. Contac.           | 102                         | 17x23                                | 1200   | 2350                                   | 33000   | Estrecha     |
| 200                    | PAR-46  | A. Lat. (6)          | 102                         | 20x40                                | 1300   | 2350                                   | 12000   | Media        |
| 300                    | PAR-56  | Mogul con tacto ame. | 127                         | 15x20                                | 1800   | 3720                                   | 70000   | Estrecha     |
| 300                    | PAR-56  | tacto ame.           | 127                         | 20x35                                | 2000   | 3720                                   | 22000   | Media        |
| 300                    | PAR-56  | final (7)            | 127                         | 30x60                                | 2100   | 3720                                   | 10000   | Ancha        |
| <b>Reflectoras</b>     |         |                      |                             |                                      |  |  |   |              |
| 30                     | R-20    | Media                | 100                         | 90                                   | 160  | 210                                    | 245   | Extensiva    |
| 75                     | R-30    | Media                | 132                         | 50                                   | 410  | 820                                    | 1840  | Intensiva    |
| 75                     | R-30    | Media                | 132                         | 130                                  | 700  | 820                                    | 430   | Extensiva    |
| 150                    | R-40    | Media                | 165                         | 40                                   | 860  | 1890                                   | 7000  | Intensiva    |
| 150                    | (4)R-40 | Media                | 165                         | 110                                  | 1600   | 1890                                   | 1300  | Extensiva    |
| 300                    | (4)R-40 | Media                | 165                         | 35                                   | 1800   | 3700                                   | 13500   | Intensiva    |
| 300                    | (4)R-40 | Media                | 165                         | 115                                  | 2800   | 3700                                   | 2500  | Extensiva    |
| 500                    | (3)R-40 | Mogul                | 184                         | 35                                   | 3100   | 6500                                   | 22000   | Intensiva    |
| 500                    | (3)R-40 | Mogul                | 184                         | 115                                  | 5400   | 6500                                   | 4800  | Extensiva    |
| 500                    | R-57    | Mogul                | 305                         | 70                                   | —  | 7850                                   | —   | Estrecha     |
| 500                    | R-52    | Mogul                | 298                         | 120                                  | —  | 7850                                   | —   | Ancha        |
| 750                    | R-57    | Mogul                | 305                         | 70                                   | —  | 12700                                  | —   | Estrecha     |
| 750                    | R-52    | Mogul                | 298                         | 120                                  | —  | 12700                                  | —   | Ancha        |
| 1000                   | R-57    | Mogul                | 305                         | 70                                   | —  | 17500                                  | —   | Estrecha     |

(1) En la apertura del haz se incluyen todos los rayos de intensidad luminosa de valor superior al 10 por 100 del valor del rayo de intensidad máxima que parte del foco luminoso.

(2) Valor en el cono central de 10° (apertura total) para todas las lámparas, excepto las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo. Para las lámparas de haz estrecho y las PAR de tipo intensivo, el cono central es de 5°.

(3) Bulbo de vidrio resistente al calor.

(4) También pueden adquirirse con bulbo de vidrio resistente al calor.

(5) Media roscada y con ensanchamiento para fijación el bulbo de vidrio de diámetro superior al de la base media.

(6) Media con contactos laterales tipo americano.

(7) Mogul con contactos de enchufe tipo americano.

Designación y Datos Referentes a las Lámparas Fluorescentes.

| (1)<br>Tipo de Lámpara                     | Base            | Características de Servicio |                 | Tensión Mínima de Arranque (Volts) (2) | Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes) (3) |                        | Flujo Luminoso medio (Lúmenes) (4) |                        |
|--|-----------------|-----------------------------|-----------------|--|--------------------------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------|
|  |                 | Intensidad (Amperes)        | Tensión (volts) |  | Blanca Fría                          | Blanca y Blanca Cálida | Blanca Fría                        | Blanca y Blanca Cálida |
| <b>Pre calentamiento</b>                   |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 4-W T-5 6"                                 | Miniat. Biclav. | 0.135                       | 32              | 110                                    | 115                                  | 125                    | 80                                 | 90                     |
| 6-W T-5 9"                                 | Miniat. Biclav. | 0.145                       | 47              | 110                                    | 250                                  | 260                    | 195                                | 200                    |
| 8-W T-5 12"                                | Miniat. Biclav. | 0.170                       | 56              | 110                                    | 380                                  | 395                    | 285                                | 300                    |
| 13-W T-5 21"                               | Miniat. Biclav. | 0.160                       | 95              | 176                                    | 740                                  | 765                    | 590                                | 610                    |
| 14-W T-12 15"                              | Media Biclav.   | 0.385                       | 39              | 110                                    | 580                                  | 600                    | 475                                | 490                    |
| 15-W T-8 18"                               | Media Biclav.   | 0.300                       | 55              | 110                                    | 760                                  | 785                    | 640                                | 665                    |
| 15-W T-12 18"                              | Media Biclav.   | 0.330                       | 46              | 110                                    | 680                                  | 705                    | 590                                | 615                    |
| 20-W T-12 24"                              | Media Biclav.   | 0.380                       | 56              | 110                                    | 1080                                 | 1120                   | 940                                | 990                    |
| 25-W T-12 33"                              | Media Biclav.   | 0.490                       | 57              | 110                                    | 1650                                 | 1700                   | 1430                               | 1470                   |
| 30-W T-8 36"                               | Media Biclav.   | 0.355                       | 98              | 176                                    | 1930                                 | 2000                   | 1600                               | 1660                   |
| 90-W T-17 60"(5)                           | Mogul Biclav.   | 1.550                       | 63              | 132                                    | 5560                                 | 5640                   | 4600                               | 4740                   |
| <b>Preca. - Arranque Rápido</b>            |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 40-W T-12 48"(5) (6)                       | Media Biclav.   | 0.430                       | 101             | 3100                                   | 3250                                 | 2800                   | 2800                               | 2930                   |
| <b>Arranque Rápido</b>                     |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 30-W T-13 36"                              | Media Biclav.   | 0.430                       | 75              | 250                                    | 1900                                 | 1970                   | 1670                               | 1730                   |
| <b>Alta Emisión (7)</b>                    |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 24" T-12 30-W                              | Retr. D.C. (11) | 0.800                       | 41              | 225                                    | 1500                                 | 1550                   | 1270                               | 1310                   |
| 48" T-12 60-W                              | Retr. D.C.      | 0.800                       | 75              | 256                                    | 3850                                 | 3950                   | 3160                               | 3340                   |
| 72" T-12 85-W                              | Retr. D.C.      | 0.800                       | 113             | 395                                    | 6100                                 | 6300                   | 5150                               | 5320                   |
| 96" T-12 110-W                             | Retr. D.C.      | 0.800                       | 150             | 465                                    | 8500                                 | 8800                   | 7180                               | 7440                   |
| <b>Muy Alta Emisión (Super Hi) (7) (8)</b> |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 48" T-12 110-W                             | Retr. D.C.      | 1.500                       | 86              | 250                                    | 6900                                 | —                      | 5800                               | —                      |
| 72" T-12 160-W                             | Retr. D.C.      | 1.500                       | 128             | 350                                    | 10900                                | —                      | 9100                               | —                      |
| 96" T-12 215-W                             | Retr. D.C.      | 1.500                       | 172             | 470                                    | 15000                                | —                      | 12600                              | —                      |
| <b>Circular (7)</b>                        |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 22-W T-9 8 1/4" OD                         | Cuatro Clav.    | 0.380                       | 60              | 185                                    | 1020                                 | 1060                   | 765                                | 795                    |
| 32-W T-10 12" OD                           | Cuatro Clav.    | 0.430                       | 80              | 205                                    | 1750                                 | 1830                   | 1450                               | 1500                   |
| 40-W T-10 16" OD                           | Cuatro Clav.    | 0.415                       | 108             | 205                                    | 2450                                 | 2530                   | 2070                               | 2120                   |
| <b>Arranque Instantáneo (9)</b>            |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 40-W T-12 48"                              | Media Biclav.   | 0.425                       | 104             | 385                                    | 2700                                 | 2750                   | 2400                               | 2450                   |
| 40-W T-17 60"                              | Mogul Biclav.   | 0.425                       | 107             | 385                                    | 2700                                 | 2750                   | 2430                               | 2480                   |
| <b>"Slimline" (10)</b>                     |                 |                             |                 |  |                                      |                        |                                    |                        |
| 42" T-6 25-W                               | Monoclavillo.   | 0.200                       | 150             | 405                                    | 1625                                 | 1675                   | 1370                               | 1410                   |
| 64" T-6 37-W                               | Monoclavillo.   | 0.200                       | 233             | 540                                    | 2600                                 | 2700                   | 2180                               | 2240                   |
| 72" T-8 37.5-W                             | Monoclavillo.   | 0.200                       | 218             | 540                                    | 2650                                 | 2740                   | 2280                               | 2360                   |
| 96" T-8 50-W                               | Monoclavillo.   | 0.200                       | 290             | 675                                    | 3700                                 | 3800                   | 3250                               | 3300                   |
| 48" T-12 38.5-W (5)                        | Monoclavillo.   | 0.425                       | 100             | 385                                    | 2600                                 | 2700                   | 2320                               | 2410                   |
| 72" T-12 56-W                              | Monoclavillo.   | 0.425                       | 145             | 475                                    | 4100                                 | 4200                   | 3670                               | 3761                   |
| 96" T-12 73.5-W (5)                        | Monoclavillo.   | 0.425                       | 197             | 565                                    | 5800                                 | 5950                   | 5200                               | 5320                   |

(1) Potencia nominal en watts, designación del bulbo (T indica lámparas tubulares y el número que le sigue determina el diámetro en octavos de pulgada), longitud total normal (la lámpara con dos portalámparas normales).

(2) Para un arranque asegurado a 100°C. o más de temperatura ambiente o valores aplicables a las lámparas de pre calentamiento, arranque instantáneo y "Slimline" conectadas a reactancias sencillas o dobles del tipo "Lead-Lag"; a las lámparas de arranque rápido, alta emisión y muy alta emisión conectadas a reactancias dobles del tipo serie; y a las lámparas circulares conectadas a reactancias sencillas del tipo "arranque rápido". Para las lámparas de muy alta emisión los valores son aplicables a un factor de pico de la tensión mínimo de 1.6.

(3) Medido después de cien horas de servicio a 25°C. y en condiciones de ensayo especificadas. Los valores aproximados para los otros tonos pueden determinarse multiplicando el flujo luminoso de las lámparas "blanca fría" por los siguientes factores: alta eficacia, 1.15; blanca de lujo, 0.73; blanca

suave, 0.70; luz día, 0.84; rosa y azul, 0.45; verde, 1.40; verde frío, 0.92; oro, 0.60; rojo 0.06.

(4) Valor aproximado al 40 por 100 de la vida media.

(5) Solamente en el tono "blanca fría" pueden adquirirse también lámparas de tipo reflector. La emisión luminosa aproximada es el 86 por 100 de la de las lámparas ordinarias.

(6) Valores eléctricos, aplicables únicamente al dar servicio con reactancias de arranque rápido.

(7) Lámparas con funcionamiento basado en el principio del arranque rápido.

(8) El valor de la emisión luminosa (lúmenes) se obtiene con los nuevos modelos de reactancias.

Los valores que se consiguen con las reactancias actuales es aproximadamente el 93 por 100 de los valores citados.

(9) Los clavillos de la base están cortocircuitados.

(10) Las lámparas "Slimline" T-6 y T-8 pueden trabajar de 100 a 300 mA. y las T-12 de 200 a 600 mA.

(11) Abreviaturas de "Retractil de doble contacto".



● Pérdidas Aproximadas en las Reactancias (1)

| Tipo de Lámpara   | Tipo de Cebador | 110 - 125 Volts |            |               | 240 - 280 Volts |            |               |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------|---------------|-----------------|------------|---------------|
|                   |                 | Sencillas       | Dobles     |               | Sencillas       | Dobles     |               |
|                   |                 |                 | Tipo Serie | Tipo Lead-Lag |                 | Tipo Serie | Tipo Lead Lag |
| Pre calentamiento |                 |                 |            |               |                 |            |               |
| 48" T-12 40W (2)  | FC-4            | 10              | —          | 16            | —               | 16         | —             |
| 60" T-17 90W      | FC-85           | 21              | —          | 30            | —               | 40         | —             |
| Arranque rapido   | Corriente       |                 |            |               |                 |            |               |
| 48" T-12 40W (2)  | 430 mA          | 54 (3)          | 94 (3)     | —             | 54 (3)          | 94 (3)     | —             |
| "Slimline"        |                 |                 |            |               |                 |            |               |
| 48" T-12 38,5W    | 425 mA          | 20              | 32         | 28            | 20              | 28         | 28            |
| 72" T-12 56W      | 425 mA          | 22              | 27         | 32            | 22              | 27         | 31            |
| 96" T-12 73.5W    | 425 mA          | 27              | 27         | 32            | 25              | 27         | 31            |
| Alta Emisión      |                 |                 |            |               |                 |            |               |
| 48" T-12 60W      | 800 mA          | 85 (3)          | 145 (3)    | —             | 85 (3)          | 147 (3)    | —             |
| 72" T-12 85W      | 800 mA          | 118 (3)         | 205 (3)    | —             | 118 (3)         | 205 (3)    | —             |
| 96" T-12 110W     | 800 mA          | 138 (3)         | 245 (3)    | —             | 138 (3)         | 245 (3)    | —             |
| Muy Alta Emisión  |                 |                 |            |               |                 |            |               |
| 48" T-12 110W     | 1,5 amps.       | 145 (3)         | 260 (3)    | —             | 145 (3)         | 240 (3)    | —             |
| 72" T-12 160W     | 1,5 amps.       | 235 (3)         | 360 (3)    | —             | 235 (3)         | 360 (3)    | —             |
| 96" T-12 215W     | 1,5 amps.       | 235 (3)         | 460 (3)    | —             | 230 (3)         | 460 (3)    | —             |

(1) Reactancias de alto factor de potencia  
 (2) Con lámparas de Pre calentamiento-Arranque rápido  
 (3) Potencia total absorbida por la reactancia, incluido el consumo de las lámparas y el propio de la reactancia.

| Designación ASA       | Antigua Designación Westinghouse | Bulbo  | Acabado                                | Longitud de Arco (mm) | Longitud Máxima (mm) | Distancia Base Foco (mm) | Flujo Luminoso Inicial (Lúmenes a las 100 h.) | (1) Flujo Luminoso Medio (Lúmenes) |
|-----------------------|----------------------------------|--------|--|-----------------------|----------------------|--------------------------|---|------------------------------------|
| 100 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H38-4 GS              | C-H4-LG                          | PAR-38 | Clara, Reflector Intensivo             | —                     | 138                  | —                        | 2400  | 1440                               |
| H38-4 JM              | E-H4-LG                          | PAR-38 | Clara, Reflector Extensivo             | —                     | 138                  | —                        | 2400  | 1440                               |
| H38-4 HT              | L-H4-LG                          | BT-25  | Clara                                  | 28                    | 187                  | 127                      | 3650  | 2960                               |
| H38-4 JA/C            | M-H4-LG                          | BT-25  | Blanca Normal                          | 28                    | 187                  | 127                      | 3350  | 2580                               |
| H38-4 JA/W            | M-H4/SW-LG                       | BT-25  | Blanca de Alta Emisión                 | 28                    | 187                  | 127                      | 4000  | 2840                               |
| 175 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H39-22 KB             | A-H22-LG                         | BT-28  | Clara                                  | 51                    | 211                  | 127                      | 7800  | 6700                               |
| H39-22 KC/C           | B-H22-LG                         | BT-28  | Blanca Normal                          | 51                    | 211                  | 127                      | 7500  | 6350                               |
| H39-22 KC/W           | B-H22/SW-LG                      | BT-28  | Blanca de Alta Emisión                 | 51                    | 211                  | 127                      | 8050  | 6500                               |
| 250 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H37-5 KB              | C-H5-LG                          | BT-28  | Clara                                  | 54                    | 211                  | 127                      | 12000   | 10300                              |
| H37-5 KC/C            | D-H5-LG                          | BT-28  | Blanca Normal                          | 54                    | 211                  | 127                      | 11500   | 9650                               |
| H37-5 KC/W            | D-H5/SW-LG                       | BT-28  | Blanca de Alta Emisión                 | 54                    | 211                  | 127                      | 13000   | 10300                              |
| H37-5 KC/X            | D-H5/X-LG                        | BT-28  | Blanca de Lujo                         | 54                    | 211                  | 127                      | 8600  | 6950                               |
| 400 Watts (2)         |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H33-1-CD              | E-H1-LG                          | BT-37  | Clara                                  | 70                    | 292                  | 177                      | 21500   | 18900                              |
| H33-1-GL/C            | J-H1-LG                          | BT-37  | Blanca Normal                          | 70                    | 292                  | 177                      | 2100  | 18200                              |
| H33-1-GL/W            | J-H1/SW-LG                       | BT-37  | Blanca de Alta Emisión                 | 70                    | 292                  | 177                      | 24000   | 19700                              |
| H33-1-GL/X            | J-H1/X-LG                        | BT-37  | Blanca de Lujo                         | 70                    | 292                  | 177                      | 15000   | 12700                              |
| H33-1-GL/Y            | J-H1/Y-LG                        | BT-37  | Amarilla                               | 70                    | 292                  | 177                      | 11500   | 9550                               |
| H33-1-FY              | K-H1-LG                          | R-57   | Mat. Int. Refl. Haz Ancho              | —                     | 324                  | —                        | 18500   | 16400                              |
| H33-1-HC              | L-H1-LG                          | R-57   | Mat. Int. Refl. Haz Medio              | —                     | 324                  | —                        | 17500   | 15200                              |
| H33-1-DN/C            | P-H1-LG                          | R-57   | Blanca Normal Semi Reflectora          | 70                    | 324                  | 217                      | 21000   | 19000                              |
| H33-1-DN/W            | P-H1/SW-LG                       | R-57   | Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora | 70                    | 324                  | 217                      | 24000   | 20100                              |
| H33-1-DN/X            | P-H1/X-LG                        | R-57   | Blanca de Lujo Semi Reflect.           | 70                    | 324                  | 217                      | 15000   | 13000                              |
| H33-1-LN              | —                                | R-60   | Blanca Normal Haz Abierto              | —                     | 276                  | —                        | 17200   | 15000                              |
| H33-1-FS/C            | —                                | R-60   | Blanca de Alta Emisión Haz Abierto     | —                     | 276                  | —                        | 15000   | 13200                              |
| H33-1-FS/X            | —                                | R-60   | Blanca de Lujo Alta Emisión            | —                     | 276                  | —                        | 11000   | 9350                               |
| 425 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H40-17 MA             | A-H17-LG                         | BT-37  | Clara                                  | 89                    | 292                  | 177                      | 21500   | 18900                              |
| H40-17 GL/C           | B-H17-LG                         | BT-37  | Blanca Normal                          | 89                    | 292                  | 177                      | 21000   | 18200                              |
| H40-17 GL/W           | B-H17/SW-LG                      | BT-37  | Blanca de Alta Emisión                 | 89                    | 292                  | 177                      | 24000   | 19700                              |
| H40-17 DN/C           | C-H17-LG                         | R-57   | Blanca Normal Semi Reflectora          | 89                    | 324                  | 217                      | 21000   | 19000                              |
| H40-17 DN/W           | C-H17/SW-LG                      | R-57   | Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora | 89                    | 324                  | 217                      | 24000   | 20100                              |
| 430 Watts 6,6 Amperes |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H41-24 CD             | A-H24-LG                         | BT-37  | Clara                                  | 65                    | 292                  | 177                      | 20000   | 15600                              |
| H41-24 GL/C           | B-H24-LG                         | BT-37  | Blanca Normal                          | 65                    | 292                  | 177                      | 18500   | 14100                              |
| H41-24 GL/W           | B-H24/SW-LG                      | BT-37  | Blanca de Alta Emisión                 | 65                    | 292                  | 177                      | 22000   | 16000                              |
| 700 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H35-18 NA             | A-H18-LG                         | BT-46  | Clara                                  | 127                   | 368                  | 241                      | 37000   | 31800                              |
| H35-18 ND/C           | B-H18-LG                         | BT-46  | Blanca Normal                          | 127                   | 368                  | 241                      | 36000   | 30600                              |
| H35-18 ND/W           | B-H18/SW-LG                      | BT-46  | Blanca de Alta Emisión                 | 127                   | 368                  | 241                      | 41000   | 33200                              |
| 1000 Watts            |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H34-12 GV             | A-H12-LG                         | BT-56  | Clara                                  | 127                   | 390                  | 241                      | 55000   | 44500                              |
| H34-12 GW/C           | C-H12-LG                         | BT-56  | Blanca Normal                          | 127                   | 390                  | 241                      | 52000   | 41300                              |
| H34-12 GW/W           | C-H12/SW-LG                      | BT-56  | Blanca de Alta Emisión                 | 127                   | 390                  | 241                      | 60000   | 45600                              |
| H34-12 GW/X           | C-H12/X-LG                       | BT-56  | Blanca de Lujo                         | 127                   | 390                  | 241                      | 40000   | 30600                              |
| H34-12 KY/C           | D-H12-LG                         | BT-56  | Blanca Normal Semi Reflectora          | 127                   | 390                  | 241                      | 53500   | 42500                              |
| H34-12 KY/W           | D-H12/SW-LG                      | BT-56  | Blanca de Alta Emisión Semi Reflectora | 127                   | 390                  | 241                      | 57000   | 44700                              |
| H36-15 GV             | A-H15-LG                         | BT-56  | Clara                                  | 152                   | 390                  | 241                      | 57000   | 46000                              |
| H36-15 GW/C           | B-H15-LG                         | BT-56  | Blanca Normal                          | 152                   | 390                  | 241                      | 54000   | 43000                              |
| H36-15 GW/W           | B-H15/SW-LG                      | BT-56  | Blanca de Alta Emisión                 | 152                   | 390                  | 241                      | 62000   | 47100                              |
| H36-15 GW/X           | B-H15/X-LG                       | BT-56  | Blanca de Lujo                         | 152                   | 390                  | 241                      | 42000   | 32100                              |
| H36-15 KY/C           | D-H15-LG                         | BT-56  | Blanca Normal Semi Reflectora          | 152                   | 390                  | 241                      | 55000   | 43700                              |
| H36-15 KY/W           | D-H15/SW-LG                      | BT-56  | Blanca Normal Emisión Semi Reflectora  | 152                   | 390                  | 241                      | 59000   | 46300                              |
| H36-15 FB             | —                                | R-80   | Blanca Normal Haz Abierto              | —                     | 352                  | —                        | 45500   | 34100                              |
| H36-15 FA/C           | —                                | R-80   | Blanca de Alta Emisión Haz Abierto     | —                     | 352                  | —                        | 40000   | 30000                              |
| 300 Watts             |                                  |        |  |                       |                      |                          |   |                                    |
| H9 X-1                | A-H9                             | T-91/2 | Clara (De un sólo bulbo)               | 1220                  | 1398                 | —                        | 13200   | 108000                             |

1) Promedio a lo largo de 16,000 horas de operación. La vida económicamente rentable de las lámparas LIFE GUARD es de 12,000 a 16,000 horas, y la de lámparas normales y las de vidrio duro de 7,000 horas.

2) Las lámparas de 400 w. tipo H25 no se fabrican en la actualidad. En los lugares en que las dimensiones físicas lo permitan, cualquiera de los otros tipos de lámparas de 400 w. pueden sustituirlas.



### Alumbrado de Calles y Carreteras (Alumbrado público)

Para llevar a cabo una verdadera y buena iluminación de alumbrado público, es esencial que la instalación esté bien proyectada. El diseño deberá seguir las normas prácticas americanas para el alumbrado de calles y carreteras, teniendo en consideración los siguientes puntos:

La clasificación de la carretera en función del tráfico. El nivel adecuado de iluminación para la clasificación de la carretera.

La selección de luminarias en relación con la distribución de luz requerida.

Los emplazamientos adecuados de las luminarias (altura de montaje, distancia de separación entre unas y otras, longitud del brazo) para proporcionar la cantidad y calidad de iluminación requerida.

#### 1. Clasificación de las carreteras

Se deberá hacer una clasificación en función del tráfico aplicable a todas las carreteras para que el diseño del sistema de alumbrado esté en relación con las necesidades particulares de cada una. La tabla nos muestra la clasificación según el volumen del tráfico de vehículos, recomendada por el "Street Lighting Committee" del "Institute of Traffic Engineers" (1). Se recomienda que todas las carreteras se clasifiquen además según el tráfico de peatones durante las horas nocturnas de mayor actividad:

| Tráfico de peatones | Muy ligero (menos de 150) | Ligero (150 a 500) | Medio (500 a 1200) | Pesado o más (más de 1200) |
|---------------------|---------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|
| Pesado              | 9                         | 12                 | 15                 | 18                         |
| Medio               | 6                         | 9                  | 12                 | 15                         |
| Ligero o nulo       | 3                         | 6                  | 9                  | 12                         |

\* Durante la noche, a la hora de máximo tráfico, en ambas direcciones. (1) Instituto de Ingenieros de Tráfico, Comité de Alumbrado de Calles.

**Tráfico ligero o sin peatones.**— El que puede haber en las carreteras de barrios residenciales o zonas de almacenes, autopistas, calles elevadas o subterráneas y carreteras en campo.

**Tráfico de peatones medio.**— El que puede haber en calles de barrios comerciales de segundo orden y en calles de algunas zonas industriales.

**Tráfico de peatones pesado.**— El que puede haber en las calles de los barrios comerciales.

#### 2. Nivel de iluminación

El nivel adecuado de iluminación para cada clasificación de las calles puede determinarse en la tabla siguiente. Los valores de la lista son los niveles mínimos en servicio, requeridos para

**Nivel luminoso recomendado en Lux (Lúmenes por m<sup>2</sup>) para calles\***

| Clasificación del Tráfico | Vehículos por hora |
|---------------------------|--------------------|
| Tráfico muy ligero        | Menos de 150       |
| Tráfico ligero            | 150 a 500          |
| Tráfico medio             | 500 a 1200         |
| Tráfico pesado            | 1200 a 2400        |
| Tráfico muy pesado        | 2400 a 4000        |
| Tráfico máximo            | Más de 4000        |

\* Para calzadas oscuras, con una reflectancia aproximada del 3%. Con calzadas más claras, niveles luminosos más bajos, proporcionarán la misma efectividad;

proporcionar un buen alumbrado público normal. En algunas instalaciones pueden ser requeridos niveles más altos por razones distintas de la seguridad del tráfico. El nivel luminoso más bajo en cualquier punto del pavimento no debe ser nunca menos de 1/4 del citado en la tabla. Esto se aplicará a todas las carreteras excepto a las que tienen un tráfico muy ligero de vehículos en donde el mínimo admisible puede llegar a ser 1/10 de la iluminación usual.

#### 3. Selección de unidades de alumbrado.

Las fuentes luminosas usadas en el alumbrado público son las incandescentes, las de vapor de mercurio y las fluorescentes, y

cada una de ellas proporcionará resultados excelentes cuando se utilicen adecuadamente. La consideración fundamental a seleccionar la unidad de alumbrado y la combinación de lámparas es su distribución fotométrica que procurará la cantidad y uniformidad de iluminación deseada, además de crear unas buenas condiciones visuales en los alrededores. La elección entre sistemas que cumplan estos requisitos se hace generalmente teniendo en cuenta su aspecto y el costo relativo.

Las unidades de alumbrado público se clasifican generalmente con relación a la forma de distribución lateral en cinco tipos generales que a continuación se detallan. La "anchura" se define por el ángulo que forman la línea de referencia paralela al bordillo y la línea radial que pasa por el punto de máxima emisión luminosa de la linterna en bujías.

#### Unidad de Alumbrado

Las lámparas de tipo I tienen distribución lateral en dos sentidos, con una anchura de 15 a cada lado de la línea de referencia y una variación aceptable de 10 a menos de 20. Las dos concentraciones principales de luz están en direcciones opuestas a lo largo de la calle. El plano vertical de máxima iluminación es paralelo a la línea de la acera. La distribución de luz es similar en ambos lados de este plano vertical. Este tipo de distribución es aplicable, en general, cuando la unidad de alumbrado se coloca próxima al eje de la calle.

#### Unidad de Alumbrado Tipo I de Cuatro Direcciones

Las lámparas de tipo I de cuatro direcciones, tienen una distribución con cuatro concentraciones principales de luz, formando entre ellos ángulos de aproximadamente 90° con una variación de anchura total de 20° a menos de 40° como las del tipo I. Este tipo de distribución es aplicable generalmente a unidades de alumbrado situadas sobre o cerca del centro de una intersección de calles de ángulo recto.

#### Unidades de Alumbrado Tipo II

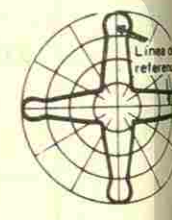
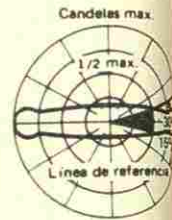
Las unidades de alumbrado con distribución de luz de tipo II tienen una anchura lateral de 25°, con una variación aceptable de 20° hasta menos de 30°. Esta distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas en o cerca de las aceras de calles relativamente estrechas, cuya anchura no exceda de 1.6 veces la altura de montaje.

#### Unidades de Alumbrado Tipo II de Cuatro Direcciones

Las unidades de alumbrado con distribución de luz tipo II de cuatro direcciones tienen cuatro concentraciones principales de luz, cada una con una anchura de 20° a menos de 30°, como las de tipo II. Este tipo de distribución es aplicable, en general, a unidades de alumbrado situadas cerca de una esquina de una intersección de calles de ángulo recto.

#### Unidades de alumbrado tipo III

Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo III tienen una anchura lateral de 40° con una variación aceptable de 30° a menos de 50°. Este tipo de distribución se proyecta para montaje de unidades de alumbrado en o cerca de un costado de una calle de mediana anchura, cuya anchura no exceda de 2,7 veces la altura de montaje.



### Unidades de alumbrado tipo IV



Las unidades de alumbrado de distribución de luz de tipo IV tienen una anchura lateral de 60° con una variación aceptable de 50° o más. Este tipo de distribución se proyecta para montaje al costado de la calle, y se emplea generalmente en calles anchas, cuya anchura no excede de 3.7 veces la altura de montaje.

### Unidades de alumbrado tipo V



Las unidades de alumbrado de tipo V tienen distribución de luz, circular, es decir la misma emisión en todos los ángulos laterales. Esta distribución se proyecta para unidades de alumbrado montadas, en o cerca del centro de la calle, en las islas centrales de avenidas y en cruces.

### 4. Emplazamiento de las Unidades de Alumbrado.

Dos consideraciones son de una importancia fundamental en la determinación de la altura de montaje óptima: la conveniencia de reducir al mínimo el deslumbramiento directo y la necesidad de una distribución razonablemente uniforme de iluminación sobre la superficie de la carretera. Cuanto más alta esté montada la unidad de alumbrado, más distanciada estará por encima de la línea normal de visión, y menor será su deslumbramiento.

Por otra parte, para alcanzar la iluminación uniforme se requiere una cierta relación entre la altura de montaje, la distancia entre unidades de alumbrado y el ángulo vertical de máxima emisión luminosa para la unidad de alumbrado en cuestión (generalmente entre 70° y 80°).

#### Estudios característicos de alumbrado de calles basados en un pavimento con factor de reflexión del 10% (1).

Emplazamiento a un solo lado de la calle

• Separación → Separación •

Emplazamiento a tresbolillo

• Separación → Separación •

Emplazamiento en oposición

• Separación → Separación •



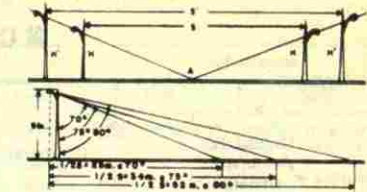
1) Para pavimentos con reflectancia menor (del orden del 3%), el nivel luminoso deberá ser aumentado en un 50%

2) Basado en la emisión luminosa inicial y un factor de mantenimiento de 0.80.

3) Para lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; para lámparas de incandescencia, 72 m. a un solo lado.

4) A 13°C de temperatura ambiente. Lámparas trabajando a tensión nominal en posición horizontal.

### Relación de la distancia entre unidades de alumbrado a la altura de montaje



Para una unidad de alumbrado dada, la relación de la distancia entre postes, a la altura de montaje deberá ser lo suficientemente baja para que el rayo de luz de máxima emisión luminosa pueda incidir en la calzada por lo menos a la mitad de la distancia al poste contiguo. Para proporcionar una mayor uniformidad sobre las carreteras de gran tráfico, la distancia entre postes se reduce a veces hasta un 50%, lo que proporciona un 100% de solape de los haces verticales.

Las alturas de montaje recomendadas por la "American Standard Practice" para el alumbrado de calles y carreteras con el mínimo deslumbramiento y la máxima uniformidad, vienen dadas en las tablas siguientes. A veces pueden desearse mayores alturas de montaje, pero variar las alturas que a continuación se dan tanto en más como en menos, no puede considerarse una buena práctica.

| Emisión luminosa de la lámpara (lúmenes) | Tipo I | Tipo II    | Tipo III   | Tipo IV y V |
|--|--------|------------|------------|-------------|
| 2500                                     | 7.60   | 6.00       | 6.00       | 6.00        |
| 4000                                     | 7.60   | 7.60       | 7.60       | 7.60        |
| 6000                                     | 7.60   | 7.60       | 7.60       | 7.60        |
| 10000                                    | —      | * 7.60 a 9 | * 7.60 a 9 | 7.60        |
| 15000                                    | —      | 9          | * 7.60 a 9 | * 7.60 a 9  |
| 20000                                    | —      | 9          | 9          | * 7.60 a 9  |
| 50000                                    | —      | —          | —          | * 7.60 a 9  |

\* La altura de montaje menor es admisible en aquellos casos en los que el contraste entre el brillo de la unidad de alumbrado y sus alrededores es relativamente bajo.

| Datos                                 | Lámpara y tipo de unidad de alumbrado | Lúmenes por unidad de alumbrado | Nivel luminoso medio (2) (lux) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| Tráfico: Muy ligero                   | Filamento                             | 6000                            | 2.20                           |
| Tráfico de peatones: Ligero           | Tipo I Fluorescente                   | 8500                            |                                |
| Ancho de la calle: 9 m                | Tipo I (ancha)                        | (2 lámp. HO)                    | 2.90 (4)                       |
| Separación: 36 m. en un solo lado (3) | Fluor. de Vap.                        | 3350                            |                                |
| Altura de montaje: 7.60 m.            | mercurio Tipo I                       | (H38-4JA/C)                     | 2.00                           |
| Saliente del brazo: 2 m.              | Filamento                             | 6000                            | 4.10                           |
| Tráfico: Ligero                       | Tipo III Fluorescente                 | 12800                           |                                |
| Tráfico de peatones: Ligero o medio   | Tipo I (ancha)                        | (2 lámp. SHO)                   | 3.90 (4)                       |
| Ancho de la calle: 12 m               | Fluor. de Vap.                        | 11250                           |                                |
| Separación: 36 m. a tresbolillo       | mercurio Tipo IV                      | (H37-5KC/C)                     | 6.50                           |
| Altura de montaje: 7.60 ó 9 m.        | Filamento                             | 15000                           | 10.00                          |
| Saliente del brazo: 1.50 m.           | Tipo III Fluorescente                 | 19600                           |                                |
| Tráfico: Medio                        | Tipo I (ancha)                        | (2 lámp. SHO)                   | 6.50 (4)                       |
| Tráfico de peatones: Medio            | Clara de Vap.                         | 21500                           |                                |
| Ancho de la calle: 15 m.              | mercurio Tipo III                     | (H33-1-CD)                      | 13.00 (5)                      |
| Separación: 36 m. a tresbolillo       | Filamento                             | 15000                           | 9.30                           |
| Altura de montaje: 7.60 ó 9 m.        | Tipo III Fluorescente                 | 39200                           |                                |
| Saliente del brazo: 1.50 m.           | Tipo I (ancha)                        | (4 lámp. SHO)                   | 11.00 (4)                      |
| Tráfico: Pesado                       | Clara de Vap.                         | 21500                           |                                |
| Tráfico de peatones: Medio            | mercurio Tipo III                     | (H33-1-CD)                      | 11.00 (5)                      |
| Ancho de la calle: 18 m.              | Filamento                             | 15000                           | 16.00                          |
| Separación: 36 m. a tresbolillo       | Tipo III Fluorescente                 | 39200                           |                                |
| Altura de montaje: 9 m.               | Tipo I (ancha)                        | (4 lám. SHO)                    | 19.00 (4)                      |
| Saliente del brazo: 1.50 m.           | Clara de Vap.                         | 21500                           |                                |
| Tráfico: Lo más pesado                | mercurio Tipo III                     | H33-1-CD)                       | 21.00 (5)                      |
| Tráfico de peatones: Pesado           | Filamento                             | 15000                           | 16.00                          |
| Ancho de la calle: 21 m               | Tipo III Fluorescente                 | 39200                           |                                |
| Separación: 36 m. en oposición        | Tipo I (ancha)                        | (4 lám. SHO)                    | 19.00 (4)                      |
| Altura de montaje: 9 m.               | Clara de Vap.                         | 21500                           |                                |
| Saliente del brazo: 1.50 m.           | mercurio Tipo III                     | H33-1-CD)                       | 21.00 (5)                      |

● Coeficientes de Utilización

| Tipo           | Unidad de alumbrado   | Distribución | Distancia entre lámparas inferior a | Factor de mantenimiento                            | Reflexiones  |                            |      |      |      |      |      |      |      |
|----------------|---|--------------|-------------------------------------|--|--------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                |   |              |                                     |  | Techo        |                            | 70%  |      | 50%  |      | 30%  |      |      |
|                |   |              |                                     |  | Parades      |                            | 50%  |      | 30%  |      | 10%  |      |      |
|                |   |              |                                     |  | Indice local | Coeficiente de utilización |      |      |      |      |      |      |      |
| Incandescentes | Directa<br>Reflector de cúpula RLM  |              | 1.3 x Altura de montaje             | 300-750 W<br>Bueno 0.75<br>Medio 0.65<br>Malo 0.55 | J            | 0.33                       | 0.28 | 0.25 | 0.32 | 0.28 | 0.25 | 0.28 | 0.25 |
|                | Directa<br>Intemperie dura Haz medio.   |              | 1.2 x Altura de montaje             | Bueno 0.80<br>Medio 0.77<br>Malo 0.73              | J            | 0.43                       | 0.40 | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.38 | 0.39 | 0.38 |
|                | Directa<br>Intemperie dura Haz estrecho.  |              | 0.9 x Altura de montaje             | 300-750 W<br>Bueno 0.80<br>Medio 0.77<br>Malo 0.73 | J            | 0.45                       | 0.42 | 0.40 | 0.45 | 0.42 | 0.40 | 0.42 | 0.40 |
|                | Directa<br>Lámpara reflectora R-52 Haz ancho 500 y 750 w  |              | 1.8 x Altura de montaje             | Bueno 0.80<br>Medio 0.78<br>Malo 0.75              | J            | 0.50                       | 0.45 | 0.42 | 0.49 | 0.45 | 0.41 | 0.45 | 0.41 |
|                | Directa<br>Lámpara reflectora R-57 Haz estrecho 500 y 750 w.                                      |              | 0.7 x Altura de montaje             | Bueno 0.80<br>Medio 0.78<br>Malo 0.75              | J            | 0.66                       | 0.62 | 0.60 | 0.65 | 0.62 | 0.59 | 0.62 | 0.59 |
|                | Directa<br>Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz ancho, 400 w H33-1-CD                   |              | 1.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.75<br>Medio 0.70<br>Malo 0.65              | J            | 0.38                       | 0.34 | 0.32 | 0.38 | 0.34 | 0.32 | 0.34 | 0.32 |
|                | Directa<br>Ventilada de aluminio para grandes alturas Haz medio, 400 w H33-1-CD                   |              | 0.7 x Altura de montaje             | Bueno 0.75<br>Medio 0.70<br>Malo 0.65              | J            | 0.46                       | 0.43 | 0.41 | 0.46 | 0.43 | 0.41 | 0.43 | 0.41 |
|                | Directa<br>Ventilada de aluminio grandes alturas, Haz estrecho, 400 w, H33-1-GL/C                 |              | 0.8 x Altura de montaje             | Bueno 0.73<br>Medio 0.68<br>Malo 0.63              | J            | 0.51                       | 0.48 | 0.46 | 0.51 | 0.48 | 0.46 | 0.48 | 0.46 |
|                | Directa<br>Ventilada de aluminio grandes alturas, Haz ancho, 700 ó 1000 w, Vap. merc. color corr. |              | 1.1 x Altura de montaje             | Bueno 0.68<br>Medio 0.63<br>Malo 0.58              | J            | 0.39                       | 0.36 | 0.33 | 0.39 | 0.36 | 0.33 | 0.36 | 0.33 |

● Coeficientes de Utilización

| Tipo              | Unidad de alumbrado  | Distribución | Distancia entre lámparas inferior a | Factor de mantenimiento               | Reflexiones  |                            |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   |  |              |                                     |                                       | Techo        |                            | 70%  |      | 50%  |      | 30%  |      |      |
|                   |  |              |                                     |                                       | Paredes      |                            | 50%  |      | 30%  |      | 10%  |      |      |
|                   |  |              |                                     |                                       | Indice local | Coeficiente de utilización |      |      |      |      |      |      |      |
| Vapor de mercurio | Directa<br>Ventilada de aluminio grandes alturas, Haz estrecho, 700 ó 1000 w, Vap. merc. color corr. |              | 0.9 x Altura de montaje             | Bueno 0.68<br>Medio 0.63<br>Malo 0.58 | J            | 0.50                       | 0.47 | 0.45 | 0.50 | 0.47 | 0.45 | 0.47 | 0.45 |
|                   | Directa<br>Aluminio grandes alturas con cristal, 700 ó 1000 w, Vapor mercurio, color corregido       |              | 0.9 x Altura de montaje             | Bueno 0.75<br>Medio 0.72<br>Malo 0.68 | J            | 0.45                       | 0.42 | 0.40 | 0.44 | 0.42 | 0.40 | 0.42 | 0.40 |
|                   | Directa<br>Ventilada para bajas alturas 400 w H33-1-GL/C   |              | 1.2 x Altura de montaje             | Bueno 0.73<br>Medio 0.68<br>Malo 0.63 | J            | 0.35                       | 0.32 | 0.29 | 0.35 | 0.31 | 0.29 | 0.31 | 0.29 |
|                   | Directa<br>Ventilada de porcelana Esmaltada para bajas alturas 400 w H33-1-DN/C                      |              | 1.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.73<br>Medio 0.68<br>Malo 0.63 | J            | 0.34                       | 0.30 | 0.27 | 0.34 | 0.30 | 0.27 | 0.30 | 0.27 |
|                   | Directa<br>Intemperie dura, Haz ancho, 400 w H33-1-CD  |              | 1.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.75<br>Medio 0.72<br>Malo 0.68 | J            | 0.32                       | 0.29 | 0.27 | 0.32 | 0.29 | 0.27 | 0.29 | 0.27 |
|                   | Directa<br>Intemperie dura Haz estrecho, 400 w H33-1-CD  |              | 0.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.75<br>Medio 0.72<br>Malo 0.68 | J            | 0.42                       | 0.40 | 0.39 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.40 | 0.39 |
|                   | Directa<br>Intemperie dura Haz medio 1000 w H34-12GV, H36-15GV                                       |              | 0.7 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.67<br>Malo 0.63 | J            | 0.34                       | 0.31 | 0.29 | 0.34 | 0.31 | 0.29 | 0.31 | 0.29 |
|                   | Directa<br>Lámpara reflectora R-57, Haz ancho, 400 w H33-1-FY  |              | 1.3 x Altura de montaje             | Bueno 0.80<br>Medio 0.75<br>Malo 0.70 | J            | 0.38                       | 0.33 | 0.29 | 0.38 | 0.33 | 0.29 | 0.32 | 0.29 |
|                   | Directa<br>Lámpara reflectora R-57, Haz medio 400 w H33-1-HS   |              | 0.8 x Altura de montaje             | Bueno 0.80<br>Medio 0.75<br>Malo 0.70 | J            | 0.49                       | 0.44 | 0.41 | 0.48 | 0.44 | 0.41 | 0.44 | 0.41 |



| Tipo           | Unidad de Alumbrado   | Distribución | Distancia entre Lámparas inferior a | Factor de Mantenimiento                            | Reflexiones                |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |
|----------------|---|--------------|-------------------------------------|--|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|--|
|                |   |              |                                     |  | Techo                      |      |      | 80%  |      |      | 70%  |      |      | 50%  |  |  |
|                |   |              |                                     |  | Paredes                    | 50%  | 30%  | 10%  | 50%  | 30%  | 10%  | 50%  | 30%  | 10%  |  |  |
|                |   |              |                                     |  | Indice local               |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |
|                |   |              |                                     |  | Coeficiente de utilización |      |      |      |      |      |      |      |      |      |  |  |
|                |   |              |                                     |  | J                          | 0.31 | 0.27 | 0.24 | 0.30 | 0.26 | 0.23 | 0.29 | 0.26 | 0.23 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | I                          | 0.37 | 0.33 | 0.30 | 0.37 | 0.33 | 0.29 | 0.36 | 0.32 | 0.29 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | H                          | 0.42 | 0.37 | 0.34 | 0.41 | 0.37 | 0.34 | 0.40 | 0.36 | 0.33 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | G                          | 0.46 | 0.42 | 0.38 | 0.45 | 0.41 | 0.38 | 0.43 | 0.40 | 0.39 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | F                          | 0.50 | 0.45 | 0.42 | 0.48 | 0.44 | 0.41 | 0.46 | 0.43 | 0.40 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | E                          | 0.54 | 0.50 | 0.47 | 0.53 | 0.49 | 0.46 | 0.50 | 0.47 | 0.45 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | D                          | 0.56 | 0.52 | 0.50 | 0.55 | 0.52 | 0.49 | 0.53 | 0.50 | 0.48 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | C                          | 0.58 | 0.55 | 0.52 | 0.57 | 0.54 | 0.52 | 0.54 | 0.52 | 0.50 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | B                          | 0.61 | 0.59 | 0.56 | 0.59 | 0.57 | 0.55 | 0.57 | 0.55 | 0.53 |  |  |
|                |   |              |                                     |  | A                          | 0.62 | 0.60 | 0.58 | 0.61 | 0.59 | 0.57 | 0.58 | 0.56 | 0.55 |  |  |
| Directa        | 2 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie  |              | 1.2 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.65<br>Malo 0.60              | J                          | 0.28 | 0.24 | 0.22 | 0.28 | 0.24 | 0.22 | 0.27 | 0.24 | 0.22 |  |  |
| Directa        | 4 lámparas 40 W y "Slimline" Montaje de superficie  |              | 1.1 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.65<br>Malo 0.60              | J                          | 0.34 | 0.30 | 0.27 | 0.33 | 0.30 | 0.27 | 0.32 | 0.29 | 0.27 |  |  |
| Directa        | 2 lámparas 40 W y "Slimline" con rejilla difusora de 45° y lado de plástico montaje de superficie   |              | 1.2 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.65<br>Malo 0.60              | J                          | 0.33 | 0.29 | 0.26 | 0.32 | 0.28 | 0.25 | 0.32 | 0.28 | 0.25 |  |  |
| General Difusa | 2 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 35° x 45° suspendida y con lados de plástico   |              | 1.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.65<br>Malo 0.60              | J                          | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.27 | 0.23 | 0.20 | 0.26 | 0.23 | 0.20 |  |  |
| Semidirecta    | 4 lámparas 40 W "Slimline" con rejilla difusora de 45° suspendida y con lados de plástico   |              | 1.4 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.65<br>Malo 0.60              | J                          | 0.30 | 0.25 | 0.21 | 0.29 | 0.24 | 0.20 | 0.26 | 0.22 | 0.19 |  |  |
| Semiindirecta  | 4 lámparas 40 W "Slimline" suspendida y con lados y fondo de plástico   |              | 1.5 x Altura de montaje             | Bueno 0.70<br>Medio 0.60<br>Malo 0.50              | J                          | 0.16 | 0.11 | 0.07 | 0.15 | 0.10 | 0.06 | 0.12 | 0.08 | 0.06 |  |  |
| Indirecta      | Moldura situada de 30 a 45 cms. por debajo del techo. Colocando reflectores a las lámparas fluorescentes aumenta el coeficiente de utilización del 5 al 10 por 100. |              |                                     | Bueno 0.60<br>Medio 0.50<br>Malo 0.40              | J                          | 0.11 | 0.09 | 0.06 | 0.09 | 0.07 | 0.06 | 0.07 | 0.05 | 0.04 |  |  |
| Directa        | Con lámpara PAR 38,150 w, difusora. Visera de 45° emisión luminosa total, 1730 lúmenes  |              | 0.7 x Altura de montaje             | En todas las condiciones 0.75                      | J                          | 0.53 | 0.51 | 0.49 | 0.53 | 0.51 | 0.49 | 0.52 | 0.51 | 0.49 |  |  |
| Indirecta      | Watts lúmenes<br>300 5360<br>500 9300<br>750 14600<br>Aro concentrador con lámpara de ampolla plateada  |              | 1.5 x Altura de montaje             | 300-750 W<br>Bueno 0.70<br>Medio 0.60<br>Malo 0.55 | J                          | 0.13 | 0.07 | 0.04 | 0.12 | 0.07 | 0.04 | 0.10 | 0.06 | 0.03 |  |  |

● Conexión y Resistencia a Tierra

Valores aceptables recomendados.-  
El más elaborado sistema de tierras que sea diseñado, puede ser inadecuado, a menos que la conexión del sistema a tierra sea adecuada y tenga una resistencia baja. Por consiguiente la conexión a tierra es una de las partes más importantes de todo sistema de tierras. Esto es también la parte más difícil de diseñar y obtener.

Para subestaciones grandes y estaciones de generación, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de un ohm.

Para subestaciones pequeñas y plantas industriales, el valor de la resistencia a tierra no deberá exceder de 5 ohms. El NEC (National Electrical Code 1968) recomienda que la resistencia máxima no deberá exceder de 25 ohms.

La perfecta conexión a tierra deberá tener una resistencia con valor cero, pero esto es imposible de obtener.

La Resistividad de Diferentes Terrenos

| Terreno   | Resistencia (ohms) varillas de 5/8 Pulgs. x 5 pies |      |       | Resistividad (ohms por cm <sup>3</sup> ) |        |         |
|---|--|------|-------|--|--------|---------|
|   | Promedio   | Mín. | Máx.  | Promedio                                 | Mín.   | Máx.    |
| Rellenos, escorias, salmuera, desechos                      | 14   | 3.5  | 41    | 2,370                                    | 590    | 7,000   |
| Arcilla, arcilla esquitosa, suelo arcilloso, tierra negra   | 24   | 2    | 98    | 4,060                                    | 340    | 16,300  |
| Igual, con variaciones en las proporciones de arena y grava | 93   | 6    | 800   | 15,800                                   | 1,020  | 135,000 |
| Grava, arena, piedras, con arcilla pequeña o barro          | 554  | 35   | 2,700 | 9,400                                    | 59,000 | 458,000 |

El Efecto del Contenido de Agua o Humedad en la Resistividad del Terreno

| Contenido de agua ó humedad (% del peso) | Resistividad (ohms/cm <sup>3</sup> ) |                         |
|--|--------------------------------------|-------------------------|
|  | Terreno superior                     | Barra arenosa           |
| 0  | >1000 x 10 <sup>6</sup>              | >1000 x 10 <sup>6</sup> |
| 2.5                                      | 250 000                              | 150 000                 |
| 5  | 165 000                              | 43 000                  |
| 10                                       | 53 000                               | 18 500                  |
| 15                                       | 19 000                               | 10 500                  |
| 20                                       | 12 000                               | 6 300                   |
| 30                                       | 6 400                                | 4 200                   |

El Efecto de la Temperatura en la Resistencia del Terreno (Barro arenoso con 15.2% de humedad)

| Temperatura °C | Temperatura °F | Resistividad (ohms por cm <sup>3</sup> ) |
|----------------|----------------|--|
|                |                |  |
| 20             | 68             | 7 200                                    |
| 10             | 50             | 9 900                                    |
| 0 (agua)       | 32             | 13 800                                   |
| 0 (hielo)      | 32             | 30 000                                   |
| -5             | 23             | 79 000                                   |
| -15            | 14             | 330 000                                  |

Cálculo de la resistencia a tierra.- la resistencia a tierra puede ser calculada y / o medida.

⊕ Fórmulas para el Cálculo de las Resistencias a Tierra

(Fórmulas aproximadas incluyendo los efectos de imágenes. Las dimensiones deberán estar en centímetros para obtener la resistencia en ohms).

Las dimensiones deberán estar en centímetros para obtener la resistencia en ohms)

$\rho$  = Resistencia específica de la tierra en ohms por  $\text{cm}^3$ .

L = Longitud

a = Radio

s = Espaciamiento

| Símbolo | Descripción  | Fórmula  |
|---------|--|--|
|         | Hemisferia, Radio a  | $R = \frac{\rho}{2\pi a}$  |
|         | Una varilla a tierra<br>Longitud L, radio a  | $R = \frac{\rho}{2\pi L} \left( \log_e \frac{4L}{a} - 1 \right)$   |
|         | 2 varillas a tierra<br>s > espaciamiento s   | $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \log_e \frac{4L}{a} - 1 \right) + \frac{\rho}{4\pi s} \left( 1 - \frac{L^2}{3s^2} + \frac{2L^4}{5s^4} \dots \right)$                                 |
|         | 2 varillas a tierra<br>s < L, espaciamiento s  | $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$                                 |
|         | Alambre enterrado horizontalmente<br>longitud 2L, profundidad s/2                      | $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \log_e \frac{4L}{a} + \log_e \frac{4L}{s} - 2 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$                                 |
|         | Curva en ángulo recto de alambre<br>longitud de un lado L, prof s/2                    | $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} - 0.2373 + 0.2146 \frac{s}{L} + 0.1035 \frac{s^2}{L^2} - 0.0424 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$             |
|         | Estrella de 3 puntos Longitud de un lado L, prof. s/2                                  | $R = \frac{\rho}{6\pi L} \left( \log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 1.071 - 0.209 \frac{s}{L} + 0.238 \frac{s^3}{L^3} - 0.054 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$                 |
|         | Estrella de 4 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2                                 | $R = \frac{\rho}{8\pi L} \left( \log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 2.912 - 1.071 \frac{s}{L} + 0.645 \frac{s^2}{L^2} - 0.145 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$                 |
|         | Estrella de 6 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2                                 | $R = \frac{\rho}{12\pi L} \left( \log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 6.851 - 3.128 \frac{s}{L} + 1.758 \frac{s^2}{L^2} - 0.490 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$                |
|         | Estrella de 8 puntos. Longitud de un lado L, prof. s/2                                 | $R = \frac{\rho}{16\pi L} \left( \log_e \frac{2L}{a} + \log_e \frac{2L}{s} + 10.98 - 5.51 \frac{s}{L} + 3.26 \frac{s^3}{L^3} - 1.17 \frac{s^4}{L^4} \dots \right)$                   |
|         | Anillo de alambre.<br>Diám. del anillo, D<br>Diám. del alambre d, prof. s/2            | $R = \frac{\rho}{2\pi^2 D} \left( \log_e \frac{8D}{d} + \log_e \frac{4D}{s} \right)$   |
|         | Placa enterrada horizontalmente<br>Longitud 2L, sección a por b,<br>prof. s/2, b < a/s | $R = \frac{\rho}{4\pi L} \left( \log_e \frac{4L}{a} + \frac{a^2 - \pi ab}{2(a+b)^2} + \log_e \frac{4L}{s} - 1 + \frac{s}{2L} - \frac{s^2}{16L^2} + \frac{s^4}{512L^4} \dots \right)$ |
|         | Placa redonda enterrada horizontalmente. Radio a, prof. s/2                            | $R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left( 1 - \frac{7a^2}{12s^2} + \frac{33a^4}{40s^4} \dots \right)$  |
|         | Placa redonda enterrada verticalmente. Radio a, prof. s/2                              | $R = \frac{\rho}{8a} + \frac{\rho}{4\pi s} \left( 1 + \frac{7a^2}{24s^2} + \frac{99a^4}{320s^4} \dots \right)$   |

Basado en: "Calculation of Resistance to Ground", por H. B. Dwight Electrical Engineering, vol. 55, p. 1319.

⊕ Métodos de Sistemas de Conexión a Tierra  
(Conexión a tierra del sistema neutro)

| Descripción                          | Circuito | Diagrama Equivalente |
|--------------------------------------|----------|----------------------|
| 1. No conectado a tierra             |          |                      |
| 2. Sólidamente conectado a tierra    |          |                      |
| 3. Resistencia conectada a tierra    |          |                      |
| 4. Reactancia conectada a tierra     |          |                      |
| 5. Neutralizador de fallas a tierra. |          |                      |

$X_G$  Reactancia del generador o transformador usada para conexión a tierra.

$X_N$  Reactancia del reactor para conexión a tierra.

$R_N$  Resistencia del resistor para conexión a tierra.

⊕ Tamaños de Conductores de Conexión a Tierra

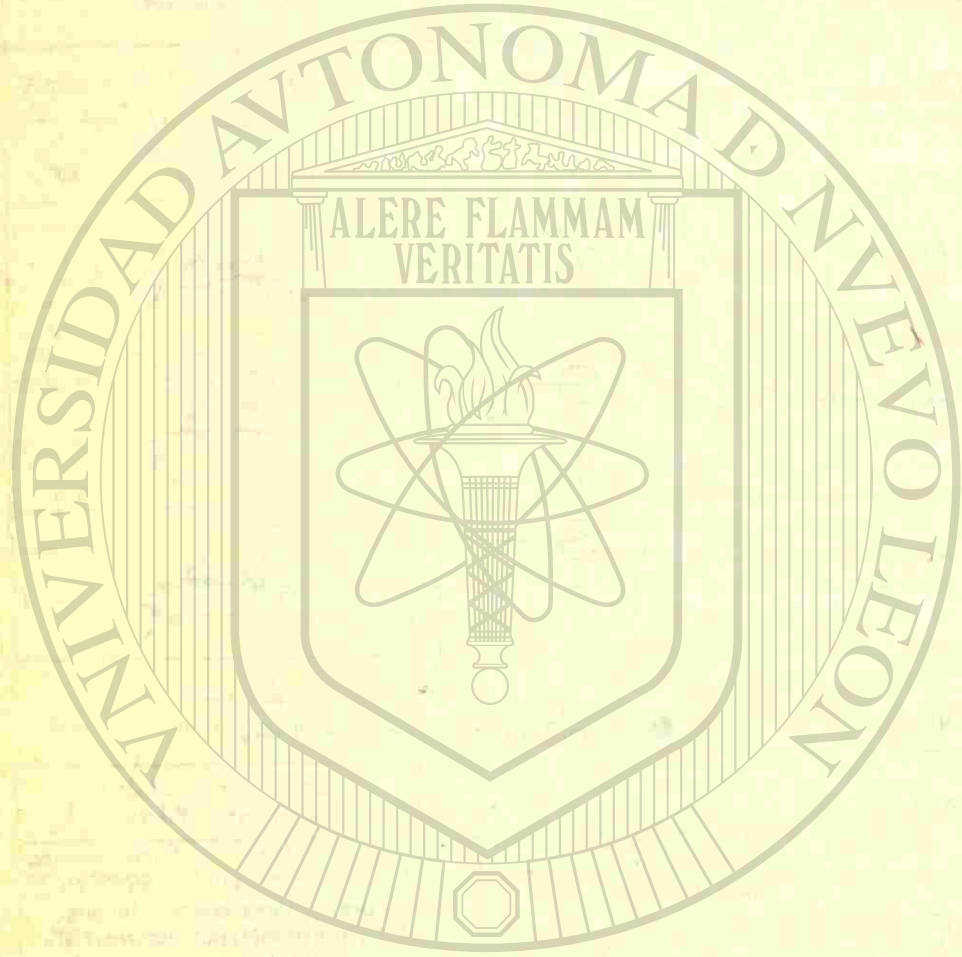
| Intensidad de régimen o de disparo del dispositivo contra sobrecargas situado delante del equipo, conducto, etc., que no exceda.<br>Amperes | Tamaño del conductor de puesta a Tierra |                      |
|---|---|----------------------|
|   | Hilo de cobre n.º                       | Hilo de Aluminio n.º |
| 15  | 14                                      | 12                   |
| 20  | 12                                      | 10                   |
| 30  | 10                                      | 8                    |
| 40  | 10                                      | 8                    |
| 60  | 10                                      | 8                    |
| 100   | 8                                       | 6                    |
| 200   | 6                                       | 4                    |
| 400   | 3                                       | 1                    |
| 600   | 1                                       | 2/0                  |
| 800   | 0                                       | 3/0                  |
| 1000  | 2/0                                     | 4/0                  |
| 1200  | 3/0                                     | 250 MCM              |
| 1600  | 4/0                                     | 350 "                |
| 2000  | 250 MCM                                 | 400 "                |
| 2500  | 350 "                                   | 500 "                |
| 3000  | 400 "                                   | 600 "                |
| 4000  | 500 "                                   | 800 "                |
| 5000  | 700 "                                   | 1000 "               |
| 6000  | 800 "                                   | 1200 "               |

Basado en NEC - 1968

⊕ Tamaños de Conductores de Tierra

| Tamaño del conductor máximo de acometida o equivalente para conductores múltiples | Tamaño del Conductor de puesta a Tierra |  |   |
|---|---|--|---|
|   | Hilo de cobre AWG n.º                   | Tubería conducto tamaño comercial pulgadas | Tubo metálico eléctrico tamaño comercial pulgadas |
| 2 ó mas delgado   | 8                                       | 1/2  | 1/2   |
| 1 ó 1/0   | 6                                       | 3/4  | 1   |
| 2/0 ó 3/0   | 4                                       | 1  | 1 1/4   |
| Mayor de 3/0 hasta 350 000 cir. mils  | 2                                       | 1 1/2                                      | 1 3/4   |
| Mayor de 350 000 cir. mils hasta 600 000  | 1/0                                     | 1  | 2   |
| Mayor de 600 000 cir. mils hasta 1 100 000  | 2/0                                     | 1  | 2   |
| Mayor de 1 100 000 cir. mils  | 3/0                                     | 1  | 2   |
| Conductor de acometida, de aluminio   |   |  | Conductor de aluminio para conexión a tierra      |
| 0 ó más delgado   |   |  | 6   |
| 2/0 ó 3/0   |   |  | 4   |
| 4/0 ó 250 MCM   |   |  | 2   |
| Mayor de 250 MCM hasta 500 MCM  |   |  | 0   |
| Mayor de 500 MCM a 900 MCM  |   |  | 3/0   |
| Mayor de 900 MCM hasta 1750 MCM   |   |  | 4/0   |
| Mayor de 1750 MCM   |   |  | 250 MCM   |

Basado en NEC - 1968



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL

● Barras Rectangulares de Cobre Corrientes Admisibles

| Dimensiones | Sección     | Peso            |                    | Corriente Admisible en Amp. Densidad de Corriente Amps. por Pulg. <sup>2</sup> |          |     |      |      |      |
|-------------|-------------|-----------------|--------------------|--|----------|-----|------|------|------|
|             |             | mm <sup>2</sup> | Pulg. <sup>2</sup> | Kg/m.  | Lbs./Pie | 650 | 750  | 800  | 1000 |
| 51 x 3      | 2 x 1/8     | 162             | 0.250              | 1.431  | 0.962    | 162 | 188  | 200  | 250  |
| 57 x 3      | 2 1/4 x 1/8 | 181             | 0.281              | 1.607  | 1.080    | 182 | 211  | 225  | 281  |
| 63 x 3      | 2 1/2 x 1/8 | 203             | 0.313              | 1.793  | 1.205    | 203 | 235  | 251  | 313  |
| 70 x 3      | 2 3/4 x 1/8 | 222             | 0.344              | 1.970  | 1.324    | 223 | 258  | 275  | 324  |
| 76 x 3      | 3 x 1/8     | 242             | 0.375              | 2.149  | 1.444    | 243 | 281  | 300  | 375  |
| 89 x 3      | 3 1/2 x 1/8 | 282             | 0.437              | 2.500  | 1.680    | 284 | 328  | 350  | 437  |
| 102 x 3     | 4 x 1/8     | 323             | 0.500              | 2.864  | 1.925    | 325 | 375  | 400  | 500  |
| 51 x 6      | 2 x 1/4     | 323             | 0.500              | 2.864  | 1.925    | 325 | 375  | 400  | 500  |
| 57 x 6      | 2 1/4 x 1/4 | 362             | 0.562              | 3.222  | 2.165    | 365 | 422  | 450  | 562  |
| 63 x 6      | 2 1/2 x 1/4 | 403             | 0.625              | 3.586  | 2.41     | 406 | 469  | 500  | 625  |
| 70 x 6      | 2 3/4 x 1/4 | 444             | 0.688              | 3.943  | 2.65     | 447 | 516  | 550  | 688  |
| 76 x 6      | 3 x 1/4     | 485             | 0.750              | 4.300  | 2.89     | 487 | 563  | 600  | 750  |
| 89 x 6      | 3 1/2 x 1/4 | 564             | 0.875              | 5.014  | 3.37     | 568 | 656  | 700  | 875  |
| 102 x 6     | 4 x 1/4     | 645             | 1.000              | 5.729  | 3.85     | 650 | 750  | 800  | 1000 |
| 51 x 10     | 2 x 3/8     | 485             | 0.750              | 4.300  | 2.89     | 487 | 563  | 600  | 750  |
| 57 x 10     | 2 1/4 x 3/8 | 543             | 0.842              | 4.821  | 3.24     | 547 | 632  | 673  | 842  |
| 63 x 10     | 2 1/2 x 3/8 | 605             | 0.938              | 5.372  | 3.61     | 609 | 703  | 751  | 938  |
| 70 x 10     | 2 3/4 x 3/8 | 664             | 1.030              | 5.907  | 3.97     | 669 | 772  | 824  | 1030 |
| 76 x 10     | 3 x 3/8     | 725             | 1.125              | 6.443  | 4.33     | 731 | 844  | 900  | 1125 |
| 89 x 10     | 3 1/2 x 3/8 | 847             | 1.314              | 7.529  | 5.06     | 854 | 985  | 1052 | 1314 |
| 102 x 10    | 4 x 3/8     | 967             | 1.500              | 8.586  | 5.77     | 975 | 1125 | 1200 | 1498 |

Separación entre Barras para Diferentes Voltajes

| Voltaje | Distancia Mínima entre Potenciales Opuestos |       | Distancia Mínima a Tierra |       | Voltaje | Distancia Mínima entre Potenciales Opuestos |       | Distancia Mínima a Tierra |       |
|---------|---|-------|---------------------------|-------|---------|---|-------|---------------------------|-------|
|         | mm.   | Pulg. | mm.                       | Pulg. |         | mm.   | Pulg. | mm.                       | Pulg. |
| 250     | 51  | 2     | 38                        | 1 1/2 | 13200   | 127   | 5     | 108                       | 4     |
| 600     | 64  | 2 1/2 | 51                        | 2     | 15000   | 140   | 5 1/2 | 114                       | 4 1/2 |
| 1 100   | 89  | 3 1/2 | 64                        | 2 1/2 | 16500   | 153   | 6     | 127                       | 5     |
| 2 300   | 102   | 4     | 70                        | 2 3/4 | 18000   | 178   | 7     | 152                       | 6     |
| 4 000   | 114   | 4 1/2 | 70                        | 3     | 22000   | 229   | 9     | 178                       | 7     |
| 6 600   | 114   | 4 1/2 | 76                        | 3     | 26000   | 305   | 12    | 229                       | 9     |
| 7 500   | 114   | 4 1/2 | 83                        | 3 1/4 | 35000   | 381   | 15    | 305                       | 12    |
| 9 000   | 114   | 4 1/2 | 89                        | 3 1/2 | 45000   | 457   | 18    | 381                       | 15    |
| 11 000  | 121   | 4 3/4 | 95                        | 3 3/4 | 56000   | 483   | 19    | 445                       | 17    |

Coefficientes de Corrección de la Resistencia del Cobre

La tabla adjunta indica los coeficientes por los que es necesario multiplicar la resistencia del cobre a la temperatura t, para obtenerla a la temperatura de 15 o 20°C.

$$R_{15} = R_t \times C_{15}$$

$$R_{20} = R_t \times C_{20}$$

| Temperatura t en grados Fahrenheit | Temperatura t en grados centígrados | Coeficientes |       | Temperatura t en grados Fahrenheit |                       | Coeficientes |       |
|------------------------------------|-------------------------------------|--------------|-------|------------------------------------|-----------------------|--------------|-------|
|                                    |                                     | C15          | C20   | en grados Fahrenheit               | en grados centígrados | C15          | C20   |
| 32                                 | 0                                   | 1.064        | 1.085 | 86                                 | 30                    | 0.943        | 0.962 |
|                                    | 1                                   | 1.059        | 1.081 |                                    | 31                    | 0.940        | 0.956 |
|                                    | 2                                   | 1.055        | 1.076 |                                    | 32                    | 0.936        | 0.955 |
|                                    | 3                                   | 1.051        | 1.072 |                                    | 33                    | 0.933        | 0.951 |
|                                    | 4                                   | 1.046        | 1.067 | 95                                 | 34                    | 0.929        | 0.948 |
| 41                                 | 5                                   | 1.042        | 1.063 |                                    | 35                    | 0.926        | 0.944 |
|                                    | 6                                   | 1.037        | 1.058 |                                    | 36                    | 0.922        | 0.941 |
|                                    | 7                                   | 1.033        | 1.054 |                                    | 37                    | 0.919        | 0.937 |
|                                    | 8                                   | 1.029        | 1.049 |                                    | 38                    | 0.916        | 0.934 |
|                                    | 9                                   | 1.025        | 1.045 |                                    | 39                    | 0.912        | 0.931 |
| 50                                 | 10                                  | 1.020        | 1.041 | 104                                | 40                    | 0.909        | 0.927 |
|                                    | 11                                  | 1.016        | 1.037 |                                    | 41                    | 0.906        | 0.924 |
|                                    | 12                                  | 1.012        | 1.032 |                                    | 42                    | 0.902        | 0.920 |
|                                    | 13                                  | 1.008        | 1.028 |                                    | 43                    | 0.899        | 0.917 |
|                                    | 14                                  | 1.004        | 1.024 |                                    | 44                    | 0.896        | 0.914 |
| 59                                 | 15                                  | 1.000        | 1.020 | 113                                | 45                    | 0.893        | 0.911 |
|                                    | 16                                  | 0.996        | 1.016 |                                    | 46                    | 0.889        | 0.907 |
|                                    | 17                                  | 0.992        | 1.012 |                                    | 47                    | 0.886        | 0.904 |
|                                    | 18                                  | 0.988        | 1.008 |                                    | 48                    | 0.883        | 0.901 |
|                                    | 19                                  | 0.984        | 1.004 |                                    | 49                    | 0.880        | 0.898 |
| 68                                 | 20                                  | 0.980        | 1.000 | 122                                | 50                    | 0.877        | 0.895 |
|                                    | 21                                  | 0.977        | 0.996 |                                    | 51                    | 0.874        | 0.891 |
|                                    | 22                                  | 0.973        | 0.992 |                                    | 52                    | 0.871        | 0.888 |
|                                    | 23                                  | 0.969        | 0.988 |                                    | 53                    | 0.868        | 0.885 |
|                                    | 24                                  | 0.965        | 0.985 |                                    | 54                    | 0.865        | 0.882 |
| 77                                 | 25                                  | 0.961        | 0.981 | 131                                | 55                    | 0.862        | 0.879 |
|                                    | 26                                  | 0.958        | 0.977 |                                    | 56                    | 0.859        | 0.876 |
|                                    | 27                                  | 0.954        | 0.973 |                                    | 57                    | 0.856        | 0.873 |
|                                    | 28                                  | 0.950        | 0.970 |                                    | 58                    | 0.853        | 0.870 |
|                                    | 29                                  | 0.947        | 0.966 |                                    | 59                    | 0.850        | 0.867 |



⊕ Características de Conductores

| Nombre Comercial   | Letras Símbolos | Temperatura                    | Aislante   | Cubierta Exterior   | Utilización   |
|--|-----------------|--------------------------------|--|---|---|
| Resistente al calor  | RH<br>RHH       | 75°C<br>167°F<br>90°C<br>194°F | Goma resistente al calor   | No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama | Locales secos   |
| Resistente al calor y a la humedad   | RHW             | 75°C<br>167°F                  | Goma resistente al calor y a la humedad  | No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama | Locales húmedos y secos   |
| Goma látex, resistente al calor  | RUH             | 75°C<br>167°F                  | Goma sin grano, no molida, 90%   | No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama | Locales secos   |
| Goma látex, resistente a la humedad  | RUW             | 60°C<br>140°F                  | Goma sin grano, no molida, 90%   | No metálica, resistente a la humedad, retardadora de la llama | Locales húmedos y secos   |
| Termoplástico  | T               | 60°C<br>140°F                  | Compuesto termoplástico, retardador de llama   | Ninguna   | Locales secos   |
| Termoplástico, resistente a la humedad   | TW              | 60°C<br>140°F                  | Termoplástico, resistente a la humedad, retardador de la llama                       | Ninguna   | Locales húmedos y secos   |
| Termoplástico, resistente al calor   | THHN            | 90°C<br>194°F                  | Termoplástico, resistente al calor, retardador de la llama                           | De nylon  | Locales secos   |
| Termoplástico, resistente a la humedad y al calor                                      | THW             | 75°C<br>167°F                  | Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama            | Ninguna   | Locales secos y húmedos   |
| Termoplástico, resistente a la humedad y al calor                                      | THWN            | 75°C<br>167°F                  | Termoplástico, resistente a la humedad y al calor, retardador de la llama            | De nylon  | Locales secos y húmedos   |
| Colocación térmica del polietileno, cadena cruzada, resistente a la humedad y al calor | XHHW            | 90°C<br>194°F<br>75°C<br>167°F | Polietileno, cadena cruzada, retardador de llama                                     | Ninguna   | Locales secos<br>Locales húmedos  |
| Termoplástico, resistente a la humedad al calor y al aceite                            | MTW             | 60°C<br>140°F<br>90°C<br>194°F | Termoplástico, resistente a la humedad, al calor, y al aceite retardador de llama    | (A) Ninguna<br>(B) De nylon                                   | Locales húmedos, alambrado en máquinas herramientas<br>Locales secos, alambrados en máquinas herramientas   |
| Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite                           | THW MTW         | 90°C<br>194°F<br>75°C<br>167°F | Termoplástico, resistente a la humedad, al calor y al aceite, retardador de la llama | Ninguna   | Locales secos y húmedos.<br>Aplicaciones especiales en descargas eléctricas en equipo de alumbrado.<br>Limitado a un circuito abierto de 1000 volts o menos |

⊕ Características de Conductores  
(Continuación)

| Nombre Comercial                         | Letras Símbolos | Temperatura     | Aislante  | Cubierta Exterior   | Utilización  |
|--|-----------------|-----------------|---|---|--|
| Termoplástico y amianto                  | TA              | 90°C<br>194°F   | Termoplástico y amianto                             | No metálica, retardadora de la llama                          | Instalaciones de tableros de distribución solamente  |
| Trenzado con fibras termoplásticas       | TBS             | (90°C<br>194°F) | Termoplástico                                       | No metálica, retardadora de llama                             | Sólo alambrado de tableros   |
| Sintético, resistente al calor           | SIS             | 90°C<br>194°F   | Goma, resistente al calor                           | Ninguna   | Sólo alambrado de tableros   |
| Con cubierta metálica y aislante mineral | MI              | 85°C<br>185°F   | Oxido de magnesio                                   | De cobre  | Locales húmedos y secos con ajustes terminales del tipo O. Para aplicaciones especiales la máxima temperatura de funcionamiento, 250°C     |
| Silicón-Amianto                          | SA              | 90°C<br>194°F   | Goma de silicón                                     | Amianto o vidrio  | Locales secos<br>Temp. máxima de operación para aplicaciones especiales, 125°C   |
| Fluorizado Etileno Propileno             | FEP             | 90°C<br>194°F   | Fluorizado Etileno Propileno                        | Ninguna   | Locales secos.   |
|  | FEPB            | 200°C<br>392°F  | Fluorizado Etileno Propileno                        | Trenzado de vidrio.<br>Trenzado de amianto                    | Locales secos, aplicaciones especiales   |
| Batista Barnizada                        | V               | 85°C<br>185°F   | Batista Barnizada.                                  | No metálica, o Funda de plomo                                 | Solamente en locales secos. Menores que el No. 6 con permiso especial.   |
|  | AVA             | 110°C<br>230°F  |   | Trenzado de Amianto o Vidrio                                  | Locales secos unicamente   |
| Amianto y Batista Barnizada              | AVL             | 110°C<br>230°F  | Amianto Impregnado y batista barnizada              | Funda de plomo  | Locales húmedos y secos  |
|  | AVB             | 90°C<br>194°F   |   | Trenzado de algodón, retardadora de llama cableado de cuadros | Locales secos unicamente   |
|  | A               | 200°C<br>392°F  | Amianto   | Sin trenzado De Amianto                                       | Locales secos unicamente. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior. Limitado a 300 V.        |
|  | AA              | 200°C<br>392°F  | Amianto   | Con trenzado de amianto o vidrio                              |  |
| Amianto                                  | AI              | 125°C<br>257°F  | Amianto impregnado                                  | Sin trenzado de amianto                                       |  |
|  | AIA             | 125°C<br>257°F  | Amianto impregnado                                  | Con trenzado de amianto o vidrio                              | Locales secos unicamente instalaciones a la vista. En canalizaciones solamente para conductores que van a aparatos o estén en su interior. |
| Papel                                    | —               | 85°C<br>185°F   | Papel   | Funda de plomo  | Para conductores de acometidas subterráneos o con permiso especial   |
| Polietileno termofijo de cadena cruzada  | XLP             | 90°C<br>194°F   | Polietileno vulcanizado termofijo de cadena cruzada | No metálica, tardadora de llama, resistente a la humedad      | Locales húmedos, secos, directamente enterrado   |

Características de los Conductores para Conexión de Aparatos Eléctricos

| Nombre Comercial   | Letras Símbolo | Temperatura      | Aislante   | Cubierta Exterior     | Utilización  |
|--|----------------|------------------|--|-----------------------|--|
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos, cubierta de goma.                               | RF-1           | 60° C<br>140° F  | Goma código  | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | RF-2           | 60° C<br>140° F  | Goma código<br>Goma látex                                  | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, cubierta de goma.                                 | FF-1           | 60° C<br>140° F  | Goma código  | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | FF-2           | 60° C<br>140° F  | Goma código<br>Goma látex                                  | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos, resistente al calor, cubierta de goma.          | RFH-1          | 75° C<br>167° F  | Goma resistente al calor                                   | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | RFH-2          | 75° C<br>167° F  | Goma resistente al calor<br>Goma Latex resistente al calor | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, resistente al calor, cubierta de goma.            | FFH-1          | 75° C<br>167° F  | Goma resistente al calor                                   | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | FFH-2          | 75° C<br>167° F  | Goma resistente al calor<br>Goma Latex resistente al calor | Cubierta no metálica  | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o trenzado, cubierta de termoplástico.                        | TF             | 60° C<br>140° F  | Termoplástico  | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
|  | TFE            | 60° C<br>140° F  | Termoplástico  | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o trenzado, resistente al calor, cubierta de termoplástico.   | TFN            | 90° C<br>194° F  | Termoplástico  | Funda de Nylon        | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, flexible o trenzado, resistente al calor, cubierta de termoplástico. | TFFN           | 90° C<br>194° F  | Termoplástico  | Funda de Nylon        | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado resistente al calor y cubierta de algodón.                            | CF             | 90° C<br>194° F  | Algodón impregnado   | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
| Conductor para aparatos de alumbrado resistente al calor y cubierta de amianto.                            | AF             | 150° C<br>302° F | Amianto impregnado   | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V y local seco al interior. |
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos aislado con silicón.                             | SF-1           | 200° C<br>392° F | Goma silicón   | Cubierta no metálica. | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | SF-2           | 200° C<br>392° F | Goma silicón   | Cubierta no metálica. | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, aislado con silicón.                              | SFF-1          | 150° C<br>302° F | Goma silicón   | Cubierta no metálica. | Instalación de aparatos de alumbrado. Limitado a 300 V.                          |
|  | SFF-2          | 150° C<br>302° F | Goma silicón   | Cubierta no metálica. | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, sólido o de 7 hilos fluorizado, etileno, propileno.                  | PF             | 150° C<br>302° F | Fluorizado, etileno, propileno                             | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
|  | PGF            | 150° C<br>302° F | Fluorizado, etileno, propileno                             | Vidrio trenzado       | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
| Conductor para aparatos de alumbrado, trenzado flexible, fluorizado, etileno, propileno.                   | PFF            | 150° C<br>302° F | Fluorizado, etileno, propileno                             | Ninguna               | Instalación de aparatos de alumbrado.  |
|  | PGFF           | 150° C<br>302° F | Fluorizado, etileno, propileno                             | Vidrio trenzado       | Instalación de aparatos de alumbrado.  |

Basado en NEC - 1968

Características de Cordones Flexibles

| Nombre comercial                                 | Tipo letra | Calibre AWG | Número de conductores | Aislante           | Trenzado sobre cada conductor | Cubierta exterior | Utilización   |                 |                                  |
|--|------------|-------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|-------------------|---|-----------------|----------------------------------|
|  |            |             |                       |                    |                               |                   | Fijo a un aparato                                       | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
| Cordón de canutillos paralelos                   | TP         | 27          | 2                     | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Fijo a un aparato                                       | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
|  | TPT        | 27          | 2                     | Termoplástico      | Ninguno                       | Termoplástico     | Fijo a un aparato                                       | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
| Cordón de canutillo con funda                    | TS         | 27          | 2 ó 3                 | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Fijo a un aparato                                       | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
|  | TST        | 27          | 2 ó 3                 | Termoplástico      | Ninguno                       | Termoplástico     | Fijo a un aparato                                       | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
| Cordón cubierto de amianto y resistente al calor | AFC        | 18-10       | 2 ó 3                 | Amianto impregnado | Algodón o rayón               | Ninguno           | Colgante  | Lugares secos   | Trabajo no duro                  |
|  | AFPD       |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón cubierto de algodón resistente al calor   | CFPD       | 18-10       | 2 ó 3                 | Algodón impregnado | Ninguno                       | Algodón o rayón   | Colgante  | Lugares secos   | Trabajo no duro                  |
| Cordón paralelo                                  | PO-1       | 18          | 2                     | Goma               | Algodón                       | Algodón o rayón   | Colgante o portátil                                     | Lugares secos   | Trabajo no duro                  |
|  | PO-2       | 18-16       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | PO         | 18-10       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón paralelo de goma                          | SP-1       | 18          | 2                     | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
|  | SP-2       | 18-16       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | SP-3       | 18-12       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón paralelo de plástico                      | SPT-1      | 18          | 2                     | Termoplástico      | Ninguno                       | Termoplástico     | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
|  | SPT-2      | 18-16       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón paralelo de plástico                      | SPT-3      | 18-10       | 2                     | Termoplástico      | Ninguno                       | Termoplástico     | Refrigeradores o Acondicionamiento de Aire para cuartos | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
| Cordón para lámparas                             | C          | 18-10       | 2 ó mas               | Goma               | Algodón                       | Ninguno           | Colgante o portátil                                     | Lugares secos   | Trabajo no duro                  |
| Cordón portátil trenzado                         | PD         | 18-10       | 2 ó mas               | Goma               | Algodón                       | Algodón o rayón   | Colgante o portátil                                     | Lugares secos   | Trabajo no duro                  |
| Cordón para aspiradoras                          | SV, SVO    | 18          | 2                     | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
|  | SVT        | 18-17       |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | SVTO       | 18          |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón para aspiradores resistente al calor      | SVHT       | 18-17       | 2                     | Termoplástico      | Ninguno                       | Termoplástico     | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo no duro                  |
| Cordón junior para servicios intensos            | SJ         | 18-16       | 2, 3 ó 4              | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo duro                     |
|  | SJO        |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | SJT        |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | SJTO       |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón para servicios intensos                   | S          | 18-12       | 2 ó mas               | Goma               | Ninguno                       | Goma              | Colgante o portátil                                     | Lugares húmedos | Trabajo extraordinariamente duro |
|  | SO         |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | ST         |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
|  | STO        |             |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |
| Cordón resistente al calor con funda de goma.    | AFSJ       | 18-16       | 2 ó 3                 | Amianto impregnado | Ninguno                       | Goma              | Portátil  | Lugares húmedos | Estufas portátiles               |
|  | AFS        | 18-16-14    |                       |                    |                               |                   |   |                 |                                  |

Basado en NEC - 1968

Características de Cordones Flexibles  
(Continuación)

| Nombre Comercial                          | Tipo letra    | Calibre AWG   | Número de conductores   | Aislante                       | Trenzado sobre cada conductor | Cubierta exterior  | Utilización                      |                    |                                 |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|---|---------------|---------------|-------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|----------------------------------|--------------------|---------------------------------|---|-----------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|
| Cordón para estufas                       | HC            | 18-12         | 2,3,6,4                 | Goma y amianto                 | Algodón                       | Ninguna  | Portátil                         | Lugares secos      | Estufas portátiles              |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|   | HPD           |               |                         |                                |                               |  |                                  |                    |                                 | Ninguno                                   | Algodón o rayón |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cordón para estufas con funda de goma     | HSJ           | 18-16         | 2,3,6,4                 | Goma y amianto ó todo neopreno | Ninguno                       | Algodón y goma   | Portátil                         | Lugares húmedos    | Estufas portátiles              |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cordón para estufas con funda de goma     | HSJO          | 18-16         | 2,3,6,4                 | Goma y amianto ó todo neopreno | Ninguno                       | Algodón y componente resistente al calor y al aceite   | Portátil                         | Lugares húmedos    | Estufas portátiles              |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|   | HS            | 14-12         |                         |                                |                               |  |                                  |                    |                                 | Algodón y hule ó neopreno                 |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|   | HSO           | 14-12         |                         |                                |                               |  |                                  |                    |                                 | Algodón y componente resistente al aceite |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cordón paralelo para estufas              | HPN           | 18-12         | 2                       | Termofijo                      | Ninguno                       | Ninguno  | Portátil                         | Lugares húmedos    | Trabajo no duro                 |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cordón resistente al calor y a la humedad | HVPO          | 18 a 10       | 2 ó 3                   | Amianto y batista barnizada    | Ninguno                       | Amianto retardador de llama y resistente a la humedad  | Colgante ó portátil              | Lugares húmedos    | Trabajo no duro                 |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|   | AVPD          |               |                         |                                |                               |  |                                  |                    |                                 |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cable para cocinas                        | SRD           | 10-4          | 3 ó 4                   | Goma                           | Ninguno                       | Goma ó neopreno  | Portátil                         | Lugares húmedos    | Cocinas                         |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
|   | SRDT          | 10-4          | 3 ó 4                   | Termoplástico                  | Ninguno                       | Termoplástico  |                                  |                    |                                 |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cable para procesamiento de datos         | DPT           | 30-min.       | 2 ó más                 | Termoplástico                  | Ninguno                       | Termoplástico  | Sistemas para procesar datos     | Lugares secos      | Circuitos de potencia y señales |   |                 |       |        |        |        |       |        |       |        |
| Cable para ascensores                     | E             | 18-14         | 2 ó más                 | Goma                           | Algodón                       | Tres de algodón, la exterior retardadora de llama y resistente a la humedad. Una de algodón y la otra de neopreno. | Mando y alumbrado de ascensores. | Lugares peligrosos | 250                             | 0.868                                     | 0.5917          | 0.788 | 0.4877 | 0.716  | 0.4026 | -     | -      | 0.716 | 0.4026 |
|   |               |               |                         | 300                            | 0.933                         |  |                                  |                    | 0.6837                          | 0.483                                     | 0.5581          | 0.771 | 0.4669 | -      | -      | 0.771 | 0.4669 |       |        |
|   | EO            | Termoplástico | Rayón                   | Lugares peligrosos             | 350                           | 0.985  | 0.7620                           | 0.895              | 0.6291                          | 0.822                                     | 0.5307          | -     | -      | 0.822  | 0.5307 |       |        |       |        |
|   |               |               |                         |                                | 400                           | 1.032  | 0.8365                           | 0.942              | 0.6969                          | 0.869                                     | 0.5931          | -     | -      | 0.869  | 0.5931 |       |        |       |        |
|   | EN            | Goma          | Funda de nylon flexible | Lugares peligrosos             | 450                           | 1.119  | 0.9834                           | 1.029              | 0.8316                          | 0.955                                     | 0.7163          | -     | -      | 0.955  | 0.7163 |       |        |       |        |
|   |               |               |                         |                                | 500                           | 1.233  | 1.1940                           | 1.143              | 1.0261                          | -   | -               | -     | -      | 1.073  | 0.9043 |       |        |       |        |
| ET  | Termoplástico | Rayón         | Lugares peligrosos      | 550                            | 1.304                         | 1.3355   | 1.214                            | 1.1575             | -                               | -   | -               | -     | 1.145  | 1.0297 |        |       |        |       |        |
|   |               |               |                         | 600                            | 1.339                         | 1.4082   | 1.249                            | 1.2252             | -                               | -   | -               | -     | 1.180  | 1.0936 |        |       |        |       |        |
| ETP                                       | Termoplástico | Rayón         | Lugares peligrosos      | 650                            | 1.372                         | 1.4784   | 1.282                            | 1.2908             | -                               | -   | -               | -     | 1.210  | 1.1499 |        |       |        |       |        |
|   |               |               |                         | 700                            | 1.435                         | 1.6173   | 1.345                            | 1.4208             | -                               | -   | -               | -     | 1.270  | 1.2668 |        |       |        |       |        |
| 750                                       | 1.494         | 1.7531        | 1.404                   | 1.5482                         | -                             | -  | -                                | -                  | -                               | 1.330                                     | 1.3893          |       |        |        |        |       |        |       |        |
| 800                                       | 1.676         | 2.2062        | 1.577                   | 1.9532                         | -                             | -  | -                                | -                  | -                               | 1.500                                     | 1.7672          |       |        |        |        |       |        |       |        |
| 850                                       | 1.801         | 2.5475        | 1.702                   | 2.2748                         | -                             | -  | -                                | -                  | -                               | 1.620                                     | 2.0612          |       |        |        |        |       |        |       |        |
| 900                                       | 1.916         | 2.8895        | 1.817                   | 2.5930                         | -                             | -  | -                                | -                  | -                               | 1.740                                     | 2.3779          |       |        |        |        |       |        |       |        |
| 950                                       | 2.021         | 3.2079        | 1.922                   | 2.9013                         | -                             | -  | -                                | -                  | -                               | 1.840                                     | 2.6590          |       |        |        |        |       |        |       |        |

Basado en NEC - 1968

Dimensiones de los Conductores Cubiertos de Goma y Cubiertas de Termoplásticos

| Calibre AWG MCM | Tipos RH-2, RFH-2, RH RHH*** RHW ***SF-2 |                   | Tipos TF, T, THW, +TW, RUH**, RUW** |                   | Tipos TFN, THHN, THWN |                   | Tipos FEP, FEPB PF, PGF |                   | Tipos XHHW            |                   |        |        |
|-----------------|--|-------------------|-------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|--------|--------|
|                 | Diámetro Aprox. Pulg.                    | Area Aprox. Pulg. | Diámetro Aprox. Pulg.               | Area Aprox. Pulg. | Diámetro Aprox. Pulg. | Area Aprox. Pulg. | Diámetro Aprox. Pulg.   | Area Aprox. Pulg. | Diámetro Aprox. Pulg. | Area Aprox. Pulg. |        |        |
|                 | 18                                       | 0.146             | 0.0167                              | 0.106             | 0.0088                | 0.089             | 0.0064                  | 0.081             | 0.0052                | -                 | -      |        |
| 16              | 0.158                                    | 0.0196            | 0.118                               | 0.0109            | 0.100                 | 0.0079            | 0.092                   | 0.0066            | -                     | -                 |        |        |
| 14              | 2/64 in. 0.171                           | 0.0230            | 0.131                               | 0.0135            | 0.105                 | 0.0087            | 0.105                   | 0.105             | 0.0087                | 0.0087            |        |        |
| 14              | 3/64 in. 0.204*                          | 0.0327*           | 0.162 †                             | 0.0206 †          | -                     | -                 | -                       | -                 | -                     | -                 |        |        |
| 12              | 2/64 in. 0.188                           | 0.0278            | 0.148                               | 0.0172            | 0.122                 | 0.0117            | 0.121                   | 0.121             | 0.0115                | 0.0115            |        |        |
| 12              | 3/64 in. 0.221*                          | 0.0384*           | 0.179 †                             | 0.0251 †          | -                     | -                 | -                       | -                 | -                     | -                 |        |        |
| 10              | -  | 0.242             | 0.0460                              | 0.168             | 0.0224                | 0.153             | 0.153                   | 0.142             | 0.142                 | 0.0159            | 0.0159 |        |
| 10              | -  | -                 | -                                   | 0.199 †           | 0.0311 †              | -                 | -                       | -                 | -                     | -                 | -      |        |
| 8               | -  | 0.311             | 0.0760                              | 0.228             | 0.0408                | 0.201             | 0.317                   | 0.189             | 0.169                 | 0.0280            | 0.0225 |        |
| 8               | -  | -                 | -                                   | 0.259 †           | 0.0526 †              | -                 | -                       | -                 | -                     | -                 | -      |        |
| 6               | 0.397                                    | 0.1238            | 0.323                               | 0.0819            | 0.257                 | 0.0519            | 0.244                   | 0.302             | 0.0467                | 0.0716            | 0.282  | 0.0625 |
| 4               | 0.452                                    | 0.1605            | 0.372                               | 0.1087            | 0.328                 | 0.0845            | 0.292                   | 0.350             | 0.0669                | 0.0962            | 0.328  | 0.0845 |
| 3               | 0.481                                    | 0.1817            | 0.401                               | 0.1263            | 0.356                 | 0.0995            | 0.320                   | 0.378             | 0.0803                | 0.1122            | 0.356  | 0.0995 |
| 2               | 0.513                                    | 0.2067            | 0.433                               | 0.1473            | 0.388                 | 0.1182            | 0.352                   | 0.410             | 0.0973                | 0.1316            | 0.388  | 0.1182 |
| 1               | 0.588                                    | 0.2715            | 0.508                               | 0.2027            | 0.450                 | 0.1590            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.450  | 0.1590 |
| 0               | 0.629                                    | 0.3107            | 0.549                               | 0.2367            | 0.491                 | 0.1893            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.491  | 0.1893 |
| 00              | 0.675                                    | 0.3578            | 0.595                               | 0.2781            | 0.537                 | 0.2265            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.537  | 0.2265 |
| 000             | 0.727                                    | 0.4151            | 0.647                               | 0.3288            | 0.588                 | 0.2715            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.588  | 0.2715 |
| 0000            | 0.785                                    | 0.4840            | 0.705                               | 0.3904            | 0.646                 | 0.3278            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.646  | 0.3278 |
| 250             | 0.868                                    | 0.5917            | 0.788                               | 0.4877            | 0.716                 | 0.4026            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.716  | 0.4026 |
| 300             | 0.933                                    | 0.6837            | 0.883                               | 0.5581            | 0.771                 | 0.4669            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.771  | 0.4669 |
| 350             | 0.985                                    | 0.7620            | 0.895                               | 0.6291            | 0.822                 | 0.5307            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.822  | 0.5307 |
| 400             | 1.032                                    | 0.8365            | 0.942                               | 0.6969            | 0.869                 | 0.5931            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.869  | 0.5931 |
| 450             | 1.119                                    | 0.9834            | 1.029                               | 0.8316            | 0.955                 | 0.7163            | -                       | -                 | -                     | -                 | 0.955  | 0.7163 |

Dimensiones para los tipos RHH y RHW. Del No. 14 al No. 2.

Dimensiones del tipo THW en tamaños del 14 al 8. El tipo THW del No. 6 en adelante tienen las mismas dimensiones que el tipo T. Las dimensiones del tipo RHH y RHW sin cubierta exterior son las mismas que las del tipo THW del No. 18 al No. 3 sólidos; y del No. 6 en adelante aislados.

Basado en NEC - 1968.

Dimensiones de los Conductores Bajo Plomo Tipos RL, RHL y RUL

Table with columns for Calibre AWG/MCM and three columns for conductor configurations: Un solo conductor, Dos conductores, and Tres conductores. Each configuration has sub-columns for Diám. Pulg. and Area Pulg.².

Nota-Los conductores del No. 14 al 8 son sólidos; el No. 6 y los mayores que él, están constituidos por hilos trenzados. Basado en NEC-1968

Dimensiones de los Conductores Aislados Con Amianto y Batista Barnizada Tipos AVA, AVB y AVL

Table with columns for Calibre AWG/MCM and three types of conductors: Tipo AVA, Tipo AVB, and Tipo AVL. Each type has sub-columns for Diám. aprox. pulg. and Area aprox. pulg.².

Nota: Los conductores del No. 14 al 8 son sólidos, el No. 6 y los mayores que él son de hilos trenzados; se exceptúan los conductores AVL, que son de hilos trenzados todos los tamaños.

Basado en NEC- 1968

Capacidades de transporte de corriente, permisibles en amperes, en conductores con aislamiento de cobre o de aluminio. No más de tres conductores instalados en conduit o directamente enterrados y un conductor al aire. Se basa en una temperatura ambiente de 30° C (86° F)

Large table showing ampacity for various cable types (AVA, AVB, AVL, etc.) across different conductor types (Cobre, Aluminio) and sizes (1-6). Includes columns for 'Tipos' and 'En con. dult. ca. ble o di. rec. ante rradios.'.

Factores Decrementales con Espacio Conservado Por Agrupamiento en Cables

Table showing correction factors for cable grouping. Columns for 'Número de cables horizontalmente' and 'Verticalmente' (1-6).

Basado en NEC - 1968

(1) Tipo único para conductores de cobre. (2) Para conductores de aluminio. Para circuitos de tres conductores, circuito monofásico y servicio secundario, la capacidad de transporte de corriente permisible para los conductores tipo RH, RHH, RHW y THW será: para calibre No. 2 - 100 amperes, No. 1 - 100 amperes, No. 1/0 - 125 amperes, No. 2/0 - 150 amperes, No. 3/0 - 170 amperes, No. 4/0 - 200 amperes. Las capacidades de corriente de cables instalados en soportes rígidos y continuos será como sigue: Para cables que contienen no más de tres conductores, se instalarán en soportes verticales, rígidos y continuos, el espacio conservado es desde un cuarto a un diámetro del cable. Los factores de la siguiente tabla serán aplicados a las capacidades de corriente de los cables usados. Basado en NEC - 1968

⊕ Especificaciones para Alambre de Cobre Desnudo

| Calibre<br>A.W.G. | Diámetro Nominal |          | Area - Sección Transversal |                    |                   |                       | Peso<br>kg.<br>por km. |
|-------------------|------------------|----------|----------------------------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------------|
|                   | mms.             | pulg.    | mms.<br>cuadrados          | mls.<br>circulares | mls.<br>cuadrados | Pulgadas<br>cuadradas |                        |
| 4/0               | 11.684           | 0.4600   | 107.20                     | 211 600            | 166 200           | 0.1662                | 953.0                  |
| 3/0               | 10.404           | 0.4096   | 85.03                      | 167 800            | 131 800           | 0.1318                | 756.0                  |
| 2/0               | 9.266            | 0.3648   | 67.43                      | 133 100            | 104 500           | 0.1045                | 599.0                  |
| 1/0               | 8.251            | 0.3249   | 53.48                      | 105 500            | 82 890            | 0.08289               | 475.0                  |
| 1                 | 7.348            | 0.2893   | 42.41                      | 83 690             | 65 730            | 0.06573               | 377.0                  |
| 2                 | 6.544            | 0.2576   | 33.63                      | 66 370             | 52 130            | 0.05213               | 299.0                  |
| 3                 | 5.827            | 0.2294   | 26.67                      | 52 640             | 41 340            | 0.04134               | 237.0                  |
| 4                 | 5.189            | 0.2043   | 21.15                      | 41 740             | 32 780            | 0.03278               | 188.0                  |
| 5                 | 4.621            | 0.1819   | 16.77                      | 33 100             | 26 000            | 0.02600               | 149.0                  |
| 6                 | 4.115            | 0.1620   | 13.30                      | 26 250             | 20 620            | 0.02062               | 118.0                  |
| 7                 | 3.665            | 0.1443   | 10.55                      | 20 820             | 16 350            | 0.01635               | 93.8                   |
| 8                 | 3.264            | 0.1285   | 8.366                      | 16 510             | 12 970            | 0.01297               | 74.4                   |
| 9                 | 2.906            | 0.1144   | 6.634                      | 13 090             | 10 280            | 0.01028               | 59.0                   |
| 10                | 2.588            | 0.1019   | 5.261                      | 10 380             | 8 155             | 0.008155              | 46.8                   |
| 11                | 2.305            | 0.09074  | 4.172                      | 8 234              | 6 467             | 0.006467              | 37.1                   |
| 12                | 2.053            | 0.08081  | 3.309                      | 6 530              | 5 129             | 0.005129              | 29.4                   |
| 13                | 1.828            | 0.07196  | 2.624                      | 5 178              | 4 067             | 0.004067              | 23.3                   |
| 14                | 1.628            | 0.06408  | 2.081                      | 4 107              | 3 225             | 0.003225              | 18.5                   |
| 15                | 1.450            | 0.05707  | 1.650                      | 3 257              | 2 558             | 0.002558              | 14.7                   |
| 16                | 1.291            | 0.05082  | 1.309                      | 2 583              | 2 028             | 0.002028              | 11.8                   |
| 17                | 1.150            | 0.04526  | 1.038                      | 2 048              | 1 609             | 0.001609              | 9.2                    |
| 18                | 1.024            | 0.04030  | 0.8231                     | 1 624              | 1 276             | 0.001276              | 7.3                    |
| 19                | 0.9116           | 0.03589  | 0.6527                     | 1 288              | 1 012             | 0.001012              | 5.8                    |
| 20                | 0.8118           | 0.03196  | 0.5176                     | 1 022              | 802.30            | 0.0008023             | 4.6                    |
| 21                | 0.7229           | 0.02846  | 0.4105                     | 810.1              | 636.30            | 0.0006363             | 3.6                    |
| 22                | 0.6438           | 0.02535  | 0.3255                     | 642.4              | 504.06            | 0.0005046             | 2.8                    |
| 23                | 0.5733           | 0.02257  | 0.2582                     | 509.5              | 400.10            | 0.0004001             | 2.2                    |
| 24                | 0.5106           | 0.02010  | 0.2047                     | 404.0              | 317.30            | 0.0003173             | 1.8                    |
| 25                | 0.4547           | 0.01790  | 0.1624                     | 320.4              | 251.70            | 0.0002517             | 1.4                    |
| 26                | 0.4049           | 0.01594  | 0.1288                     | 254.1              | 199.60            | 0.0001996             | 1.1                    |
| 27                | 0.3606           | 0.01420  | 0.1021                     | 201.5              | 158.30            | 0.0001583             | 0.9                    |
| 28                | 0.3211           | 0.01264  | 0.08098                    | 159.8              | 125.50            | 0.0001255             | 0.7                    |
| 29                | 0.2859           | 0.01126  | 0.06422                    | 126.7              | 99.54             | 0.00009954            | 0.5                    |
| 30                | 0.2546           | 0.01025  | 0.05093                    | 100.5              | 78.94             | 0.00007894            | 0.4                    |
| 31                | 0.2268           | 0.008928 | 0.04039                    | 79.70              | 62.60             | 0.00006260            | 0.3                    |
| 32                | 0.2019           | 0.007950 | 0.03203                    | 63.21              | 49.64             | 0.00004964            | 0.2                    |
| 33                | 0.1798           | 0.007080 | 0.02540                    | 50.13              | 39.37             | 0.00003937            | 0.1                    |
| 34                | 0.1601           | 0.006305 | 0.02014                    | 39.75              | 31.22             | 0.00003122            | 0.1                    |

Nota: El peso está basado en el diámetro nominal de los alambres, variando éste de acuerdo con la tolerancia en los diámetros.

Tolerancia en Diámetros

Duro y Semi-Duro, en calibres de 4/0 al 18 ± 1 % ; menores del 18 no hay especificación. Suave o Recocido, en calibres de 30 y mayores, ± 1 % ; menores del 30, ± .00254mm. (.0001").

⊕ Empaque:

Del calibre No. 4/0 A.W.G. al No. 11 A.W.G. en rollos de 50 kg. aproximadamente del No. 12 al 16 en rollos de 50 kg. No. 17 en carretes de 100 kg., del No. 18 al 29 en carretes de 50 kg., del No. 30 en carretes de 50 y 10 kg., del No. 31 en carretes de 10 kg.

⊕ Especificaciones para Alambre de Cobre Desnudo

| Calibre<br>A.W.G. | Diámetro Nominal |          | Duro                           |  | Semi-Duro                      |  | Suave                          |  |
|-------------------|------------------|----------|--------------------------------|--|--------------------------------|--|--------------------------------|--|
|                   | Milímetros       | Pulgadas | Alargamiento<br>Mínimo<br>en % | Resistencia<br>Máxima<br>OHMS por Km.<br>20° C | Alargamiento<br>Mínimo<br>en % | Resistencia<br>Máxima<br>OHMS por Km.<br>20° C | Alargamiento<br>Mínimo<br>en % | Resistencia<br>Máxima<br>OHMS por Km.<br>20° C |
| 4/0               | 11,683           | 0.460    | 3.75                           | 0.16552  | 3.75                           | 0.16467  | 35                             | 0.16080  |
| 3/0               | 10,404           | 0.4096   | 3.25                           | 0.20870  | 3.60                           | 0.20765  | 35                             | 0.20276  |
| 2/0               | 9,266            | 0.3648   | 2.80                           | 0.26317  | 3.25                           | 0.36182  | 35                             | 0.25568  |
| 1/0               | 8,251            | 0.3249   | 2.40                           | 0.33171  | 3.00                           | 0.33006  | 35                             | 0.32242  |
| 1                 | 7,348            | 0.2895   | 2.17                           | 0.42292  | 2.75                           | 0.42062  | 30                             | 0.40651  |
| 2                 | 6,544            | 0.2576   | 1.98                           | 0.53316  | 2.50                           | 0.53053  | 30                             | 0.51282  |
| 3                 | 5,827            | 0.2294   | 1.79                           | 0.67227  | 2.25                           | 0.66866  | 30                             | 0.64635  |
| 4                 | 5,190            | 0.2043   | 1.24                           | 0.84781  | 1.25                           | 0.84321  | 30                             | 0.81532  |
| 5                 | 4,621            | 0.1819   | 1.18                           | 1.0689   | 1.20                           | 1.0633   | 30                             | 1.0279   |
| 6                 | 4,115            | 0.1620   | 1.14                           | 1.3478   | 1.15                           | 1.3409   | 30                             | 1.2963   |
| 7                 | 3,665            | 0.1443   | 1.09                           | 1.6998   | 1.11                           | 1.6910   | 30                             | 1.6345   |
| 8                 | 3,263            | 0.1285   | 1.06                           | 2.1434   | 1.08                           | 2.1323   | 30                             | 2.0611   |
| 9                 | 2,906            | 0.1144   | 1.02                           | 2.7028   | 1.06                           | 2.6887   | 30                             | 2.5988   |
| 10                | 2,588            | 0.1019   | 1.00                           | 3.4089   | 1.04                           | 3.3892   | 25                             | 3.2773   |
| 11                | 2,305            | 0.0907   | 0.97                           | 4.2981   | 1.02                           | 4.2751   | 25                             | 4.1340   |
| 12                | 2,052            | 0.0808   | 0.95                           | 5.4202   | 1.00                           | 5.3906   | 25                             | 5.2102   |
| 13                | 1,828            | 0.0719   | 0.92                           | 6.8343   | 0.98                           | 6.7982   | 25                             | 6.5718   |
| 14                | 1,628            | 0.06408  | 0.90                           | 8.6159   | 0.96                           | 8.5732   | 25                             | 8.2845   |
| 15                | 1,449            | 0.05707  | 0.89                           | 10.8666  | 0.94                           | 10.8108  | 25                             | 10.4467  |
| 16                | 1,291            | 0.05080  | 0.87                           | 13.7014  | 0.92                           | 13.6292  | 25                             | 13.1764  |
| 17                | 1,150            | 0.04526  | 0.86                           | 17.2777  | 0.90                           | 17.1891  | 25                             | 16.6149  |
| 18                | 1,024            | 0.04030  | 0.85                           | 21.7858  | 0.88                           | 21.6742  | 25                             | 20.9491  |
| 19                | 0,912            | 0.03589  |                                | 27.4718  |                                | 27.3307  | 25                             | 26.4153  |
| 20                | 0,812            | 0.03196  |                                | 34.6473  |                                | 34.4505  | 25                             | 33.3021  |
| 21                | 0,723            | 0.02846  |                                | 43.6701  |                                | 43.4404  | 25                             | 41.9968  |
| 22                | 0,644            | 0.02535  |                                | 55.0879  |                                | 54.7926  | 20                             | 52.9553  |
| 23                | 0,573            | 0.02257  |                                | 69.4587  |                                | 69.0978  | 20                             | 66.8011  |
| 24                | 0,511            | 0.02010  |                                | 87.5698  |                                | 87.1433  | 20                             | 84.2232  |
| 25                | 0,455            | 0.01790  |                                | 110.4384                                       |                                | 109.8806                                       | 20                             | 106.2059                                       |
| 26                | 0,405            | 0.01594  |                                | 139.2456                                       |                                | 138.5238                                       | 20                             | 133.8956                                       |
| 27                | 0,361            | 0.01420  |                                | 175.5991                                       |                                | 174.6804                                       | 20                             | 168.8730                                       |
| 28                | 0,321            | 0.01264  |                                | 221.4347                                       |                                | 220.2863                                       | 20                             | 212.9369                                       |
| 29                | 0,286            | 0.01126  |                                | 279.2131                                       |                                | 277.7694                                       | 20                             | 268.5170                                       |
| 30                | 0,255            | 0.01003  |                                | 352.0513                                       |                                | 350.4108                                       | 20                             | 338.5992                                       |
| 31                | 0,227            | 0.00893  |                                | 443.9193                                       |                                | 441.6226                                       | 20                             | 426.8581                                       |
| 32                | 0,202            | 0.00795  |                                | 559.7386                                       |                                | 557.1138                                       | 20                             | 538.4121                                       |
| 33                | 0,180            | 0.00708  |                                | 706.0712                                       |                                | 702.4621                                       | 20                             | 678.8389                                       |
| 34                | 0,160            | 0.00631  |                                | 890.1353                                       |                                | 885.5419                                       | 20                             | 1079.4490                                      |

Cargas de Ruptura a la Tensión

| CALIBRE<br>A.W.G. | DURO         |   |              | SEMI-DURO    |   |   | SUAVE        |   |
|-------------------|--------------|---|--------------|--------------|---|---|--------------|---|
|                   | Mínima<br>Kg | Máxima<br>Unitaria<br>Kg/<br>cm. <sup>2</sup> | Máxima<br>Kg | Mínima<br>Kg | Máxima<br>Unitaria<br>Kg/<br>cm. <sup>2</sup> | Mínima<br>Unitaria<br>Kg/<br>cm. <sup>2</sup> | Máxima<br>Kg | Máxima<br>Unitaria<br>Kg/<br>cm. <sup>2</sup> |
| 4/0               | 3693.665     | 3445.20                                       | 3694.027     | 3166.128     | 3445.19                                       | 2913.02                                       | 2713.888     | 2531.16                                       |
| 3/0               | 3049.099     | 3585.80                                       | 2989.224     | 2570.551     | 3515.50                                       | 3023.33                                       | 2152.332     | 2531.16                                       |
| 2/0               | 2503.418     | 3712.40                                       | 2417.461     | 2086.106     | 3585.80                                       | 3013.64                                       | 1706.897     | 2531.16                                       |
| 1/0               | 2048.911     | 3831.90                                       | 1955.143     | 1691.928     | 3656.12                                       | 3113.95                                       | 1353.542     | 2531.16                                       |
| 1                 | 1672.876     | 3943.80                                       | 1580.201     | 1371.686     | 3727.05                                       | 3214.26                                       | 1103.155     | 2601.4  |
| 2                 | 1362.160     | 4049.30                                       | 1276.893     | 1111.320     | 3796.74                                       | 3314.57                                       | 874.994      | 2601.4  |
| 3                 | 1106.330     | 4148.30                                       | 1031.350     | 899.942      | 3867.05                                       | 3314.88                                       | 694.008      | 2601.4  |
| 4                 | 893.592      | 4225.03                                       | 822.694      | 718.502      | 3889.70                                       | 3317.60                                       | 550.216      | 2601.4  |
| 5                 | 721.677      | 4302.36                                       | 656.404      | 573.350      | 3912.90                                       | 3416.60                                       | 436.317      | 2601.4  |
| 6                 | 580.608      | 4365.63                                       | 523.771      | 458.136      | 3937.36                                       | 3415.20                                       | 346.051      | 2601.4  |
| 7                 | 467.208      | 4428.90                                       | 417.720      | 365.873      | 3960.00                                       | 3417.90                                       | 274.428      | 2601.4  |
| 8                 | 374.673      | 4478.11                                       | 333.305      | 292.073      | 3983.20                                       | 3411.10                                       | 217.637      | 2601.4  |
| 9                 | 299.820      | 4520.29                                       | 265.764      | 233.241      | 4007.67                                       | 3515.50                                       | 172.595      | 2601.4  |
| 10                | 240.045      | 4562.47                                       | 212.058      | 186.157      | 4030.30                                       | 3518.20                                       | 139.430      | 2706.5  |
| 11                | 191.827      | 4597.62                                       | 169.102      | 148.599      | 4053.50                                       | 3511.40                                       | 112.946      | 2706.5  |
| 12                | 152.863      | 4618.71                                       | 134.900      | 118.361      | 4078.00                                       | 3515.80                                       | 89.586       | 2706.5  |
| 13                | 121.565      | 4632.77                                       | 112.129      | 94.711       | 4100.50                                       | 3618.50                                       | 71.033       | 2706.5  |
| 14                | 96.844       | 4653.86                                       | 85.775       | 75.569       | 4123.80                                       | 3631.70                                       | 56.337       | 2706.5  |
| 15                | 77.021       | 4667.92                                       | 68.448       | 60.328       | 4138.30                                       | 3615.60                                       | 44.670       | 2706.5  |
| 16                | 61.281       | 4681.98                                       | 54.549       | 48.172       | 4170.90                                       | 3618.80                                       | 35.426       | 2706.5  |
| 17                | 48.762       | 4696.04                                       | 43.545       | 38.424       | 4194.00                                       | 3712.00                                       | 28.091       | 2706.5  |
| 18                | 38.769       | 4710.10                                       | 34.727       | 30.667       | 4218.60                                       | 3716.50                                       | 22.280       | 2706.5  |
| 19                | 30.840       | 4724.16                                       |              |              |   |   | 17.667       | 2706.5  |
| 20                | 24.530       | 4738.32                                       |              |              |   |   | 14.011       | 2706.5  |
| 21                | 19.4365      | 4759.31                                       |              |              |   |   | 11.1132      | 2706.5  |
| 22                | 15.5403      | 4773.37                                       |              |              |   |   | 8.8134       | 2706.5  |
| 23                | 12.3401      | 4787.43                                       |              |              |   |   | 6.9899       | 2706.5  |
| 24                | 9.8296       | 4801.49                                       |              |              |   |   | 5.7561       | 2812.4  |
| 25                | 7.8291       | 4822.58                                       |              |              |   |   | 4.5677       | 2812.4  |
| 26                | 6.2279       | 4836.64                                       |              |              |   |   | 3.6210       | 2812.4  |
| 27                | 4.9533       | 4850.70                                       |              |              |   |   | 2.8718       | 2812.4  |
| 28                | 3.9454       | 4871.79                                       |              |              |   |   | 2.2775       | 2812.4  |
| 29                | 3.1380       | 4878.82                                       |              |              |   |   | 1.8057       | 2812.4  |
| 30                | 2.4957       | 4897.91                                       |              |              |   |   | 1.4320       | 2812.4  |
| 31                | 1.9849       | 4913.97                                       |              |              |   |   | 1.1358       | 2812.4  |
| 32                | 1.5807       | 4935.06                                       |              |              |   |   | 0.9008       | 2812.4  |
| 33                | 1.25737      | 4949.12                                       |              |              |   |   | 0.71442      | 2812.4  |
| 34                | 0.99973      | 4963.18                                       |              |              |   |   | 0.56654      | 2812.4  |

Carga de ruptura: - La carga de ruptura está basada en el diámetro nominal de los alambres, variando ésta de acuerdo con la tolerancia en los calibres.

Usando valores mínimos para alambre duro; mínimos y máximos para alambre semi-duro; y máximos para alambres suaves o recocidos.  
NOTA: Para alambres semi-duros, calibres No. 19 y menores no especificaciones.

Cable de Cobre Desnudo

| Calibre<br>A.W.G. | NUMERO DE HILOS                               |   |    |    |    |    |    |               |                 |                 |
|-------------------|---|---|----|----|----|----|----|---------------|-----------------|-----------------|
|                   | 3   | 7 | 12 | 19 | 27 | 37 | 61 | (7 x 7)<br>49 | (19 x 7)<br>133 | (37 x 7)<br>259 |
|                   | DIAMETRO DE CADA HILO EN MILESIMOS DE PULGADA |   |    |    |    |    |    |               |                 |                 |
| 1 250 000         |   |   |    |    |    |    |    |               |                 |                 |
| 1 000 000         |   |   |    |    |    |    |    |               |                 | 086.7           |
| 950 000           |   |   |    |    |    |    |    |               |                 | 084.5           |
| 900 000           |   |   |    |    |    |    |    |               |                 | 082.3           |
| 850 000           |   |   |    |    |    |    |    |               |                 | 079.9           |
| 800 000           |   |   |    |    |    |    |    |               |                 |                 |
| 750 000           |   |   |    |    |    |    |    | 147.0         |                 | 077.6           |
| 700 000           |   |   |    |    |    |    |    | 142.4         |                 | 075.1           |
| 650 000           |   |   |    |    |    |    |    | 137.5         |                 | 072.5           |
| 600 000           |   |   |    |    |    |    |    | 132.5         |                 | 069.9           |
| 550 000           |   |   |    |    |    |    |    | 127.3         |                 | 067.2           |
| 500 000           |   |   |    |    |    |    |    | 122.9         |                 | 064.3           |
| 450 000           |   |   |    |    |    |    |    | 116.2         |                 | 061.3           |
| 400 000           |   |   |    |    |    |    |    | 110.3         |                 | 058.2           |
| 350 000           |   |   |    |    |    |    |    | 104.0         | 090.4           | 054.8           |
| 300 000           |   |   |    |    |    |    |    | 097.3         | 084.5           | 051.3           |
| 250 000           |   |   |    |    |    |    |    | 092.2         | 078.2           | 047.5           |
| 200 000           |   |   |    |    |    |    |    | 088.5         | 071.4           | 043.4           |
| 150 000           |   |   |    |    |    |    |    | 085.5         | 065.7           | 039.9           |
| 100 000           |   |   |    |    |    |    |    | 082.2         | 058.5           | 035.5           |
| 75 000            |   |   |    |    |    |    |    | 078.8         | 052.1           | 031.6           |
| 50 000            |   |   |    |    |    |    |    | 075.6         | 046.7           | 027.7           |
| 40 000            |   |   |    |    |    |    |    | 072.2         | 040.7           | 022.7           |
| 30 000            |   |   |    |    |    |    |    | 068.5         | 034.7           | 018.0           |
| 20 000            |   |   |    |    |    |    |    | 064.2         | 028.2           | 014.0           |
| 15 000            |   |   |    |    |    |    |    | 060.0         | 022.2           | 010.0           |
| 10 000            |   |   |    |    |    |    |    | 055.7         | 016.3           | 007.1           |
| 7 000             |   |   |    |    |    |    |    | 051.4         | 010.3           | 004.3           |
| 5 000             |   |   |    |    |    |    |    | 047.1         | 007.0           | 003.3           |
| 4 000             |   |   |    |    |    |    |    | 042.8         | 005.0           | 002.7           |
| 3 000             |   |   |    |    |    |    |    | 038.5         | 003.5           | 002.2           |
| 2 000             |   |   |    |    |    |    |    | 034.2         | 002.5           | 001.8           |
| 1 500             |   |   |    |    |    |    |    | 030.0         | 001.8           | 001.4           |
| 1 000             |   |   |    |    |    |    |    | 025.8         | 001.4           | 001.1           |
| 750               |   |   |    |    |    |    |    | 021.6         | 001.1           | 000.9           |
| 500               |   |   |    |    |    |    |    | 017.4         | 000.9           | 000.7           |
| 300               |   |   |    |    |    |    |    | 013.2         | 000.8           | 000.6           |
| 200               |   |   |    |    |    |    |    | 009.0         | 000.7           | 000.5           |
| 150               |   |   |    |    |    |    |    | 005.0         | 000.6           | 000.4           |
| 100               |   |   |    |    |    |    |    | 001.0         | 000.5           | 000.3           |

EMPAQUE:

Del calibre No. 1 250 000 A.W.G. al No. 9 en carretes de madera de 1000 Kg. netos, del No. 10 al 20 en carretes de madera de 200 y 100 Kg. netos.

NOTA: Los cables pequeños abajo de la línea divisoria negra, llevan torcido sencillo en vez de concéntrico.







Alambre de Cobre — Estañado Suave

| Calibre Conductor        | Diámetro   | Sección Transversal  | Peso                 | Resistencia C.C. a 20°C |                  |                   |                |
|--------------------------|------------|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------|-------------------|----------------|
| <b>Unidades Metricas</b> |            |                      |                      |                         |                  |                   |                |
| Awg                      | milímetros | milímetros cuadrados | Kilogramos/kilómetro | ohms por kilómetro      |                  |                   |                |
| 30                       | 0.254      | 0.0506               | 0.451                | 365.0                   |                  |                   |                |
| 29                       | 0.287      | 0.0647               | 0.575                | 283.0                   |                  |                   |                |
| 28                       | 0.320      | 0.0804               | 0.716                | 228.0                   |                  |                   |                |
| 27                       | 0.361      | 0.1021               | 0.907                | 179.0                   |                  |                   |                |
| 26                       | 0.404      | 0.1280               | 1.139                | 143.0                   |                  |                   |                |
| 25                       | 0.455      | 0.1618               | 1.443                | 113.0                   |                  |                   |                |
| 24                       | 0.511      | 0.2046               | 1.821                | 87.6                    |                  |                   |                |
| 23                       | 0.574      | 0.2587               | 2.300                | 69.2                    |                  |                   |                |
| 22                       | 0.643      | 0.3242               | 2.875                | 55.4                    |                  |                   |                |
| 21                       | 0.724      | 0.4114               | 3.665                | 43.6                    |                  |                   |                |
| 20                       | 0.813      | 0.5186               | 4.623                | 34.4                    |                  |                   |                |
| 19                       | 0.912      | 0.6527               | 5.807                | 27.5                    |                  |                   |                |
| 18                       | 1.024      | 0.8225               | 7.329                | 21.8                    |                  |                   |                |
| <b>Unidades Inglesas</b> |            |                      |                      |                         |                  |                   |                |
| Awg                      | pulgadas   | circular mils        | pulgadas cuadradas   | libras por mil pies     | libras por milla | ohms por mil pies | ohms por milla |
| 30                       | 0.0100     | 100                  | 0.000785             | 0.303                   | 1.60             | 111.3             | 588.0          |
| 29                       | 0.0113     | 128                  | 0.001100             | 0.387                   | 2.04             | 86.3              | 455.0          |
| 28                       | 0.0126     | 159                  | 0.00125              | 0.481                   | 2.54             | 69.4              | 366.0          |
| 27                       | 0.0142     | 202                  | 0.00158              | 0.610                   | 3.22             | 54.6              | 288.0          |
| 26                       | 0.0159     | 253                  | 0.00199              | 0.765                   | 4.04             | 43.6              | 230.0          |
| 25                       | 0.0179     | 320                  | 0.00252              | 0.970                   | 5.12             | 34.4              | 182.0          |
| 24                       | 0.0201     | 404                  | 0.00317              | 1.22                    | 6.46             | 26.7              | 141.0          |
| 23                       | 0.0226     | 511                  | 0.00401              | 1.55                    | 8.16             | 21.1              | 111.0          |
| 22                       | 0.0253     | 640                  | 0.00503              | 1.94                    | 10.2             | 16.9              | 89.0           |
| 21                       | 0.0285     | 812                  | 0.00638              | 2.46                    | 13.0             | 13.3              | 70.1           |
| 20                       | 0.0320     | 1020                 | 0.00804              | 3.10                    | 16.4             | 10.5              | 55.8           |
| 19                       | 0.0359     | 1290                 | 0.0101               | 3.90                    | 20.6             | 8.37              | 44.2           |
| 18                       | 0.0403     | 1620                 | 0.0128               | 4.92                    | 26.0             | 6.64              | 35.1           |

\* Los valores de resistencia tabulados son máximos de especificación y son más altos que los valores promedio obtenidos normalmente.

Estos datos son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

Según última revisión de las Normas DGN J-8 y ASTM B-258.

Los siguientes valores de conductividad para alambres de cobre estañado fueron usados para calcular la tabla de resistencias, según Normas DGN J-8 y ASTM B-33.

| Diámetro    |                 | Conductividad a 20°C |
|-------------|-----------------|----------------------|
| milímetros  | pulgadas        | Por ciento           |
| 2.62 a 0.51 | 0.103 a 0.0201  | 96.16                |
| 0.50 a 0.28 | 0.0200 a 0.0111 | 94.16                |
| 0.28 a 0.08 | 0.0111 a 0.0030 | 93.15                |

Alambre de Aluminio Desnudo

Calibre en A. W. G. o B. & S.  
61 o/o de Conductividad; Densidad 2.70 a 20°C.

| Calibre | Diámetro en Milímetros | Area en Milímetros Cuadrados | Ohms por Kilómetro | Kilogramos por Kilómetro |
|---------|------------------------|------------------------------|--------------------|--------------------------|
| 0000    | 11.63                  | 107.2                        | 0.264              | 289                      |
| 0000    | 10.40                  | 85.03                        | 0.333              | 230                      |
| 00      | 9.266                  | 67.43                        | 0.419              | 182                      |
| 0       | 8.252                  | 53.48                        | 0.529              | 144                      |
| 1       | 7.348                  | 42.41                        | 0.667              | 114                      |
| 2       | 6.544                  | 33.63                        | 0.841              | 90.8                     |
| 3       | 5.827                  | 26.67                        | 1.06               | 72.0                     |
| 4       | 5.189                  | 21.15                        | 1.34               | 57.1                     |
| 5       | 4.621                  | 16.77                        | 1.69               | 45.3                     |
| 6       | 4.115                  | 13.30                        | 2.13               | 35.9                     |
| 7       | 3.665                  | 10.55                        | 2.68               | 28.5                     |
| 8       | 3.264                  | 8.366                        | 3.38               | 22.6                     |
| 10      | 2.588                  | 5.261                        | 5.38               | 14.2                     |
| 12      | 2.053                  | 3.309                        | 8.55               | 8.93                     |
| 14      | 1.628                  | 2.081                        | 13.6               | 5.62                     |
| 15      | 1.450                  | 1.650                        | 17.1               | 4.46                     |
| 16      | 1.291                  | 1.309                        | 21.6               | 3.53                     |
| 17      | 1.150                  | 1.036                        | 27.3               | 2.80                     |
| 18      | 1.024                  | 0.8231                       | 34.4               | 2.22                     |
| 19      | 0.9116                 | 0.6527                       | 43.3               | 1.76                     |
| 20      | 0.8118                 | 0.5175                       | 54.6               | 1.40                     |
| 21      | 0.7230                 | 0.4105                       | 68.9               | 1.11                     |
| 22      | 0.6430                 | 0.3255                       | 86.9               | 0.879                    |
| 23      | 0.5733                 | 0.2582                       | 110                | 0.697                    |
| 24      | 0.5106                 | 0.2047                       | 138                | 0.553                    |
| 25      | 0.4547                 | 0.1624                       | 174                | 0.438                    |
| 26      | 0.4049                 | 0.1288                       | 220                | 0.348                    |
| 27      | 0.3606                 | 0.1021                       | 277                | 0.276                    |
| 28      | 0.3211                 | 0.08098                      | 349                | 0.219                    |
| 29      | 0.2859                 | 0.06422                      | 440                | 0.173                    |
| 30      | 0.2546                 | 0.05093                      | 555                | 0.138                    |
| 31      | 0.2268                 | 0.04039                      | 700                | 0.109                    |
| 32      | 0.2019                 | 0.03203                      | 883                | 0.0865                   |
| 33      | 0.1798                 | 0.02540                      | 1110               | 0.0686                   |
| 34      | 0.1601                 | 0.02014                      | 1400               | 0.0544                   |
| 35      | 0.1426                 | 0.01597                      | 1770               | 0.0431                   |

Cable de alta tensión aislamiento de papel impregnado forro de plomo, tres conductores en ductos subterráneos

| Calibre | Corriente permisible en amperes |       |         |                   |                   |
|---------|---------------------------------|-------|---------|-------------------|-------------------|
|         | 4500 V                          | 7500V | 15000 V | 23000V (*) Armado | 34500V (*) Armado |
| 6       | 75                              | 74    | 71      | -                 | -                 |
| 4       | 98                              | 97    | 92      | -                 | -                 |
| 2       | 128                             | 126   | 119     | 134               | -                 |
| 1       | 146                             | 143   | 135     | 152               | -                 |
| 0       | 168                             | 165   | 155     | 172               | 165               |
| 00      | 192                             | 188   | 177     | 197               | 187               |
| 000     | 219                             | 214   | 202     | 223               | 211               |
| 0000    | 249                             | 243   | 232     | 251               | 241               |
| 250     | 273                             | 269   | 255     | 277               | 266               |
| 300     | 304                             | 300   | 283     | 306               | 293               |
| 350     | 334                             | 328   | 310     | 331               | 318               |
| 400     | 359                             | 353   | 333     | 356               | 341               |
| 500     | 408                             | 399   | 377     | 401               | 381               |
| 600     | 450                             | 443   | 417     | 440               | 416               |
| 700     | 489                             | 481   | 453     | 478               | 450               |
| 750     | 505                             | 497   | 468     | 495               | 466               |

(\*) Se recomienda la operación con cables armado directamente enterrado en la trinchera.

A—Cables solos o a grandes distancias de otros cables. Las intensidades de corriente máxima admisibles en servicio continuo para los cables solos o a una distancia tal de otros cables que los calentamientos respectivos no tengan influencia entre unos y otros, están dados por la tabla anterior.

B—Cables en proximidad de otros cables. Cuando son puestos varios cables en una misma zanja, es conveniente multiplicar los valores de la tabla por los coeficientes de reducción siguientes:

Tres cables en un ducto ..... 0.80  
Seis cables en un ducto ..... 0.70  
Nueve cables en un ducto ..... 0.60  
Doce cables en un ducto ..... 0.55

C—Cables puesto en el aire. Cuando los cables son puestos en el aire, es conveniente multiplicar los valores de la tabla por el coeficiente de reducción 0.75.

D—Factores de corrección para diferentes temperaturas de la tierra.

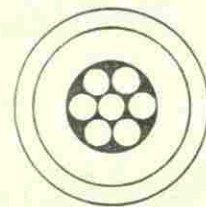
|      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|
| 10°C | 1.08 | 30°C | 0.88 | 50°C | 0.56 |
| 20°C | 1.00 | 40°C | 0.74 |      |      |

● Selección de Cables de Energía

**Cable Unipolar**

**Ventajas.**  
Fácil de instalar, ligero, emplea terminales unipolares sencillas.

**Desventajas.**  
Aumentan las pérdidas eléctricas, con los cables de intercomunicación se interfieren los campos electromagnéticos que rodean a los cables, no se pueden utilizar cubiertas de metales magnéticos, ocasionan corrientes circulantes en las pantallas ó tubos de plomo, no reparten uniformemente la corriente al utilizar varios cables en paralelo por fase, etc.

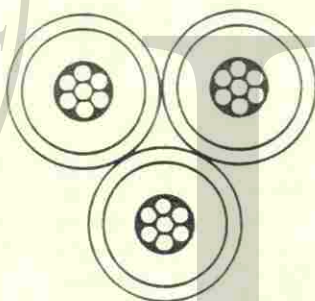


**Cable triplex (tres unipolares unidos en espiral)**

**Ventajas.**  
Se balancea el campo electromagnético por el cableado de los tres conductores. Utilizan terminales unipolares sencillas.

Es más rápida su instalación ya que se colocan en forma simultánea los tres conductores.

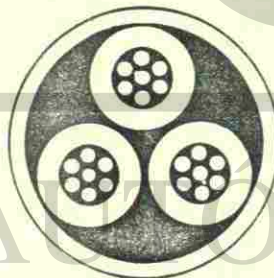
**Desventajas.**  
El diámetro de conjunto es mayor que un cable tripolar. El costo es ligeramente mayor a tres unipolares.



**Cables tripolares**

**Ventajas.**  
Si se usan conductores sectoriales el espacio que ocupan es menor del de tres cables unipolares y normalmente tienen un costo menor. En una sola operación se instalan los tres conductores. Generalmente llevan armadura de metal magnético.

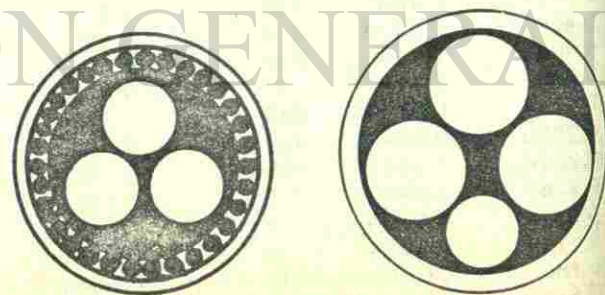
**Desventajas.**  
Las terminales unipolares son más complicadas que los unipolares.



**Cables tripolares con neutro (3 1/2 conductores)**

**Ventajas.**  
El neutro del sistema se tiene en el mismo cable, evitando con esto el instalar otro conductor por separado. Algunas compañías usan el tubo de plomo como neutro, pero su conductividad no es tan buena.

**Desventajas.**  
Mayor costo.



● Propiedades de Aislamientos

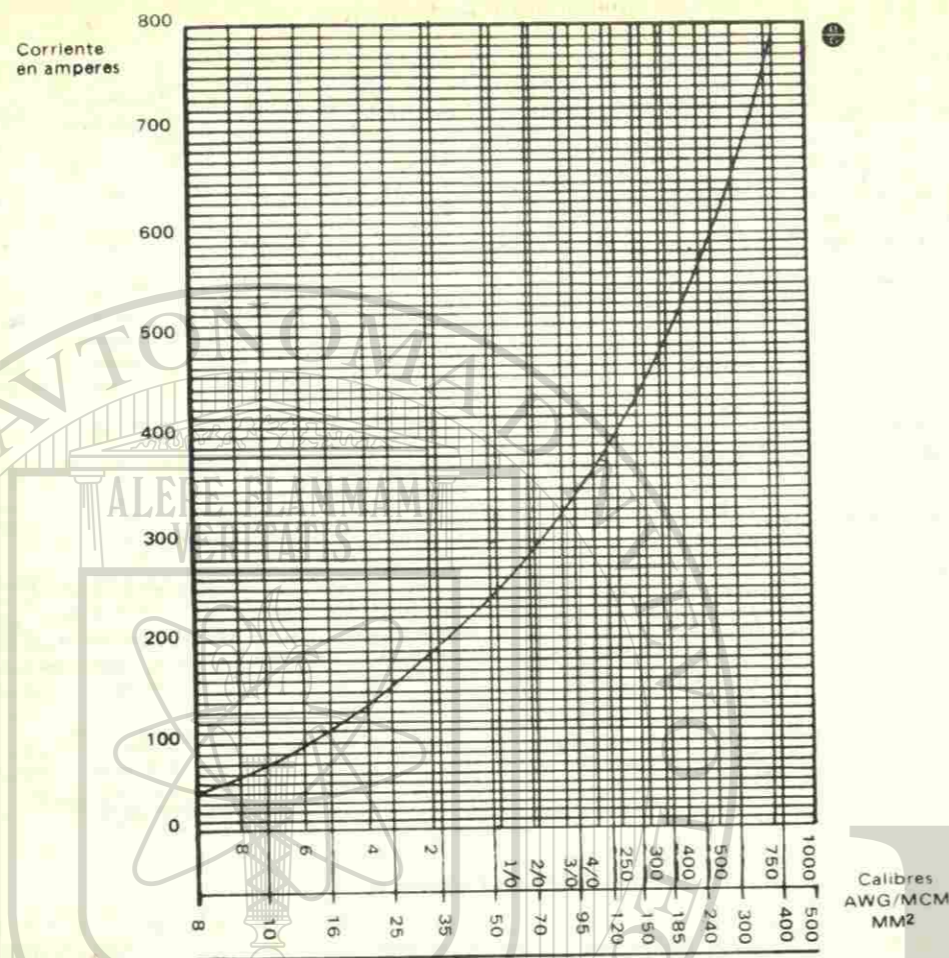
| Características   | Papel* Impregnado   | P.V.C. Bajo Voltaje          | P.V.C. Alto Voltaje  | Poliétileno  | Poliétileno Vulcanizado                     | Butilic  | Cambray Barnizado   |
|---|---|------------------------------|--|--|---|--|---|
| Rigidez dieléctrica Kv/mm. (corriente alterna, elevación rápida).                     | 22  | 12                           | 16   | 20   | 20  | 16   | 12  |
| Rigidez dieléctrica, Kv/mm (impulsos)   | 73  | 40                           | 47   | 60   | 60  | 47   | 40  |
| Constante dieléctrica, SIC (a 60 ciclos, 75°C)  | 3.5   | 8.0                          | 5.5  | 2.5  | 2.5   | 3.5  | 6.0   |
| Factor de potencia, % (a 60 ciclos, 75°C)   | 0.8   | 5.0                          | 3.0  | 0.05   | 0.05  | 1.5  | 6.0   |
| Constante K de resistencia de aislamiento (megohm/Km)                                 | 3 000   | 5 000                        | 7 000  | 30 000   | 30 000                                      | 10 000   | 1 000   |
| Resistencia a la ionización   | buena   | buena                        | excelente  | mala   | regular                                     | regular  | regular   |
| Resistencia a la humedad  | mala  | buena                        | buena  | excelente  | excelente                                   | buena  | regular   |
| Factor de pérdidas  | bueno   | malo                         | regular  | excelente  | excelente                                   | regular  | regular   |
| Flexibilidad  | regular   | buena                        | regular  | buena  | mala  | excelente  | malo  |
| Facilidad de instalación de empalmes y terminales (problemas de humedad y ionización) | regular   | excelente                    | excelente  | regular  | regular                                     | buena  | regular   |
| Temp. de Operación normal (°C)  | 75-85   | 60-90                        | 75-80  | 75   | 90  | 15-90  | 70-85   |
| Temp. de sobre cargas (°C)  | 100   | 100                          | 100  | 90   | 130   | 105  | 100   |
| Temp. de circuito corto(°C)   | 160   | 160                          | 160  | 150  | 250   | 200  | 160   |
| Espesor de aislamiento comparativo (cable unipolar 15 Kv)                             | 100 %   | —                            | 125 %  | 125 %  | 125 %                                       | 170 %  | 140 %   |
| Principales Ventajas  | Bajo costo<br>Experiencia de años comprobada. Excel. propiedades eléct. | Bajo costo                   | Bajo costo<br>Resist. a la ionización<br>Fácil de instalar | Factor de pérdidas bajo.                                 | Factor de pérdidas bajo.                    | Flexibilidad<br>facilidad de manejo. Resist. térmica | Posible fabricar tramos cortos. Experiencia de muchos años. |
| Principales inconvenientes  | Requiere tubo plomo y terminales herméticos.                            | inadecuado para alto voltaje | Pérdidas comparativamente altas.                           | Baja resist. a la ionización. Baja temperatura de fusión | Rigidez<br>Baja resistencia a la ionización | Costo elevado. Diámetro mayor.                       | Costo elevado. Altas pérdidas                               |

● Propiedades de Cubiertas

| Características                          | P.V.C.                               | Poliétileno Baja Densidad                             | Poliétileno Alta Densidad                                     | Neopreno                               | Poliétileno Clorosulfonado       | Plomo  |
|--|--------------------------------------|---|---|--|----------------------------------|--|
| Resistencia a la humedad                 | C                                    | B   | B   | D                                      | C                                | A  |
| Resist. a la abrasión                    | C                                    | B   | A   | B                                      | A                                | E  |
| Resistencia a golpes                     | C                                    | C   | B   | A                                      | A                                | E  |
| Flexibilidad                             | B                                    | C   | D   | A                                      | A                                | D  |
| Doblez en frío                           | D                                    | A   | B   | C                                      | C                                | B  |
| Propiedades dieléctricas                 | B                                    | A   | A   | D                                      | B                                | —  |
| Resist. a la intemperie                  | C                                    | A*  | A*  | C                                      | C                                | B  |
| Resistencia a la flama                   | C                                    | E   | E   | C                                      | C                                | B  |
| Resistencia al calor                     | C                                    | E   | E   | C                                      | C                                | B  |
| Conducción térmica (disipación de calor) | D                                    | C   | C   | B                                      | B                                | B  |
| Resist. a la oxidación                   | A                                    | A   | A   | D                                      | D                                | A  |
| Resistencia al ozono                     | A                                    | A   | A   | D                                      | A                                | C  |
| Resist. al corte por compresión.         | C                                    | C   | B   | C                                      | C                                | E  |
| Resistencia a ácidos.                    | A                                    | A   | A   | D                                      | B                                | A  |
| 30 % sulfúrico                           | A                                    | A   | A   | D                                      | D                                | A  |
| 3 % sulfúrico                            | D                                    | A   | A   | D                                      | D                                | E  |
| 10 % nítrico                             | B                                    | A   | A   | D                                      | D                                | D  |
| 10 % clorhídrico                         | A                                    | A   | A   | D                                      | D                                | D  |
| 10 % fosfórico                           | A                                    | A   | A   | D                                      | D                                | C  |
| Resist. a alcalies y sales.              |                                      |   |   |  |                                  |  |
| 10 % hidróxido de sodio.                 | A                                    | A   | A   | E                                      | D                                | C  |
| 2 % carbonato de sodio                   | C                                    | A   | A   | D                                      | D                                | C  |
| 10 % cloruro de sodio                    | A                                    | A   | A   | C                                      | C                                | C  |
| Resist. a agentes químicos orgánicos.    |                                      |   |   |  |                                  |  |
| Acetona                                  | E                                    | C   | C   | C                                      | R                                | A  |
| Tetracloruro de carbono                  | C                                    | C   | C   | C                                      | E                                | A  |
| Acetates                                 | C                                    | C   | C   | D                                      | D                                | A  |
| Gasolina                                 | C                                    | C   | C   | D                                      | D                                | A  |
| Creosota                                 | D                                    | C   | C   | D                                      | D                                | A  |
| Temp. máximo de operación (°C)           | 90                                   | 75  | 90  | 90                                     | 130                              | —  |
| Peso específico                          | 1.4                                  | 0.9   | 1.0   | 1.3                                    | 1.2                              | 11.3   |
| Principales aplicaciones                 | Uso general, cables para interiores. | Cables aéreos a la intemperie. Cubiertas sobre plomo. | Idem. pero cuando se requiera mayor resistencia a la abrasión | Cables flexibles<br>Cables para minas. | Cables flexibles de alta calidad | Cables con aislamiento de papel impregnado<br>Cables para refinerías |

\* Excelente B - Muy buena C - Buena D - Regular E - Mala

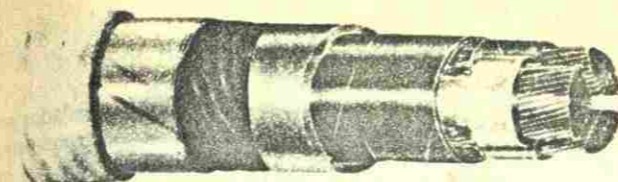
\* Únicamente de color negro, conteniendo negro de humc.



Capacidad de Conducción de Corriente

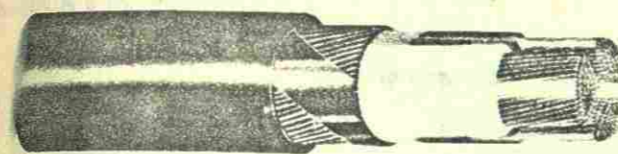
| Condiciones supuestas en la gráfica  |  | Factores de Corrección para condiciones diversas   |  |
|--|--|--|--|
| Factor de carga: 100 %   |  | Si F.C. 75 %   | multiplíquese por 1.10 en cables subterráneos<br>1.00 en cables aéreos                             |
| <b>Temperaturas</b><br>Cables Subterráneos: Temp. Conductor: 75°C, Temp. Terreno: 25°C, Diferencia: 50°C<br>Cables Aéreos: Temp. Conductor: 75°C, Temp. Aire: 35°C, Diferencia: 40°C |  | Si hay una diferencia de temperaturas de:<br>60°C multiplíquese por: 1.10<br>40°C " " 0.90<br>30°C " " 0.80  | Si hay una diferencia de temperaturas de:<br>50°C " " 1.12<br>30°C " " 0.87<br>20°C " " 0.70       |
| Número de conductores: 1   |  | Si el número de conductores en contacto es: 3 multiplíquese por: 0.85*<br>6 " " 0.75<br>9 " " 0.70   | Si el número de conductores sin contacto es: 3 multiplíquese por: 0.90<br>6 " " 0.80<br>9 " " 0.75 |
| Condiciones de Instalación:  |  | * Puede ser un cable tripolar<br>Para cable subterráneo en ductos, multiplíquese por: 0.85<br>Para cable aéreo expuesto al sol, multiplíquese por: 0.70<br>Para cable aéreo dentro de conduit, multiplíquese por: 0.90 |  |

a) Cables de Bajo Voltaje



⊕ Cables de Fabricación Común y sus Aplicaciones

**Construcción**  
Cable trifásico con aislamiento de papel impregnado, tubo de plomo y armado. 1000 volts.  
**Uso**  
Distribución secundaria subterránea  
**Instalación**  
Directamente enterrado.



**Construcción**  
Cable trifásico con aislamiento de PVC, con conductor neutro opcional, cubierta de PVC. 1000 volts.  
**Uso**  
Distribución secundaria subterránea. Distribución industrial.  
**Instalación**  
Ductos subterráneos, charolas aéreas dentro de fábricas.



**Construcción**  
Cable monofásico Viniphel, con aislamiento de PVC, 600 volts.  
**Uso**  
Distribución en industrias o edificios comerciales.  
**Instalación**  
Charolas aéreas, tubos conduit o ductos metálicos.



**Construcción**  
Cable trifásico Viniphel armado, con aislamiento de PVC y armadura flexible. 600 volts.  
**Uso**  
Distribución industrial  
**Instalación**  
Charolas aéreas o sujeto de estructuras o muros.

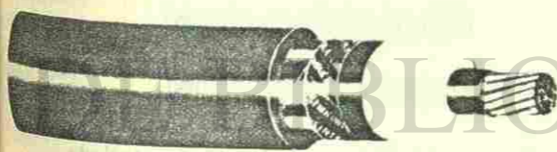
b) Cables de alto voltaje (15000 ó 23000 volts)



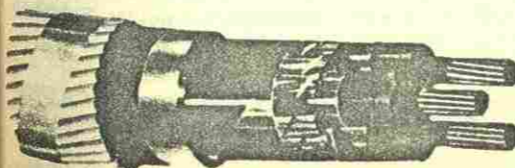
**Construcción**  
Cable trifásico con aislamiento de papel impregnado, tubo de plomo y cubierta de polietileno.  
**Uso**  
Distribución primaria subterránea  
**Instalación**  
Ductos subterráneos



**Construcción**  
Cable triplex con aislamiento de papel impregnado, tubo de plomo y cubiertas de polietileno. Alternativa aislamiento sinténax, cubierta de PVC.  
**Uso**  
Acometidas industriales  
**Instalación**  
Del poste de la línea aérea a la subestación, por ducto subterráneo.



**Construcción**  
Cable unipolar con aislamiento de PVC, cubierta de PVC.  
**Uso**  
Distribución industrial. Conexiones de equipo en subestaciones de compañías de luz.  
**Instalación**  
Charolas aéreas o ductos subterráneos.



**Construcción**  
Cable tripolar con aislamiento de cambray, cubierta de plomo, armadura de hilos de acero.  
**Uso**  
Minas  
**Instalación**  
Vertical en tiros de mina

⊕ Selección de Voltajes

| Tensiones de sistema (1)<br>volts | Tensiones normales de<br>cables (2) volts |
|-----------------------------------|---|
| 220                               | 1000*                                     |
| 440                               |   |
| 2400                              | 3000                                      |
| 4160                              | 5000                                      |
| 6000                              | 6000*                                     |
| 6600                              | 8000                                      |
| 13200                             | 15000*                                    |
| 20000                             |   |
| 22900                             | 23000*                                    |

- (1) Tensión entre fases en circuitos trifásicos.
  - (2) Los cables de fabricación normal son diseñados para sistemas con neutro a tierra. Para sistemas con neutro aislado deben construirse cables especiales con mayores espesores o hacer uso de cables para tensiones superiores. Arriba de la tensión nominal, los cables admiten una sobretensión continua del 5 al 20% dependiendo del tipo de aislamiento.
- \* Tensiones preferentes.

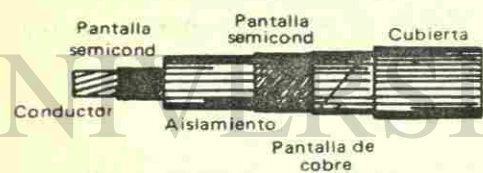
Pantallas Eléctricas

Se utilizan dos tipos de pantalla para control del campo eléctrico en los cables de energía de medio y alto voltaje.

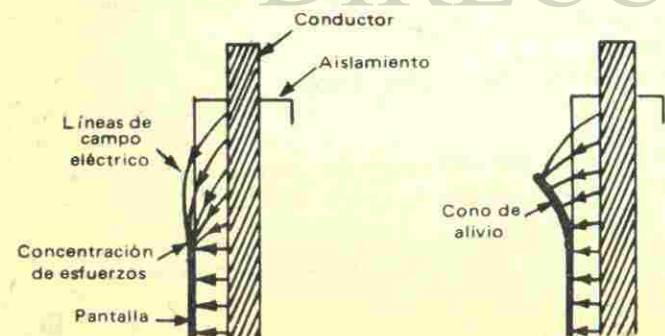
La primera pantalla se aplica sobre el conductor y normalmente es de material semiconductor a base de negro de humo y sirve para hacer que el campo eléctrico alrededor del conductor sea uniforme, lo cual no sucede cuando al conductor lo forman varios alambres.



La segunda se aplica sobre el aislamiento y sirve para confinar el campo eléctrico al interior del aislamiento, evitando así gradientes eléctricos superficiales peligrosos. Esta pantalla se utiliza en cables para voltajes superiores a 6000 volts y normalmente está formada por dos cintas, una semiconductor y una de cobre que va conectada a tierra. Para cables unipolares con tubo de plomo puede prescindirse de la cinta de cobre ya que el mismo plomo sirve de pantalla.

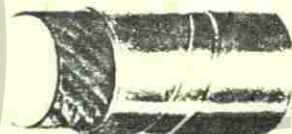


Es muy importante hacer notar que al cortar la pantalla sobre el aislamiento en el extremo de un cable, deberá construirse un cono de alivio de esfuerzos para permitir la difusión del campo eléctrico y evitar así la concentración de esfuerzos eléctricos en el lugar donde se cortó la pantalla.



Tipos de armaduras

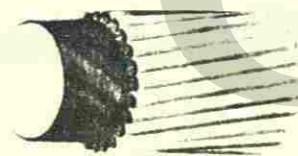
Flejes de Acero



**Construcción**  
Dos flejes de acero en espiral, el segundo cubriendo el espacio libre dejado por el primero.

**Uso:**  
Protección mecánica contra golpes y roedores. Empleada en cables enterrados directamente.

Hilos de Acero



**Construcción.**- alambres de acero colocados en espiral de paso largo, para cubrir toda la superficie del cable.

**Uso.**- sirve de refuerzo mecánico longitudinal en cables con dos verticalmente o sujetos a esfuerzos de tensión.

Armadura Flexible

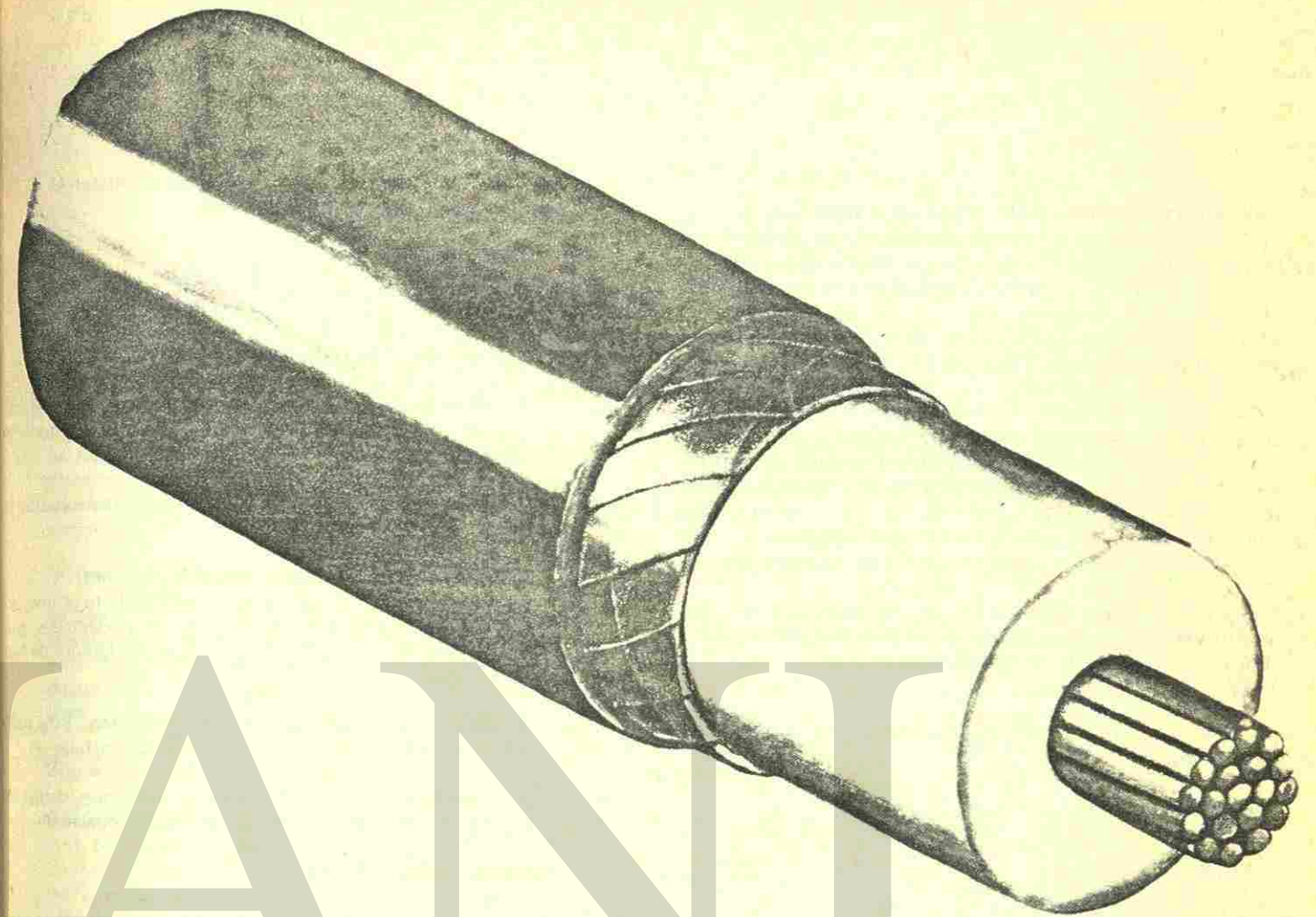


**Construcción.**- un fleje de acero en espiral, engargolado.

**Uso.**- como protección mecánica de cables instalados en el interior de industrias, que estén expuestos a golpes, Substituir al tubo conduit.

Las tres armaduras pueden suministrarse con cubierta termoplástica encima, como protección contra la corrosión.

Las dos primeras normalmente son protegidas con una cubierta económica de yute asfaltado para evitar que se maltrate durante la instalación.



⊕ Cables de Energía de Alta Tensión.  
Recomendaciones para su Instalación

Introducción

Nuestra industria, en continuo desarrollo, se ha visto obligada a efectuar instalaciones de cables aislados de alta tensión en el interior de sus edificios y en los espacios exteriores de las propias negociaciones.

Es conveniente tener presente una serie de detalles importantes durante la selección e instalación de estos cables, debido a la gran responsabilidad que existe detrás de ellos, para asegurarnos una vida larga, confiable y libre de costosas fallas.

Una instalación de esta índole debe detener una vida útil de 20 ó 30 años, libre de problemas.

Muchos diseñadores recurren, en algunas ocasiones, a consultores extranjeros para calcular una instalación de este tipo, sin considerar que no es aconsejable desligar la selección del cable con la instalación del mismo. El cable de mejor calidad, indu-

El objetivo principal de este artículo es el de ayudar al ingeniero diseñador de una instalación eléctrica subterránea, que, por falta de información y sobre todo de reglamentación, carece de datos concretos para llevar a cabo una buena instalación. Un gran número de fallas en instalaciones subterráneas es causada por instalaciones inadecuadas o por mal trato del cable durante su colocación.

Aquí trataremos de mostrar la práctica correcta en materia de instalaciones subterráneas en la industria, tanto de cables en ductos como enterrados directamente. Hemos recopilado información sobre procedimientos de instalación, materiales usados, disposiciones físicas, terminales, etc.

dablemente bien seleccionado, podrá tener una corta duración si al instalarlo no se da el mismo cuidado que al seleccionarlo. Debemos pues, darles a la selección e instalación la máxima atención y considerarlas como un proyecto único e indivisible.

La aplicación de lo aquí descrito, se refiere básicamente a instalaciones subterráneas hasta 25 KV, por ser las más comunes en la industria mexicana. No se incluyen en las compañías suministradoras de energía eléctrica porque estas generalmente cuentan con personal debidamente entrenado y que está conciente de todos los cuidados necesarios. Como en la industria raramente se presenta una instalación de alta tensión, cuando así sucede se recurre a un contratista que por lo general hace su proyecto dándole mayor importancia al aspecto económico que al técnico para darle gusto a la Gerencia de la empresa.

Esta economía mal entendida siempre da resultados funestos, pues los perjuicios ocasionados por un paro son por lo general mayores que la economía lograda escogiendo un proyecto más barato.

En este artículo describiremos exclusivamente las instalaciones subterráneas.

Las canalizaciones más usuales son:

- 1) Ductos
- 2) Enterrados directamente
- 3) Trincheras y túneles
- 4) Canaletas

Otros conceptos dignos de mención son:

- 5) Terminales
- 6) Empalmes

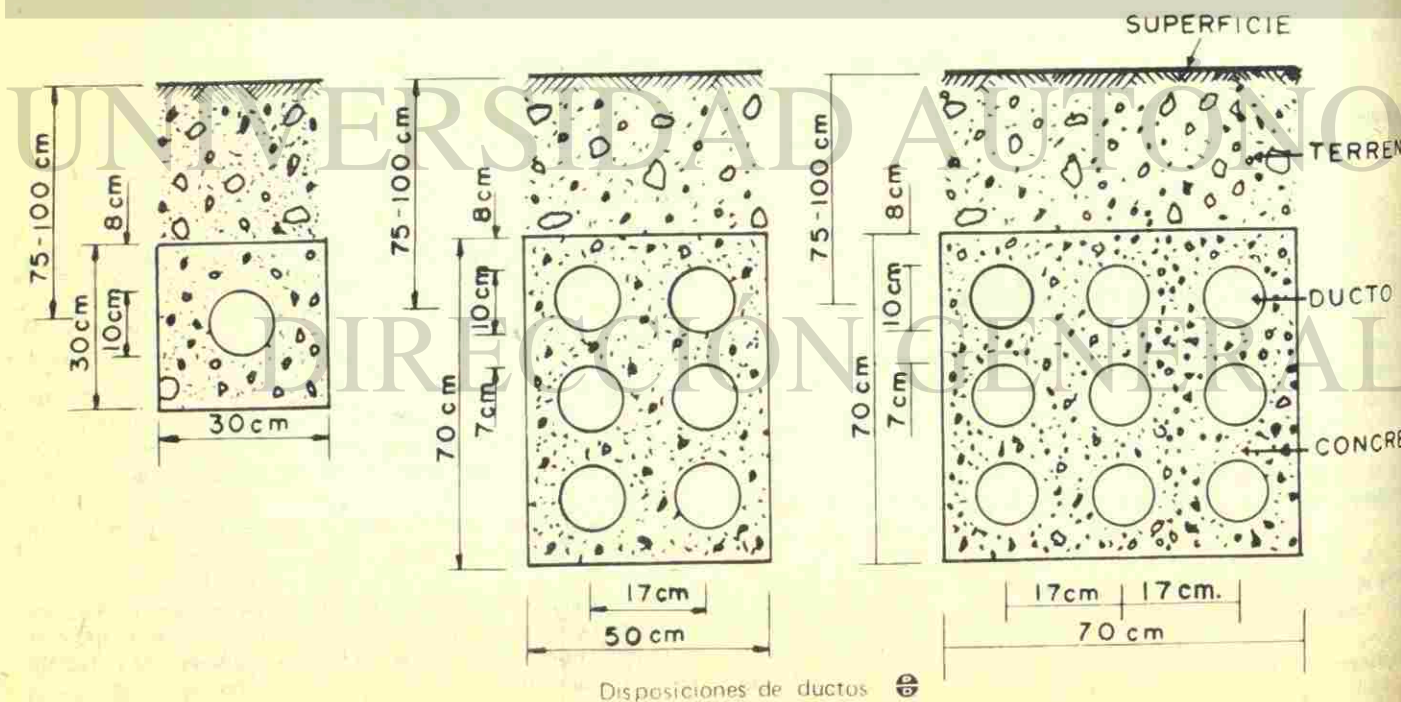
Los tipos de cables más usuales para la industria son:

- a) Aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) especial alta tensión, como el Sintenax de Pirelli o el Protodur de Siemens.
- b) Aislamiento de hule butílico con cubierta exterior PVC o de neopreno.
- c) Aislamiento de polietileno en su dos versiones: Alto peso molecular de cadena cruzada. Este último, su bajo precio y sus buenas características eléctricas, cada día de mayor preferencia en Estados Unidos de América.
- d) Aislamiento de papel y cubierta de plomo. Este requiere de personal especializado para su instalación.

Analizando en detalle los conceptos anteriores, deberá servarse con cuidado las siguientes recomendaciones:

### I Cables en Ductos. Ⓢ

Cuando en la ruta de canalización no se considere conveniente el abrir zanjas, como en el caso de que pase abajo de edificios, caminos, etc., se adoptará el sistema de cables en ductos, que permite cambiar los cables con facilidad.



### 1. Materiales. Ⓢ

a) Para reducir la fricción de los cables durante su instalación, se procurará que la superficie interior de los ductos esté lo más tersa posible. Sus uniones se harán de tal forma que no se formen escalones entre tramo y tramo y los materiales de unión no deberán penetrar al interior ya que al solidificarse forman protuberancias.

b) Se recomienda usar ductos de asbesto cemento con un diámetro interior no menor de 10 cm. Se recomienda también el uso de una cubierta exterior de concreto con 8 cm, de espesor mínimo.

No deben de utilizarse tubos de albañal.

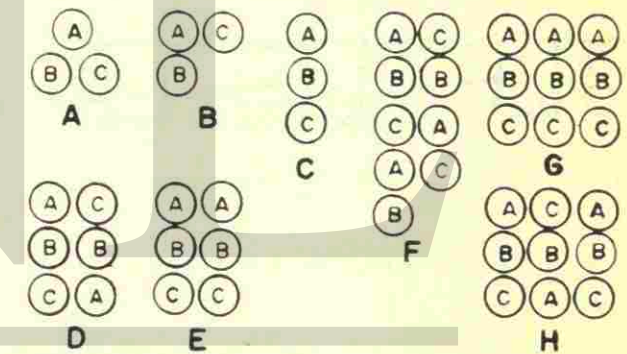
Se podrá hacer uso de ductos rígidos hechos de material plástico cuando las tensiones sean menores de 600 volts, evitando cambios de sección por aplastamientos. Estos ductos deben ser protegidos con una capa de concreto de 5 cm, de espesor, en toda su periferia.

### 2. Disposición de ductos y cables.

a) Deben evitarse curvas de los ductos entre un registro y otro, cuando no puedan evitarse se procurará que la curvatura sea mínima (12 veces el diámetro del ducto), ya que a menor radio de curvatura es mayor la resistencia al jalón del cable durante su instalación.

b) En un banco de ductos, se instalarán en los ductos externos los cables de mayor sección, para que el calor se transmita al terreno más rápidamente. Los ductos centrales contendrán los cables de menor sección o de comunicación, en este caso se les proveerá de una pantalla electrostática conectada a tierra.

- c) Cualquier cable deberá quedar colocado a una profundidad de 75 cm, como mínimo. Para cables de energía con tensiones mayores de 10 000 volts la profundidad mínima será de 1 m.
- d) Se colocará una losa de concreto armado o protección semejante encima de los ductos cuando estén colocados abajo de calles con tránsito pesado y exista la posibilidad de hundimientos.
- e) En un banco de ductos con cables de diferentes voltajes, se instalarán los de mayor tensión en las vías más profundas.
- f) Cuando los ductos se crucen con una fuente de calor, se colocará entre ellos una barrera térmica.
- g) En un ducto de varias vías con cables monofásicos, se escogerá la colocación de las fases de tal modo que se obtenga el máximo equilibrio de las reactancias mutuas de los cables, ver figura sig.



Para la instalación de varios cables iguales en un ducto de varias vías, se considerará el factor de lugar correspondiente (P Torchio, AIEE, transactions 1921).

$$\text{Factor de lugar} = \sqrt{\frac{\text{Pérdidas del ducto considerado}}{\text{Pérdidas promedio}}}$$

Se puede adoptar el uso de 2 bancos de ductos, separados por 30 cm, de tierra.

|               |     |                |    |              |    |    |
|---------------|-----|----------------|----|--------------|----|----|
| 100           | 100 | 95             | 95 | 95           | 80 | 95 |
| 100           | 100 | 85             | 85 | 80           | 65 | 80 |
| Promedio 100% |     | 95             | 95 | 95           | 80 | 95 |
|               |     | Promedio 91.5% |    | Promedio 85% |    |    |

Factor de lugar

Influencia de la Posición del Cable en la Reactancia

### 3. Diámetro máximo de cable en un ducto.

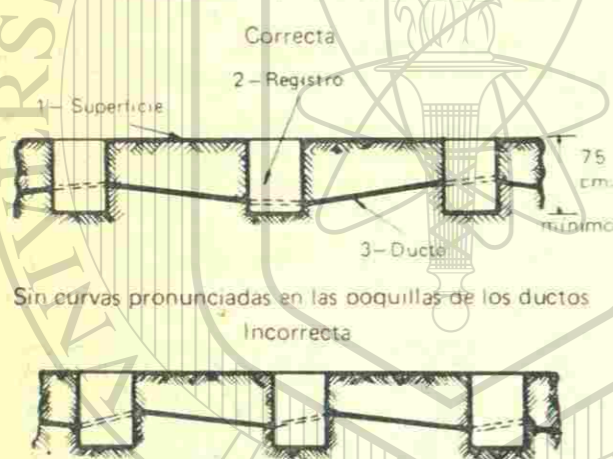
Para un cable solo instalado en ducto, es aceptable una diferencia mínima de 20 mm, entre los 2 diámetros. El diámetro mínimo para un ducto con varios cables pretorcidos debe ser 20 mm, mayor que el diámetro del círculo en el cual queden inscritos los cables. Esto dependerá principalmente del jalón necesario para instalar los cables. Convenirán ductos más holgados en el caso de existir curvas o fricciones.

No deben de instalarse nunca varios cables sin pretorcer en un ducto con diámetro inferior a la suma de los diámetros de los cables más 20 mm.

4. Ventilación y drenajes.

- a) Debe procurarse ventilación natural a todos los ductos.
- b) Las entradas de ductos a edificios deben quedar selladas, para evitar la entrada de gases a ellos.
- c) Los ductos se construirán con una pendiente mínima de 1/2 ‰ para facilitar el drenaje. En grandes longitudes se adoptará la disposición siguiente:

Disposición de la pendiente en ductos.



Sin curvas pronunciadas en las boquillas de los ductos

Con curvas pronunciadas en las boquillas de los ductos

5. Número de ductos en un banco.

Es conveniente dejar ductos vacíos para futuras ampliaciones, como mínimo un ducto extra.

6. Registros.

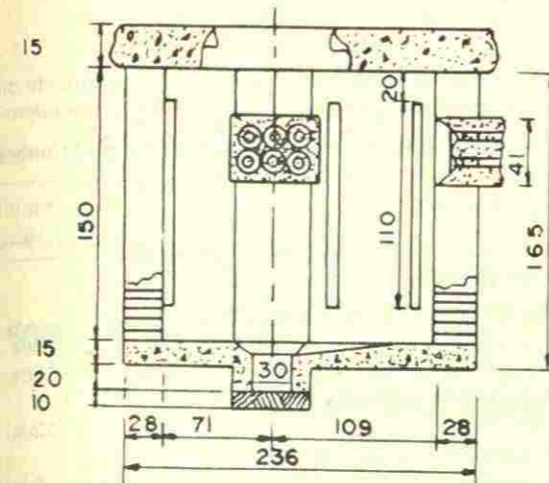
- a) En las figuras siguientes se proporcionan dimensiones usuales de los registros más comunes. Puede haber variación en las dimensiones, manteniendo una altura interior mínima de 1.5 m. y 1 m. de dimensiones horizontales.

No se adoptarán dimensiones que hagan disminuir el radio de curvatura especificado, ver tabla correspondiente. Cuando en el registro tenga lugar un empalme, la dimensión será adecuada y además deberá tener cable suficiente para soportar el empalme en sus apoyos.

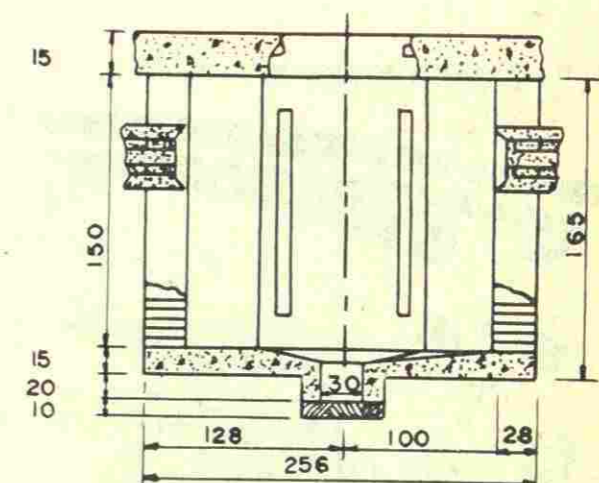
- b) Las tapas y los pozos deben tener la suficiente resistencia para soportar, con amplio margen de seguridad, las cargas que se le impongan.

Las tapas no deben tener dimensiones menores de 60 x 60 ó 50 x 60 cm.

- c) Los pozos deben ser ventilados antes de cualquier intervención humana.



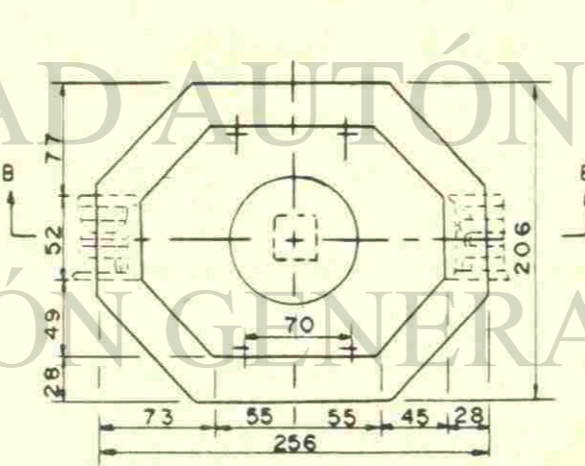
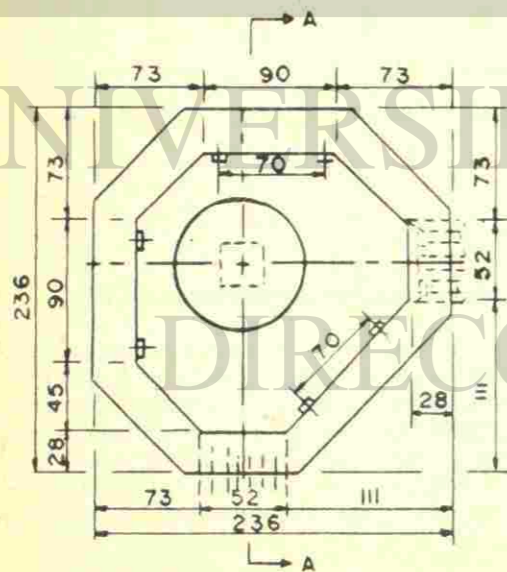
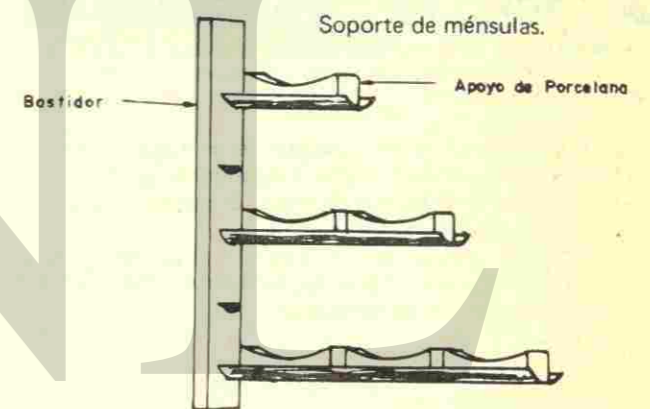
SECCION A-A



SECCION B-B

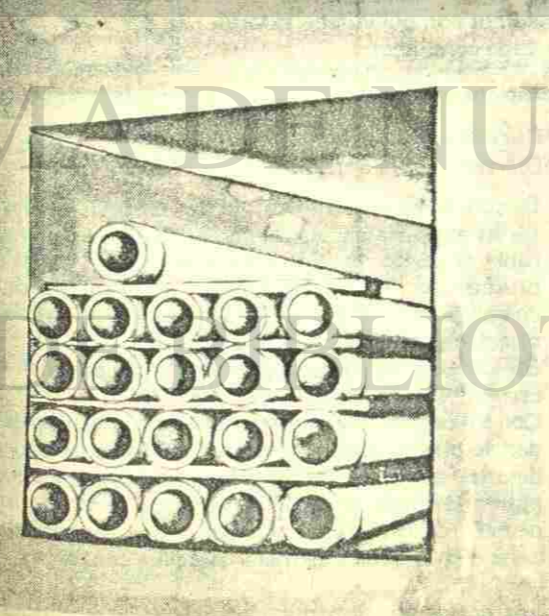
Acotaciones en cm.

- d) Debe procurarse que los cables en el interior queden apoyados en ménsulas con apoyos de porcelana o material equivalente, para que en la expansión o contracción los cables se puedan mover con libertad. Los cables de baja tensión ocuparán las partes superiores y los de alta las inferiores. Como protección de algunos cables, se pueden forrar con cintas no combustibles. No deben estropearse los cables al bajar a un pozo, o al dejarlos al descubierto abajo de una boca. Se procurará dejar curvas que absorban las contracciones y dilataciones, así como el formar reserva de cable para casos necesarios en los pozos que así lo permitan.

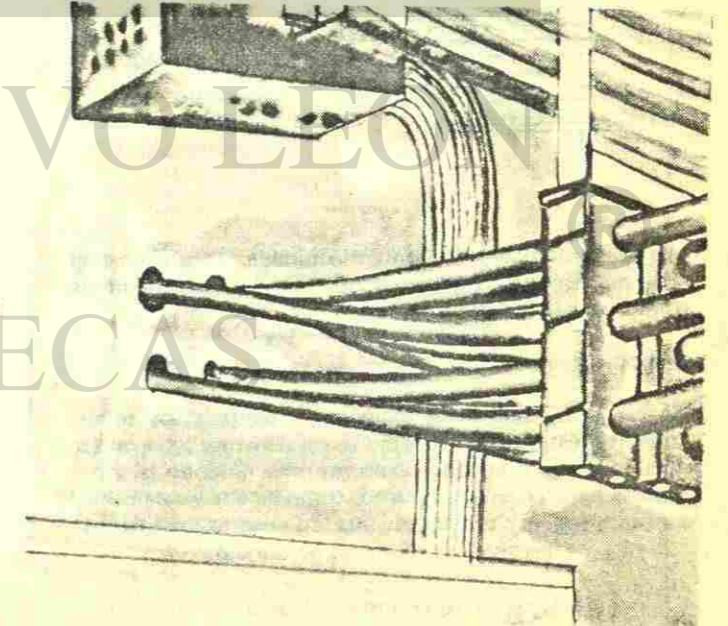


acotaciones en cm.

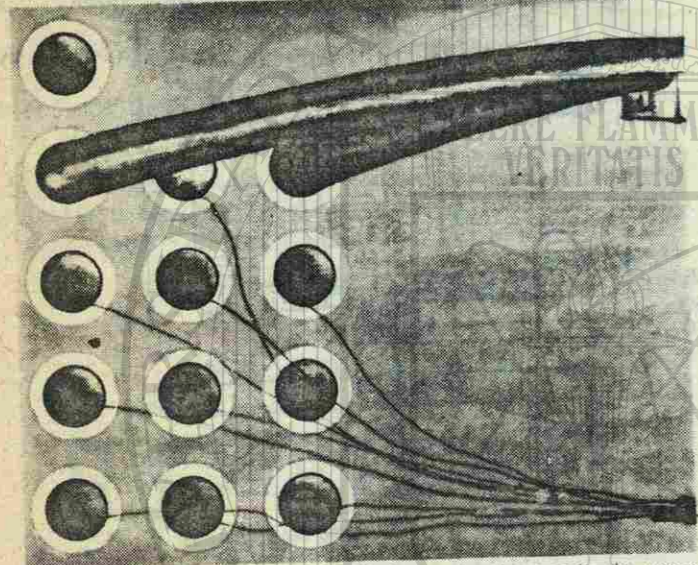
Dimensiones usuales de registros.



Construcción de un banco de ductos de Asbesto Cemento

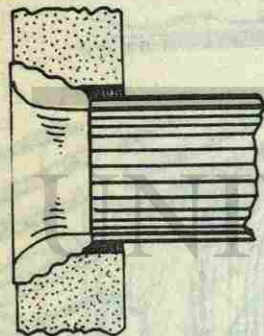


Detalle de construcción de la salida de ducto a la ménsula soporte.



Bocas de ductos bien emboquilladas y alambres guía de acero para futuros cables.

e) Los ductos que lleguen o salgan de un registro, deben tener sus bocas emboquilladas, cuidando de no tener perfiles o aristas afilados que dañen a los cables durante su contracción o expansión. En frente de las bocas de los ductos, en la pared opuesta del pozo se colocarán anclas que faciliten un mejor jalado de los cables durante la instalación.



Ducto emboquillado

f) Los registros deben presentar facilidades para drenar el agua que en ellas se acumule, normalmente por medio de sumideros en su parte inferior.

### 7. Cables.

a) En cables con cubiertas metálicas o pantallas sobre aislamiento, éstas deben conectarse sólidamente a tierra en varios puntos o en uno como mínimo. Cuando la conexión se haga en un solo punto, como en el caso de cables monofásicos, el voltaje inducido a tierra no excederá de 12 volts. en condiciones normales de trabajo.

b) Las varillas de tierra deben instalarse de preferencia en los registros clavadas a una profundidad tal, que se obtenga una resistencia ohmica no mayor de 25 ohms.

c) Los cables nunca deben someterse a radios de curvatura menores que los especificados en la tabla siguiente:

#### ⊕ Radios de Curvatura de Instalación Mínimos.

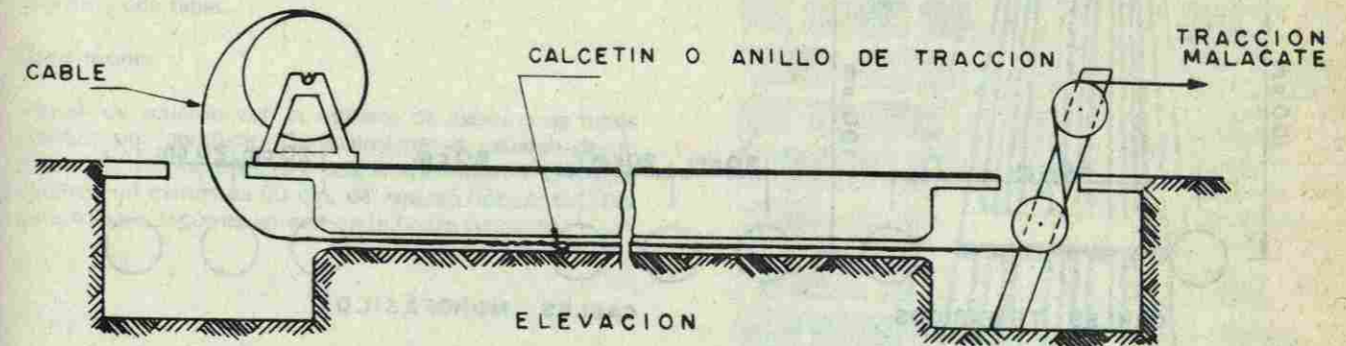
| Tipo de Cable   | Radio mínimo de curvatura al instalar |
|---|---------------------------------------|
| <b>Termoplásticos</b>                                 |                                       |
| Aislamiento de PVC o polietileno 1/C y 3/C            | 8de                                   |
| Polietileno con pantalla 1/C y 3/C                    | 12de                                  |
| Aislamiento de PVC y armado 1/C y 3/C.                | 12de                                  |
| Aislamiento de PVC sectoral armado ó con pantalla 3/C | 12de                                  |
| <b>Energía (papel y plomo)</b>                        |                                       |
| Cables con dp 20 mm. hasta 10 KV                      |                                       |
| Desnudo, yute o Plástico                              | 12de                                  |
| Armados con fleje                                     | 12da                                  |
| Armados con hilo                                      | 12da                                  |
| Cables con dp 20 mm. hasta 10 KV                      |                                       |
| Desnudo, Yute o Plástico                              | 12de                                  |
| Armados con fleje                                     | 12da                                  |
| Armados con hilo                                      | 15da                                  |
| Cables de 11 a 22 KV                                  | 15de                                  |
| Cables 3/C, 33 KV                                     | 20de                                  |
| Cables 1/C, 33 KV                                     | 30de                                  |
| Cables "TLS" (3 unipolares papel y plomo)             |                                       |
| 3 plomos armados con fleje                            | 7de                                   |
| 3 plomos armados con hilo                             | 11de                                  |
| 3 plomos con polietileno exterior en cada conductor   | 8de                                   |

**Nomenclatura:**  
 de = Diámetro exterior  
 dp = Diámetro sobre plomo ≤ = Menor o igual que  
 da = Diámetro sobre armadura > = Mayor que

d) Es conveniente barrer los ductos para evitar materias extrañas antes de instalar el cable. Mientras se introduce el cable al ducto, el jalón deberá ser suave y continuo, sin brusquedad. No se recomienda usar vehículos de motor como elemento tractor. El cable deberá provenir siempre directamente del carrete de empaque. En la figura siguiente se muestra la posición correcta del carrete, ducto y elemento tractor.

Con el uso de lubricantes adecuados en suficiente cantidad se puede reducir la fricción del cable contra las paredes del ducto. Es aconsejable usar grasa numeral para plomo desnudo y agua con lodo de bentonita para los demás. (La bentonita es un polvo que se consigue en las casas distribuidoras de materiales para construcción).

e) Los cables con armaduras metálicas, cuya principal aplicación es para ser enterrado directamente, no deberán instalarse en el interior de los ductos.



⊕ Forma de instalar el cable en ducto

Tampoco se deberán instalar los cables con cubierta de plomo con yute embreado en el exterior o cualquier otro tipo de cables con cubiertas que puedan adherirse a las paredes del ducto.

i) Cuando exista el riesgo de que líquidos inunden los ductos, se recomienda el uso de cubiertas protectoras, preferentemente plásticas, compatibles con el líquido correspondiente.

ii) Se recomienda identificar en forma permanente, con placas u otro sistema, a los cables en el interior de pozos, registros y en las salidas.

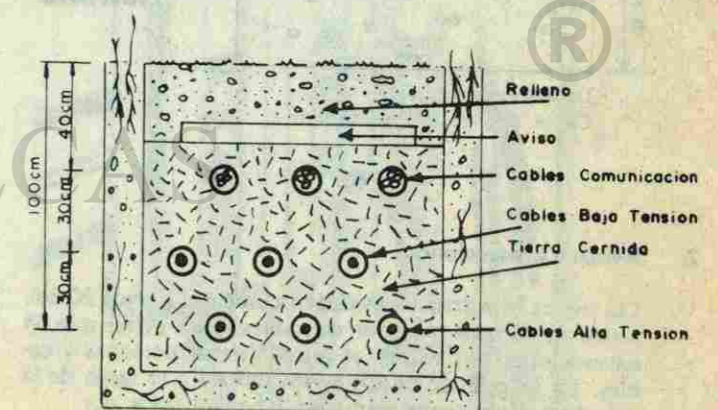
iii) Cuando la tensión de jalado se aplique al cobre, la tracción máxima deberá ser de 7 kg/mm<sup>2</sup> de sección del conductor. Cuando el jalado sea sobre el plomo, aplicar 1 kg/mm<sup>2</sup> de sección recta del tubo de plomo. Las tracciones totales no deberán exceder de 3,000 kg.

### II. Cables enterrados directamente.

Este tipo de canalizaciones puede usarse cuando su ruta se localice en lugares abiertos, jardines, etc., en donde no es inconveniente la apertura de zanjas.

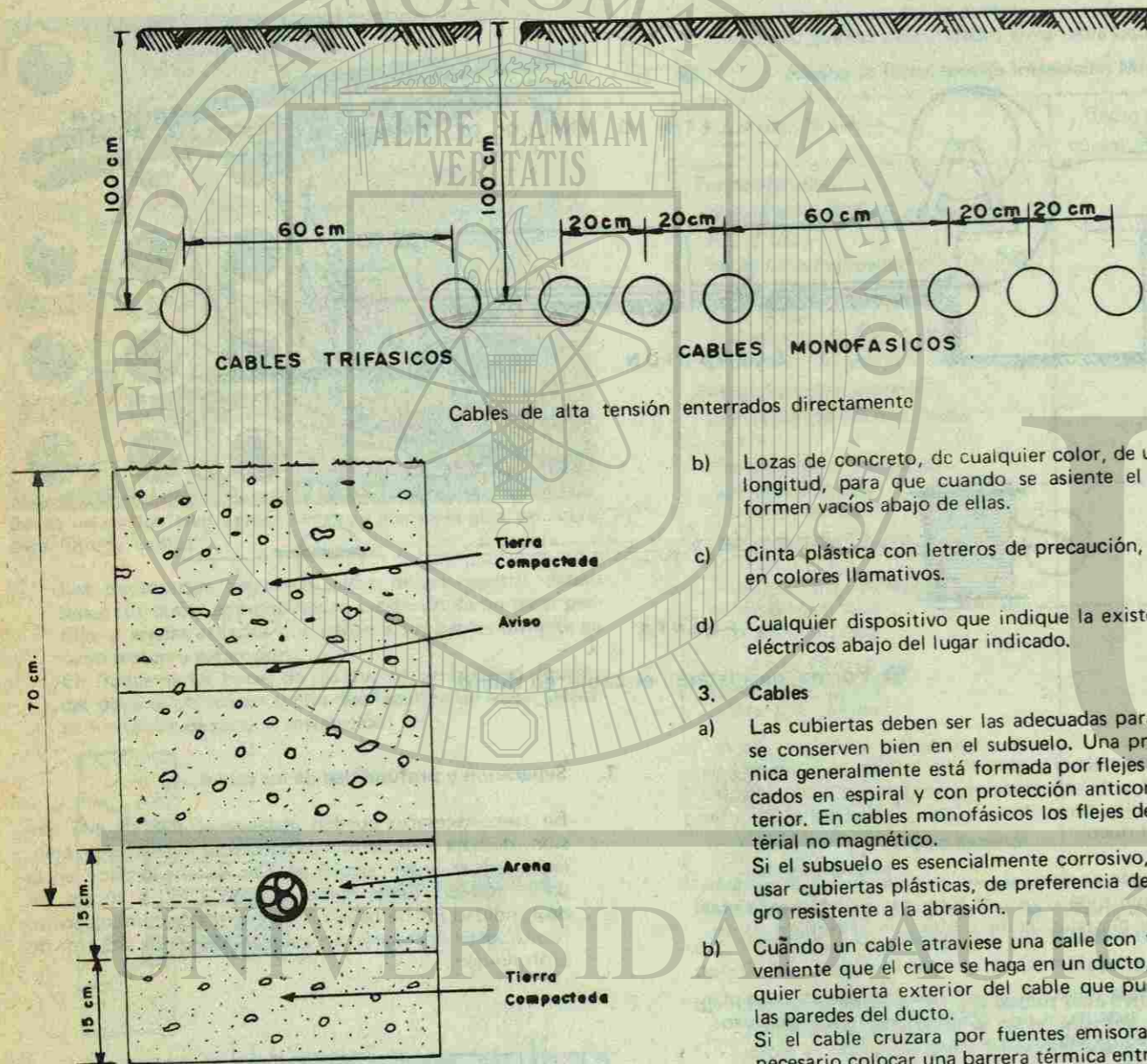
### 1. Separación y profundidad de los cables.

En caso necesario pueden instalarse cables de alta tensión, de baja y de comunicación en la misma zanja, colocados en el orden siguiente: Los de alta tensión en la parte más profunda, como mínimo 1 m.; a 70 cm. de profundidad los de baja y a 40 cm. los de comunicación. Nunca debe instalarse un cable a menos de 40 cm. de profundidad.



Cables enterrados directamente.

Si la zanja contiene únicamente cables de alta tensión, de más de 600 volts., se sugiere las siguientes disposiciones.



Detalle de cepa. Cable enterrado directamente.

2. Avisos y protecciones.

Los avisos y protecciones deben colocarse a unos 20 cm. arriba de la capa superior de cables, para evitar que en excavaciones posteriores se puedan dañar personas y cables. La colocación de los avisos se hará a lo largo de la ruta del cable. Generalmente están constituídos por:

- a) Una hilera de ladrillos de barro, colocados uno a continuación del otro.

- b) Lozas de concreto, de cualquier color, de unos 60 cm. de longitud, para que cuando se asiente el terreno no se formen vacíos abajo de ellas.
- c) Cinta plástica con letreros de precaución, de preferencia en colores llamativos.
- d) Cualquier dispositivo que indique la existencia de cables eléctricos abajo del lugar indicado.

3. Cables

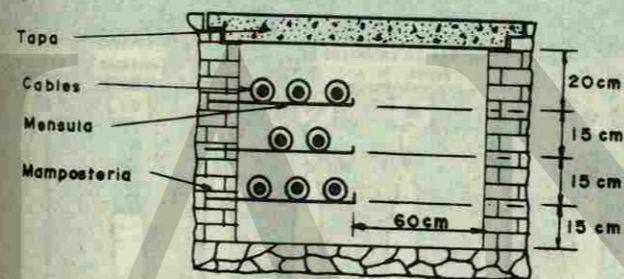
- a) Las cubiertas deben ser las adecuadas para que los cables se conserven bien en el subsuelo. Una protección mecánica generalmente está formada por flejes metálicos colocados en espiral y con protección anticorrosiva en el interior. En cables monofásicos los flejes deben ser de material no magnético. Si el subsuelo es esencialmente corrosivo, es conveniente usar cubiertas plásticas, de preferencia de polietileno negro resistente a la abrasión.
- b) Cuando un cable atraviese una calle con tránsito, es conveniente que el cruce se haga en un ducto, retirando cualquier cubierta exterior del cable que pueda adherirse a las paredes del ducto. Si el cable cruzara por fuentes emisoras de calor, será necesario colocar una barrera térmica entre ellos.
- c) Nunca deberán instalarse los cables con radios de curvatura menores que los indicados en la tabla correspondiente.
- d) Al instalar, el cable se deberá entregar directamente del carrete del empaque y se procurará evitar arrastrarlo sobre el terreno para no dañar las cubiertas exteriores.
- e) Las armaduras, cubiertas metálicas y pantallas de los cables deberán estar sólidamente conectadas entre sí y a tierra por lo menos en un punto, de preferencia en varios. Si la conexión se hace en un solo punto como generalmente sucede con cables monofásicos con cubiertas plásticas exteriores, el voltaje inducido en estas cubiertas contra tierra no deberá, en condiciones normales de trabajo, exceder de 12 volts.

III Cables en trincheras y túneles

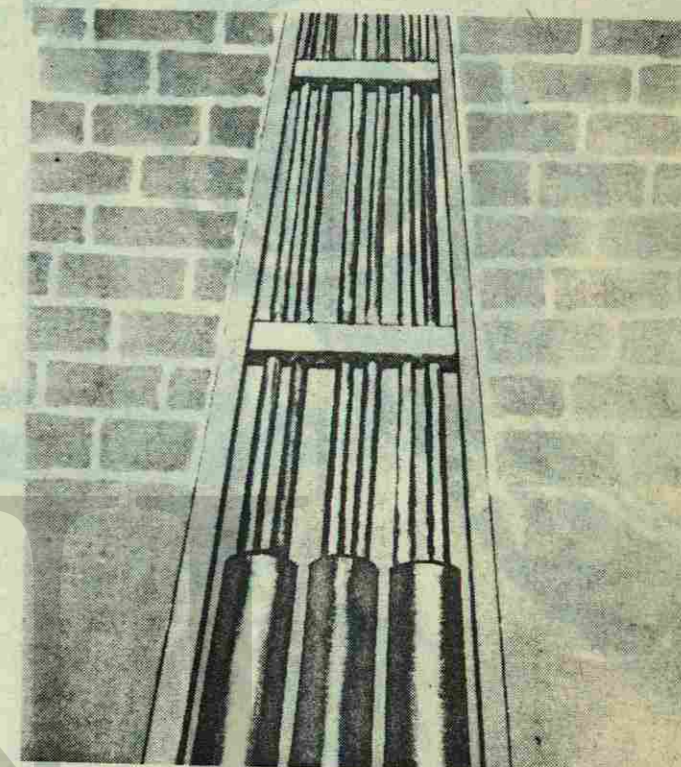
Cuando se trata de un gran número de cables y la ruta es corta, se pueden usar trincheras y túneles, ya sea del tipo abierto o con tapas.

1. Dimensiones

Varían de acuerdo con el número de cables o de tubos conduit por conducir. Generalmente se instalan de un solo lado de la trinchera sobre ménsulas o charolas, dejando no menos de 60 cm. de espacio horizontal libre para trabajo, según se aprecia en la figura siguiente.



Instalación de cables en las trincheras



Entrada de cables verticales a ductos subterráneos.

La distancia vertical mínima entre las ménsulas será de 15 cm. La separación horizontal entre los cables será de por lo menos el diámetro de uno de ellos y se repartirán de modo que no coincidan en los mismos planos verticales.

2. Temperatura de operación.

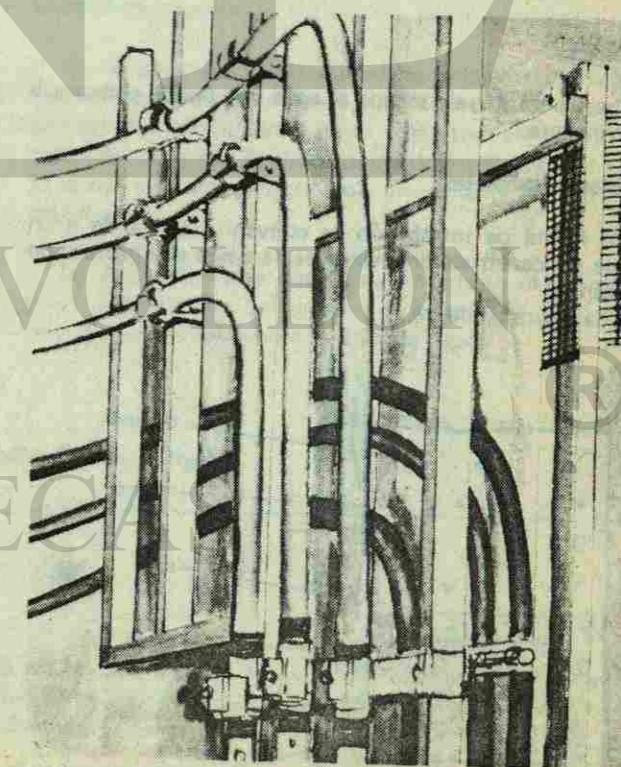
Para seleccionar la capacidad de conducción de corriente, del cable, se considera como si la instalación fuera al aire libre, pero con una temperatura ambiente interior mayor que la exterior. Este aumento de temperatura depende de la ventilación que se tenga, de las pérdidas de los cables dentro de la trinchera y de la posibilidad de que los rayos del sol calienten la tapa.

La siguiente fórmula nos da en forma aproximada el incremento de temperatura.

$$AT = \frac{NW}{3P} \text{ en } ^\circ\text{C}$$

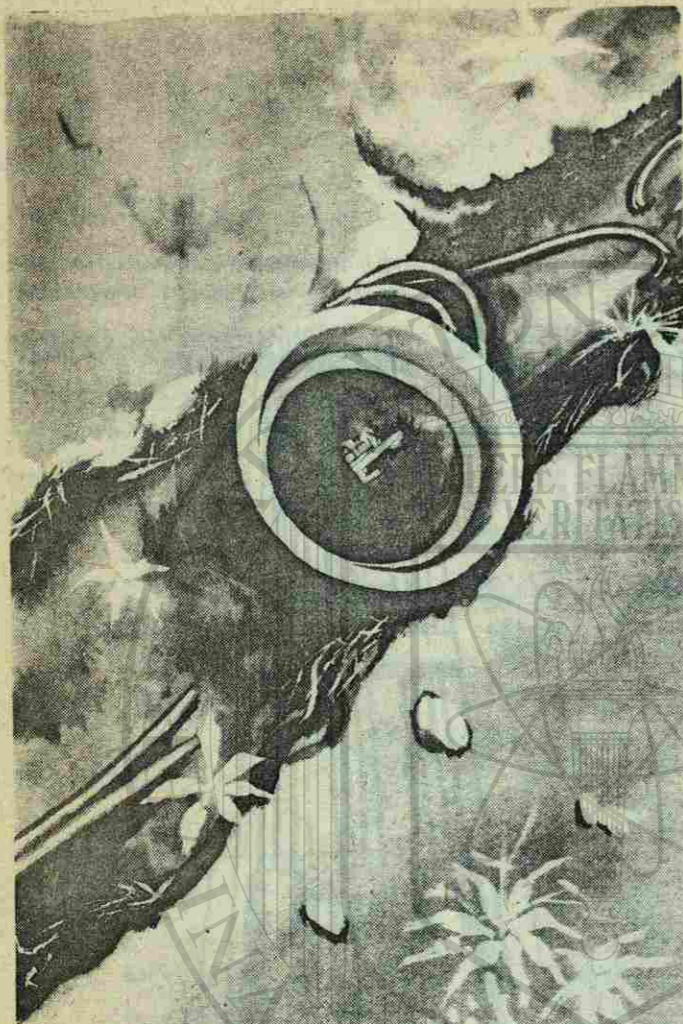
en donde:

- AT = Incremento sobre la temperatura exterior ambiente.
- N = Número de cables.
- W = Pérdida por cable en watts/metro lineal.
- P = Perímetro de la sección transversal de la trinchera en metros. Si las tapas son metálicas, se considerará doble.



Cables en galería. Sujeción con grapas en un cambio de dirección de 90°.





Electrodo para conexión a tierra.

3. Drenaje.

Deberá permitirse escape al agua que pueda penetrar a la trinchera.

IV Cables en canaletas

Esta forma de instalación es conveniente cuando a un cable de construcción liviana se le desea dar protección mecánica. Ver la figura siguiente.

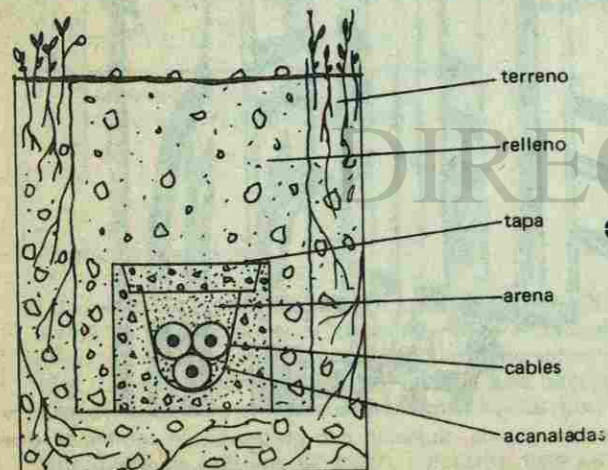


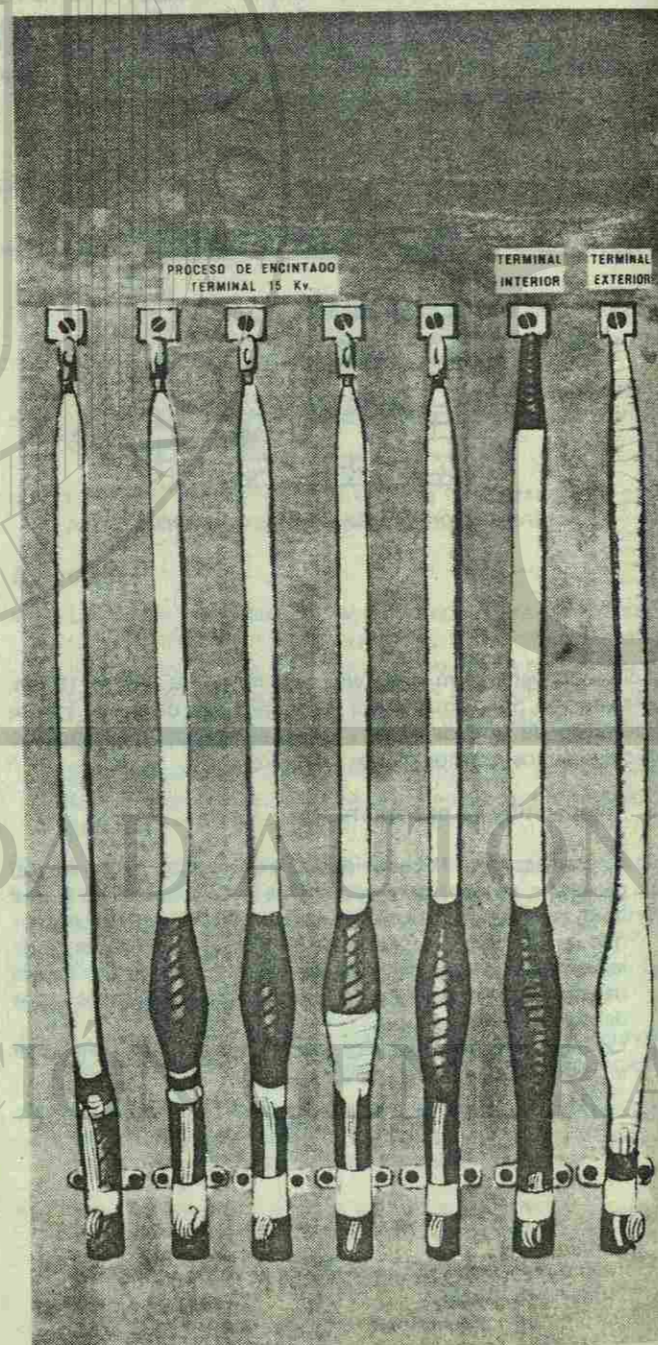
Fig. 13 Cables en canaletas

1. Descripción

El sistema consisten en piezas prefabricadas de concreto, de un metro aproximadamente de largo, acanaladas en su parte superior. Se instalan unas a continuación de otras, colocando los cables en la parte acanalada y se llenan los intersticios con tierra cernida, cubriendo el conjunto con una tapa. Este tipo de instalación es poco común en México.

2. Instalación

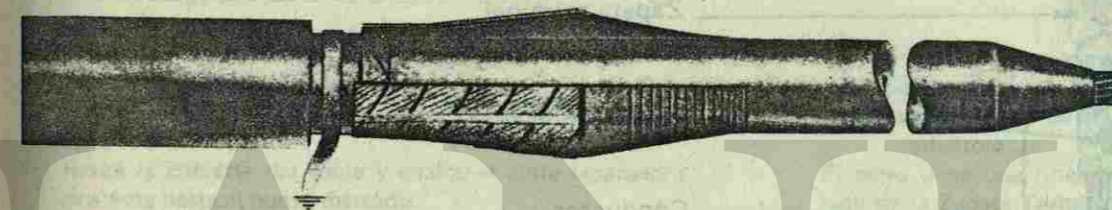
Las normas a seguir para la instalación de estos cables, así como su comportamiento térmico deberá ser el mismo que el ya descrito anteriormente para los cables enterrados directamente.



El proceso es idéntico para interior o exterior, la exterior está terminada con una cinta de hule silicón.

Terminales

Método para Seleccionar las Terminales CAP



Las terminales tipo CAP contienen todos los materiales necesarios para hacer ya sean una, dos ó tres terminales en cables con aislamiento seco, con pantalla metálica y diseñados para trabajar en un rango de voltajes de 5 a 35 Kv.

El cuadro de selección que aparece a continuación se usa de la siguiente manera:

En la columna de la izquierda se encuentra el rango de voltaje de operación. Con un voltaje conocido se recorren las columnas horizontalmente hasta encontrar el calibre del cable también conocido. En la columna donde se encuentre el calibre buscado está encabezada por un tamaño de cono de alivio prefabricado.

El nombre del estuche está formado por el prefijo CAP que significa "cono de alivio prefabricado" y dos dígitos. El primer dígito indica el tamaño del cono de alivio, el cual es determinado de acuerdo con el calibre del cable y el voltaje de operación. El segundo dígito indica el número de puntas que se pueden terminar con los materiales que contienen el estuche, ya sean una dos ó tres.

De esta manera se determina el tamaño del cono adecuado, y dependiendo del número de terminales que sean necesarias instalar, se determina el segundo dígito.

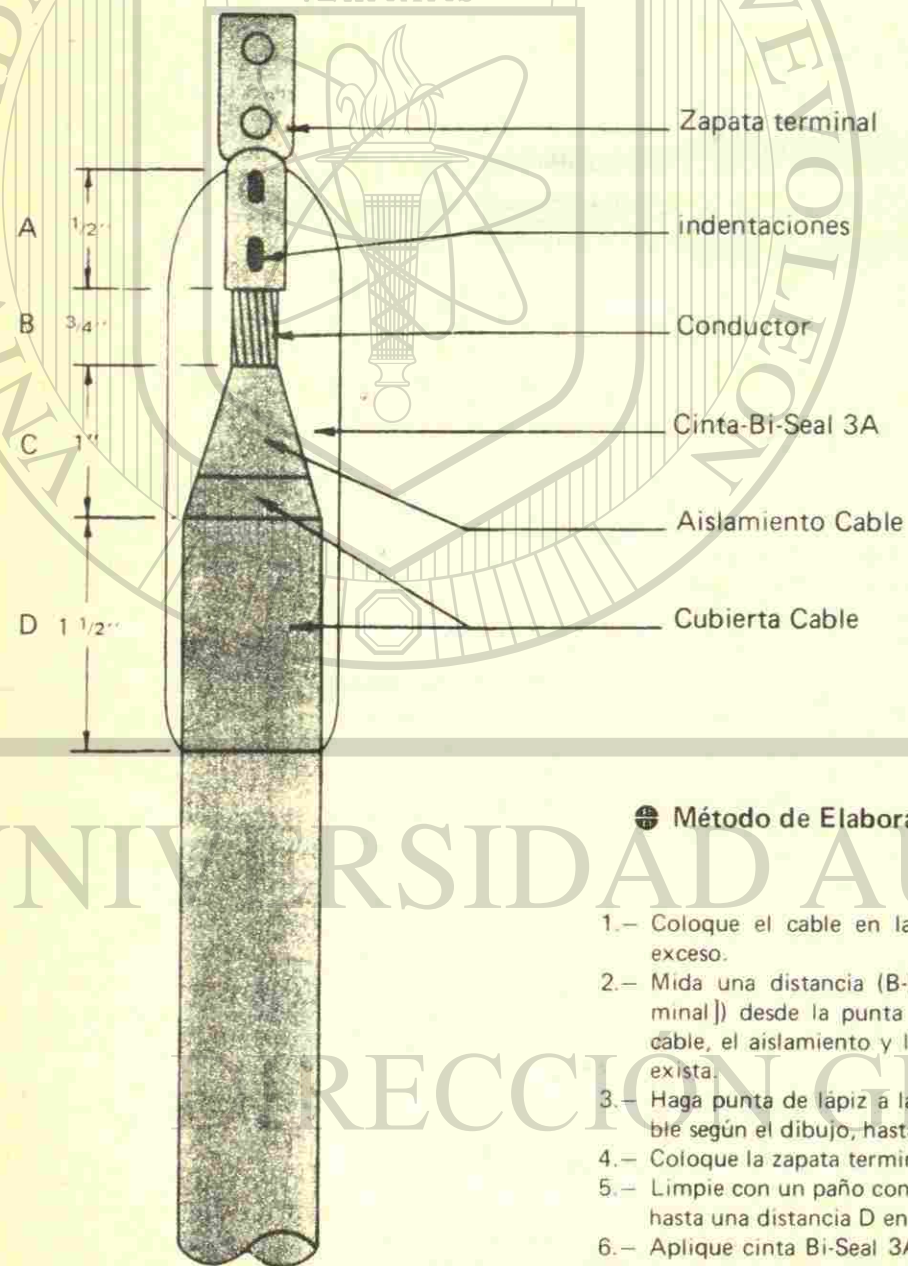
Cuadro de Selección del Primer Dígito

(tamaño del cono)

| Rango de Voltaje   | CAP - 1       | CAP - 2           | CAP - 3             |
|--------------------|---------------|-------------------|---------------------|
| 5 - 8 Kv. a tierra | # 6 a 250 MCM | 300 MCM - 750 MCM | 1000 MCM - 2000 MCM |
| 15 Kv. "           | # 4 a 250 MCM | 2/0 AWG - 350 MCM | 500 MCM - 1000 MCM  |
| 27 Kv. "           |               | 2 AWG - 1 AWG     | 1/0 AWG - 500 MCM   |
| 35 Kv. "           |               |                   | 1/0 AWG - 4/0 AWG   |

Terminal Interior o Exterior de 0 - 5 Kv.

En cables con Aislamiento Seco sin Pantalla



Terminal de Bajo Voltaje

Método de Elaboración de una Terminal

- 1.- Coloque el cable en la posición que ocupará y corte el exceso.
- 2.- Mida una distancia (B-[la profundidad de la zapata terminal]) desde la punta del cable y retire la cubierta del cable, el aislamiento y la cinta conductora en caso de que exista.
- 3.- Haga punta de lápiz a la cubierta y al aislamiento del cable según el dibujo, hasta una distancia C.
- 4.- Coloque la zapata terminal.
- 5.- Limpie con un paño con solvente desde la zapata terminal hasta una distancia D en la cubierta del cable.
- 6.- Aplique cinta Bi-Seal 3A. Empiece en el lugar donde está el conductor desnudo y reconstruya el aislamiento desde la distancia A hasta la D aplicando el encintado a medio traslape.
- 7.- Si se quiere dar protección adicional contra agua y agentes atmosféricos, de un encintado con cinta Tri-Sil.

Terminales en Cables Monofásicos con Aislamientos Secos a 5 A 25 Kv.

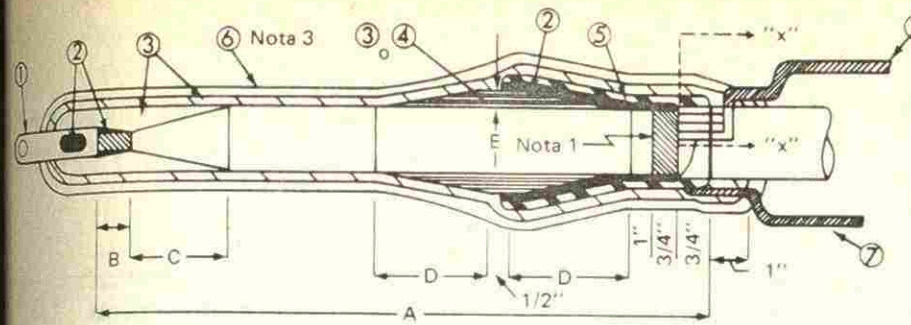


Tabla de dimensiones

| Dimensiones. | Voltaje en Kv. Neutro a Tierra   |        |        |
|--------------|----------------------------------|--------|--------|
| A            | 5                                | 15     | 25     |
| Interior     | 10"                              | 20"    | 25"    |
| Exterior     | 20"                              | 25"    | 30"    |
| B            | 1/2"                             | 3/4"   | 3/4"   |
| C            | 3/4"                             | 1 1/4" | 2"     |
| D            | 1 3/4"                           | 3 1/2" | 4 1/2" |
| E            | Espesor de Aislamiento del Cable |        |        |

- 1 Zapata terminal
- 2 Cinta conductora No. 17
- 3 Cinta bi-seal No. 3
- 4 Cono de alivio precortado
- 5 Cinta de malla de cobre
- 6 Cinta tri-sil
- 7 Conexión a tierra

- 1.- Coloque el Cable en la posición que ocupará, marque y corte a escuadra el exceso.
- 2.- Mida la distancia "A" más la profundidad de la Zapata y marque en este punto.
- 3.- Retire la cubierta del cable y cualquier cinta separadora existente hasta el punto marcado.
- 4.- Retire la pantalla metálica.
  - a).- Para cables con pantalla metálica de cinta, retire esta hasta 20 mm. de la cubierta, dejando un perfil uniforme. Haga un amarre provisional, suelde la conexión a tierra y retire el amarre provisional.
  - b).- Para cables con pantalla de alambres, desenrolle los alambres y doblelos hacia atrás de la cubierta del cable, tuerza los alambres hasta formar un conductor común (ver "X-X").
- 5.- Retire la cinta conductora hasta 20 mm. de distancia de la pantalla metálica.
- 6.- Retire el aislamiento del cable y cinta conductora hasta una distancia B más la profundidad del tambor de la Zapata.
- 7.- Haga punta de lápiz al final del aislamiento hasta una distancia "C", la superficie de esta punta de lápiz debe quedar tan tersa como el aislamiento del cable.
- 8.- Instale la Zapata Terminal.
- 9.- Llene las indentaciones en la Zapata con pequeños pedacitos de cinta conductora No. 17 y aplique cinta sobre el conductor entre el aislamiento y los perfiles de la Zapata.
- 10.- Limpie perfectamente el aislamiento hasta eliminar cualquier partícula de material conductor. (ver Nota 1).
- 11.- Aplique cinta Bi-Seal a medio traslape sobre la punta de lápiz y la mitad de la Zapata hasta reponer el diámetro del aislamiento del cable.
- 12.- Forme el cono de alivio con cinta Bi-Seal No. 3 o con los conos precortados.
  - a).- Usando cinta Bi-Seal No. 3. La base del cono de Alivio debe empesar a no menos de 25 mm. de la orilla de la cinta conductora. Haga el cono de alivio de acuerdo con las dimensiones indicadas en el dibujo. La tensión de que se debe aplicar a la cinta hasta reducirla 3/4 de su ancho original.
  - b).- Usando cono precortado. Cuando se usa el cono que se incluye en el juego se procede de la siguiente ma-

Notas

1. Retire todos los trozos de material conductor hasta este punto antes de reponer el aislamiento.
2. La cinta de malla metálica no es imprescindible ponerla, sin embargo se recomienda usarlo para formar un mejor drenaje para la corriente en el cono.
3. Para terminal exterior vea el paso No. 17.
4. Conexión a tierra.

a. Con pantalla de alambres doble los alambres sobre la cubierta y tuerzalos hasta hacer el conductor común para conectar a tierra.  
(X-X) vista de la conexión a tierra en pantalla de alambre.  
b. Cinta conductora metálica. Suelde la trenza de conexión a tierra a la pantalla metálica.

Quite hasta aproximadamente 15 cm. del respaldo de papel y coloque la lengüeta del cono a una distancia de 95 mm. de la orilla de la cinta conductora.

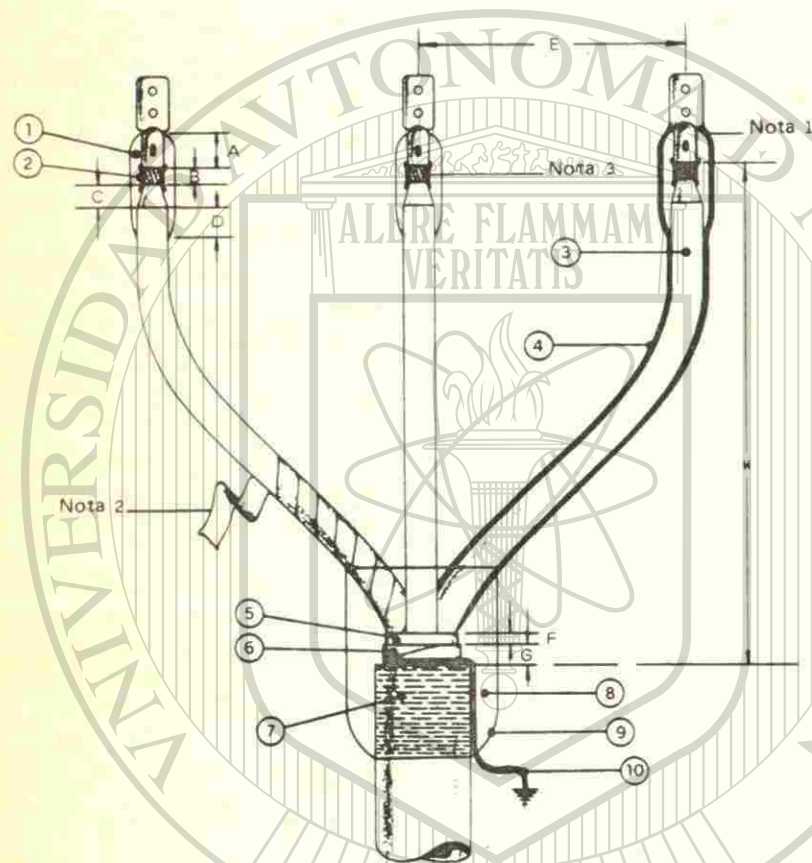
El cono tiene una línea de color blanco que debe ir del lado de la Zapata Terminal. A medida que el cono es enrollado (sin estirar), la orilla adyacente a la línea blanca, debe solo cubrir la o dejarla ligeramente descubierta de acuerdo con el diámetro sobre aislamiento del cable (Ver tabla 2).

Tabla 2

Posición de la línea guía de acuerdo con el diámetro de aislamiento del cable.

| Cono | Línea Guía Cubierta | Línea Guía Descubierta |
|------|---------------------|------------------------|
| 1    | 19mm. o menos       | 19mm. o más            |
| 2    | 25mm. o menos       | 25mm. o más            |
| 3    | 38mm. o menos       | 38mm. o más            |

- 13.- Aplique una capa a medio traslape de cinta conductora No. 17 desde mitad del cono de alivio hasta la cinta conductora. De solo la tensión necesaria para una buena conformación.
- 14.- Aplique una capa a medio traslape de cinta de Malla de cobre sobre la cinta conductora No. 17 empesando a la mitad del cono de alivio hasta la pantalla metálica. Suelde la malla a la pantalla y haga dos cordones longitudinales de soldadura sobre el cono. Al soldar tenga cuidado de no aplicar demasiado calor que pueda dañar el aislamiento del cable.
- 15.- Cuando la pantalla es de alambres siga el procedimiento indicado en el inciso 4 B y la nota 4 A.
- 16.- Aplique dos capas a medio traslape de cinta Bi-Seal No. 3 sobre la terminal, empiece en la Zapata y llegue hasta 25 mm. abajo del final de la cubierta. La cinta debe ser puesta arriba y abajo de la conexión a tierra con el objeto de tener un sellado efectivo en esta parte. En la Zapata el sellado se debe hacer para prevenir entrada de agua en el conductor.
- 17.- Para el servicio exterior aplique dos capas a medio traslape de cinta Tri-Sil sobre la cinta Bi-Seal del inciso anterior.
- 18.- El encintado de la cinta Tri-Sil siempre se inicia en la Zapata con el objeto de que la 2a capa deje un perfil que favorezca la resistencia al arqueo superficial.



**Cuadro de Dimensiones**

|   |                 |
|---|-----------------|
| A | 35 mm           |
| B | 12 mm           |
| C | 25 mm           |
| D | 38 mm           |
| E | 150 mm (mínimo) |
| F | 12 mm           |
| G | 25 mm           |
| H | 320 mm (mínimo) |

- 1 Zapata terminal
- 2 Cinta conductora bishop No. 17
- 3 Aislamiento del cable
- 4 Cinta bishop tri-sil
- 5 Relleno del cable
- 6 Pantalla metálica o armadura
- 7 Cubierta exterior del cable
- 8 Vaciado de resina epoxi
- 9 Molde de polietileno
- 10 Trenza plana estañada

**Instructivo para Terminal Trifásica en Cable de Aislamiento seco sin Pantalla Individual hasta 6 Kv.**

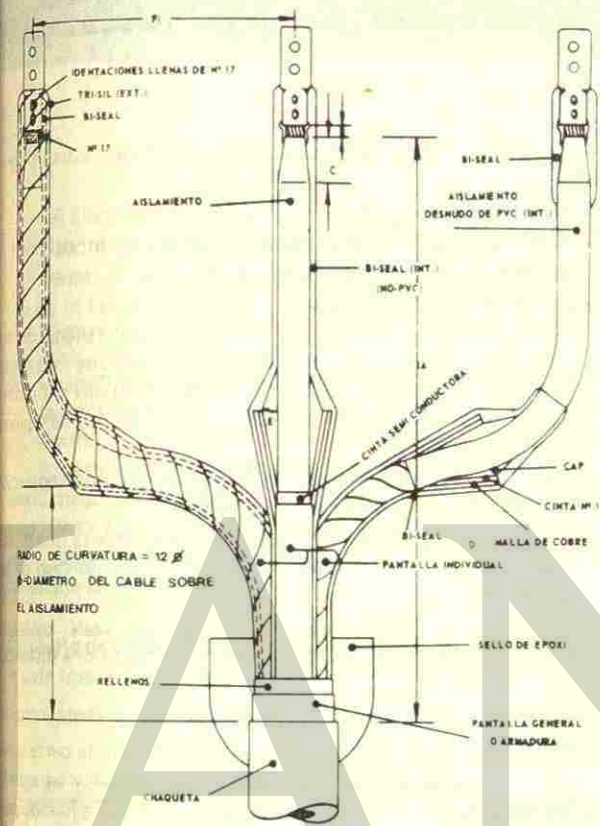
- 1.- Coloque el cable en la posición definitiva y corte a escuadra el exceso.
- 2.- Retire la cubierta del cable hasta una distancia "H" + (La profundidad del barril de la zapata). Y lije la cubierta en la zona que ocupara el vaciado Epoxi.
- 3.- Retire la pantalla metálica o armadura, hasta una distancia "G" de la cubierta, y haga un amarre provisional.
- 4.- Retire los rellenos hasta una distancia "F" de la pantalla metálica.
- 5.- Suelde la trenza plana estañada a la pantalla metálica o armadura, para conectar a tierra y retire el amarre provisional.
- 6.- Corte la parte inferior del molde de polietileno de manera que ajuste a la cubierta del cable e introduzcalo hasta una distancia de 4 cm. abajo del corte de la cubierta. La trenza plana debe salir entre la cubierta y el molde, sellando esta unión con cinta aislante.
- 7.- Abra las fases en forma de Lira dejando una separación mínima "E" entre conector y conector.
- 8.- Retire el aislamiento en cada conductor hasta una distancia "B" + (La profundidad del barril de la zapata), y redondee los conductores en caso de ser sectoriales.
- 9.- Coloque los conectores respectivos ya sean soldable o de presión. Haga punta de lápiz hasta una distancia "C".

- 10.- Limpie perfectamente tanto la zapata como el aislamiento con solvente.
- 11.- Aplique una capa de cinta conductora #17 cubriendo desde el principio de la zapata hasta el principio de la punta de lápiz. En caso de haber usado conectores de presión, rellene las indentaciones con la misma cinta.
- 12.- Aplique cinta Bi-Seal. Empiece arriba de la cinta conductora y reconstruya el aislamiento desde la distancia "A" hasta la distancia "D".

**Nota:**

- 1.- Para terminales exteriores, aplique una capa de cinta Tri-Sil, desde el nacimiento de las fases hasta cubrir el barril de la zapata, la aplicación se hace a medio traslape (nota 2).
  - 13.- Corte la parte superior de la botella de resina marcada con el #1, y agitando agregue el contenido de las botellas #2 y #3, mezcle perfectamente y vacie en el molde, el conector debe ser retirado una vez que la resina se endurezca.
- Nota:**
- 3.- El paso #11 se suprime en el caso de que sea una instalación a menos de 4 KV.

**Terminal en Cable Trifásico con Aislamiento Seco de 5 a 23 Kv.**



Esta terminal se compone, de hecho, de tres terminales monofásicas con algunas modificaciones debidas al hecho de tratar con un cable trifásico.

La terminal, una vez lista para servicio deberá presentar una forma de lira de acuerdo a las dimensiones mostradas en la figura adjunta y para su elaboración deberán seguirse los siguientes pasos:

- 1.- Retire la cubierta general y la armadura, en su caso, de manera de tener suficiente margen para dar la forma de lira que corresponda.
- 2.- A 25 mm. del extremo de la chaqueta sujete la pantalla general (en caso de que exista) y retirela hasta ese punto. Si el cable es armado haga lo mismo pero con la cubierta de flejes de acero.
- 3.- Retire los rellenos hasta una distancia de 10 mm. de la pantalla general o armadura.
- 4.- Amarre y retire las pantallas individuales a 200 mm. del extremo de la pantalla general o armadura. Proceda a unir, soldando una trenza plana de cobre, a las pantallas individuales entre sí y con la general o la armadura. Dicha trenza se conectará a tierra si así lo exige la instalación de que se trate. Amarre y retire las cintas semiconductoras de cada fase hasta 20 mm de la pantalla individual.

Es muy importante que se retire perfectamente todo material, conductor desde el extremo de la cinta conductora individual hasta la punta del cable. Deberán quitarse perfectamente cintas de tela, cobre, etc. y en caso de existir una capa de barniz y habrá que removerlo perfectamente con solvente.

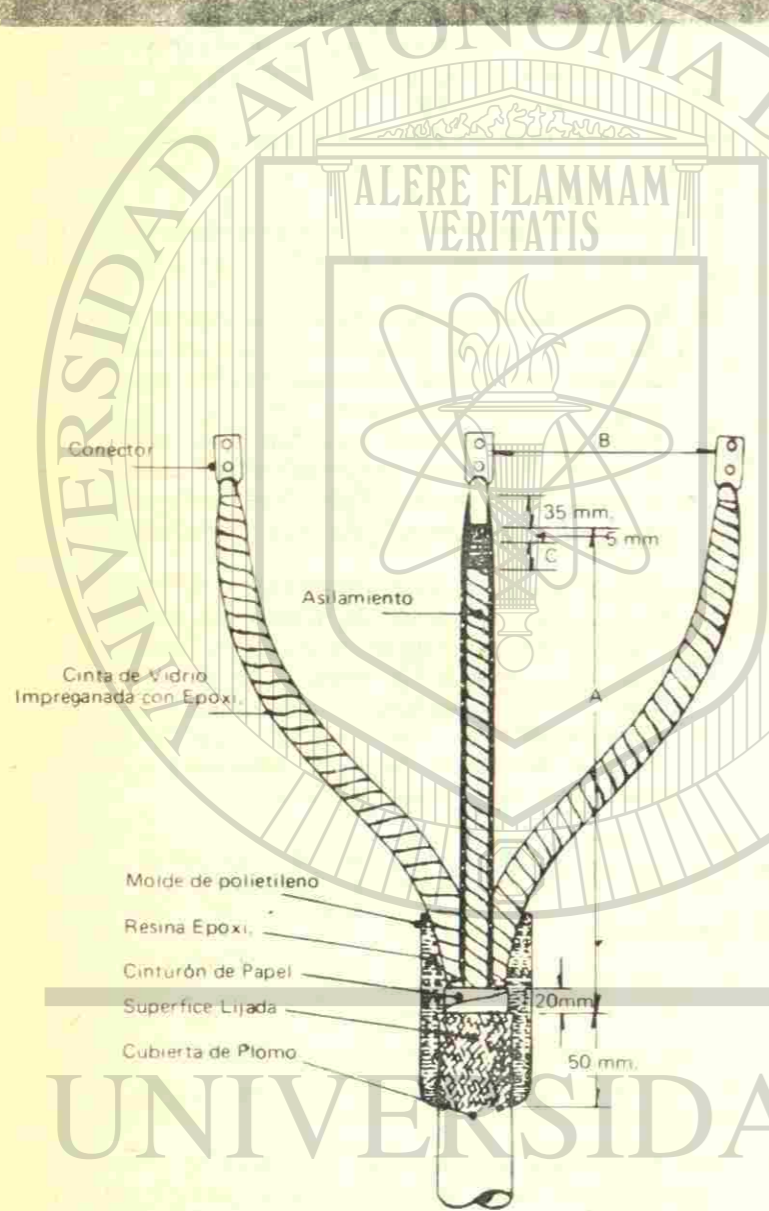
- 5.- Coloque el cable en la posición que ocupara definitivamente tomando en cuenta todas las medidas que intervienen y corte el exceso con segueta. Nunca doble el cable con radios de curvatura menores que 12 diámetro de cada fase (sobre aislamiento.)
- 6.- Retire el aislamiento del cable y la pantalla sobre conductor (material extruido o cintas) una distancia B más la profundidad de la zapata.
- 7.- Elabore una punta de lápiz en cada fase de tamaño C cuidando que su superficie quede tan tersa como el aislamiento mismo.
- 8.- Instale la zapata terminal relleno las indentaciones con trocitos de cinta No 17 aplicándola también entre el aislamiento y los perfiles de la zapata de manera de hacer uniforme la superficie expuesta.
- 9.- Revise el aislamiento en cada fase hasta estar seguro de que no tiene materiales conductores y aplique cinta Bi-Seal a medio traslape en la punta de lápiz de manera de reponer el aislamiento a su diámetro original cubriendo la mitad de la zapata.
- 10.- Coloque el cono de alivio prefabricado (CAP) que se surte en el estuche cuidando que su parte más ancha se localice a 25 mm del extremo de la pantalla individual. La pieza, que formará la base mecánica del cono no debe estirarse sino que se aplicará cuidando solo que no queden oclusiones de aire y siguiendo la guía que trae marcada con una línea blanca. Dicha guía deberá dejarse cubierta o descubierta según la tabla siguiente:

| Tamaño de cono | DIÁMETRO DEL CABLE SOBRE AISLAMIENTO |                  |
|----------------|--------------------------------------|------------------|
|                | Guía cubierta                        | Guía Descubierta |
| 1              | 19 mm o menor                        | 19 mm o mayor    |
| 2              | 25 mm o menor                        | 25 mm o mayor    |
| 3              | 38 mm o menor                        | 38 mm o mayor    |

- 11.- Aplique una capa de cinta conductora No 17 desde la sección de mayor diámetro del cono hasta la cinta semiconductor de cada fase; proceda luego a formar el cono encintando una cinta de malla de cobre sobre la capa anterior comenzando sobre la sección de mayor diámetro y llegando hasta la pantalla metálica individual soldando dicha cinta a esta y colocando al menos dos cordones longitudinales sobre el cono para fijarlo perfectamente. Tenga cuidado de no aplicar demasiado calor al soldar pues dañaría al aislamiento del cable.
- 12.- Si el aislamiento es PVC proceda a cubrir con dos capas a medio traslape de cinta Bi-Seal la zona comprendida desde la parte superior del cono de alivio hasta 25 mm abajo del final de la cubierta externa del cable. Deberá dejarse salir la trenza plana de conexión a tierra procurando sellar lo mejor posible el orificio que deja. Si el aislamiento no es PVC cubra toda la punta absolutamente con las dos capas de Bi-Seal y las indicaciones anteriores.

Terminal Epoxidur en Cable Tipo

Cinturón Hasta 10 Kv.



- 1.- Coloque el cable en la posición definitiva y corte el plomo.
- 2.- Retire la cubierta de plomo hasta una distancia A.
- 3.- Asegure y retire el cinturón del cable a 2 cm. del conector, retire los rellenos.
- 4.- Lije el plomo.
- 5.- Corte la parte interior del molde de polietileno de manera que ajuste en el tubo de plomo. Coloque esta parte del cable hasta una distancia de 5 cm. abajo del plomo. En caso de ser necesario selle la unión del molde y plomo con cinta aislante.
- 6.- Abra las facas en forma de lira dejando una separación mínima B entre conector y conector.
- 7.- Retire el aislamiento en cada conductor hasta una distancia de 4 cm. y redondee los conductores en caso de ser sectoriales.
- 8.- Coloque los conectores respectivos ya sean soldados o de presión, haga una punta de lápiz hasta una distancia C.
- 9.- Limpie el aislamiento y el plomo con el solvente indicado.
- 10.- Mezcle la resina Epoxi para encintar. Corte la parte superior de la botella marcada con el número 1 y agregue ahí mismo lo contenido en la número 2 y 3 agitando perfectamente.
- 11.- A partir del nacimiento de las facas aplique una capa de resina Epoxi hasta cubrir 35 mm. de la punta. Aplique resina en la parte interna de la cubierta de vidrio y empiece a colocar esta, a medio traslape aplicando cada vez que sea necesario resina en la parte interna de la cinta. Para voltajes hasta 5000 volts. de dos capas y para voltajes hasta 10000 de tres capas de cinta de vidrio impregnada con Epoxi.
- 12.- Mezcle la resina Epoxi para vaciado con su acelerador y agite perfectamente.
- 13.- Vacie la resina para vaciado dentro del molde.
- 14.- Para dar un acabado terso a la terminal aplique una capa de cinta P.V.C sin adhesivo de arriba hacia abajo una vez que la resina se encuentre pastosa.

Nota:

En lugares muy calurosos se debe trabajar muy rápido y poner la resina en hielo para evitar que se polimerice antes de terminar el trabajo.

| Dimensiones Mínimas |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|
| Voltaje Nominal     | A mm. | B mm. | C mm. |
| 1 000 V.            | 210   | 30    | 10    |
| 5 000 V.            | 320   | 100   | 15    |
| 10 000 V.           | 510   | 210   | 20    |

Instructivo Complementario al Correspondiente a "Terminal Epoxidur en Cable Tipo Cinturón Hasta 10 Kv"

(Elaborado para los Juegos de Acometida en 6 Kv de CLFC)

- 1.- Elabore la terminal de acuerdo al instructivo correspondiente. Si se trata de 6 KV, puede reducir la dimensión B de la tabla a 160 mm. en vez de 210 mm. que marca para 10 KV.
- 2.- La terminal que quedará conectada en exterior, se rematará uniendo con un conector soldable, o tipo "Sello de Aceite" si es de compresión, las fases del cable con las colas de cable desnudo que se surten en el estuche. Deberá asegurarse de que el sello hermético necesario se ha logrado, tanto en el conector, como al aplicar el encintado "Epoxidur" hasta cubrir más o menos la mitad de dicho conector. Ver detalle adjunto.

Con objeto de poder colocar el "Cono de Lluvia" que se colocará en cada fase, será necesario elaborar un "engrosamiento" que lo

soporte. Dicho engrosamiento se hará aplicando varias vueltas encintadas de cinta de vidrio con resina epoxi

- 3.- La terminal que quedará conectada en interior, se rematará usando una zapata del tipo que sea necesario pero siempre cuidando que sea o soldable o del tipo sello de aceite. Dicha zapata deberá cubrirse con el encintado "Epoxidur" en toda la superficie expuesta de su base. Ver detalle a continuación.

Cuando se ha cubierto la punta con la cinta sin adhesivo que se surte, y antes que la resina frague completamente, introduzca el Cono de Lluvia y asíntelo sobre el engrosamiento elaborado y vea que el hueco que exista en la parte superior quede perfectamente cubierto con resina según se muestra:

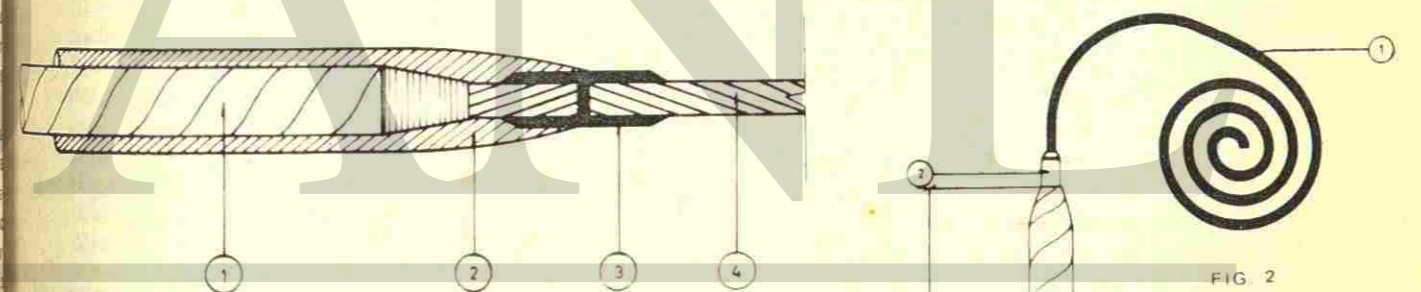


FIG. 1

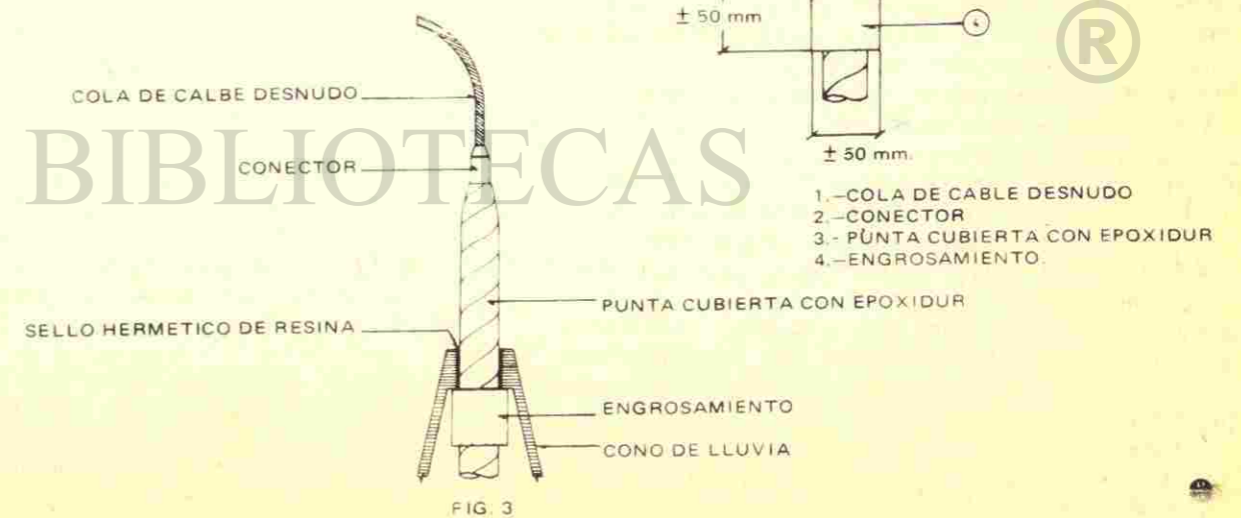
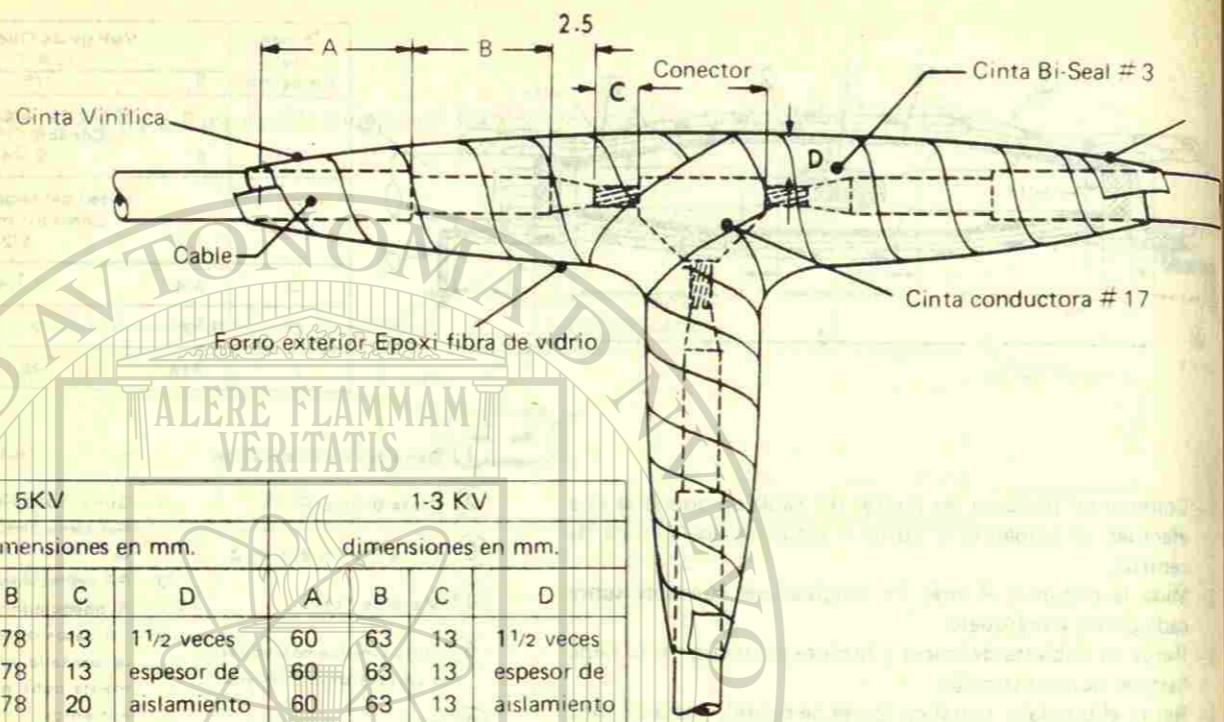


FIG. 2

FIG. 3

Empalme con Derivación en Cable con Aislamiento seco hasta 5 Kv. a Base de Cintas Bishop



| Calibre del cable | 5KV |    |    |             | 1-3 KV |    |    |             |
|-------------------|-----|----|----|-------------|--------|----|----|-------------|
|                   | A   | B  | C  | D           | A      | B  | C  | D           |
| # 4               | 75  | 78 | 13 | 1 1/2 veces | 60     | 63 | 13 | 1 1/2 veces |
| # 2               | 75  | 78 | 13 | espesor de  | 60     | 63 | 13 | espesor de  |
| # 1               | 75  | 78 | 20 | aislamiento | 60     | 63 | 13 | aislamiento |
| 1/0               | 75  | 78 | 20 | "           | 60     | 63 | 13 | "           |
| 2/0               | 75  | 78 | 20 | "           | 60     | 63 | 13 | "           |
| 3/0               | 82  | 83 | 20 | "           | 68     | 68 | 13 | "           |
| 4/0               | 82  | 83 | 20 | "           | 68     | 68 | 13 | "           |
| 250               | 82  | 83 | 25 | "           | 68     | 68 | 18 | "           |
| 300               | 82  | 83 | 25 | "           | 68     | 68 | 18 | "           |
| 350               | 82  | 83 | 25 | "           | 68     | 68 | 18 | "           |
| 400               | 82  | 89 | 25 | "           | 68     | 73 | 18 | "           |
| 500               | 88  | 89 | 25 | "           | 75     | 75 | 18 | "           |
| 750               | 95  | 89 | 25 | "           | 80     | 80 | 18 | "           |

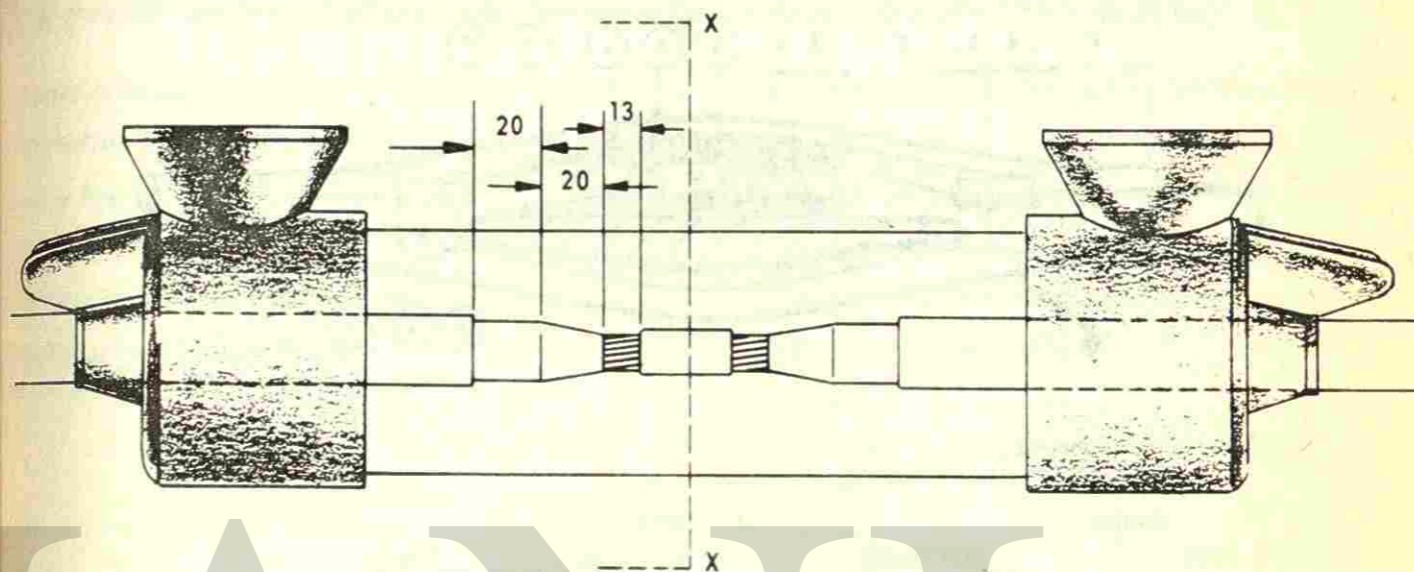
- Coloque los conductores en la posición en que quedará el empalme. Corte las puntas a escuadra con la línea de centro del empalme.
- Mida y marque las distancias A, B, C, según datos de la tabla de dimensiones. No se olvide tomar en cuenta la mitad de la longitud del conector para efectuar sus marcas.
- Quite la cubierta del cable (chaqueta) y la cinta protectora si la tiene, hasta el punto marcado.
- Retire el aislamiento del cable a una distancia A + la mitad de la longitud del conector.
- Retire cinta conductora si la tiene.
- Haga punta de lápiz en cada cable según la distancia B. La superficie de la punta de lápiz deberá quedar tan lisa como la misma superficie del aislamiento del cable.
- Redondee las aristas de la chaqueta del cable. Use navaja y/o lija.
- Instale el conector lime o lije las asperezas que quedan.
- Limpie el conector y el aislamiento con un paño humedecido con solvente para grasas (tricloroetileno o tetracloruro de carbono).
- Llene las indentaciones (marcas) en el conector con rollos de cinta conductora Bishop No. 17.
- Cubra el conector y la parte descubierta del conductor con una capa 1/2 traslape de cinta conductora; debe cubrir únicamente 1/16" (1.58 mm.) de la punta de lápiz (distancia F) F=1" (25 mm.)
- Mida la distancia A de cada lado de la chaqueta y márquela ligeramente.
- Aplique cinta Bishop Bi-Seal hasta un espesor D de una tensión uniforme al aplicarla dando medio traslape hasta cubrir el área entre las marcas en el paso 12. La tensión correcta es hasta estirar la cinta a 3/4 de su ancho original. El contorno del área encintada debe ser similar al de la figura.
- Cubra la cinta Bi-Seal con dos capas 1/2 traslape de cinta vinilica con adhesivos. Esta cinta debe cubrir 1/2" (12.7 mm.), más que la cinta Bi-Seal en cada extremo. En caso de que el forro del cable sea de Hule, sustituya la cinta vinilica por la cinta Bi-Prene.

En caso de que así se desee, se puede dar un forro exterior de Epoxi con cinta de vidrio para mayor protección contra humedad, y agentes corrosivos externos.  
Para preparar la resina Epoxi, vierta el contenido del frasco 2 en la resina y mezcle hasta la homogenización. Vierta ahora el contenido del frasco 3 y agite fuertemente durante 3 minutos.

Nota:

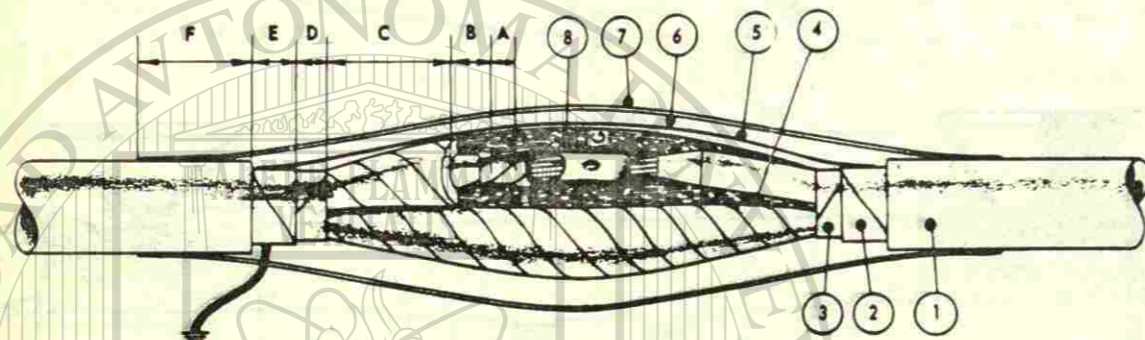
Pasos 10 y 11 deben ser eliminados en caso de que sea un empalme de un cable de 2 Kv. o menor.

Instrucciones Generales para la Aplicación de los Empalmes EPV.



- Prepare las puntas de los cables que se van a empalmar según las dimensiones que muestra el dibujo, para empalmes en cables con voltaje de operación arriba de 1 Kv. Para empalmes con voltaje inferior a 1 Kv., no es necesario hacer punta de lápiz.
- Corte las puntas en los conos de los capuchones de hule dejando la perforación más pequeña que el diámetro externo del cable. Es importante que exista presión sobre el cable.
- Inserte las puntas de los cables a través de las perforaciones y recorra los capuchones hasta un lugar cómodo para trabajar. En caso de que el empalme sea con derivación, use el cono central para el conductor principal y los otros conos para la derivación.
- Pase una de las puntas a través del tubo de plástico y colóquela en el capuchón de hule.
- Tome las puntas que se van a empalmar y únalas mediante un conector. (Es preferible el conector de presión).
- Una los dos capuchones de hule hasta que el tubo de plástico quede colocado en posición adecuada en los dos capuchones. Procure dejar el conector centrado dentro del tubo plástico.
- Levante el empalme unos 2 centímetros en uno de los capuchones de tal manera que el empalme quede a desnivel. Esto es necesario para asegurar un vaciado adecuado, y eliminar las burbujas de aire.
- Vierta el contenido de la botella del acelerador dentro de la lata de resina y mezcle fuertemente durante dos o tres minutos con la espátula de madera.
- Deje reposar la mezcla aproximadamente tres minutos para dejar escapar las burbujas de aire.
- Vierta la mezcla en el empalme por el extremo que está en la parte más baja del desnivel, hasta que se llenen los embudos de los dos extremos.
- Procure no mover el empalme hasta que la resina esté polimerizada.

Empalme Trifásico en Cables con Aislamiento seco sin Pantalla Metálica Individual Hasta 6 Kv.



Valores en milímetros

| Tabla de Valores Voltaje |             |
|--------------------------|-------------|
| 0 - 5000                 | 5001 - 6000 |
| A                        | 13          |
| B                        | 13          |
| C                        | 80          |
| D                        | 10          |
| E                        | 15          |
| F                        | 20          |
| G                        | 5           |

- ① Cubierta del cable
- ② Pantalla metálica o armadura del cable
- ③ Rellenos
- ④ Cinta Bi-Seal
- ⑤ Trenza Plana estañada
- ⑥ Cinta Bi-Seal
- ⑦ Cinta de P.V.C. o BI-Prene
- ⑧ cinta Conductor Bishop No. 17

- 1.- Acomode los cables en su posición final traslapando las puntas y corte a escuadra el exceso.
- 2.- Mida la suma de todas las distancias indicadas en el dibujo excepto "F", más (la mitad de la longitud del conector) y marque la cubierta del cable.
- 3.- Retire la cubierta del cable hasta el punto marcado así como todas las cintas protectoras.
- 4.- Retire el blindaje o la pantalla metálica, hasta una distancia "E" de la cubierta y haga un amarre provisional, usando ya sea cañamo o alambre delgado.
- 5.- Retire los rellenos hasta una distancia "D" de la pantalla metálica.
- 6.- Abra las fases apretando fuertemente con una mano el nacimiento de las mismas, conservando la rotación y código de colores.
- 7.- En cada fase mida la distancia "A" más (la mitad del conector) y retire el aislamiento hasta ese punto. Cuando exista material semiconductor sobre el conductor, retírelo también. En caso de cables sectoriales, redondeelos y límpielos.
- 8.- Repita todo lo anterior en el otro extremo del cable y para cada fase.
- 9.- Instale los conectores preferentemente de presión; en caso de que sean soldables, tenga cuidado de no quemar el aislamiento, protegiéndolo mientras se suelda con hilo o tela de asbesto. En ambos casos los conductores deben quedar a tope dentro del conector.

- 10.- Haga punta de lápiz hasta una distancia "B", lime y/o lije todas las asperezas del conector y limpie perfectamente tanto este como el aislamiento.
- 11.- De una capa a medio traslape de cinta conductora Bishop No. 17 hasta cubrir 1.58 mm. (1/16") de la punta de lápiz en cada extremo. Cuando use conectores de presión, llene a ras las indentaciones con la misma cinta.
- 12.- Para reponer el aislamiento aplique a medio traslape la cinta Bishop Bi-Seal, dando la forma indicada en el dibujo, hasta alcanzar un diámetro sobre conector de:

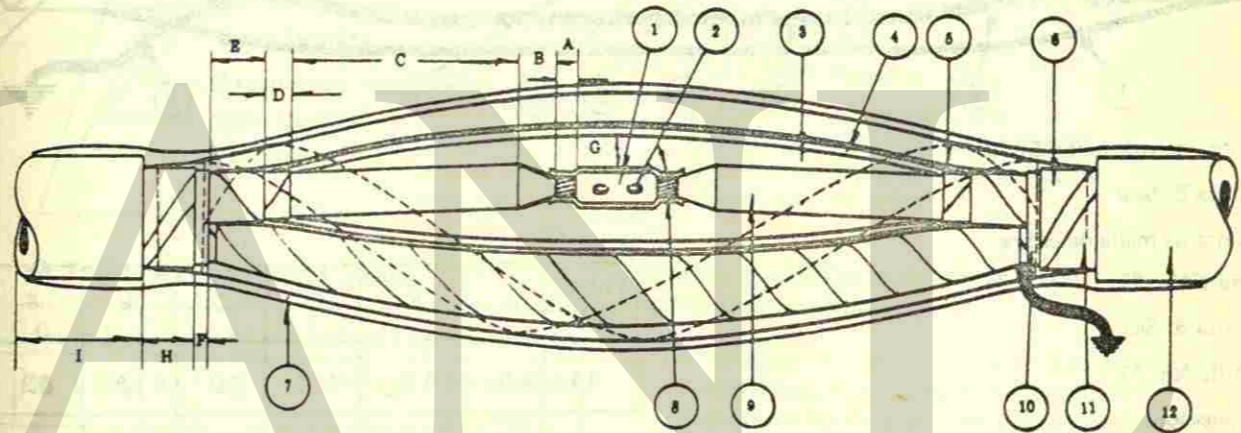
$$\phi \text{ Total} = 2G + \phi \text{ Conector}$$

- 13.- Una vez aisladas las tres fases, amarre estas de modo que queden unidas en el centro, usando cinta de P.V.C.
- 14.- Para mantener la continuidad de la pantalla metálica, suelde la trenza plana a cada extremo de esta. La tensión de la trenza plana, debe ser tal que no queden dobleces, es decir siguiendo la conformación del aislamiento. Tenga cuidado al soldar de no calentar demasiado.
- 15.- Aplique 2 capas a medio traslape de cinta Bi-Seal hasta la mitad de la distancia "F" en cada extremo del empalme.
- 16.- Aplique dos capas a medio traslape de cinta de P.V.C. hasta una distancia "F" de la cubierta. En caso de cables con cubierta de hule, sustituya la cinta de P.V.C. por cinta Bishop Bi-Prene.

Empalme en Cables Trifásicos con Aislamiento Seco y Pantalla Individual hasta de 25 Kv.

- ① Conector de presión
- ② Indentaciones llenas con cinta No. 17
- ③ Cinta Bi-Seal
- ④ Cinta No. 17
- ⑤ Malla de cobre estañado sobre cada fase.
- ⑥ Trenza plana para puntear la pantalla general y/o la armadura.

- ⑦ Cinta de PVC, Bi-Prene o fibra de vidrio con Epoxi.
- ⑧ Conductor.
- ⑨ Aislamiento.
- ⑩ Conexión a tierra.
- ⑪ Pantalla general (puede existir o no).
- ⑫ Cubierta externa del cable.



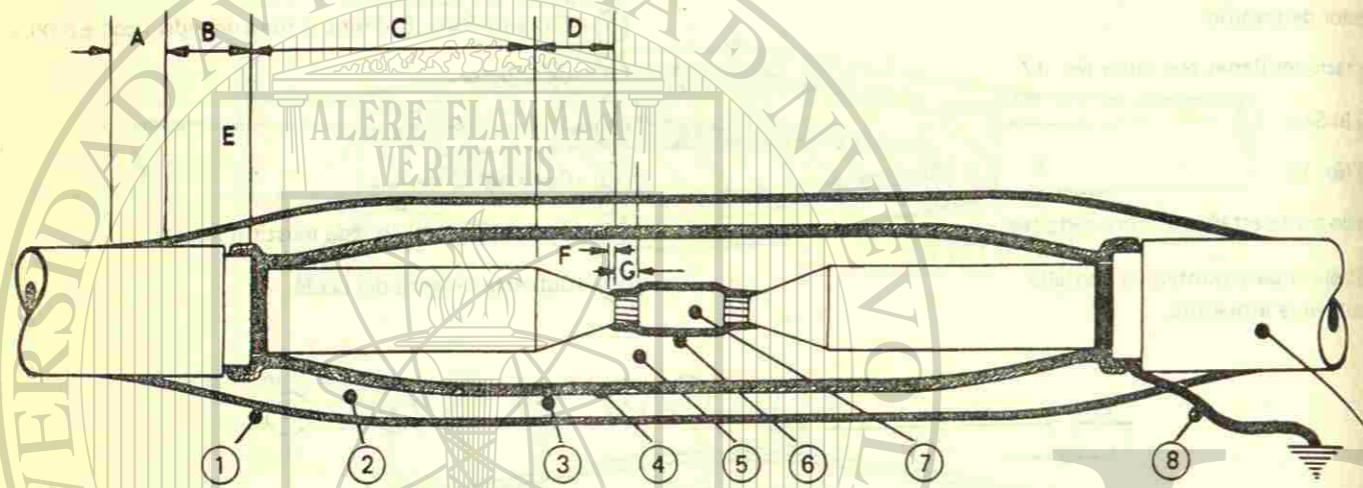
- 1.- Acomode los cables en su posición definitiva traslapando las puntas y corte con seguetta el exceso perpendicularmente al eje del cable.
- 2.- Marque en cada uno de los cables a empalmar, la siguiente medida:
 
$$\left(\frac{1}{2} \text{ longitud del conector}\right) + A + B + C + D + E + F = X$$

En caso de cable armado, considere además las distancias "H" e "I". La cubierta externa deberá retirarse hasta una distancia (X + H + I) y la armadura sólo hasta (X + H).

- 3.- Antes de retirar la armadura será necesario hacer un amarre que la sostenga firmemente en el punto donde se cortará.
- 4.- En caso de cable no-armado retire la cubierta externa sólo la distancia "X".
- 5.- Retire los rellenos hasta una distancia "F" de la cubierta o en su caso de la armadura.
- 6.- Sujetando fuertemente el extremo de la cubierta o armadura general abra las fases en forma ligera de lira conservando la secuencia y código de colores.

- 5.- Después de hacer un amarre de sujeción provisional, retire la pantalla metálica individual en cada fase hasta una distancia "E".
- 6.- En cada fase retire la cubierta semiconductor (encintada o extruida) hasta una distancia "D" de la pantalla metálica haciendo, antes de ser retirada, un amarre provisional.
- 7.- Repita todos los pasos en la otra parte de cable.
- 8.- Mida la distancia "A + 1/2 long. del conector" y retire el aislamiento en cada alma hasta ese punto. Quite también todo material conductor (cinta o forro extruido) que se encuentre entre el aislamiento y el conductor.
- 9.- Instale los conectores, de preferencia de compresión. Si ha de colocar conectores soldables, tenga cuidado de no dañar al aislamiento con la soldadura caliente, éste puede protegerse con hilo o tela de asbesto.
- 10.- Rebaje el aislamiento en forma de punta de lápiz una distancia "B". Lime y/o lije el conector de manera que no presente ninguna prominencia o filo, y de un acabado tan liso y terso a la punta de lápiz como sea el del propio aislamiento. Emplee lima y lija, cuidando que esta última sea de vidrio. A continuación limpie con solvente el aislamiento de manera que no quede absolutamente ningún material conductor sobre él. Si el aislamiento está cubierto con barniz semiconductor, tenga especial cuidado en limpiarlo perfectamente.

Empalme Recto en Cables con Aislamiento seco y Forro de Plomo para Voltajes de Operación de 13 a 23 KV



- ① -Fibra de vidrio con Epoxi
- ② -Cinta Bi-Seal
- ③ -Cinta de malla de cobre
- ④ -Cinta No. 17
- ⑤ -Cinta Bi-Seal
- ⑥ -Cinta No. 17
- ⑦ -Conector
- ⑧ -Trenza plana para tierra
- ⑨ -Chaqueta externa del cable

| Voltaje [KV] | A   | B   | C    | D   | E   | F   | G  |
|--------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|----|
| 15           | 4.0 | 4.5 | 17.0 | 3.0 | 1.5 | 0.3 | 13 |
| 23           | 4.0 | 4.5 | 23.0 | 5.0 | 1.5 | 0.3 | 13 |

Instructivo:

- 1.- Coloque el cable en su posición definitiva y corte a escuadra las puntas.
- 2.- Mida a partir de cada extremo la distancia C + D + E + G + 1/2 del conector retire hasta ese punto la cubierta externa.
- 3.- A partir de la cubierta externa mida la distancia E y retire hasta ahí el plomo, cuidando de no dañar el aislamiento.
- 4.- Retire las cintas semiconductoras hasta un punto 13 mm del extremo del plomo. Cuide de no dejar ningún material conductor sobre el aislamiento; si tuviera barniz semiconductor aplicado, límpielo perfectamente con trapo y solvente.
- 5.- Retire el aislamiento una distancia G + 1/2 longitud del conector, y quite todo material conductor dejando al cobre perfectamente limpio.
- 6.- Haga punta de lápiz según la tabla de dimensiones, procurando darle un acabado tan terso como el del aislamiento mismo.
- 7.- Coloque el conector. Si este se uso del tipo de compresión, rellene las indentaciones formadas por las pinzas con Cinta No. 17 (forme rollitos y retaque con ellos.)
- 8.- Aplique Cinta No. 17 cubriendo todo el conector y sobre poniéndolo una distancia F sobre la punta del lápiz.

- 9.- Aplique cinta Bi-Seal sobre el conector hasta igualar diámetro sobre aislamiento y luego prosiga hasta cubrir desde la orilla de las cintas semiconductoras y hasta obtener un diámetro igual a: 3 veces el espesor de aislamiento + diámetro del conector; tratando de obtener la forma mostrada en el dibujo.
- 10.- Aplique sobre lo anterior una capa con Cinta No. 17 locada a medio traslape y cubriendo desde las orillas del plomo.
- 11.- Proceda ahora a dar una capa de cinta de malla de cobre cubriendo una distancia E sobre las chaquetas de plomo. Aplique la malla a medio traslape y suéldela en ambos lados el plomo. Suelde uno o dos cordones longitudinales sobre la capa de malla. Suelde la trenza plana de cobre para conectar a tierra si se requiere.
- 12.- De dos capas de cinta Bi-Seal a medio traslape sobre conjunto cubriendo desde una distancia B antes de la orilla del plomo en ambos lados.
- 13.- Proceda a preparar la resina Epoxi vaciando el pomo 1 y agitando un minuto para después vaciar en el pomo 3 agitando no menos de dos minutos.
- 14.- Una vez realizado lo anterior, proceda a cubrir con cinta de vidrio, impregnada previamente en Epoxi, todo el empalme cubriendo además una distancia A desde el extremo del cable. De cuando menos 3 cm para voltajes de 15 KV y 5 en 23 KV.

Empalme Recto entre Cable con Aislamiento seco y cable de papel Impregnado con Forro de plomo para 15 Kv.

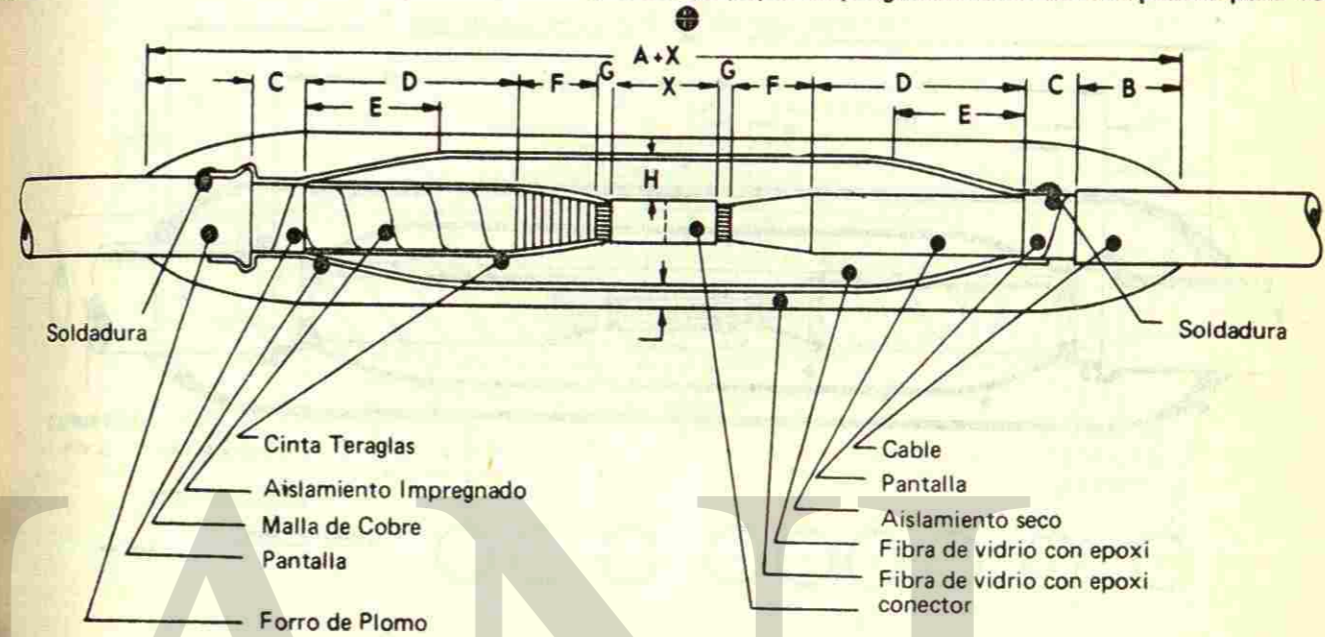


Tabla de dimensiones (mm.)

| A  | B  | C  | D   | E  | F  | G | H  | I  | X                      |
|----|----|----|-----|----|----|---|----|----|------------------------|
| 64 | 50 | 25 | 100 | 65 | 40 | 7 | 13 | 65 | Longitud del Conector. |

Preparación del Cable de Papel y Plomo:

- 1.- Determine el lugar del empalme y corte a escuadra en el lugar indicado.
- 2.- Mida 6 3/4 más la mitad del largo del conector y quite el forro de plomo hasta este punto. El plomo se quita cortando en sentido longitudinal teniendo cuidado de no dañar el aislamiento.
- 3.- Mida 6" más la mitad del largo del conector y quite hasta este punto la pantalla metálica y cinta semiconductoras del cable.
- 4.- Mida 1/2" más la mitad del largo del conector y quite el aislamiento de papel hasta este punto.
- 5.- Haga punta de lápiz según las dimensiones del dibujo.
- 6.- De una capa de cinta TERAGLAS sobre todo el aislamiento de papel.

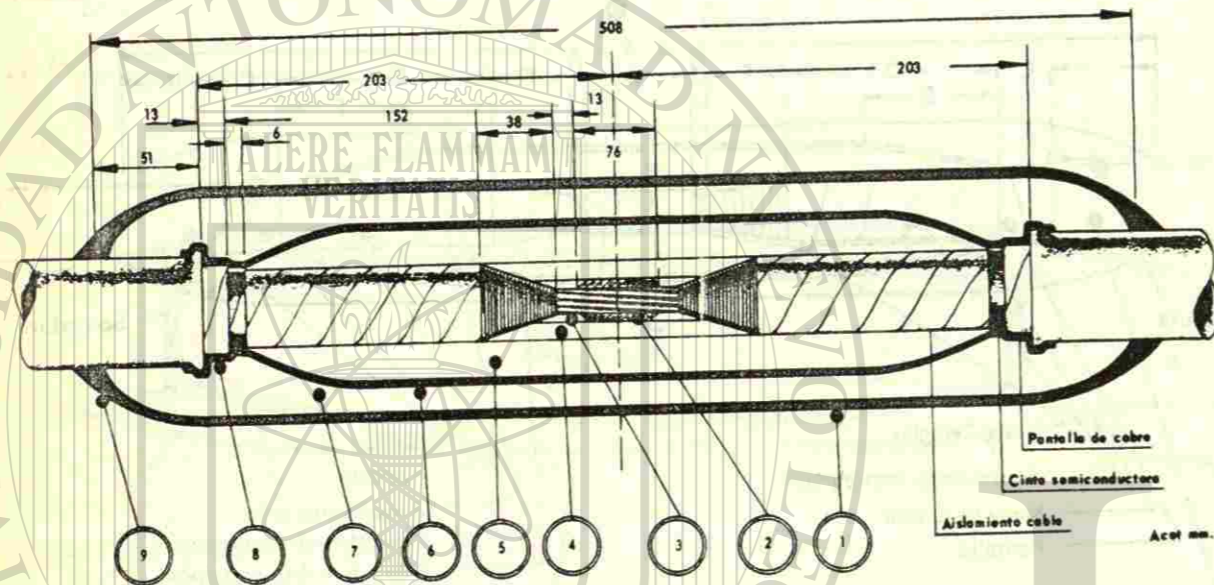
Preparación del cable con aislamiento seco.

- 1.- Determine el lugar exacto del empalme y corte a escuadra en este punto.
- 2.- Mida 6 3/4" más la mitad del largo del conector y quite hasta este punto el forro externo del cable.
- 3.- Mida 5 3/4" más la mitad del largo del conector y quite hasta este punto la pantalla metálica y cinta semiconductoras del cable.
- 4.- Mida 1/4" más la mitad del largo del conector y quite el aislamiento del cable hasta este punto.
- 5.- Haga punta de lápiz de 1 1/2" en el aislamiento del cable.

Una vez preparadas las puntas de ambos cables prosiga como se indica a continuación:

- 1.- Coloque el conector. Si se emplea conector del tipo soldable asegúrese de dejar un espacio vacío entre conductor y conductor de 3 a 4 (mm) que será llenado después con soldadura. Si se usa conector de compresión, asegúrese de usar solamente uno del tipo de centro sólido. Esto se hace con objeto de no dejar un paso libre al compuesto de impregnación del cable de papel.
- 2.- Limpie perfectamente el conector, el aislamiento seco y 8 (cm) de la chaqueta externa de cada cable (plomo uno y plástico o neopreno el otro). De una última pasada con trapo y solvente a todo lo anterior.
- 3.- Quite la capa protectora de Teraglas del cable de papel y de otra cubriendo desde el plomo hasta el conector.
- 4.- Aplique cinta de fibra de vidrio empapada en resina Epoxi sobre el empalme cubriendo desde el extremo final de las pantallas electrostáticas de cada cable, (En algunos casos los cables de papel impregnado tienen como pantalla al mismo forro de plomo) procurando que este encintado tome la forma mostrada en la figura. El espesor de aislamiento sobre el conector debe ser de 13 mm; es decir que el diámetro exterior total será de 26 mm. más el diámetro del conector.
- 5.- Reconstruya la pantalla electrostática aplicando de pantalla a pantalla un encintado de malla de cobre y soldando a ambos lados. Aplique uno o dos cordones longitudinales para evitar deslizamientos de la malla.
- 6.- Aplique sobre lo anterior cinta de vidrio con Epoxi hasta obtener 13 mm más de diámetro exterior sobre el conector y cubriendo 7.5 cm. del forro de plomo de un cable, y lo mismo del forro externo del otro.
- 7.- Puede aplicarse voltaje después de 2 1/2 a 3 horas, pero no debe moverse el empalme hasta pasadas 24 Hrs.

⊕ Uniones Rectas 23 PTIX35, 23 PTIX70, 23 PTIX150 Y 23 PTIX240.



| Referencias | Material Descripción                 | Unidad         | Unión R        |             |              |              |
|-------------|--------------------------------------|----------------|----------------|-------------|--------------|--------------|
|             |                                      |                | 23 PTI x 35    | 23 PTI x 70 | 23 PTI x 240 | 23 PTI x 150 |
| 1           | Tubo Plomo 2 1/2 x 20.3 x 20         | Pza.           | 1 (2 1/2 x 20) | 1 (3 x 20)  | 1 (3 x 20)   | 1 (3 x 20)   |
| 2           | Conector 35, 70 ó 250 CS             | Pza.           | 1 (35 CS)      | 1 (70 CS)   | 1 (250 CS)   | 1 (150 CS)   |
| 3           | Cinta Teraglas 1/4"                  | m              | 8              | 8           | 8            | 8            |
| 4           | Cinta Teraglas 1/2"                  | m              | 11             | 11          | 11           | 11           |
| 5           | Cinta Teraglas 1"                    | m              | 44             | 55          | 88           | 77           |
| 6           | Cinta malla cobre 1                  | m              | 8              | 8           | 10           | 10           |
| 7           | Indacil                              | Lts.           | 2              | 2           | 2            | 2            |
| 8           | Soldadura alambre 50 - 50            | gr.            | 60             | 80          | 100          | 100          |
| 9           | Soldadura barra 50 - 50              | Kg.            | 2.5            | 2.5         | 2.5          | 2.5          |
|             | Soldarina                            | Pza.           | 1              | 1           | 1            | 1            |
|             | Sebo de res                          | gr.            | 100            | 100         | 100          | 100          |
|             | Papel engomado                       | m              | 3              | 4           | 4            | 4            |
|             | Aceite de lavado                     | Lt.            | 1/2            | 1/2         | 1/2          | 1/2          |
|             | Lija madera 1/0 (tiras de 4x28 cms). | Pza.           | 2              | 2           | 2            | 2            |
|             | Cañamo                               | m              | 5 min.         | 5 min.      | 5 min.       | 5 min.       |
|             | Solvente                             | cm.            | 100 aprox.     | 100 aprox.  | 100 aprox.   | 100 aprox.   |
|             | Manta de cielo                       | m <sup>2</sup> | 0.5 min.       | 0.5 min.    | 0.5 min.     | 0.5 min.     |

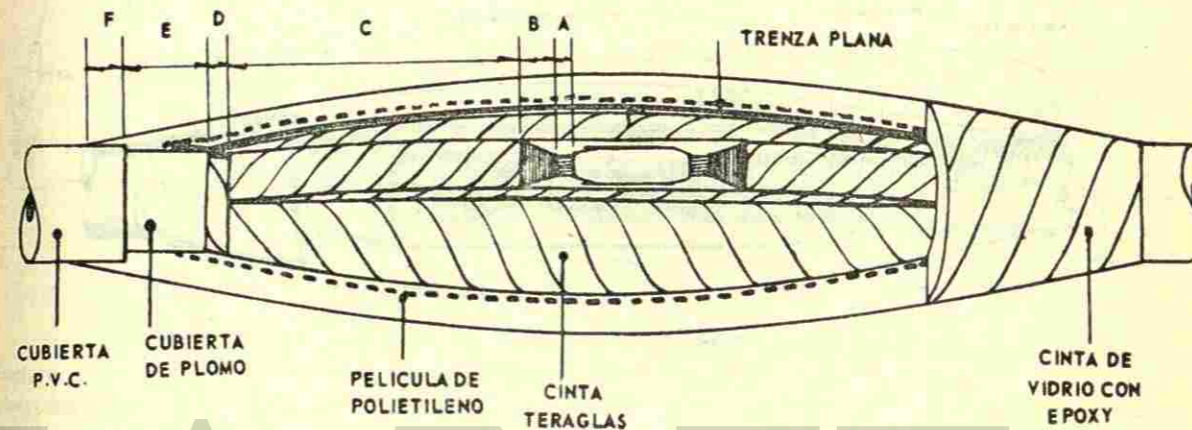
EMPAQUE.-Tubo de cartón de 1/8" cerrado con madera de 1"

Procedimiento

- Se preparan los cables en su posición final y se introduce el tubo de plomo por uno de los extremos del cable corriéndolo hacia un lado. Se retira el forro de plomo en una longitud de 8".
- Se preparan los extremos de los cables para soldar el conector retirando en una longitud de 2", cintas semiconductoras, pantalla y el aislamiento de papel. Se suelda el conector.
- Se retira pantalla y cinta semiconductora hasta 1/2" del corte de plomo y con un cuchillo especial se hacen las puntas de lápiz.
- Con aceite previamente calentado a 120°C se baña la preparación.
- Se procede al encintado empezando con cinta de 1/4" hasta alcanzar el nivel del conector y después con cinta de 1" se sigue encintando hasta obtener los diámetros indicados en el dibujo.
- Se coloca la cinta de malla soldándola a la pantalla del cable y al forro de plomo del cable. Se baña la preparación con aceite caliente, se abren las dos aletas al tubo de plomo, se suelda el tubo y se llena con compound cable a 110°C y se sueldan las dos aletas.

⊕ Empalme Tipo Epoxidur para Cables de Aislamiento

Papel impregnado O.V.C. sin pantalla hasta 10 KV.



- Acomode los cables en su posición final traslapando las puntas y corte a escuadra el exceso.
- Mida la suma de todas las distancias indicadas en el dibujo más la mitad de la longitud del conector y marque la cubierta del cable. Retire la cubierta hasta este punto.
- A una distancia E de la cubierta del cable marque la chaqueta de plomo. Retire el plomo hasta este punto.
- A partir de la parte interior del plomo coloque sobre el aislamiento del cinturón 4 capas de cinta Teraglas hasta una distancia de 30 mm. deje disponible una punta de aproximadamente 500 mm. de la misma cinta que se encintará provisionalmente sobre el tubo de plomo.
- Retire el resto del aislamiento del cinturón y corte los rellenos.
- Abra las fases apretando fuertemente con una mano el nacimiento de las mismas conservando la misma rotación y secuencia de colores. Haga una especie de forma de triángulo.
- Repita todo lo anterior en el otro extremo del cable, mida la distancia A + la mitad del conector y retire el aislamiento hasta ese punto en caso de cables sectoriales redondee el conductor y límpielo.

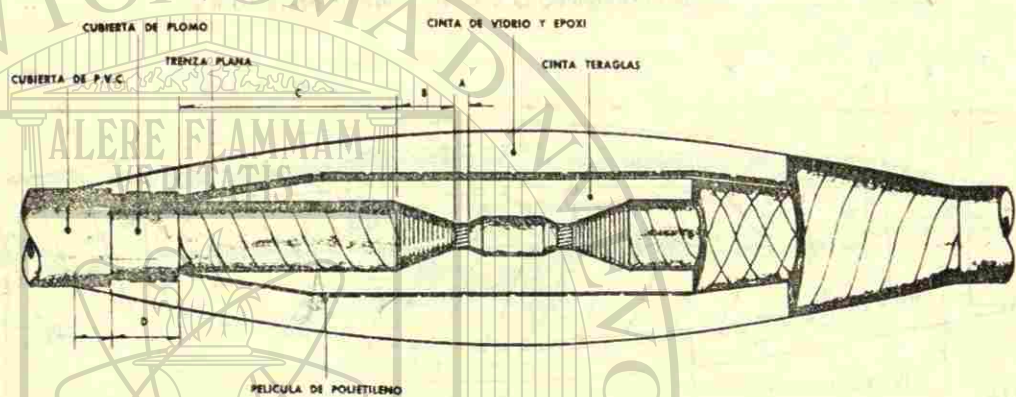
- Coloque los conectores ya sean soldables o de presión, haga punta de lápiz en cada fase hasta una distancia B.
- Limpie perfectamente el aislamiento y el conector con el solvente incluido.
- Reponga el aislamiento con cinta Teraglas hasta dar una vez y media el espesor del aislamiento del cable sobre el conector. Para reponer el aislamiento use cinta de 12 mm. hasta rellenar sobre la punta de lápiz y use cinta de 25 mm. de ancho para el resto. De una forma similar a la del dibujo.
- Amarre las 3 fases a que queden perfectamente unidas usando ya sea cinta de lino o Teraglas.
- Suelde la Trenza plana que unirá el plomo de cada lado del empalme. La Trenza plana deberá soldarse en el plomo hasta 1". (25 mm.)
- Envuelva todo el emplame hasta la orilla de la Trenza plana con una película de polietileno y amarre ésta.
- Mezcle la resina de encintado agitando perfectamente.
- Con una brocha embarre ligeramente sobre toda la longitud del empalme la resina.
- Aplicando resina en la parte interior de la cinta de vidrio empiece un encintado a medio traslape. Cada vez que sea necesario aplique resina a la cinta.
- La tensión necesaria debe ser la suficiente para una buena conformación pero no tanto que se escape toda la resina por los poros de la cinta. De cuando menos 3 capas a medio traslape.
- En caso de cables con cubierta de plástico el encintado debe llegar hasta una pulgada de la cubierta de plástico.

Tabla de Dimensiones

|      | A      | B      | C       | D      | E      | F      |
|------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| 1000 | 12 mm. | 13 mm. | 75 mm.  | 12 mm. | 65 mm. | 25 mm. |
| 2000 | 12 mm. | 19 mm. | 100 mm. | 12 mm. | 65 mm. | 25 mm. |
| 3000 | 12 mm. | 25 mm. | 100 mm. | 12 mm. | 65 mm. | 25 mm. |
| 4000 | 12 mm. | 32 mm. | 150 mm. | 12 mm. | 65 mm. | 25 mm. |



⊕ Empalme tipo Epoxidur para cable Monofásico sin pantalla y aislamiento de V.C. o de Papel impregnado con Cubierta de Plomo



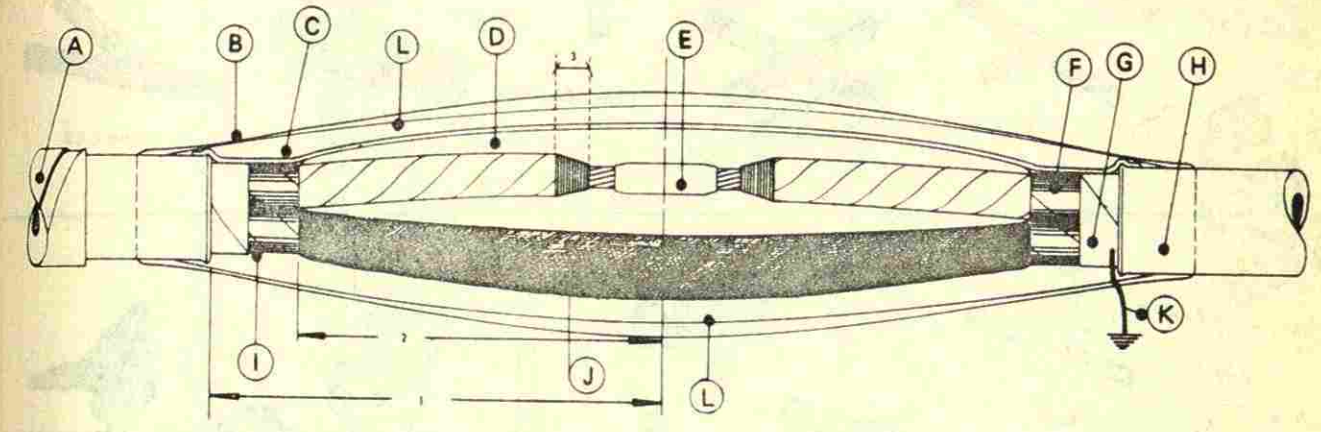
- 1.- Acomode los cables en su posición final y corte a escuadra el exceso.
- 2.- Mida la suma de todas las distancias indicadas en el dibujo, más la mitad de la longitud del conector y marque la cubierta del cable. Retire la cubierta hasta este punto.
- 3.- A una distancia D de la cubierta del cable marque la chaqueta de plomo. Retire el plomo hasta este punto.
- 4.- Retire cualquier material conductor que pueda haber arriba del aislamiento y limpie perfectamente éste.
- 5.- Retire el aislamiento hasta el conductor a una distancia A más la mitad de la longitud del conector.
- 6.- Colóque los conectores ya sean soldables o de presión y haga punta de lápiz hasta una distancia B. Tenga cuidado de eliminar cualquier rebaba que pueda quedar sobre el conector, usando la lija hasta dejar una superficie tersa.
- 7.- Limpie nuevamente el aislamiento y el conector.
- 8.- Reponga el aislamiento con cinta Teraglas hasta dar una vez y media de espesor al aislamiento del cable sobre el conector. Para reponer el aislamiento use cinta de 12 mm. hasta rellenar el espacio entre el conector y la punta, y después use cinta de 19 mm. o 25 mm. (Según el calibre del cable), para el resto. Dé una forma similar a la del dibujo.
- 9.- Suelde la Trenza plana que unirá el plomo de cada lado del empalme. Esta trenza deberá soldarse al plomo hasta una pulgada (25 mm.). En caso de que según el diseño de la instalación no se requiera unir los plomos, esta trenza servirá soldada de un solo lado para conectar a tierra o conectar con el plomo de algún otro cable.

- 10.- Envuelva todo el empalme hasta la orilla de la trenza con la película de polietileno y amarre ésta.
  - 11.- Lije las cubiertas de plomo y PVC expuestas, para preparar una superficie áspera, y obtener una mejor adherencia del epoxi al cable.
  - 12.- Mezcle la resina cortando la parte superior de la botella marcada con el número 1 agregando el contenido de los números 2 y 3 respectivamente agitando perfectamente cada adición. La operación no debe tomar más de 3 minutos.
  - 13.- Con una brocha embarre ligeramente sobre toda la longitud del empalme, especialmente en el plomo descubierto y la cubierta del cable.
  - 14.- Aplicando resina en la parte interior de la cinta de vidrio y encintando a medio traslape, cúbrala toda la longitud del empalme. Cada vez que sea necesario aplique resina a la cinta.
  - 15.- La tensión necesaria debe ser la suficiente para una buena conformación, pero no tanto que se escurra toda la resina por los poros de la cinta. Dé cuando menos 3 capas a medio traslape.
  - 16.- En caso de cable con cubierta de plástico, el encintado debe llegar hasta una distancia E.
- Nota:**  
En lugares muy calurosos es conveniente mantener la resina mientras se aplica en hielo o agua fría, evitando que el agua se mezcle con la resina. Si no se cuenta con hielo o agua suficiente se puede separar la resina en dos partes iguales, de esta manera el tiempo de reacción aumenta.

Tabla de Dimensiones

| Voltaje      | A      | B      | C       | D      | E      |
|--------------|--------|--------|---------|--------|--------|
| 5000 Volts.  | 12 mm. | 25 mm. | 65 mm.  | 50 mm. | 25 mm. |
| 10000 Volts. | 12 mm. | 25 mm. | 115 mm. | 50 mm. | 25 mm. |

⊕ Empalme Trifásico para cables papel y plomo con pantalla Metálica individual hasta de 23 Kv



- A Armadura
- B Cubierta epoxidur
- C Trenza plana de unión de planos
- D Aislamiento reconstruido con Teraglas
- E Conector
- F Pantalla individual del cable
- G Pantalla general (Térmica) del cable
- H Chaqueta de plomo
- I Rellenos
- J Pantalla individual reconstruida
- K Conexión a tierra
- L Película de polietileno.

| Voltaje [KV] | 1  | 2  | 3   |
|--------------|----|----|-----|
| 5-15         | 23 | 15 | 2.5 |
| 23           | 28 | 20 | 5.0 |

- 1.- Para restituir a un cable de este tipo los elementos que lo harán ser axialmente simétrico tanto eléctrica como mecánicamente se procederá de acuerdo con los pasos siguientes:
  - 1.- Coloque el cable en la posición que ocupará definitivamente y corte a escuadra el exceso de cada punta.
  - 2.- Retire la cubierta de plomo una distancia A + la mitad de la longitud del conector; cuidando de que la armadura de acero, en su caso, quede a 7.5 cm., atrás del extremo de la chaqueta de plomo.
  - 3.- Retire la pantalla electrostática general hasta un punto a 2.5 cm., del extremo del plomo sosteniéndolo con amarre. Corte los rellenos y retírelos hasta 1.0 cm., del punto anterior. A continuación proceda con cada fase como sigue:
    - 4.- Mida en cada fase la distancia B a partir de la punta retire hasta ese punto la pantalla individual sujetándola con un amarre. Tenga cuidado de retirar hasta 1.3 cm., de dicho punto todo material conductor que pueda haber, es decir las cintas semiconductoras y sus residuos. Use trapo y solvente para afinar la limpieza.
    - 5.- Corte el aislamiento en la punta de modo de dejar 1.3 + la mitad de la longitud del conector (cm) de conductor descubierto. Asegúrese de retirar las cintas semiconductoras que se encuentren entre el cobre y el aislamiento.
    - 6.- Elabore una punta de lápiz según la distancia C dándole un acabado terso y uniforme y quitando todo material conductor de su cuerpo.
    - 7.- Una las fases una a una, usando conector tipo soldable. Cuide de no calentar demasiado y dañar el aislamiento; mientras se suelda cada fase proteja las otras dos con trapo de manera que no toque nunca la soldadura caliente las puntas expuestas.
    - 8.- Se recomienda elaborar fase por fase para tener mayor fa-

- 9.- Suelde la trenza plana de cobre uniendo los extremos de ambas chaquetas de plomo.
- 10.- Al haber terminado las tres fases hasta la pantalla, conforme a mano el conjunto y empleando película de polietileno sujete firmemente las fases una contra otra uniéndolas lo más apretadamente posible.
- 11.- Proceda a rasquetear las chaquetas de plomo más o menos 7.5 cm. Si el cable es armado hágalo hasta la armadura de acero.
- 12.- Prepare la resina epoxi combinando el contenido del recipiente 1 con el 2 y agite perfectamente; luego mezcle esto con el contenido del recipiente 3 y revuelva hasta homogeneizar la mezcla (± 2 a 3 min.)

Para restituir a un cable de este tipo los elementos que lo harán ser axialmente simétrico tanto eléctrica como mecánicamente se procederá de acuerdo con los pasos siguientes:

1.- Coloque el cable en la posición que ocupará definitivamente y corte a escuadra el exceso de cada punta.

2.- Retire la cubierta de plomo una distancia A + la mitad de la longitud del conector; cuidando de que la armadura de acero, en su caso, quede a 7.5 cm., atrás del extremo de la chaqueta de plomo.

3.- Retire la pantalla electrostática general hasta un punto a 2.5 cm., del extremo del plomo sosteniéndolo con amarre. Corte los rellenos y retírelos hasta 1.0 cm., del punto anterior. A continuación proceda con cada fase como sigue:

4.- Mida en cada fase la distancia B a partir de la punta retire hasta ese punto la pantalla individual sujetándola con un amarre. Tenga cuidado de retirar hasta 1.3 cm., de dicho punto todo material conductor que pueda haber, es decir las cintas semiconductoras y sus residuos. Use trapo y solvente para afinar la limpieza.

5.- Corte el aislamiento en la punta de modo de dejar 1.3 + la mitad de la longitud del conector (cm) de conductor descubierto. Asegúrese de retirar las cintas semiconductoras que se encuentren entre el cobre y el aislamiento.

6.- Elabore una punta de lápiz según la distancia C dándole un acabado terso y uniforme y quitando todo material conductor de su cuerpo.

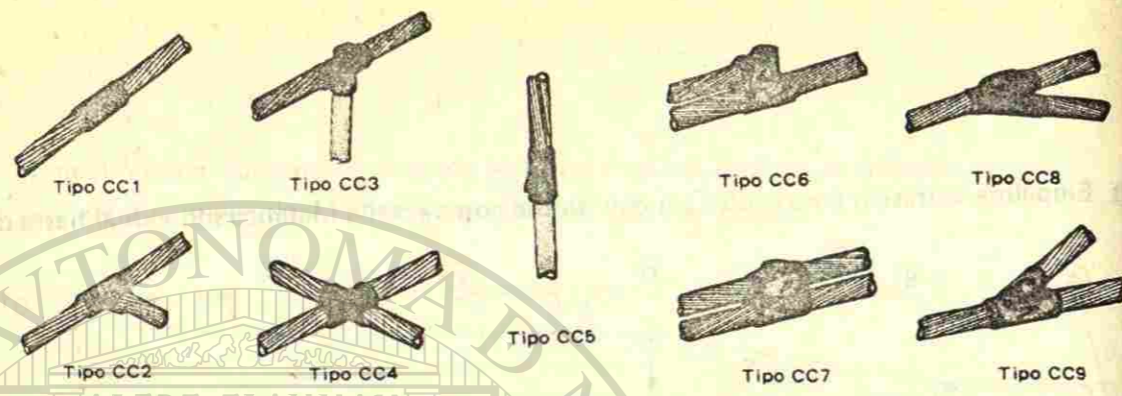
7.- Una las fases una a una, usando conector tipo soldable. Cuide de no calentar demasiado y dañar el aislamiento; mientras se suelda cada fase proteja las otras dos con trapo de manera que no toque nunca la soldadura caliente las puntas expuestas.

8.- Se recomienda elaborar fase por fase para tener mayor fiabilidad de operación; es decir una vez soldado el conector en una fase debe procederse a reponer el aislamiento empleando cinta Teraglas de 1/4" de ancho a los lados del conector y hasta alcanzar el diámetro del mismo; a continuación aplique cinta Teraglas de 1/2" de ancho hasta alcanzar un diámetro igual al aislamiento del cable... para entonces proceder con cinta de 1" de ancho hasta llegar a 1 1/2 veces el espesor de aislamiento del cable y procurando dar la forma que se muestra en la figura. Al terminar con el aislamiento, habiendo cubierto desde las cintas semiconductoras de cada lado del empalme, proceda a prolongar la pantalla metálica empleando la cinta de malla de cobre que se surte y soldando tanto a ambos lados en las pantallas, como al menos dos cordones longitudinales sobre el cuerpo cubierto con la malla.

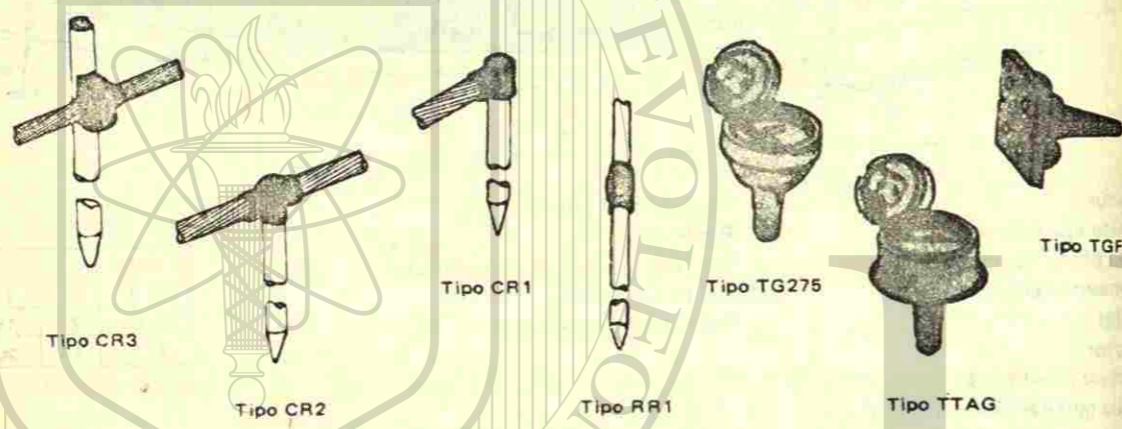
Una vez terminada una fase proceda con las demás atendiendo a las precauciones mencionadas. Se sugiere el uso de un pequeño gancho de alambre sujeto al dedo meñique de la mano para jalar la cinta entre las fases y lograr un trabajo mejor y más rápido.

● Conectores Tipo Soldables

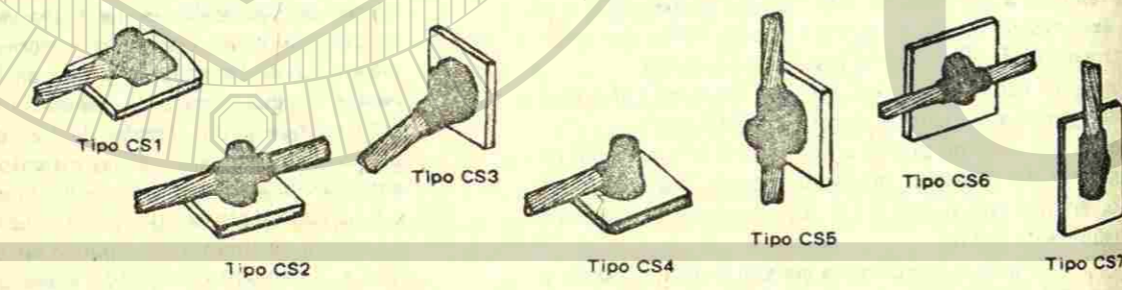
Cable a Cable



Cable a Vasillos de Tierra



Cable a Superficies

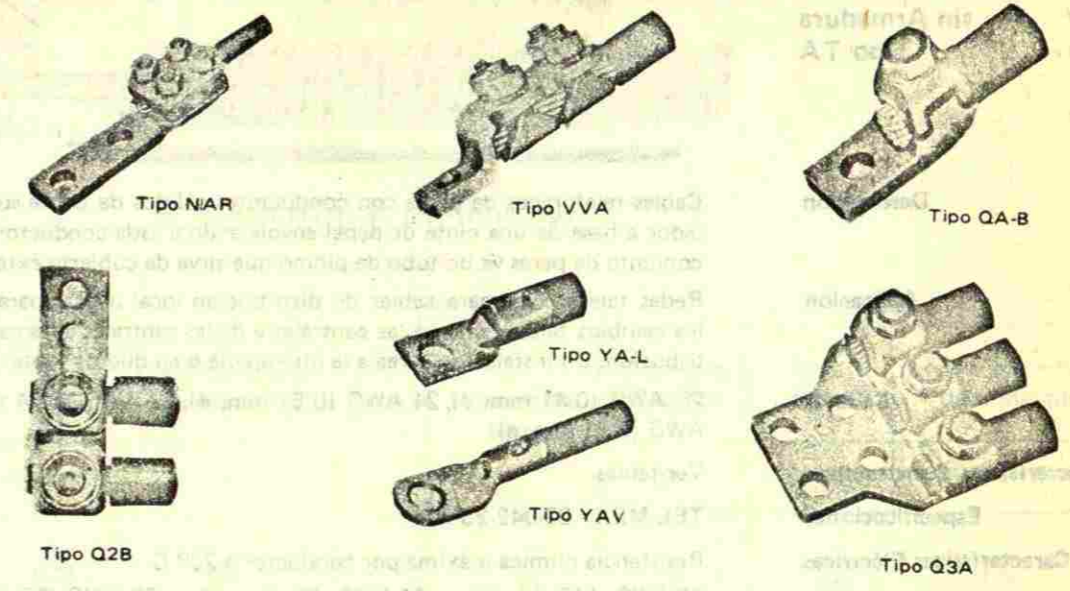


Derivaciones y Tubo

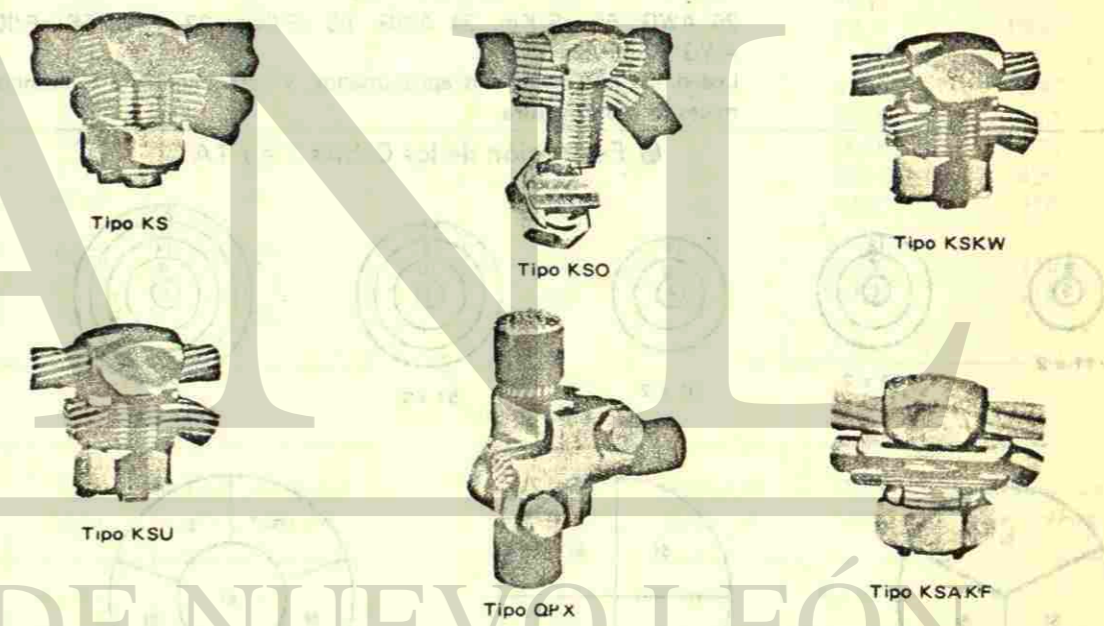


● Conectores para Cables

Terminales



Derivaciones Paralelas



CONECTOR T

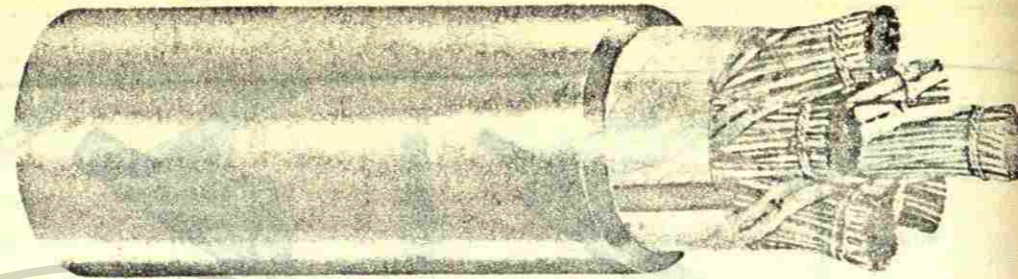


GRAPA



☉ Cable Telefónico

Cable Telefónico  
papel y plomo  
sin Armadura  
Tipo TA



**Descripción** Cables telefónicos de pares con conductores sólidos de cobre suave, y aislados a base de una cinta de papel envolviendo a cada conductor. Sobre el conjunto de pares va un tubo de plomo que sirve de cubierta exterior.

**Aplicación** Redes telefónicas, para cables de distribución local usadas para conectar los cambios telefónicos en las centrales y de las centrales a las cajas de distribución. En instalación aérea a la intemperie o en ductos subterráneos.

**Calibres** 26 AWG (0.41 mm.  $\phi$ ), 24 AWG (0.51 mm.  $\phi$ ), 22 AWG (0.64 mm.  $\phi$ ), 19 AWG (0.91 mm.  $\phi$ )

**Características Constructivas** Ver tablas.

**Especificaciones** TEL-MEX - 23-042-23-424

**Características Eléctricas** Resistencia ohmica máxima por conductor a 20° C

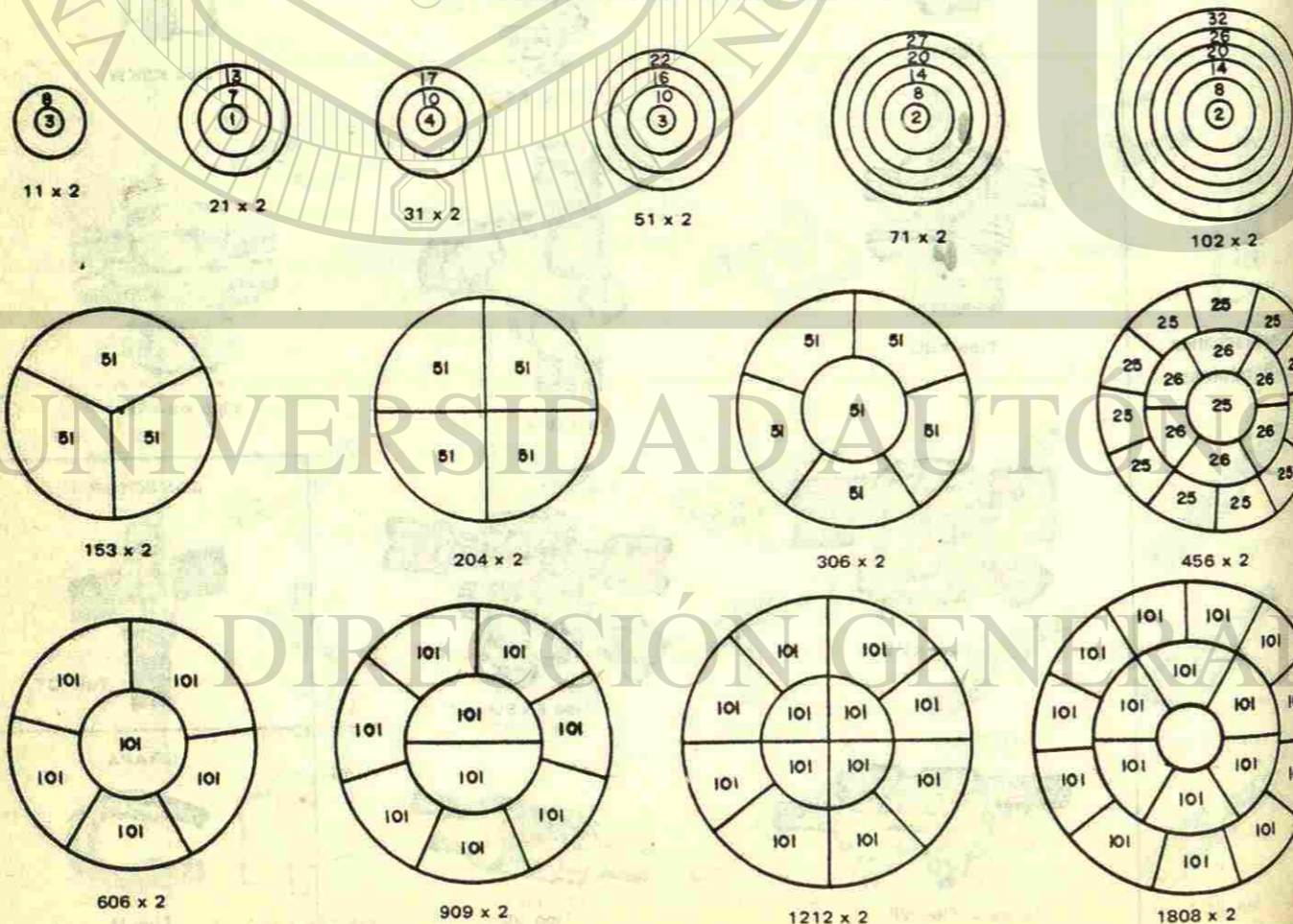
26 AWG: 143 ohms/Km.; 24 AWG: 90 ohms/Km.; 22 AWG: 57 ohms/Km.; 19 AWG: 27 ohms/Km.

Capacidad mutua media a 800 c/seg.

26 AWG: 50 nF/Km; 24 AWG: 53 nF/Km; 22 AWG: 56 nF/Km; 19 AWG: 53 nF/Km.

Los datos anteriores son aproximados, y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

☉ Formación de los Cables Tipo TA



NOTA: Las formaciones anteriores se cumplen para los calibres 26, 24 y 22 AWG. Para el calibre 19 AWG, los cables tendrán cableado concéntrico hasta 50 pares y de 100 a 450 pares se cablearán en sectores de 50 pares. Se incluyen el par o pares de reserva.

☉ Características Constructivas

No. 26 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 10              | 8                 | 430       | 1000                        |
| 20              | 10                | 550       | 1000                        |
| 30              | 11                | 660       | 1000                        |
| 50              | 13                | 840       | 1000                        |
| 70              | 15                | 1020      | 1000                        |
| 100             | 17                | 1300      | 1000                        |
| 150             | 21                | 1705      | 445                         |
| 200             | 23                | 2010      | 445                         |
| 300             | 27                | 2770      | 445                         |
| 600             | 28                | 4620      | 445                         |
| 900             | 46                | 6375      | 220                         |
| 1200            | 52                | 8210      | 220                         |
| 1800            | 64                | 11910     | 220                         |

No. 24 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 10              | 9                 | 495       | 1000                        |
| 20              | 11                | 660       | 1000                        |
| 30              | 13                | 810       | 1000                        |
| 50              | 15                | 1035      | 1000                        |
| 70              | 18                | 1330      | 1000                        |
| 100             | 20                | 1705      | 500                         |
| 150             | 24                | 2255      | 420                         |
| 200             | 27                | 2685      | 420                         |
| 300             | 33                | 3705      | 420                         |
| 600             | 45                | 6420      | 210                         |
| 900             | 55                | 9075      | 210                         |
| 1200            | 63                | 11750     | 210                         |

No. 22 AWG

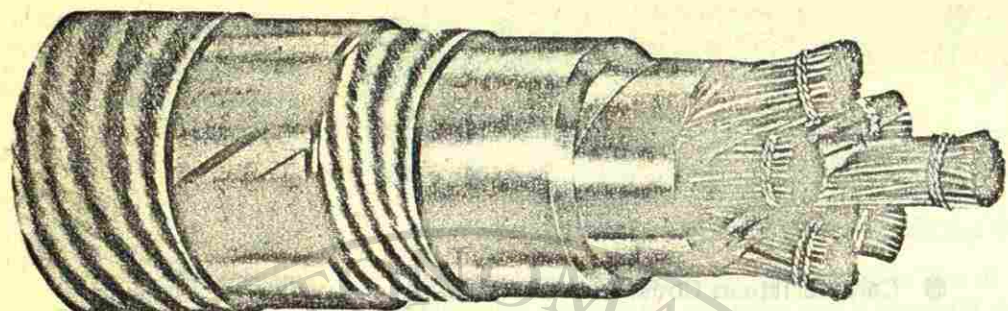
| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 50              | 18                | 1360      | 500                         |
| 100             | 24                | 2260      | 445                         |
| 150             | 28                | 3010      | 333                         |
| 200             | 32                | 3740      | 333                         |
| 300             | 36                | 5015      | 333                         |
| 600             | 54                | 9155      | 220                         |
| 900             | 68                | 13145     | 220                         |

No. 19 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 50              | 25                | 2275      | 500                         |
| 100             | 34                | 2770      | 500                         |
| 150             | 40                | 5240      | 333                         |
| 200             | 46                | 6615      | 250                         |
| 300             | 56                | 9300      | 220                         |
| 450             | 70                | 13767     | 220                         |

Tolerancia de embarque  $\pm 10\%$  de la longitud normal.

Los datos de las tablas anteriores son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.



**Descripción:** Cables telefónicos de pares con conductores sólidos de cobre suave, y aislados a base de una cinta de papel envolviendo a cada conductor. Sobre el conjunto de pares va un tubo de plomo y sobre éste lleva un colchón de yute impregnado, dos flejes de acero suave y recubrimiento de yute impregnado con baño antiadhesivo.

**Aplicación:** Redes telefónicas, cables para ser enterrados directamente, donde se requiera máxima protección mecánica y larga duración.

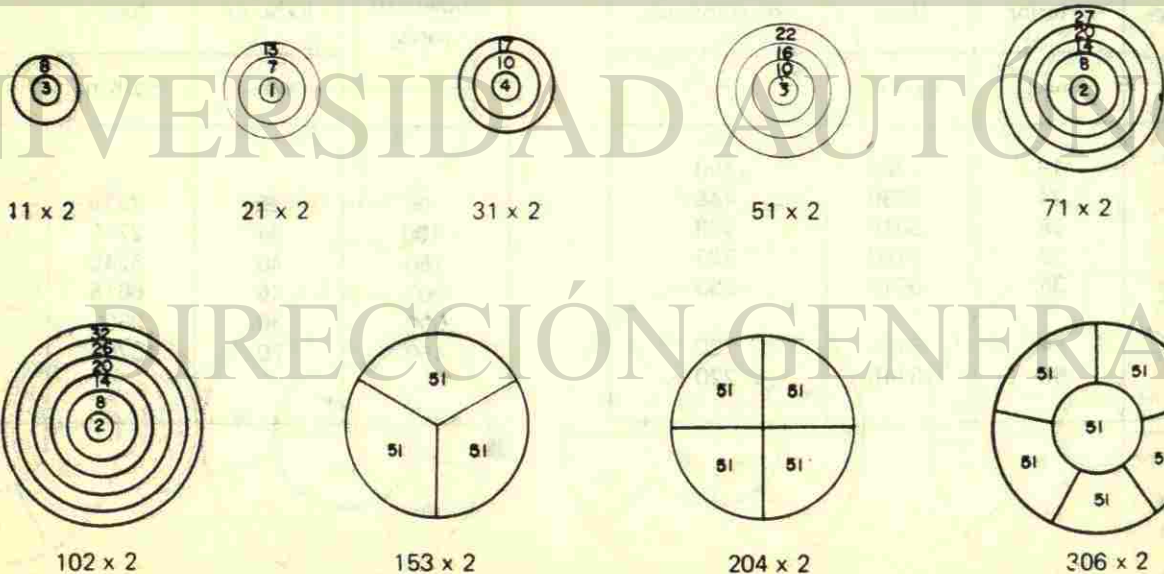
**Calibre:** 26 AWG (0.41 mm.); 24 AWG (0.51 mm.); 22 AWG (0.64 mm.); 19 AWG (0.91 mm.).

**Características Constructivas:** Ver tablas.

**Especificaciones:** Tel-Mex 23-042 y 23-424

**Características Eléctricas:** Resistencia óhmica máxima por conductor a 20°C.  
 26 AWG: 143 ohms/Km., 24 AWG: 90 ohms/Km., 22 AWG: 57 ohms/Km., 19 AWG: 27 ohms/Km.  
 Capacidad mutua media a 800 c/seg.  
 26 AWG: 50 nF/Km., 24 AWG: 53 nF/Km., 22 AWG: 56 nF/Km., 19 AWG: 53 nF/Km.  
 Los datos anteriores son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

**Formación de los Cables Tipo TAF**



**NOTA:** Las formaciones anteriores se cumplen para los calibres 26, 24 y 22 AWG. Para el calibre 19 AWG, los cables tendrán cableado trifásico hasta 50 pares y de 100 a 450 pares se cablearán en sectores de 50 pares. Se incluyen el par o pares de reserva.

No. 26 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 10              | 19                | 710       | 1000                        |
| 20              | 20                | 830       | 1000                        |
| 30              | 21                | 965       | 1000                        |
| 50              | 21                | 1110      | 1000                        |
| 70              | 23                | 1470      | 1000                        |
| 100             | 25                | 1790      | 1000                        |
| 150             | 28                | 2225      | 445                         |
| 200             | 31                | 2620      | 445                         |
| 300             | 35                | 3165      | 445                         |

No. 24 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 10              | 20                | 770       | 1000                        |
| 20              | 22                | 960       | 1000                        |
| 30              | 23                | 1110      | 1000                        |
| 50              | 23                | 1470      | 1000                        |
| 70              | 25                | 1830      | 1000                        |
| 100             | 28                | 2260      | 500                         |
| 150             | 32                | 2885      | 420                         |
| 200             | 35                | 3385      | 420                         |
| 300             | 41                | 4520      | 420                         |

No. 22 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 50              | 25                | 1855      | 500                         |
| 100             | 32                | 2890      | 445                         |
| 150             | 36                | 3725      | 333                         |
| 200             | 41                | 4490      | 333                         |
| 300             | 47                | 5960      | 333                         |

No. 19 AWG

| Número de pares | Diámetro Exterior | Peso Neto | Longitud normal de embarque |
|-----------------|-------------------|-----------|-----------------------------|
|                 | mm.               | Kg/Km.    | m.                          |
| 50              | 33                | 2925      | 500                         |
| 100             | 42                | 4620      | 500                         |
| 150             | 49                | 6215      | 333                         |
| 200             | 56                | 8280      | 250                         |
| 300             | 66                | 11670     | 220                         |
| 450             | 80                | 18525     | 200                         |

Tolerancia de embarque  $\pm 10\%$  de la longitud normal.

Los datos de las tablas anteriores son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de manufactura.

**Cable Telefónico Plástico para uso interior Tipo EKI**

**1. Material**

1.1 Cable telefónico para uso interior, con cubierta de plástico normal de color café, según Munsell Color Charts 2.5 YR 3.5/6, y conductores forrados con PVC semirígido.

1.2 El número de catálogo y la cantidad de pares de cada cable se indican en la siguiente tabla:

| No. Catálogo | Pares |
|--------------|-------|
| 24 101       | 10    |
| 24 102       | 20    |
| 24 103       | 30    |
| 24 105       | 50    |
| 24 107       | 70    |
| 24 110       | 100   |

**2. Conductores**

Serán de cobre macizo suave, sin estañar, y cumplirán los requisitos que establecen las especificaciones (ASTM B-3) y DGN J2, últimas ediciones, y su calibre será de 0.4 mm (26 AWG).

No se admitirán uniones de conductores en el último paso de estirado, excepto cuando dichas uniones se hagan con plata y usando máquina eléctrica especial para estos casos y la técnica comercial establecida.

**3. Aislamiento de conductores**

3.1 Cada conductor estará aislado con PVC semirígido, de color y calidad tal que cumpla con los requisitos de estas normas. Presentarán un diámetro uniforme y su superficie será tersa y libre de defectos, como abultamiento o chupadas, en toda la longitud de cada uno de los conductores del cable.

3.2 El aislamiento tendrá el espesor adecuado para que se satisfagan los requisitos de aislamiento y capacidad mutua que prescribe esta norma (aprox. 0.21 mm), y su calidad deberá cumplir con los requisitos que se establecen para pruebas físicas de PVC semirígido.

#### 4. Formación del cable

4.1 Los conductores aislados se torcerán en pares. El paso más largo de torcido de estos pares no será mayor de 150 mm, y todos los pares de un grupo de diez tendrán pasos de torcido diferentes, o en caso de pasos similares su colocación en el grupo será diametralmente opuesta para evitar efectos de diafonía.

4.2 El cable estará formado por grupos de diez pares, y la reunión de estos grupos se hará en forma simultánea, o en forma concéntrica con dos pares al centro y ocho alrededor.

4.3 Estos cables estarán formados exclusivamente por sectores de diez pares, identificando cada sector por una cinta de color de acuerdo con lo que se indica la Tabla 2 de estas normas.

4.4 Sobre el cableado de todos los grupos de pares se aplicará una cinta reunidora de maylar o de otro material no higroscópico; esta cinta se pondrá con un traslape mínimo de 15 % del ancho de la propia cinta.

#### 3. Clave de colores

3.1 Tabla No. 1

| Colores del aislamiento de PVC semirígido de los diez pares que forman cada uno de los grupos y su notación Munsell |            |          |            |        |      |
|---|------------|----------|------------|--------|------|
| 1 blanco  | - azul     | 6 negro  | - azul     |        |      |
| 2 blanco  | - amarillo | 7 Negro  | - amarillo |        |      |
| 3 blanco  | - rojo     | 8 negro  | - rojo     |        |      |
| 4 blanco  | - verde    | 9 negro  | - verde    |        |      |
| 5 blanco  | - naranja  | 10 negro | - naranja  |        |      |
| azul  | 2.5 PB     | 4/10     | naranja    | 2.5 YR | 6/14 |
| amarillo  | 5 Y        | 8.5/12   | blanco     | N 9/   |      |
| rojo  | 2.5 R      | 4/12     | negro      | N 2/   |      |
| verde   | 2.5 G      | 5/12     |            |        |      |

#### 5.2 Tabla No. 2

| Colores de los hilos en espiral que identifican los grupos |            |
|--|------------|
| 1 azul   |            |
| 2 amarillo   |            |
| 3 rojo   |            |
| 4 verde  |            |
| 5 naranja  |            |
| 6 blanco   | - azul     |
| 7 blanco   | - amarillo |
| 8 blanco   | - rojo     |
| 9 blanco   | - verde    |
| 10 blanco  | - naranja  |

#### 6. Cubierta del cable

6.1 Deberá ser de PVC normal, de color café (Munsell YR 3.5/6), tersa, cilíndrica y sin defectos de fabricación.

6.2 La cubierta deberá estar ajustada al cable y centrada, decir, que en su sección transversal el diámetro interno el exterior presentarán un espesor uniforme de la cubierta y este espesor tendrán un mínimo de 1.0 mm en cualquier punto que se le mida.

6.3 La cubierta se marcará desde la punta interior y en toda la longitud del cable por metros, principiando en: 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc. Puede hacerse con pintura indeleble o con un prensado en el PVC. La numeración partirá de 0 hasta 1000, o fracciones intermedias cuando por daños se presente el cable en dos o más tramos.

### ☛ Cable Telefónico Plástico Exterior Autosoportado Tipo ASP

#### 1. Material

1.1 Este tipo de cable está formado por dos secciones, siendo la primera el cable telefónico de pares y, la segunda el cable mensajero o soporte. Ambas secciones estarán manufacturadas de acuerdo con el diseño y especificaciones de estas normas.

1.2 Los calibres y número de pares requeridos son:

| Calibre AWG<br>mm | 24 N <sub>2</sub> |      | 22 N <sub>2</sub> |      | 19 N <sub>2</sub> |      |
|-------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
|                   | 0.51              | Cat. | 0.64              | Cat. | 0.91              | Cat. |
| Número de pares   | 10                | 23   | 520               | 10   | 23                | 535  |
|                   | 20                | 23   | 521               | 20   | 23                | 536  |
|                   | 30                | 23   | 523               | 30   | 23                | 537  |
|                   | 50                | 23   | 525               | 50   | 23                | 539  |
|                   | 70                | 23   | 527               |      |                   |      |
|                   | 100               | 23   | 530               |      |                   |      |

#### 2. Conductores ☛

2.1 Serán de cobre suave, electrolítico recocido y de 100 % de conductividad. Deberán cumplir con las especificaciones que establecen las Normas ASTM-B3.

En casos inevitables se permiten soldaduras a tope en los alambres, pero que sean eléctricas o con soldadura de plata, y su carga de ruptura será por lo menos 85 % de la del alambre.

#### 3. Aislamiento de conductores

3.1 El aislamiento de los alambres será de polietileno normal, coloreado de acuerdo con la clave de colores, Tabla 1 de estas normas y, cada color sujeto a la tonalidad que le corresponda de acuerdo con "Munsell Color Standards".

3.2 El aislamiento cumplirá con los requisitos de la especificación ASTM D,1248 última edición para polietileno tipo I, grado 4, clase "B". Sus características mecánicas serán las siguientes:

Carga de ruptura, mínima: 1 kg/mm<sup>2</sup>  
Elongación en la ruptura, mínima: 350 %

3.3 El aislamiento de los alambres sometido durante cinco horas a una temperatura de 0°C, no debe agrietarse al enrollarlo sobre un mandril cilíndrico con un diámetro tres veces del diámetro del alambre aislado. Dicho mandril también se tomará a 0°C.

3.4 El espesor del aislamiento de conductores será tal, que se satisfagan los requisitos de capacidad mutua especificada en esta norma y, presentarán un diámetro uniforme. Su superficie será tersa y libre de defectos como abultamientos o chupadas y, ésto en toda la longitud de cada uno de los conductores del cable.

#### 4. Formación del cable

4.1 Los conductores aislados serán torcidos para formar pares. El paso de torcido no será mayor de 150 mm y, todos los pares de un sector de diez tendrán pasos de torcido diferentes, o en casos de pasos similares su colocación en el grupo será diametralmente opuesta para evitar defectos de diafonía.

4.2 Los pares se cablearán en sectores de diez, lo cual se hará en forma de reunión simultánea, o en forma concéntrica con dos pares al centro y ocho alrededor. Con los sectores se formarán los cables de 10, 20, 30, 50, 70 y 100 pares. Cada sector del cable estará identificado por una cinta de distinto color, según Tabla 2 de estas normas.

4.3 Los sectores llevarán un hilo reunidor sujeto a la clave de colores de esta norma, y tendrán un paso no mayor de 80 mm.

4.4 Los sectores o torones de 10 pares se cablearán en forma concéntrica, para formar los cables de 20, 30, 50, 70, y 100 pares. El paso de torcido de los sectores no será mayor de 500 mm.

4.5 Sobre el cableado de todos los pares se aplicará una cinta de maylar u otro material no higroscópico. La cinta se aplicará con traslape mínimo de 15 %.

#### 4.6 Tabla No. 1

| Calibre         | Ancho del Maylar |       |       | Espesor Maylar Mín. |
|-----------------|------------------|-------|-------|---------------------|
|                 | 0.5              | 0.6   | 0.9   |                     |
| No. de pares 10 | 20 mm            | 25 mm | 25 mm | 0.025 mm            |
| 20              | 25 mm            | 25 mm | 30 mm | 0.025 mm            |
| 30              | 25 mm            | 30 mm | 30 mm | 0.025 mm            |
| 50              | 30 mm            | 30 mm | 30 mm | 0.025 mm            |
| 70              | 30 mm            |       |       | 0.025 mm            |
| 100             | 30 mm            |       |       | 0.025 mm            |

#### 5. Clave de colores

5.1 Tabla No. 2

Colores del aislamiento de polietileno de los diez pares que forman cada sector y su notación Munsell

|          |            |          |        |        |
|----------|------------|----------|--------|--------|
| 1 blanco | - azul     | azul     | 2.5 PB | 4/10   |
| 2 blanco | - amarillo | amarillo | 5 Y    | 8.5/12 |
| 3 blanco | - rojo     | rojo     | 2.5 R  | 4/12   |
| 4 blanco | - verde    | verde    | 2.5 G  | 5/12   |
| 5 blanco | - naranja  | naranja  | 2.5 YR | 6/14   |
| 6 negro  | - azul     | blanco   | N 9/   |        |
| 7 negro  | - amarillo | negro    | N 2/   |        |
| 8 negro  | - rojo     |          |        |        |
| 9 negro  | - verde    |          |        |        |
| 10 negro | - naranja  |          |        |        |

#### 5.2 Tabla No. 3

Colores de las cintas de material no higroscópico en espiral, que identifican los sectores. Colores según su notación Munsell

|            |           |            |
|------------|-----------|------------|
| 1 azul     | 6 blanco  | - azul     |
| 2 amarillo | 7 blanco  | - amarillo |
| 3 rojo     | 8 blanco  | - rojo     |
| 4 verde    | 9 blanco  | - verde    |
| 5 naranja  | 10 blanco | - naranja  |

#### 6. Cubierta Exterior

6.1 Será de polietileno negro de alto peso molecular, resistente a la luz solar y a la intemperie.

6.2 La cubierta del cable se marcará en secuencia desde la punta interior y en toda la longitud del cable por metros principiando en: 0, 1, 2, 3, 4, 5, etc. Esta marca puede hacerse con pintura blanca indeleble o con caracteres prensados en el polietileno. La numeración partirá desde "0" hasta "1000", o fracciones intermedias, cuando por daños se parte el cable en dos o más tramos.

El polietileno llevará incorporados negro de humo y antioxidantes, en las cantidades necesarias para garantizar buenas características que tiendan a evitar el envejecimiento. Cumplirá con los requisitos de ASTM D. 1248 para material dieléctrico tipo I, clase C, grado 4, excepto que su índice de escurrimiento estará comprendido entre 0.2 y 0.4.

Muestras de la cubierta, quitadas del cable, deberán satisfacer las siguientes pruebas mecánicas:

Carga de ruptura, mínima: 1 kg/mm<sup>2</sup>  
Elongación mínima en la ruptura 350 %

La cubierta no mostrará ningún agrietamiento al doblarse 180° alrededor de un mandril con diámetro igual a 10 veces el diámetro del cable, después de haberse sometido a una temperatura inferior a 0°C durante 5 horas.

6.3 La cubierta tendrá un espesor de 1.5 mm. El espesor mínimo en cualquier sección transversal no será inferior al 90% del espesor nominal.

### 7. Cable mensajero

7.1 El cable mensajero será del tipo inerte, en el que los alambres componentes del mismo estarán preformados para que no se destuerzan al cortar el cable, y además el cable estará postformado para quitarle cualquier brío que pudiera resultar durante su manufactura.

### 8. Cubierta del mensajero

8.1 Los cables de tipo ASP tendrán una cubierta con la sección en forma de 8. El mensajero ocupará el círculo menor.

8.2 El espesor de la cubierta del mensajero y la calidad de ésta, será igual que para la cubierta del cable según punto 6.

8.3 La separación entre las dos cubiertas será cuando menos 1.5 mm. a todo lo largo del filete de separación.

### Cable Tipo EKC para Centrales

#### 1. Material

1.1. Cable telefónico para uso interior, con cubierta de plástico de PVC normal, de color gris (colores NEMA standard S-590) según muestra y, conductores forrados con PVC semirígido.

1.2 El plástico de la cubierta del cable y del forro de los conductores estará sujeto a pruebas de comprobación de calidad, según lo que establecen las presentes especificaciones.

1.3 Conductores. Serán de alambre de cobre macizo "suave" y estañado, el cual debe cumplir con los requisitos que establecen las especificaciones ASTM-B33 y DGN-J2, últimas ediciones, excepto que no se admitirán uniones de ninguna clase.

#### 2. Formación del cable

2.1 Conductores - Su aislamiento estará de acuerdo con el código de colores indicado en el Anexo 1 de estas normas y, estarán torcidos en pares, ternas, cuadretes o combinaciones conforme a la siguiente tabla.

| Denominación del cable | No. de conductores | No. Catálogo |
|------------------------|--------------------|--------------|
| 1 x 2 x 0.5            | 2                  | 24 401       |
| 3 x 2 x 0.5            | 6                  | 24 403       |
| 6 x 2 x 0.5            | 12                 | 24 406       |
| 7 x 2 x 0.5            | 14                 | 24 407       |
| 12 x 2 x 0.5           | 24                 | 24 412       |
| 16 x 2 x 0.5           | 32                 | 24 416       |
| 22 x 2 x 0.5           | 44                 | 24 422       |
| 32 x 2 x 0.5           | 64                 | 24 432       |
| 42 x 2 x 0.5           | 84                 | 24 442       |
| 53 x 2 x 0.5           | 106                | 24 453       |
| 5 x 3 x 0.5            | 15                 | 24 465       |
| 11 x 3 x 0.5           | 33                 | 24 471       |
| 16 x 3 x 0.5           | 48                 | 24 476       |
| 21 x 3 x 0.5           | 63                 | 24 481       |
| 31 x 3 x 0.5           | 93                 | 24 491       |
| 21 x 2 + 21 x 3 x 0.5  | 105                | 24 505       |

### 3. Aislamiento de conductores

3.1 Cada conductor estará aislado con PVC semirígido, de color y calidad tal que cumpla con los requisitos de estas normas y, no se permitirá ninguna reparación sobre el PVC, el cual presentará un diámetro uniforme y una superficie tersa libre de defectos, tales como abultamientos o chupadas, en toda la longitud de cada conductor.

3.2 El aislamiento tendrá el espesor adecuado para que satisfagan los requisitos de capacidad mutua que prescribe esta norma (aprox. 0.21 mm) y, también deberá cumplir con las especificaciones de pruebas físicas prescritas en estas normas.

### 4. Cableado de conductores

4.1 En la formación de los grupos que integran el cable, es decir, pares, ternas, etc., así como en la reunión de dichos grupos, se escogerán las longitudes de espira no mayores de aproximadamente 75 mm (13 v/m) efectivas en las manijas pareadoras y, los sentidos de torcido en forma conveniente y la más adecuada, para que el cable cumpla con los requisitos físicos y eléctricos de estas normas. Ningún grupo adyacente deberá tener la misma longitud de espira.

4.2 Los diferentes grupos del cableado se identificarán por el código de colores, en rotación como lo indica el Anexo 1, pero como dicho código cubre únicamente 30 combinaciones, cuando el número de grupos exceda dicha cantidad, después de 25 colores se iniciará nuevamente la rotación.

Subdividiendo el cable en sectores según Anexo 2, identificando cada sector con una cinta de material no higroscópico de color aplicado en envolvente. Los colores de estas cintas serán como se indica en la tabla correspondiente.

4.3 Para lograr la mejor conformación de los grupos, al cablear los sectores hasta 25 grupos o fracción, podrá hacerse una subdivisión en sectores más pequeños, siempre que cada uno de estos vaya envuelto con la misma cinta de color que corresponda al sector.

4.4 La formación del cable queda demostrada en el Anexo 2.

4.5 La fábrica garantizará la totalidad de los hilos que formen el cable.

### 5. Envoltura

5.1 Sobre los conductores cableados se aplicará una cinta traslapada de material no higroscópico (maylar o similar).

### 6. Cubierta del Cable

6.1 Deberá ser de PVC normal de color gris, tersa, cilíndrica y sin defectos de fabricación.

6.2 La cubierta deberá estar ajustada al cable y centrada. Tendrá un espesor mínimo de 1.0 mm en cualquier punto que se le mida.

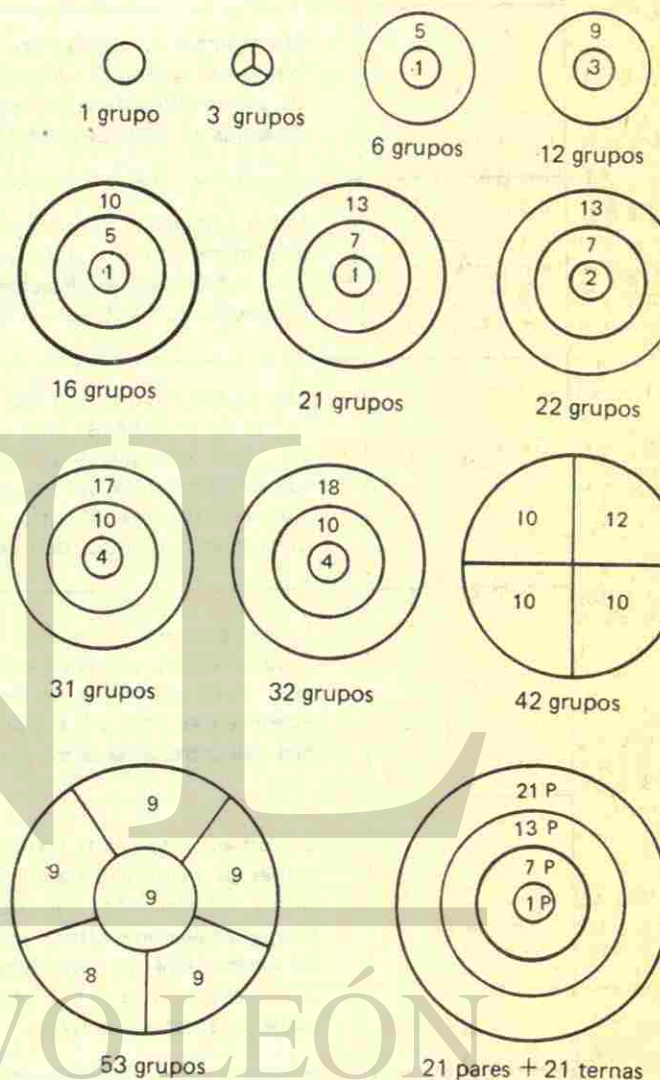
### Código de Colores del Cable EKC

| No. de Grupo | Hilo "a"    | Hilo "b" | Hilo "c"   |
|--------------|-------------|----------|------------|
| 1 (26) (51)  | Azul (obs)  |          |            |
| 2 (27) (52)  | Naranja     | Blanco   |            |
| 3 (28) (53)  | Verde (obs) |          |            |
| 4 (29)       | Café        |          |            |
| 5 (30)       | Gris        |          |            |
| 6 (31)       | Azul (obs)  |          |            |
| 7 (32)       | Naranja     | Rojo     |            |
| 8 (33)       | Verde (obs) |          |            |
| 9 (34)       | Café        |          |            |
| 10 (35)      | Gris        |          |            |
| 11 (36)      | Azul (obs)  |          |            |
| 12 (37)      | Naranja     | Negro    | Azul Claro |
| 13 (38)      | Verde (obs) |          |            |
| 14 (39)      | Café        |          |            |
| 15 (40)      | Gris        |          |            |
| 16 (41)      | Azul (obs)  |          |            |
| 17 (42)      | Naranja     | Amarillo |            |
| 18 (43)      | Verde (obs) |          |            |
| 19 (44)      | Café        |          |            |
| 20 (45)      | Gris        |          |            |
| 21 (46)      | Azul (obs)  |          |            |
| 22 (47)      | Naranja     | Lila     |            |
| 23 (48)      | Verde (obs) |          |            |
| 24 (49)      | Café        |          |            |
| 25 (50)      | Gris        |          |            |

Nota:

Este Código de Colores cubre sólo 25 grupos. Cuando los cables sean de mayor capacidad se repetirá este Código por cada 25 grupos o fracción, adicionales.

### Formación Cables EKC



| No. de Grupos                   | Formación   |
|---------------------------------|---|
| hasta 30                        | Capas concéntricas. Todos con combinaciones de colores diferentes.  |
| 53                              | Dos columnas de 25 pares subdivididas en sectores, conteniendo además los pares (51) (52) y (53) para formar un ensamble de seis sectores. Código de colores repetido 2 veces |
| Combinaciones de pares y ternas | 1er. grupo envuelto en hilos azules<br>2o. grupo envuelto en hilos naranjas<br>Capas concéntricas.  |

Clasificación Térmica de los Aislamientos

| Clase | Descripción de Materiales según el AIEE   | Temperatura °C |
|-------|---|----------------|
| O     | Los aislamientos de la clase O consisten de algodón, seda, papel y materiales orgánicos similares que pueden trabajar a 90°C. Todos los aislamientos de esta clase no deben estar impregnados* o sumergidos en líquidos dieléctricos.   | 90             |
| A     | Los aislamientos de la clase A consiste en algodón, seda, papel, con impregnación o sumergidos en un líquido dieléctrico pueden incluirse en esta clasificación o sus combinaciones que sean aptos para operarse a 105°C.   | 105            |
| B     | Los aislamientos de la clase B consisten de materiales o combinaciones de materiales, tales como mica, fibra de vidrio, asbesto, etc., con sustancias adherentes adecuadas. Otros materiales o sus combinaciones, no necesariamente inorgánicos, se pueden incluir en esta clase B si por experiencia o pruebas aceptadas han demostrado ser aptos de operar a 130°C.   | 130            |
| F     | Los aislamientos de la clase F consisten de materiales como mica, fibra de vidrio, asbestos, etc., con sustancias adherentes adecuadas. Otros materiales no necesariamente inorgánicos se pueden incluir en esta clase F si por experiencia o por pruebas aceptadas han demostrado ser aptos para trabajar a 155°C.   | 155            |
| H     | Los aislamientos de la clase H consisten de materiales o combinaciones de materiales como mica, silicone, elastómeros, fibra de vidrio, asbestos, etc., con sustancias adherentes adecuadas como resinas de silicone. Otros materiales o combinación de materiales no necesariamente inorgánicos, se pueden incluir en la clase H, si por experiencia o por pruebas aceptadas han demostrado ser aptos para trabajar a 180°C. | 180            |
| C     | Los aislamientos de la clase C consisten íntegramente de mica, porcelana, vidrio, cuarzo y materiales inorgánicos similares.  | 220 o más      |

\* Un aislamiento se considera que está "impregnado" cuando una sustancia adecuada substituye el aire entre sus fibras, aún cuando no llene completamente los espacios entre conductores aislados. Para poder considerar satisfactoriamente debe tener buenas propiedades aislantes, cubrir enteramente las fibras adherirlas entre sí y al conductor, sin producir intersticios dentro de ella misma como consecuencia de la evaporación del solvente o por cualquier otra causa; no debe fluir cuando la máquina opere a plena carga, ni a la temperatura límite especificada y no debe deteriorarse bajo la acción prolongada del calor.

| Calibre<br>Awg | Diámetro |         |          |        | Área<br>Nominal<br>mm. <sup>2</sup> | peso<br>Kg./km. | longitud<br>M./Kg. | Resistencia a 20°C. |          |
|----------------|----------|---------|----------|--------|-------------------------------------|-----------------|--------------------|---------------------|----------|
|                | En mm.   |         | En pulg. |        |                                     |                 |                    | Ohms/km             | Ohms/kg. |
|                | Mínimo   | Nominal | Mínimo   | Máximo |                                     |                 |                    |                     |          |
| 0000           | 11.56    | 11.68   | 11.80    | 0.4646 | 107.22                              | 953.06          | 1.0                | 0.1608              | 0.00016  |
| 000            | 10.29    | 10.40   | 10.50    | 0.4055 | 85.03                               | 765.61          | 1.3                | 0.2028              | 0.00026  |
| 00             | 9.175    | 9.26    | 9.3612   | 0.3684 | 67.44                               | 599.37          | 1.6                | 0.2556              | 0.00042  |
| 0              | 8.171    | 8.26    | 8.333    | 0.3281 | 53.51                               | 475.42          | 2.1                | 0.3225              | 0.00067  |
| 1              | 7.274    | 7.348   | 7.422    | 0.2893 | 42.41                               | 376.91          | 2.6                | 0.4065              | 0.00107  |
| 2              | 6.477    | 6.543   | 6.609    | 0.2602 | 33.63                               | 298.94          | 3.3                | 0.5128              | 0.00171  |
| 3              | 5.769    | 5.827   | 5.885    | 0.2317 | 26.66                               | 237.04          | 4.2                | 0.6466              | 0.00272  |
| 4              | 5.138    | 5.189   | 5.240    | 0.2043 | 21.15                               | 187.93          | 5.3                | 0.8153              | 0.00433  |
| 5              | 4.574    | 4.620   | 4.666    | 0.1819 | 16.77                               | 149.10          | 6.7                | 1.0285              | 0.00690  |
| 6              | 4.074    | 4.115   | 4.156    | 0.1636 | 13.30                               | 118.21          | 8.4                | 1.2965              | 0.0109   |
| 7              | 3.629    | 3.665   | 3.701    | 0.1457 | 10.55                               | 93.79           | 10.6               | 1.6342              | 0.0174   |
| 8              | 3.231    | 3.264   | 3.297    | 0.1298 | 8.37                                | 74.36           | 13.4               | 2.0606              | 0.0277   |
| 9              | 2.878    | 2.906   | 2.934    | 0.1155 | 6.63                                | 58.94           | 16.9               | 2.6000              | 0.044    |
| 10             | 2.563    | 2.588   | 2.613    | 0.1029 | 5.26                                | 46.77           | 21.3               | 3.2769              | 0.07     |
| 11             | 2.282    | 2.305   | 2.328    | 0.0916 | 4.170                               | 37.08           | 26.9               | 4.1371              | 0.11     |
| 12             | 2.033    | 2.053   | 2.073    | 0.0808 | 3.309                               | 29.42           | 33.9               | 5.2132              | 0.17     |
| 13             | 1.810    | 1.828   | 1.846    | 0.0720 | 2.625                               | 23.33           | 42.8               | 6.5648              | 0.27     |
| 14             | 1.613    | 1.628   | 1.643    | 0.0647 | 2.082                               | 18.50           | 54.1               | 8.280               | 0.44     |
| 15             | 1.435    | 1.450   | 1.465    | 0.0571 | 1.652                               | 14.67           | 68.0               | 10.436              | 0.70     |
| 16             | 1.278    | 1.291   | 1.304    | 0.0508 | 1.307                               | 11.62           | 86.0               | 13.185              | 1.1      |
| 17             | 1.137    | 1.150   | 1.163    | 0.0453 | 1.039                               | 9.240           | 108.0              | 16.552              | 1.7      |
| 18             | 1.014    | 1.024   | 1.034    | 0.0403 | 0.821                               | 7.321           | 136.0              | 20.951              | 2.8      |
| 19             | 0.902    | 0.912   | 0.922    | 0.0359 | 0.654                               | 5.803           | 172.0              | 26.401              | 4.5      |
| 20             | 0.804    | 0.812   | 0.820    | 0.0320 | 0.517                               | 4.598           | 216.0              | 33.136              | 7.2      |
| 21             | 0.715    | 0.723   | 0.731    | 0.0285 | 0.411                               | 3.660           | 273.0              | 41.99               | 11.4     |
| 22             | 0.636    | 0.644   | 0.652    | 0.0253 | 0.324                               | 2.887           | 346.0              | 53.15               | 18.4     |
| 23             | 0.568    | 0.573   | 0.578    | 0.0226 | 0.259                               | 2.292           | 433.0              | 66.60               | 28.8     |
| 24             | 0.506    | 0.511   | 0.516    | 0.0201 | 0.205                               | 1.815           | 550.0              | 84.32               | 46.2     |
| 25             | 0.450    | 0.455   | 0.460    | 0.0179 | 0.162                               | 1.413           | 692.0              | 106.30              | 73.6     |
| 26             | 0.400    | 0.406   | 0.410    | 0.0159 | 0.128                               | 1.144           | 878.0              | 134.51              | 118.0    |
| 27             | 0.356    | 0.361   | 0.366    | 0.0142 | 0.102                               | 0.908           | 1101.0             | 168.63              | 185.0    |
| 28             | 0.318    | 0.321   | 0.324    | 0.0126 | 0.081                               | 0.717           | 1397.0             | 214.24              | 299.0    |
| 29             | 0.283    | 0.286   | 0.289    | 0.0113 | 0.065                               | 0.576           | 1736.0             | 266.40              | 462.0    |
| 30             | 0.252    | 0.255   | 0.258    | 0.0100 | 0.051                               | 0.452           | 2217.0             | 341.20              | 756.0    |
| 31             | 0.224    | 0.227   | 0.230    | 0.0089 | 0.040                               | 0.3571          | 2800.0             | 429.78              | 1203.0   |
| 32             | 0.199    | 0.202   | 0.205    | 0.0080 | 0.032                               | 0.2886          | 3463.0             | 531.49              | 1843.0   |
| 33             | 0.177    | 0.180   | 0.183    | 0.0071 | 0.025                               | 0.2277          | 4393.0             | 675.84              | 2976.0   |
| 34             | 0.157    | 0.160   | 0.163    | 0.0063 | 0.020                               | 0.1786          | 5602.0             | 856.29              | 4806.0   |
| 35             | 0.140    | 0.143   | 0.146    | 0.0055 | 0.016                               | 0.1414          | 7082.0             | 1085.94             | 7672.0   |
| 36             | 0.124    | 0.127   | 0.130    | 0.0049 | 0.013                               | 0.1126          | 8880.0             | 1361.50             | 12081.0  |
| 37             | 0.110    | 0.113   | 0.116    | 0.0044 | 0.010                               | 0.0912          | 10964.0            | 1679.80             | 18430.0  |
| 38             | 0.098    | 0.101   | 0.104    | 0.0039 | 0.008                               | 0.0720          | 13888.0            | 2126.00             | 29541.0  |
| 39             | 0.087    | 0.090   | 0.093    | 0.0034 | 0.006                               | 0.0552          | 18115.0            | 2778.80             | 50265.0  |
| 40             | 0.077    | 0.080   | 0.083    | 0.0030 | 0.005                               | 0.0433          | 23094.0            | 3543.30             | 81791.0  |
| 41             | 0.068    | 0.071   | 0.073    | 0.0027 | 0.004                               | 0.0353          | 28306.0            | 4342.00             | 122904.0 |
| 42             | 0.0609   | 0.0635  | 0.0660   | 0.0024 | 0.003                               | 0.0281          | 35170.0            | 5444.00             | 193380.0 |
| 43             | 0.0533   | 0.0558  | 0.0584   | 0.0021 | 0.0025                              | 0.0218          | 45870.0            | 7033.00             | 322805.0 |
| 44             | 0.0482   | 0.0508  | 0.0533   | 0.0019 | 0.0020                              | 0.0180          | 55637.0            | 8510.00             | 472612.0 |







Alambre Magneto

Doble Capa de Algodón

| Calibre<br>AWG | Diámetro |          |        |          |          |         | Peso<br>Kg./Km. |
|----------------|----------|----------|--------|----------|----------|---------|-----------------|
|                | En mm.   |          |        | En pulg. |          |         |                 |
|                | Desnudo  | Cubierto |        | Desnudo  | Cubierto |         |                 |
|                |          | Nominal  | Mínimo |          | Máximo   | Nominal |                 |
| 00             | 9.26     | 9.520    | 9.764  | 0.3648   | 0.3748   | 0.3844  | 604.9           |
| 0              | 8.25     | 8.516    | 8.740  | 0.3249   | 0.3353   | 0.3441  | 480.3           |
| 1              | 7.348    | 7.620    | 7.828  | 0.2893   | 0.3000   | 0.3082  | 381.2           |
| 2              | 6.543    | 6.822    | 7.015  | 0.2576   | 0.2686   | 0.2762  | 302.7           |
| 3              | 5.827    | 6.114    | 6.292  | 0.2294   | 0.2407   | 0.2477  | 240.3           |
| 4              | 5.189    | 5.484    | 5.646  | 0.2043   | 0.2159   | 0.2223  | 190.8           |
| 5              | 4.620    | 4.920    | 5.072  | 0.1819   | 0.1937   | 0.1997  | 151.5           |
| 6              | 4.115    | 4.376    | 4.511  | 0.1620   | 0.1723   | 0.1776  | 120.2           |
| 7              | 3.665    | 3.932    | 4.056  | 0.1443   | 0.1548   | 0.1597  | 95.6            |
| 8              | 3.264    | 3.533    | 3.653  | 0.1285   | 0.1391   | 0.1438  | 76.0            |
| 9              | 2.906    | 3.137    | 3.239  | 0.1144   | 0.1235   | 0.1275  | 60.3            |
| 10             | 2.588    | 2.802    | 2.893  | 0.1019   | 0.1103   | 0.1139  | 47.8            |
| 11             | 2.305    | 2.478    | 2.568  | 0.0907   | 0.0979   | 0.1011  | 37.94           |
| 12             | 2.053    | 2.238    | 2.314  | 0.0808   | 0.0881   | 0.0911  | 30.21           |
| 13             | 1.828    | 2.017    | 2.088  | 0.0720   | 0.0794   | 0.0822  | 24.11           |
| 14             | 1.628    | 1.819    | 1.885  | 0.0641   | 0.0716   | 0.0742  | 19.06           |
| 15             | 1.450    | 1.641    | 1.707  | 0.0571   | 0.0646   | 0.0672  | 15.18           |
| 16             | 1.291    | 1.483    | 1.544  | 0.0508   | 0.0584   | 0.0608  | 12.10           |
| 17             | 1.150    | 1.344    | 1.405  | 0.0453   | 0.0529   | 0.0553  | 9.67            |
| 18             | 1.024    | 1.219    | 1.275  | 0.0403   | 0.0480   | 0.0502  | 7.72            |
| 19             | 0.912    | 1.107    | 1.163  | 0.0359   | 0.0436   | 0.0458  | 6.16            |
| 20             | 0.812    | 1.011    | 1.062  | 0.0320   | 0.0398   | 0.0418  | 4.97            |
| 21             | 0.723    | 0.922    | 0.973  | 0.0285   | 0.0363   | 0.0383  | 3.97            |
| 22             | 0.644    | 0.831    | 0.879  | 0.0253   | 0.0327   | 0.0346  | 3.15            |
| 23             | 0.573    | 0.764    | 0.808  | 0.0226   | 0.0301   | 0.0318  | 2.53            |
| 24             | 0.511    | 0.701    | 0.744  | 0.0201   | 0.0276   | 0.0293  | 2.38            |
| 25             | 0.455    | 0.632    | 0.676  | 0.0179   | 0.0249   | 0.0266  | 1.65            |
| 26             | 0.405    | 0.582    | 0.625  | 0.0159   | 0.0229   | 0.0246  | 1.328           |
| 27             | 0.361    | 0.541    | 0.579  | 0.0142   | 0.0213   | 0.0228  | 1.078           |
| 28             | 0.321    | 0.500    | 0.538  | 0.0126   | 0.0197   | 0.0212  | 0.876           |
| 29             | 0.286    | 0.467    | 0.505  | 0.0113   | 0.0184   | 0.0199  | 0.715           |
| 30             | 0.255    | 0.434    | 0.472  | 0.0100   | 0.0171   | 0.0186  | 0.580           |

Solera cuadrada rectangular

| Radio de las Esquinas |               |  |       |   |       |
|-----------------------|---------------|--|-------|---|-------|
| Espesor               |               | Ancho<br>1.29 a 4.78 mm<br>0.050 a 0.188 pulg. |       | Ancho<br>4.790 a 17.2 mm<br>0.189 a 0.688 pulg. |       |
|                       |               | mm.  | pulg. | mm.   | pulg. |
| hasta 1.3             | hasta 0.051   | cantos redondos                                |       | cantos redondos                                 |       |
| 1.3 a 1.81            | 0.051 a 0.072 | 40   | 1.64  | cantos redondos                                 |       |
| 1.82 a 3.19           | 0.073 a 0.125 | 40   | 1.64  | 79  | 1.32  |
| 3.20 a 4.21           | 0.126 a 0.165 | 79   | 1.32  | 79  | 1.32  |
| 4.22 a 5.73           | 0.166 a 0.225 | 119  | 3.64  | 1.19  | 3.64  |
| 5.74 a 8.26           | 0.226 a 0.325 |  |       | 1.59  | 4.16  |

Cálculo de Areas

El área de la sección transversal de una solera desnuda, rectangular o cuadrada se calcula con la siguiente fórmula para el caso de esquinas redondas.

$$A = a \times b - Ab$$

A = área buscada

a = ancho de la solera

b = espesor de la solera

Ab = área perdida en las esquinas

El área perdida en las esquinas = Ab puede obtenerse de la siguiente tabla

| Radio Esquinas |      |       | Área Perdida de las Cuatro Esquinas |                    |
|----------------|------|-------|-------------------------------------|--------------------|
| pulg.          | mm.  | mils. | mm <sup>2</sup>                     | mils. <sup>2</sup> |
| 1/16           | 1.69 | 62.5  | 0.0216                              | 3353               |
| 3/64           | 1.19 | 46.8  | 0.0122                              | 1886               |
| 1/32           | 0.79 | 31.2  | 0.0054                              | 838                |
| 1/64           | 0.10 | 15.6  | 0.0022                              | 210                |

El área perdida por extremos redondos = Ar puede obtenerse por la siguiente fórmula

$$Ar = 0.2146 b^2$$

Ar = área perdida por extremos redondos

b = espesor de la solera

Solera Rectangular con Doble Capa de Algodón

Ancho del Alambre Desnudo en mm.

| Espesor en mm. | 2.032  | 2.286  | 2.540  | 2.844  | 3.175  | 3.556  | 4.064  | 4.572  | 5.080  | 5.715  | 6.350  | 7.112  | 8.001  | 9.017  | 10.16  | 11.43  | 12.70  |
|----------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                | Incremento Máximo en el Espesor de la Solera Debido a la Adición de Dos Capas de Algodón |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| 0.6350         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 0.7820         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 0.8990         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.0150         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.1430         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.2700         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.3970         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.5240         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.6510         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.7780         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 1.9050         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 2.0320         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 2.2860         | 0.3302   | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 2.5400         | -  | 0.3302 | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4572 |
| 2.8440         | -  | -      | 0.3302 | 0.3302 | 0.3556 | 0.3556 | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4318 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4826 | 0.4826 |
| 3.1750         | -  | -      | -      | -      | 0.3810 | 0.3810 | 0.4064 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4826 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5080 |
| 3.5560         | -  | -      | -      | -      | -      | 0.3810 | 0.4064 | 0.4318 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4826 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5080 |
| 4.0640         | -  | -      | -      | -      | -      | -      | 0.4318 | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4826 | 0.4826 | 0.5080 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5588 |
| 4.5720         | -  | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.4318 | 0.4572 | 0.4572 | 0.4826 | 0.4826 | 0.5080 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5588 | 0.5588 |
| 5.0800         | -  | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.4826 | 0.4826 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5588 | 0.5588 | 0.5588 |
| 5.7150         | -  | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.4826 | 0.5080 | 0.5080 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5588 | 0.5588 | 0.5842 |
| 6.3500         | -  | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | -      | 0.5080 | 0.5334 | 0.5334 | 0.5588 | 0.5588 | 0.5842 | 0.5842 |

☉ Solera Cuadrada con Doble Forro de Algodón

| Calibre<br>AWG | Diámetro |         |        |          |         |        | Dimensiones del alambre con<br>doble capa de algodón |                 |                      |                 |
|----------------|----------|---------|--------|----------|---------|--------|--|-----------------|----------------------|-----------------|
|                | En mm.   |         |        | En pulg. |         |        | En mm.   |                 | En Pulg.             |                 |
|                | Mínimo   | Nominal | Máximo | Mínimo   | Nominal | Máximo | Incremento<br>Mínimo                                 | Total<br>Máximo | Incremento<br>Mínimo | Total<br>Máximo |
| 0              | 8.1762   | 8.2524  | 8.3286 | 0.3219   | 0.3249  | 0.3279 | 0.4064   | 8.9128          | 0.016                | 0.3509          |
| 1              | 7.2745   | 7.3482  | 7.4218 | 0.2864   | 0.2893  | 0.2922 | 0.3810   | 7.9806          | 0.015                | 0.3142          |
| 2              | 6.4770   | 6.5430  | 6.6090 | 0.2550   | 0.2576  | 0.2602 | 0.3810   | 7.1678          | 0.015                | 0.2822          |
| 3              | 5.7683   | 5.8267  | 5.8851 | 0.2271   | 0.2294  | 0.2317 | 0.3556   | 6.3931          | 0.014                | 0.2517          |
| 4              | 5.1384   | 5.1892  | 5.2400 | 0.2023   | 0.2043  | 0.2063 | 0.3302   | 5.7226          | 0.013                | 0.2253          |
| 5              | 4.5745   | 4.6202  | 4.6659 | 0.1801   | 0.1819  | 0.1837 | 0.3302   | 5.1485          | 0.013                | 0.2027          |
| 6              | 4.0741   | 4.1148  | 4.1554 | 0.1604   | 0.1620  | 0.1636 | 0.3048   | 4.5872          | 0.012                | 0.1806          |
| 7              | 3.6296   | 3.6652  | 3.7007 | 0.1429   | 0.1443  | 0.1437 | 0.3048   | 4.1325          | 0.012                | 0.1627          |
| 8              | 3.2308   | 3.2639  | 3.2969 | 0.1272   | 0.1285  | 0.1298 | 0.2794   | 3.3779          | 0.011                | 0.1448          |
| 9              | 2.8778   | 2.9057  | 2.9337 | 0.1133   | 0.1144  | 0.1155 | 0.2794   | 3.3147          | 0.011                | 0.1305          |
| 10             | 2.5628   | 2.5882  | 2.6136 | 0.1009   | 0.1019  | 0.1029 | 0.2286   | 2.9438          | 0.009                | 0.1159          |
| 11             | 2.2783   | 2.3037  | 2.3291 | 0.0897   | 0.0907  | 0.0917 | 0.2286   | 2.6593          | 0.009                | 0.1047          |
| 12             | 2.0269   | 2.0523  | 2.0777 | 0.0798   | 0.0808  | 0.0818 | 0.2286   | 2.4079          | 0.009                | 0.0948          |
| 13             | 1.8034   | 1.8288  | 1.8542 | 0.0710   | 0.0720  | 0.0730 | 0.2286   | 2.1844          | 0.009                | 0.0860          |
| 14             | 1.6027   | 1.6281  | 1.6535 | 0.0631   | 0.0641  | 0.0651 | 0.2286   | 1.9837          | 0.009                | 0.0781          |

Nota No. 1: El aumento en el ancho de el alambre desnudo o con película aislante, deberá ser menor o igual al aumento en el espesor.

Nota No. 3: El aumento mínimo en el espesor no deberá ser menor que el 70 % del aumento máximo dado en la tabla y redondeado a la siguiente 0.001 de pulgada.

Nota No. 2: El aumento debido a la cubierta de algodón, de alambres cuyas dimensiones no aparecen en la tabla, deberá ser el mismo que para aquellos alambres cuyas dimensiones son las inmediatas superiores, en ancho y en espesor.

Nota No. 4: El aumento máximo debido a la cubierta de algodón puede exceder el espesor total del alambre cubierto, pero no excederá de la suma del espesor máximo del alambre desnudo más el aumento máximo debido a la cubierta de algodón.

☉ Barnices Compatibles

El uso de barniz aislante es necesario para una protección adecuada de los varios componentes del equipo electrónico. Papel, tela y fibra de vidrio contribuyen con los barnices aislantes para ofrecer mayor resistencia eléctrica, dando al mismo tiempo, protección contra la humedad, grasa y demás materiales extraños.

Antes de seleccionar el tipo de barniz que se usará en una aplicación particular se deberá hacer un análisis de las necesidades. A continuación damos una lista que ayudará a seleccionar el barniz correcto para cada aplicación.

- 1.— El fin a que se destine la bobina (armadura, solenoide, transformador, etc.)
- 2.— Tipo de alambre (cubierto de algodón, esmaltado, etc.)
- 3.— El tamaño de la bobina que se va a aislar.
- 4.— Otros aislamientos usados (mica, papel, etc.)
- 5.— Temperatura ambiente.
- 6.— Protección especial requerida (contra vapores de ácidos, álcalis, humedad, etc.)
- 7.— Método de aplicación (brocha, pistola de aire o inmersión)
- 8.— Equipo de impregnación al vacío.
- 9.— Capacidad del tanque de inmersión
- 10.— Facilidad con que se cuenta para hornear

Los barnices aislantes se separan en dos grupos principales que son: (1) reactivos al calor y (2) no reactivos al calor. Cada uno de estos grupos puede ser subdividido en la siguiente manera: secado al aire claro y negro y secado al horno claro y negro. Los barnices de horneo son usados casi exclusivamente en la industria.

Las características físicas de los barnices negros difieren algo de los claros debido a su composición. Los barnices aislantes negros por lo regular tienen mayor resistencia dieléctrica, resisten mejor al endurecimiento por calor y tienen mayor resistencia a la humedad que los barnices claros. Sin embargo los barnices claros tienen mejores propiedades de cohesión, mayor resistencia al aceite y por lo regular se hornéan más rápidamente.

Tomando en consideración que en la industria se encuentra una gran variedad de condiciones de operación, es muy difícil hacer un solo barniz que satisfaga todas las necesidades. Algunas clases de equipo requieren una capa rígida y dura, mientras que otras requieren una suave de tipo más flexible para permitir expansión y contracción, por ejemplo, un barniz aislante que se va a usar en pequeñas armaduras de alta velocidad, tales como las que se usan en los generadores de los automóviles debe quedar dura en su totalidad, produciendo una armadura fuertemente unida cuyas bobinas no se sueltan bajo las altas velocidades a

que operan. Por el contrario un barniz que se va a usar en un transformador grande de aceite, debe ser muy flexible y tener una vida larga bajo esfuerzos y calor, y al mismo tiempo debe ser muy resistente al aceite. Es obvio que se tendrán que usar barnices diferentes para obtener resultados satisfactorios en cada caso.

☉ Aplicación

En el tratamiento de equipo eléctrico con barniz aislante, es necesario remover con anterioridad cualquier humedad que se pudiera haber acumulado dentro de la unidad. Esto puede hacerse por medio de precalentamiento.

Este tratamiento actúa también como un medio de eliminación de tensiones que se pudiera acumular en el barniz del alambre en el proceso de devanado o formado de las bobinas. Si se pasara por alto esto, se podrían ocasionar fallas prematuras en el equipo. Otra función del precalentamiento, es la de eliminar el aire ocluido en el interior de los embobinados, cosa que posteriormente podría ocasionar una succión adicional de barniz a la bobina cuando se sujete al proceso de inmersión, por lo tanto en esta forma se eliminan fallas.

Generalmente se emplean dos métodos para tratar equipo con barniz, que son:

- a.— Inmersión directa
- b.— Impregnación al vacío

En el primer método las unidades se sumergen en el barniz y se les deja permanecer en él hasta que cesa el burbujeo. Esta es una indicación de que todo el aire ha sido desalojado y reemplazado con el material aislante.

En el segundo método, las bobinas precalentadas, se colocan en un tanque de vacío y se aplica éste durante 30 minutos aproximadamente, tiempo durante el cual el aire es removido de las bobinas. Una válvula, generalmente situada entre la cámara de vacío y el tanque de almacenamiento de barniz, se abre y en esta forma se permite el paso de barniz lentamente hasta que las bobinas quedan cubiertas con él. La válvula se cierra entonces y las bobinas se dejan sumergidas por 15 minutos aproximadamente. Entonces se rompe el vacío y se sacan las bobinas, dejando que escurran hasta que el barniz deja de gotear. Después de lo anterior estas bobinas se introducen al horno de cocimiento y se dejan en él durante tiempo y temperatura previamente determinadas para que se lleve a cabo la conversión de la resina.

La temperatura de horneo debe de aumentarse gradualmente de manera que no ocurra el secamiento previo de la parte superficial, lo que ocasiona el atrapamiento de solventes en las bobinas. Los solventes que quedan atrapados y que no pueden evaporarse, frecuentemente manifiestan su presencia por medio de la corrosión de los alambres y salen hacia el exterior cuando existe un rompimiento eléctrico o se trabaja a altas velocidades.

Se debe tener cuidado de proporcionar ventilación adecuada de manera de que se puedan remover los solventes en evaporación. Si estos vapores de solventes no se eliminan del horno, pueden retardar el secamiento al seguir actuando sobre las unidades tratadas. Además su presencia en el horno constituye un serio peligro de incendio.

El tiempo de horneado no debe prolongarse innecesariamente ya que en algunos casos tiende a producir fragilidad en los acabados. Sin embargo esto no se aplica a algunos de los barnices termofijos, los cuales dependen del calentamiento para convertirse en películas duras y tenaces. Cuando se usan barnices de secamiento al aire, el procedimiento es esencialmente el mismo pero en lugar de hornear el proceso de secamiento se efectúa al aire.

Cuando una sola capa de barniz no es suficiente, se aplican dos o tres capas. Generalmente la dirección de la inmersión se invierte para obtener un espesor uniforme de barniz. Es decir, una capa se aplica sumergiendo el objeto en un sentido y la siguiente invirtiendo el objeto. Cuando se usan varias capas, la primera puede aplicarse a viscosidad más reducida y también puede hornearse en ciclos más cortos.

En cualquier operación en que se usen barnices aislantes, es indispensable asegurarse de que el adelgazador sea el correcto. Si no se usa el adelgazador recomendado, puede darse lugar a precipitación de los sólidos del barniz, a un flujo inadecuado, a un reblandecimiento de la capa aplicada en el alambre o a retardo en el secamiento que se llevará a cabo más lento de lo debido.

☉ Conservación de la Calidad del Barniz

Un barniz que ha estado en un tanque al vacío por algún tiempo, generalmente acumula algo de polvo, sedimento y partículas de cobre o algodón, etc., todo lo cual contribuye a dar un acabado de poca calidad. Por consiguiente recomendamos muy especialmente que se haga algún arreglo para filtrar periódicamente el barniz y limpiar el tanque de inmersión. La Experiencia ha probado que si se sigue este procedimiento, los defectos disminuyen considerablemente.

Cuando los barnices están al aire como es el caso de la operación de inmersión en tanques, los solventes en la mayoría de los barnices se evaporan. Dicha evaporación se acelera cuando las bobinas, etc., son precalentadas antes de la inmersión. El resultado es que el contenido de los sólidos es aumentado con un cambio subsecuente en densidad y viscosidad. Si el barniz es aplicado demasiado viscoso pueden ocurrir arrugamientos, fibrósidas y otras condiciones indeseables.

Entonces es necesario substituir el adelgazador perdido por evaporación para mantener una producción de alta calidad. La cantidad de adelgazador fresco que debe ser añadida puede determinarse fácilmente con un densímetro.

☉ Barnices Aislantes

**Barniz Aislante Isonel 31**

El Isonel SV-31 es un barniz poliéster modificado, claro y termofijo que sobrepasa los requisitos para operación a 155 grados centígrados (clase F) y 130 grados centígrados (clase B). Sus propiedades también hacen del Isonel 31 un medio de mejorar sistemas originalmente limitados a 105 grados centígrados (clase A). Es compatible con esmaltes para alambre hechos a base de poliéster, formvar, uretano, nylon, silicones, y con materiales empleados en sistemas de aislamiento como: papel, mica, hule-silicón, poliéster, fibra de vidrio, etc.

**SV-95 Barniz Aislante Negro Secado al Aire**

El SV-95 es un barniz aislante negro de secado al aire tipo asfáltico de secado rápido, de gran brillo y flexibilidad a prueba de humedad y altamente resistente al agua. Se recomienda para ser aplicado en bobinas y aparatos eléctricos donde se requiere protección contra humedad, ácidos y álcalis. Este barniz puede diluirse con gas nafta. Penetra rápida y completamente en cualquier tipo de bobinas eléctricas. La película que deja este barniz tiene excelentes características de resistencia dieléctricas y su adhesión es muy buena.

**SV-160 Barniz Aislante Claro Horneable.**

El SV-160 es un barniz sintético, reactivo que se cura completamente al aplicarle calor, está especialmente formulado para dar

una gran cohesión en motores que trabajan a gran velocidad. Tiene un curado rápido y se podrá usar siempre que el solvente no afecte al alambre por recubrir. Se recomienda para impregnación de armaduras y estatores donde se requiera máxima resistencia a la corrosión y muy buena cohesión, en transformadores para servicio rudo se tendrá una impregnación de primera clase.

**SV-300 Esmalte Aislante Rojo**

El SV-300 es un esmalte rojo aislante pigmentado que se da una película flexible, resistente y a prueba de aceite. La resina usada es de tipo sintético lo que evita que se vuelva quebradizo con el tiempo, no se carboniza bajo el arco. Se recomienda como acabado final de bobinas en motores, se aplica fácil y rápidamente y seca al aire dejando una película protectora a prueba de aceite, se aplica también en trabajos de reparación eléctrica en general.

**SV-652 Barniz Claro Aislante Secado al Aire**

El SV-652 está hecho a base de resinas sintéticas, seca en 4 horas aproximadamente, dejando una película dura y elástica a la vez, con características dieléctricas óptimas. Este barniz se puede aplicar con brocha, pistola o por inmersión sobre: bobinas de motores y transformadores, cables de generadores y en general para partes de equipo eléctrico.

☉ Cuadro de Propiedades de los Barnices Aislantes

|                               | SV-31          | SV-95          | SV-160         | SV-300         | SV-652         |
|-------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Densidad (a 25° C)            | 0.920<br>0.935 | 0.825<br>0.852 | 0.948<br>0.958 | 1.100<br>1.130 | 0.870<br>0.885 |
| Visc. Copa Ford # 4           | 150 a 200"     | 70-80"         | 35-45"         | 65-75"         | 80-110"        |
| Secamiento al aire            |                | 20'            | X              | 20'            | 3 Hrs.         |
| Secamiento a 105° C           | X              | X              | 30'            | X              | X              |
| Resist. dieléctrica (seco)    | 4100 vpm       | 2000 vpm       | 2000 vpm       | 1000 vpm       | 1800 vpm       |
| Resist. dieléctrica (húmedo)  | 3000 vpm       | 600 vpm        | 850 vpm        | 350 vpm        | 500 vpm        |
| Resistencia al calor a 105° C | más de 500     | Buena          | 400 Hs. Min.   | 400 Hs. Min.   | 100 Hs. Min.   |
| Resist. al aceite             | Excelente      | Buena          | Excelente      | Excelente      | Excelente      |
| Resist. a los ácidos          | Excelente      | Excelente      | Excelente      | Muy buena      | Excelente      |
| Resistencia a los álcalis     | Excelente      | Muy buena      | Excelente      | Muy buena      | Excelente      |
| Resist. Humedad               | Excelente      | Excelente      | Excelente      | Excelente      | Excelente      |
| Solvente                      | DMA-2          | DMA-1          | DMA-2          | DMA-2          | DMA-1          |
| No volátiles %                | 46-50          | 49-51          | 49-51          | 50-54          | 49-51          |

Clases reconocidas de Materiales Aislantes y la temperatura que se les ha asignado

| CLASE       | TEMPERATURA  |
|-------------|--------------|
| Y (antes O) | 90° C        |
| A           | 105° C       |
| E           | 120° C       |
| B           | 130° C       |
| F           | 155° C       |
| H           | 180° C       |
| C           | sobre 180° C |

Para motores que funcionarán con los límites de elevación de temperaturas normales a altitudes comprendidas entre 1 000 y 4 000 metros los límites de elevación de temperatura especificados en las presentes normas deberán reducirse a razón de 1% de los valores indicados para cada 100 metros de altitud en exceso de 1 000/.

En el caso de motores de ventilación forzada, la corrección anterior no se aplicará en motores con enfriamiento por aire o gas cuya presión absoluta de la actitud a la cual se encuentre instalado el motor, no vacía.

Se considera que la temperatura normada del aire o gas de enfriamiento no excederá de 40° C.

Los motores que operan en condiciones donde la temperatura máxima del aire o gas de enfriamiento excedan de 40° C quedarán sujetos a las condiciones que se enumeran posteriormente debiendo reducirse las temperaturas de la tabla como sigue:

**Incrementos de Temperatura Límite para Motores de uso General abierto a Prueba de Goteo ☉**

| Aislamiento de clase "A" | Aislamiento de clase "E" | Aislamiento de clase "B" | Aislamiento de clase "F" | Aislamiento de clase "H" |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   |
| 40° C 50° C              | 50° C 65° C              | 60° C 70° C              | 90° C 105° C             | 110° C 125° C            |

**Incrementos de Temperatura Límite para Motores totalmente cerrados enfriados por Ventilación Exterior.**

| Aislamiento de clase "A" | Aislamiento de clase "E" | Aislamiento de clase "B" | Aislamiento de clase "F" | Aislamiento de clase "H" |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   | termómetro resistencia   |
| 55° C 60° C              | 65° C 75° C              | 75° C 80° C              | 95° C 105° C             | 115° C 125° C            |

Método I.—Medición por termómetro o termopar.

Método II.—Medición por resistencia.

En 5° C si la temperatura del aire o gas de enfriamiento, excede 5° C. o menos de la temperatura normada de 40° C.

En 10° C, si la temperatura del aire o agua de enfriamiento, se excede más de 5° C pero menos de 10° C de la temperatura normada de 40° C.

Si la temperatura del aire o gas de enfriamiento se excede de 10° C sobre la temperatura normada de 40° C. deberá corregirse según convenio entre el cliente y el fabricante.

Los motores totalmente cerrados, podrán tener 15° C, más de incremento (lectura por termómetro) sobre las cantidades anteriormente especificadas, para motores de uso general, con tipo de aislamiento A, E, B.

Para aislamiento clase F y H el aumento adicional permitido será de 5° C.

Para motores de servicio intermitente los límites de la tabla pueden excederse de 10° C.

La tabla indica los límites permisibles para la elevación de temperatura del aire o gas de enfriamiento, que no exceda de 40° C. y aisladas con materiales A, E, B, F, y H.

En el caso de motores con intercambiadores por aire o gas, enfriados por agua, la elevación de temperatura debe tomarse sobre la temperatura del aire o gas de enfriamiento a su entrada al motor.

Estas recomendaciones no son aplicables a la elevación de temperatura de motores enfriados por circulación directa de agua a través del motor.

☉ Cable Polihel Primario – Distribución Subterránea (DS)  
5 Kv. Neutro a Tierra.



Descripción: Cable de dos conductores, compuesto de conductor de Cobre o Aluminio y pantalla conductora. Con 0.090" de espesor de polietileno de cadena cruzada (polihel), 0.030" cubierta conductora y conductor concéntrico de cobre revestido equivalente aproximadamente a el calibre del conductor.

Cobre

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 4                     | 7            | 10/# 14      | .65                                | 169                               | 111      | .0285                     |
| 2                     | 7            | 10/# 12      | .74                                | 219                               | 144      | .0245                     |
| 1                     | 19           | 13/# 12      | .79                                | 249                               | 165      | .0240                     |
| 1/0                   | 19           | 16/# 12      | .83                                | 284                               | 188      | .0225                     |
| 2/0                   | 19           | 20/# 12      | .88                                | 324                               | 217      | .0220                     |
| 3/0                   | 19           | 25/# 12      | .93                                | 368                               | 247      | .0205                     |
| 4/0                   | 19           | 32/# 12      | .99                                | 425                               | 288      | .0195                     |

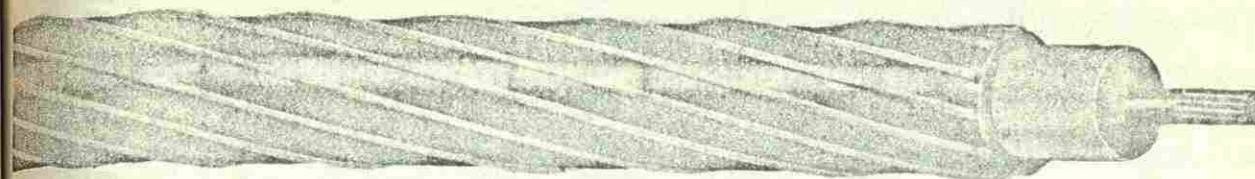
Aluminio

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 4                     | 1            | 6/# 14       | .62                                | 132                               | 88       | .0285                     |
| 4                     | 7            | 6/# 14       | .65                                | 132                               | 88       | .0285                     |
| 2                     | 1            | 10/# 14      | .67                                | 174                               | 115      | .0245                     |
| 2                     | 7            | 10/# 14      | .71                                | 174                               | 115      | .0245                     |
| 1                     | 1            | 13/# 14      | .71                                | 199                               | 132      | .0240                     |
| 1                     | 19           | 13/# 14      | .75                                | 199                               | 132      | .0240                     |
| 1/0                   | 1            | 10/# 12      | .78                                | 226                               | 150      | .0225                     |
| 1/0                   | 19           | 10/# 12      | .83                                | 226                               | 150      | .0225                     |
| 2/0                   | 19           | 13/# 12      | .88                                | 255                               | 172      | .0220                     |
| 3/0                   | 19           | 16/# 12      | .93                                | 291                               | 195      | .0205                     |
| 4/0                   | 19           | 20/# 12      | .99                                | 335                               | 226      | .0195                     |
| 250                   | 37           | 25/# 12      | 1.04                               | 370                               | 252      | .0180                     |
| 300                   | 37           | 32/# 12      | 1.10                               | 416                               | 286      | .0170                     |

Las capacidades de corriente están basadas en: conductores de 90°C, temperatura ambiente de 20°C y 100 % de factor de carga. Los factores de corrección para un factor de carga de 75 % son: 1.08 directamente enterrado, 1.04 en ducto, y para factor de carga de 50 %: 1.16 directamente enterrado, 1.06 en ducto.

Las reactancias están basadas en circuitos monofásicos para cable de 2/C concéntricos tipo DS.

☉ Cable Polihel Primario – Distribución Subterránea (DS)  
15 Kv Neutro a Tierra.



Descripción: Cable de dos conductores, compuesto de conductor de Cobre o Aluminio y pantalla conductora. Con 0.175" de espesor de polietileno de cadena cruzada (Polihel), 0.030" cubierta conductora y conductor concéntrico de cobre revestido equivalente aproximadamente a el calibre del conductor.

Cobre

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 4                     | 7            | 10/# 14      | .82                                | 162                               | 116      | .0345                     |
| 2                     | 7            | 10/# 12      | .90                                | 210                               | 150      | .0300                     |
| 1                     | 19           | 13/# 12      | .94                                | 240                               | 171      | .0290                     |
| 1/0                   | 19           | 16/# 12      | 1.02                               | 273                               | 194      | .0275                     |
| 2/0                   | 19           | 20/# 12      | 1.06                               | 313                               | 224      | .0260                     |
| 3/0                   | 19           | 25/# 12      | 1.11                               | 358                               | 254      | .0240                     |
| 4/0                   | 19           | 32/# 12      | 1.17                               | 410                               | 293      | .0230                     |

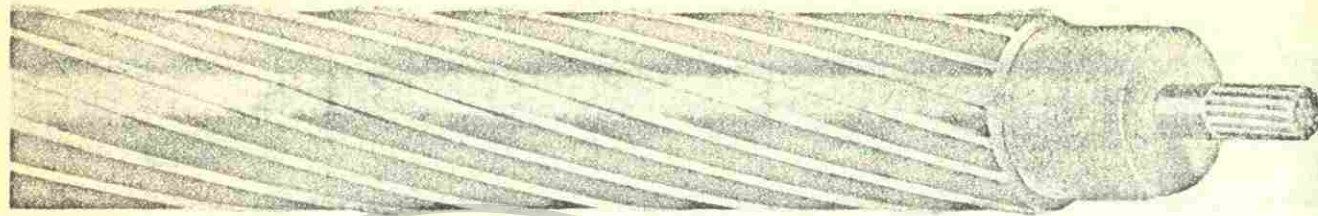
Aluminio

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 4                     | 1            | 6/# 14       | .80                                | 128                               | 91       | .0345                     |
| 4                     | 7            | 6/# 14       | .82                                | 128                               | 91       | .0345                     |
| 2                     | 1            | 10/# 14      | .87                                | 167                               | 119      | .0300                     |
| 2                     | 7            | 10/# 14      | .90                                | 167                               | 119      | .0300                     |
| 1                     | 1            | 13/# 14      | .90                                | 193                               | 137      | .0290                     |
| 1                     | 19           | 13/# 14      | .94                                | 193                               | 137      | .0290                     |
| 1/0                   | 1            | 10/# 12      | .97                                | 218                               | 155      | .0275                     |
| 1/0                   | 19           | 10/# 12      | 1.02                               | 218                               | 155      | .0275                     |
| 2/0                   | 19           | 13/# 12      | 1.06                               | 248                               | 177      | .0260                     |
| 3/0                   | 19           | 16/# 12      | 1.11                               | 284                               | 200      | .0240                     |
| 4/0                   | 19           | 20/# 12      | 1.17                               | 324                               | 230      | .0230                     |
| 250                   | 37           | 25/# 12      | 1.22                               | 360                               | 266      | .0220                     |
| 300                   | 37           | 32/# 12      | 1.27                               | 403                               | 290      | .0215                     |

Las capacidades de corriente están basadas en: conductores de 90°C, temperatura ambiente de 20°C y 100 % de factor de carga. Los factores de corrección para un factor de carga de 75 % son: 1.08 directamente enterrado, 1.04 en ducto, y para factor de carga de 50 %: 1.16 directamente enterrado, 1.06 en ducto.

Las reactancias están basadas en circuitos monofásicos para cable de 2/C concéntricos tipo DS.

Cable Poliphel Primario – Distribución Subterránea (DS)  
25 Kv. Neutro a Tierra.



Descripción: Cable de dos conductores, compuesto de conductor de Cobre o Aluminio y pantalla conductora. Con 0.260" de espesor de polietileno de cadena cruzada (Poliphel), 0.030" cubierta conductora y conductor concéntrico de cobre revestido equivalente aproximadamente a el calibre del conductor

Cobre

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 1                     | 19           | 13/ # 12     | 1.14                               | 250                               | 185      | .0330                     |
| 1/0                   | 19           | 16/ # 12     | 1.18                               | 280                               | 210      | .0310                     |
| 2/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.23                               | 320                               | 240      | .0295                     |
| 3/0                   | 19           | 25/ # 12     | 1.28                               | 365                               | 270      | .0280                     |
| 4/0                   | 19           | 32/ # 12     | 1.34                               | 420                               | 315      | .0265                     |

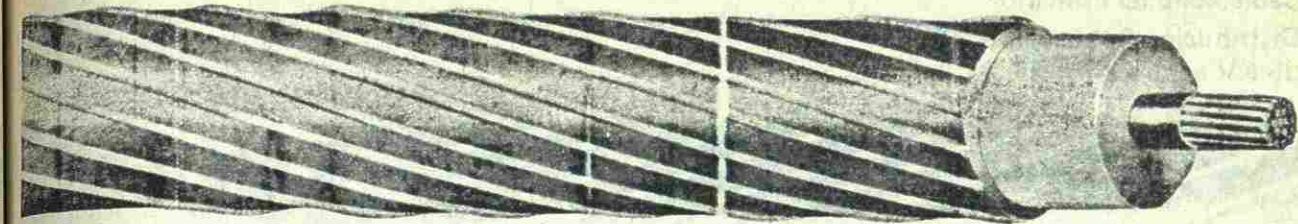
Aluminio

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms./M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|----------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                            |
| 1                     | 1            | 13/ # 14     | 1.06                               | 200                               | 150      | .0330                      |
| 1                     | 19           | 13/ # 14     | 1.11                               | 200                               | 150      | .0330                      |
| 1/0                   | 1            | 10/ # 12     | 1.14                               | 225                               | 170      | .0310                      |
| 1/0                   | 19           | 10/ # 12     | 1.18                               | 225                               | 170      | .0310                      |
| 2/0                   | 19           | 13/ # 12     | 1.23                               | 255                               | 190      | .0295                      |
| 3/0                   | 19           | 16/ # 12     | 1.28                               | 290                               | 220      | .0280                      |
| 4/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.34                               | 335                               | 250      | .0265                      |
| 250                   | 37           | 25/ # 12     | 1.39                               | 370                               | 275      | .0255                      |
| 300                   | 37           | 32/ # 12     | 1.45                               | 415                               | 290      | .0245                      |

Las capacidades de corriente están basadas en: conductores de 90°C, temperatura ambiente de 20°C y 100 % de factor de carga. Los factores de corrección para un factor de carga de 75 % son: 1.08 directamente enterrado, 1.04 en ducto, y para factor de carga de 50 %: 1.16 directamente enterrado, 1.06 en ducto.

Las reactancias están basadas en circuitos monofásicos para cable de 2/C concéntricos tipo DS.

☉ Cable Poliphel Primario – Distribución Subterránea (DS).  
28 Kv Neutro a Tierra.



Descripción: Cable de dos conductores, compuesto de conductor de Cobre o Aluminio y pantalla conductora de 0.280" de espesor de polietileno de cadena cruzada (Poliphel), 0.030" cubierta conductora y conductor concéntrico de cobre revestido equivalente aproximadamente a el calibre del conductor.

Cobre

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 1                     | 19           | 13/ # 12     | 1.18                               | 235                               | 165      | .0345                     |
| 1/0                   | 19           | 16/ # 12     | 1.23                               | 265                               | 190      | .0325                     |
| 2/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.27                               | 305                               | 220      | .0310                     |
| 3/0                   | 19           | 25/ # 12     | 1.33                               | 350                               | 250      | .0295                     |
| 4/0                   | 19           | 32/ # 12     | 1.39                               | 400                               | 285      | .0280                     |

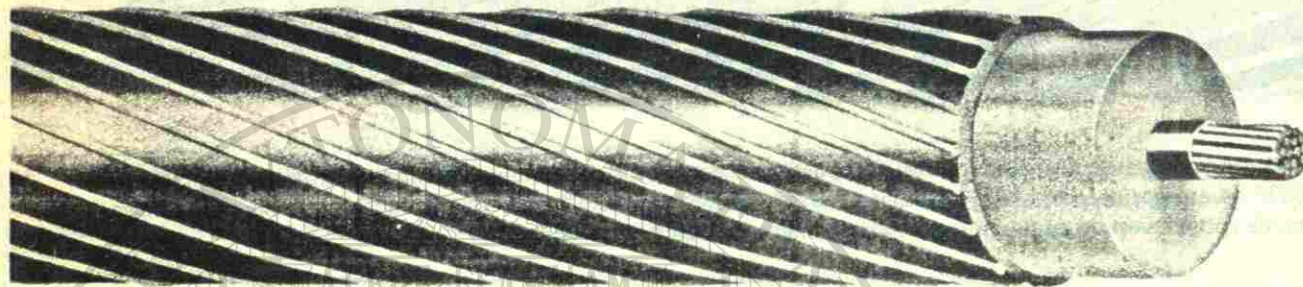
Aluminio

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 1                     | 1            | 13/ # 14     | 1.10                               | 190                               | 135      | .0345                     |
| 1                     | 19           | 13/ # 14     | 1.15                               | 190                               | 135      | .0345                     |
| 1/0                   | 1            | 10/ # 12     | 1.18                               | 210                               | 150      | .0325                     |
| 1/0                   | 19           | 10/ # 12     | 1.23                               | 210                               | 150      | .0325                     |
| 2/0                   | 19           | 13/ # 12     | 1.27                               | 240                               | 170      | .0310                     |
| 3/0                   | 19           | 16/ # 12     | 1.33                               | 275                               | 195      | .0295                     |
| 4/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.39                               | 315                               | 225      | .0280                     |
| 250                   | 37           | 25/ # 12     | 1.43                               | 350                               | 250      | .0265                     |
| 300                   | 37           | 32/ # 12     | 1.49                               | 395                               | 280      | .0255                     |

Las capacidades de corriente están basadas en: conductores de 90°C, temperatura ambiente de 20°C y 100 % de factor de carga. Los factores de corrección para un factor de carga de 75 % son: 1.08 directamente enterrado, 1.04 en ducto, y para factor de carga de 50 %: 1.16 directamente enterrado, 1.06 en ducto.

Las reactancias están basadas en circuitos monofásicos para cable de 2/C concéntricos tipo DS.

⊕ Cable Poliphel Primario  
Distribución Subterránea (DS)  
35 KV neutro a tierra



Descripción: Cable de dos conductores, compuesto de conductor de cobre o aluminio y pantalla conductora de 0.345" de espesor de polietileno de cadena cruzada (Poliphel), 0.030" cubierta conductora y conductor concéntrico de cobre revestido equivalente aproximadamente a el calibre del conductor.

Cobre

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 2/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.41                               | 320                               | 240      | .0330                     |
| 3/0                   | 19           | 25/ # 12     | 1.46                               | 365                               | 270      | .0310                     |
| 4/0                   | 19           | 32/ # 12     | 1.52                               | 415                               | 315      | .0290                     |

Aluminio

| Calibre del Conductor | No. de Hilos | Neutro Cobre | Diámetro Nominal Exterior Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          | Reactancia en Ohms/M Pies |
|-----------------------|--------------|--------------|------------------------------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
|                       |              |              |                                    | Directamente Enterrado            | En Ducto |                           |
| 1                     | 1            | 13/ # 14     | 1.24                               | 200                               | 150      | .0365                     |
| 1                     | 19           | 13/ # 14     | 1.28                               | 200                               | 150      | .0365                     |
| 1/0                   | 1            | 10/ # 12     | 1.31                               | 225                               | 170      | .0350                     |
| 1/0                   | 19           | 10/ # 12     | 1.36                               | 225                               | 170      | .0350                     |
| 2/0                   | 19           | 13/ # 12     | 1.41                               | 255                               | 190      | .0330                     |
| 3/0                   | 19           | 16/ # 12     | 1.46                               | 290                               | 220      | .0310                     |
| 4/0                   | 19           | 20/ # 12     | 1.52                               | 330                               | 250      | .0290                     |
| 250                   | 37           | 25/ # 12     | 1.57                               | 365                               | 275      | .0280                     |
| 300                   | 37           | 32/ # 12     | 1.62                               | 410                               | 310      | .0265                     |

Las capacidades de corriente están basadas en: conductores de 90°C, temperatura ambiente de 20°C y 100 % de factor de carga. Los factores de corrección para un factor de carga de 75 % son: 1.08 directamente enterrado, 1.04 en ducto; y para un factor de carga de 50%: 1.16 directamente enterrado, 1.06 en ducto.

Las reactancias están basadas en circuitos monofásicos para cable de 2/c concéntricos tipo DS. ⊕

⊕ Cable Poliphel XLP Secundario o de Servicio  
Distribución Subterránea (DS)  
600 Volts. Directamente Enterrado.



Descripción: Un conductor trenzado de cobre o aluminio, Aislamiento Poliphel XLP

| Calibre del conductor AWG ó MCM | No. de Hilos | Espesor del Aislamiento Pulgadas | Diámetro nominal exterior. Pulgadas | Capacidad de Corriente en Amperes |          |
|---------------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|----------|
|                                 |              |                                  |                                     | Cobre                             | Aluminio |
| 6                               | 7            | .062                             | .32                                 | 118                               | 92       |
| 4                               | 7            | .062                             | .37                                 | 153                               | 119      |
| 2                               | 7            | .062                             | .43                                 | 197                               | 153      |
| 1                               | 19           | .078                             | .50                                 | 223                               | 174      |
| 1/0                             | 19           | .078                             | .54                                 | 255                               | 198      |
| 2/0                             | 19           | .078                             | .59                                 | 289                               | 226      |
| 3/0                             | 19           | .078                             | .64                                 | 329                               | 257      |
| 4/0                             | 19           | .078                             | .69                                 | 373                               | 291      |
| 250                             | 37           | .094                             | .77                                 | 408                               | 319      |
| 300                             | 37           | .094                             | .83                                 | 456                               | 358      |
| 350                             | 37           | .094                             | .88                                 | 490                               | 385      |
| 400                             | 37           | .094                             | .93                                 | 530                               | 415      |
| 500                             | 37           | .094                             | 1.01                                | 592                               | 467      |

Las capacidades de corriente están basadas en conductores Triplex de 90°C directamente enterrado, temperatura ambiente de la tierra 20°C, 100 % de factor de carga. ⊕

● Cable Poliphel  
Tipo USE ó RHH ó RHW



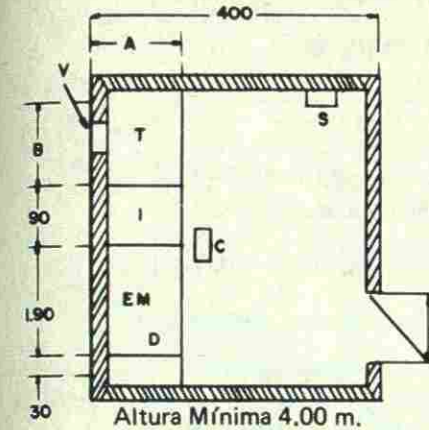
**Descripción:** Un conductor trenzado de Cobre o Aluminio, aislamiento de polietileno de cadena cruzada (poliphel), tipo USE directamente enterrado y tipos RHH y RHW para alambrado en usos generales. NEC - especificaciones 590 y 595.

| Calibre del conductor<br>AWG ó MCM | No. de hilos | Espesor del aislamiento<br>pulgadas | Diámetro nominal exterior<br>pulgadas | Capacidad de corriente en amperes |     |           |     |
|------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----------|-----|
|                                    |              |                                     |                                       | Cobre                             |     | Aluminio  |     |
|                                    |              |                                     |                                       | USE ó RHW                         | RHH | USE ó RHW | RHH |
| 6                                  | 7            | .078                                | .35                                   | 65                                | 70  | 50        | 55  |
| 4                                  | 7            | .078                                | .40                                   | 85                                | 90  | 65        | 70  |
| 2                                  | 7            | .078                                | .46                                   | 115                               | 120 | 90        | 95  |
| 1                                  | 19           | .094                                | .53                                   | 130                               | 140 | 100       | 110 |
| 1/0                                | 19           | .094                                | .57                                   | 150                               | 155 | 120       | 125 |
| 2/0                                | 19           | .094                                | .62                                   | 175                               | 180 | 135       | 145 |
| 3/0                                | 19           | .094                                | .67                                   | 200                               | 210 | 155       | 165 |
| 4/0                                | 19           | .094                                | .73                                   | 230                               | 235 | 180       | 185 |
| 250                                | 37           | .109                                | .81                                   | 255                               | 270 | 205       | 215 |
| 300                                | 37           | .109                                | .87                                   | 285                               | 300 | 230       | 240 |
| 350                                | 37           | .109                                | .92                                   | 310                               | 325 | 250       | 260 |
| 400                                | 37           | .109                                | .97                                   | 335                               | 360 | 270       | 290 |
| 500                                | 37           | .109                                | 1.06                                  | 380                               | 405 | 310       | 330 |

Las capacidades de corriente permisibles para conductores de Aluminio para circuitos de servicios y sub-servicios monofásicos de tres hilos, serán para los calibres No. 2 - 100 amperes, No. 1 - 110 amperes, No. 1/0 - 125 amperes, No. 2/0 - 150 amperes, No. 3/0 - 170 amperes y No. 4/0 - 200 amperes.

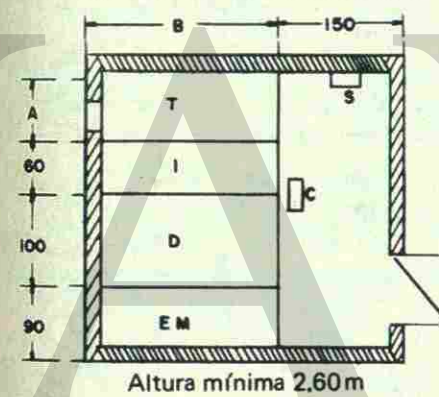
Subestaciones Convencionales hasta 15,000 Volts. Dimensiones Mínimas

C: coladera al drenaje T: transformador  
D: cuchillas desconectadoras EM: equipo de Medición  
I: interruptor Alta Tensión V: ventilas (una al nivel del piso y otra pegada al techo)  
S: interruptor Baja Tensión



Subestaciones Compactas Hasta 15,000 Volts. Dimensiones Mínimas

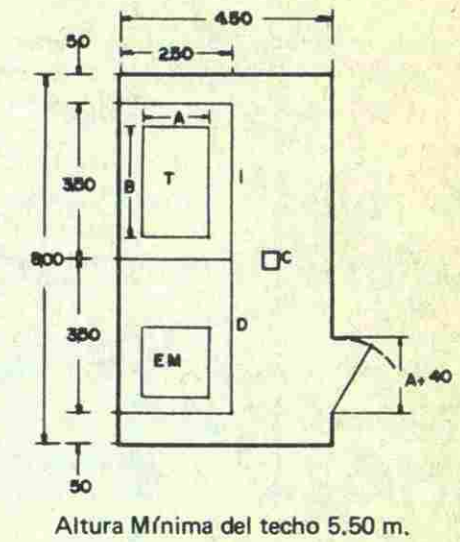
C: coladera al drenaje T: transformador  
D: cuchillas desconectadoras EM: Equipo de Medición  
I: interruptor Alta Tensión V: ventilas (una al nivel del piso y otra pegada al techo).  
S: interruptor Baja Tensión



| T KVA | A   | B   | KG    |
|-------|-----|-----|-------|
| 100   | 100 | 150 | 1,200 |
| 150   | 110 | 170 | 1,600 |
| 200   | 110 | 170 | 1,800 |
| 300   | 120 | 180 | 2,300 |
| 500   | 140 | 200 | 3,500 |

Subestaciones Convencionales para Servicio Interior 23,000 Volts

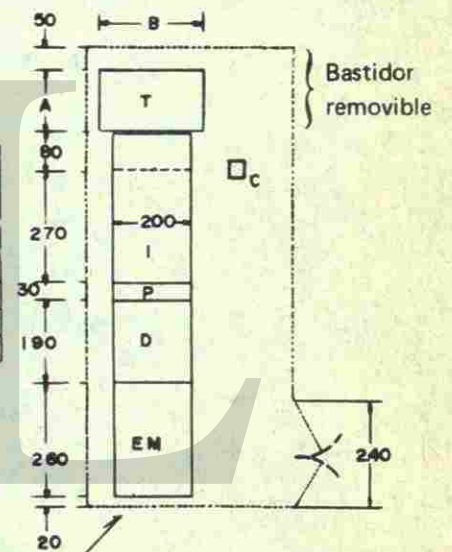
Dimensiones Mínimas del Local



Subestaciones Unitarias 23,000 Volts.

Espacio Mínimo Requerido

| T KVA | A   | B   | H   | KG   |
|-------|-----|-----|-----|------|
| 300   | 197 | 102 | 170 | 2310 |
| 500   | 202 | 127 | 175 | 3575 |
| 750   | 230 | 148 | 182 | 4130 |
| 1000  | 264 | 175 | 188 | 4525 |
| 1500  | 276 | 177 | 210 | 5180 |

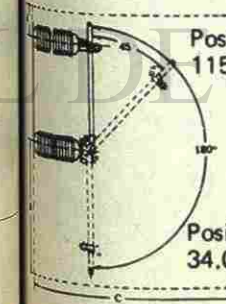


Cercado de 2.50 m, de altura si no dispone de un local separado para la subestación.

Altura Mínima al techo 3.50 m.

Dimensiones en cm.

Distancias Mínimas Recomendadas para el Montaje de Interruptores Fusibles de Potencia Tipo SMD. Marca S & C



Posición de Apertura 115,000 y 138,000 Volts

Posición de Apertura 34,000 a 69,000 Volts



| Voltaje | Distancias de Montaje en Pulgadas |    |     |    |     |             |     |    |    |  |
|---------|-----------------------------------|----|-----|----|-----|-------------|-----|----|----|--|
|         | A tierra                          |    |     |    |     | Entre Fases |     |    |    |  |
|         | A                                 | B  | C   | E  | A   | B           | C   | D  | E  |  |
| 34500   | 24                                | 52 | 79  | 18 | 40  | 68          | 95  | 36 | 34 |  |
| 46000   | 27                                | 59 | 88  | 21 | 52  | 84          | 113 | 48 | 46 |  |
| 69000   | 38                                | 78 | 117 | 32 | 64  | 104         | 143 | 60 | 58 |  |
| 115000  | 59                                | 74 | 170 | 49 | 89  | 104         | 200 | 84 | 79 |  |
| 138000  | 73                                | 88 | 204 | 66 | 101 | 116         | 232 | 96 | 94 |  |

\* Las distancias suponen que el soporte de la canilla está energizado.



**Cable Poliphel**  
Tipo USE ó RHH ó RHW



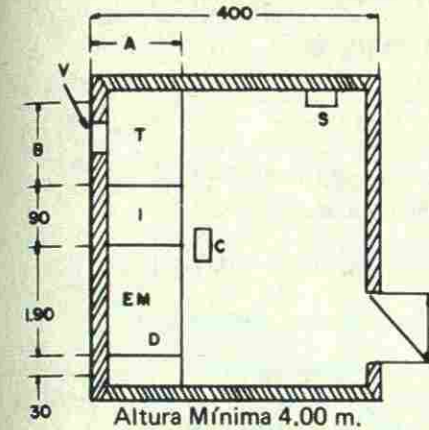
**Descripción:** Un conductor trenzado de Cobre o Aluminio, aislamiento de polietileno de cadena cruzada (poliphel), tipo USE directamente enterrado y tipos RHH y RHW para alambrado en usos generales. NEC - especificaciones 590 y 595.

| Calibre del conductor<br>AWG ó MCM | No. de hilos | Espesor del aislamiento<br>pulgadas | Diámetro nominal exterior<br>pulgadas | Capacidad de corriente en amperes |     |           |     |
|------------------------------------|--------------|-------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----|-----------|-----|
|                                    |              |                                     |                                       | Cobre                             |     | Aluminio  |     |
|                                    |              |                                     |                                       | USE ó RHW                         | RHH | USE ó RHW | RHH |
| 6                                  | 7            | .078                                | .35                                   | 65                                | 70  | 50        | 55  |
| 4                                  | 7            | .078                                | .40                                   | 85                                | 90  | 65        | 70  |
| 2                                  | 7            | .078                                | .46                                   | 115                               | 120 | 90        | 95  |
| 1                                  | 19           | .094                                | .53                                   | 130                               | 140 | 100       | 110 |
| 1/0                                | 19           | .094                                | .57                                   | 150                               | 155 | 120       | 125 |
| 2/0                                | 19           | .094                                | .62                                   | 175                               | 180 | 135       | 145 |
| 3/0                                | 19           | .094                                | .67                                   | 200                               | 210 | 155       | 165 |
| 4/0                                | 19           | .094                                | .73                                   | 230                               | 235 | 180       | 185 |
| 250                                | 37           | .109                                | .81                                   | 255                               | 270 | 205       | 215 |
| 300                                | 37           | .109                                | .87                                   | 285                               | 300 | 230       | 240 |
| 350                                | 37           | .109                                | .92                                   | 310                               | 325 | 250       | 260 |
| 400                                | 37           | .109                                | .97                                   | 335                               | 360 | 270       | 290 |
| 500                                | 37           | .109                                | 1.06                                  | 380                               | 405 | 310       | 330 |

Las capacidades de corriente permisibles para conductores de Aluminio para circuitos de servicios y sub-servicios monofásicos de tres hilos, serán para los calibres No. 2 - 100 amperes, No. 1 - 110 amperes, No. 1/0 - 125 amperes, No. 2/0 - 150 amperes, No. 3/0 - 170 amperes y No. 4/0 - 200 amperes.

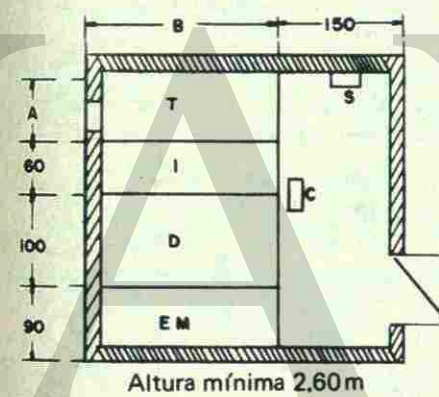
**Subestaciones Convencionales hasta 15,000 Volts.**  
Dimensiones Mínimas

C: coladera al drenaje T: transformador  
D: cuchillas desconectadoras EM: equipo de Medición  
I: interruptor Alta Tensión V: ventilas (una al nivel del piso y otra pegada al techo)  
S: interruptor Baja Tensión



**Subestaciones Compactas Hasta 15,000 Volts.**  
Dimensiones Mínimas

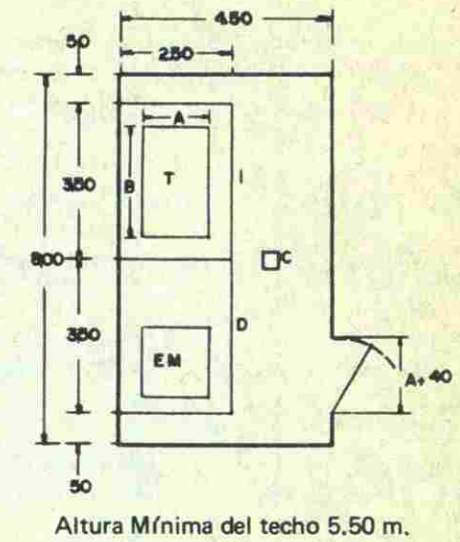
C: coladera al drenaje T: transformador  
D: cuchillas desconectadoras EM: Equipo de Medición  
I: interruptor Alta Tensión V: ventilas (una al nivel del piso y otra pegada al techo).  
S: interruptor Baja Tensión



| T KVA | A   | B   | KG    |
|-------|-----|-----|-------|
| 100   | 100 | 150 | 1,200 |
| 150   | 110 | 170 | 1,600 |
| 200   | 110 | 170 | 1,800 |
| 300   | 120 | 180 | 2,300 |
| 500   | 140 | 200 | 3,500 |

**Subestaciones Convencionales para Servicio Interior 23,000 Volts**

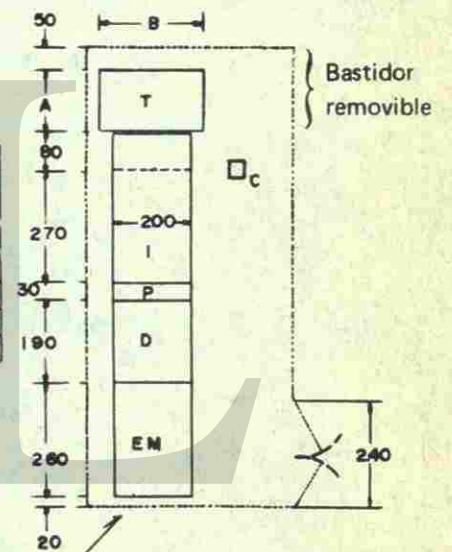
Dimensiones Mínimas del Local



**Subestaciones Unitarias 23,000 Volts.**

Espacio Mínimo Requerido

| T KVA | A   | B   | H   | KG   |
|-------|-----|-----|-----|------|
| 300   | 197 | 102 | 170 | 2310 |
| 500   | 202 | 127 | 175 | 3575 |
| 750   | 230 | 148 | 182 | 4130 |
| 1000  | 264 | 175 | 188 | 4525 |
| 1500  | 276 | 177 | 210 | 5180 |

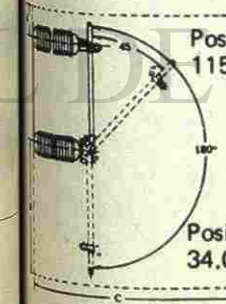


Cercado de 2.50 m, de altura si no dispone de un local separado para la subestación.

Altura Mínima al techo 3.50 m.

Dimensiones en cm.

**Distancias Mínimas Recomendadas para el Montaje de Interruptores Fusibles de Potencia Tipo SMD. Marca S & C**



Posición de Apertura 115,000 y 138,000 Volts

Posición de Apertura 34,000 a 69,000 Volts

Distancias de Montaje en Pulgadas

| Voltaje | A tierra |    |     |    |     | Entre Fases |     |    |    |   |
|---------|----------|----|-----|----|-----|-------------|-----|----|----|---|
|         | A        | B  | C   | E  |     | A           | B   | C  | D  | E |
| 34500   | 24       | 52 | 79  | 18 | 40  | 68          | 95  | 36 | 34 |   |
| 46000   | 27       | 59 | 88  | 21 | 52  | 84          | 113 | 48 | 46 |   |
| 69000   | 38       | 78 | 117 | 32 | 64  | 104         | 143 | 60 | 58 |   |
| 115000  | 59       | 74 | 170 | 49 | 89  | 104         | 200 | 84 | 79 |   |
| 138000  | 73       | 88 | 204 | 66 | 101 | 116         | 232 | 96 | 94 |   |

\* Las distancias suponen que el soporte de la canilla está energizado.



La deflexión obtenida en este nomograma es para un claro sencillo, soportado en ambos extremos. Si el bus está rigidamente fijado en ambos extremos, tome 1/8 del valor obtenido. Si el bus está soportado en forma continua en 2 claros iguales, pero no está fijado en el extremo, tome 2/5 del valor obtenido en el nomograma.

**Iluminación**

Iluminación bajo condiciones normales.— Los locales donde esté instalado equipo eléctrico deberán tener una iluminación no menor que la indicada en la tabla siguiente. La instalación de alumbrado deberá mantenerse siempre lista para usarse.

**Intensidad de iluminación mínima en lugares donde se instale equipo eléctrico**

| Lugar   | Iluminación Mínima ( Luxes ) (I) |
|---|----------------------------------|
| Instrumentos en tableros, interruptores, etc.   | 10                               |
| Tableros sin partes vivas accesibles  | 5                                |
| Locales para acumuladores   | 5                                |
| Salas de máquinas, de calderas, de bombas, etc.   | 10                               |
| Escaleras y pasillos en los cuales haya maquinaria en movimiento, partes vivas descubiertas, etc. (Medidas al nivel del piso) | 10                               |
| Cualquier lugar por el cual se transite (Al nivel del piso)   | 3                                |

(I) Los valores indicados son considerados en las superficies de trabajo, excepto cuando se indique lo contrario.

**Separación Mínima de Partes Vivas Descubiertas**

| Voltaje entre Conductores (Volts) | Altura Mínima de las Partes Vivas Descubiertas, en Metros. | Distancia Horizontal Mínima a las Partes Vivas Descubiertas, en Metros. |
|-----------------------------------|--|---|
| Hasta 6600                        | 2.40   | 1.00  |
| 11000                             | 2.70   | 1.05  |
| 22000                             | 2.80   | 1.15  |
| 33000                             | 2.90   | 1.20  |
| 44000                             | 3.00   | 1.30  |
| 66000                             | 3.20   | 1.50  |
| 88000                             | 3.35   | 1.70  |
| 110000                            | 3.50   | 1.85  |
| 132000                            | 3.70   | 2.00  |
| 220000                            | 4.70   | 3.00  |

Interpólese para valores intermedios

**Distancia mínima entre cubierta y partes vivas desnudas**

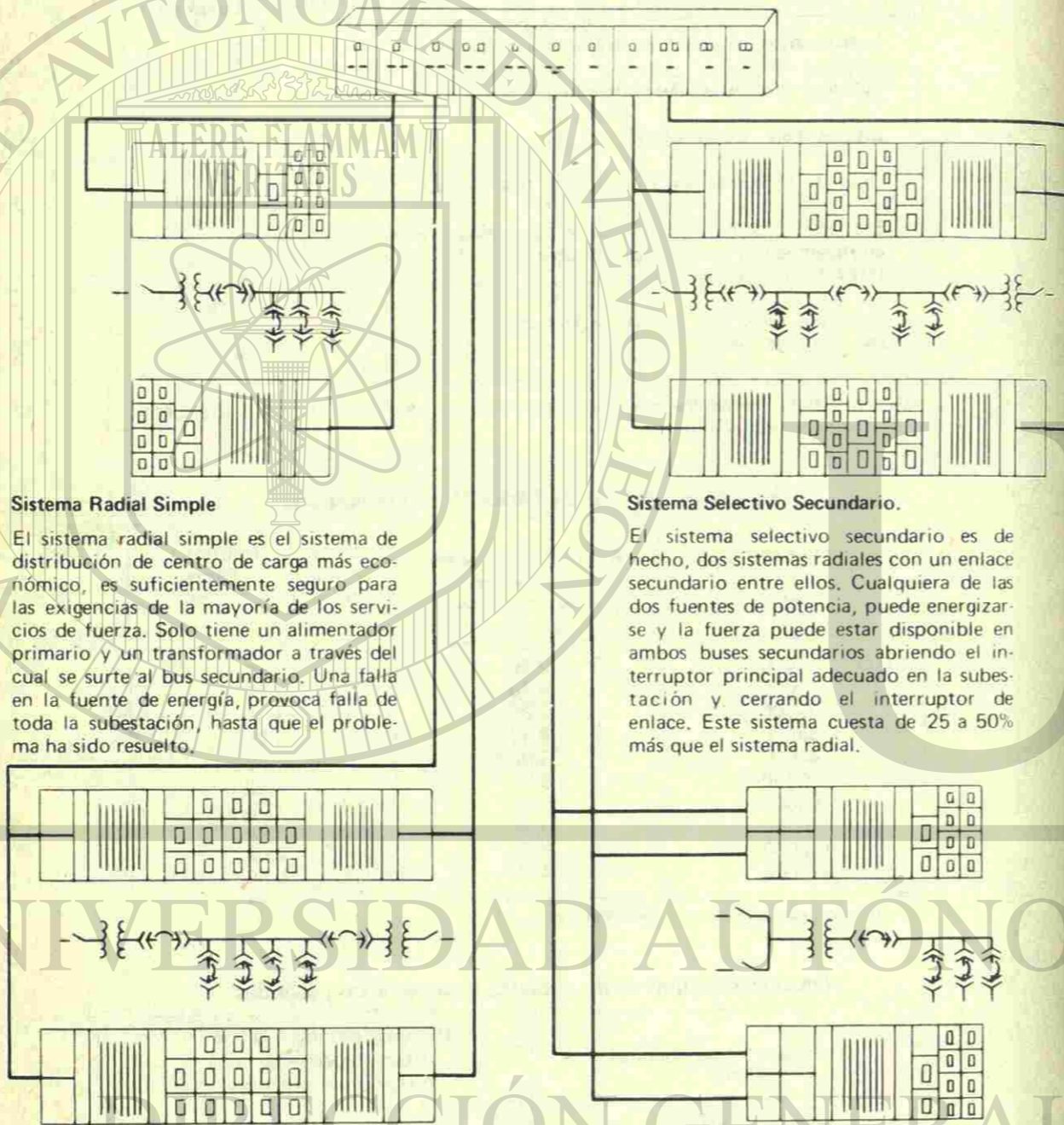
| Voltaje entre conductores (Volts) | Distancia mínima a la que deben colocarse las cubiertas en centímetros |
|-----------------------------------|--|
| Hasta 600                         | 5  |
| 2300                              | 8  |
| 6600                              | 12   |
| 11000                             | 15   |
| 22000                             | 24   |
| 33000                             | 33   |
| 44000                             | 42   |
| 66000                             | 59   |
| 88000                             | 77   |
| 110000                            | 94   |
| 132000                            | 112  |
| 220000                            | 182  |

Interpólese para valores intermedios.

Subestaciones Unitarias — Interruptores en Alta Tensión

La confianza en el servicio es resultado de subestaciones coordinadas usadas con circuitos básicos.

De los numerosos tipos y variaciones posibles de subestaciones y arreglos, de circuitos se han desarrollado cuatro circuitos básicos para distribución de energía.



Sistema Radial Simple

El sistema radial simple es el sistema de distribución de centro de carga más económico, es suficientemente seguro para las exigencias de la mayoría de los servicios de fuerza. Solo tiene un alimentador primario y un transformador a través del cual se surte al bus secundario. Una falla en la fuente de energía, provoca falla de toda la subestación, hasta que el problema ha sido resuelto.

Sistema de Red o Malla de puntos.

El sistema de Red o Malla de puntos tiene en paralelo los secundarios de los transformadores, con objeto de proporcionar servicio continuo si un circuito primario queda fuera de servicio. Una falla en el alimentador primario ó en el transformador dá como resultado la eliminación automática del equipo fallado. Este sistema cuesta de 20 a 50 por ciento más que el sistema radial.

El criterio de centro de carga para distribución energía—ésto es, el uso de subestaciones dentro ó cerca de área de carga— es básico para todos estos arreglos, proporcionando un buen diseño a costo mínimo. La energía es suministrada a las subestaciones unitarias del centro de carga al nivel de voltaje primario, reducida al voltaje de utilización, y distribuida a los centros de consumo mediante líneas de bajo voltaje relativamente cortas. Donde hay procesos que requieren energía ininterrumpida, se recomienda una coordinación selectiva de los dispositivos de protección. Pueden suministrarse centros de carga, G.E. para cualquiera de éstos arreglos. Se pueden hacer combinaciones de los varios tipos de sistemas.

Sistema Selectivo Secundario.

El sistema selectivo secundario es de hecho, dos sistemas radiales con un enlace secundario entre ellos. Cualquiera de las dos fuentes de potencia, puede energizarse y la fuerza puede estar disponible en ambos buses secundarios abriendo el interruptor principal adecuado en la subestación y cerrando el interruptor de enlace. Este sistema cuesta de 25 a 50% más que el sistema radial.

Sistema Selectivo Primario

El sistema selectivo primario proporciona una alimentación alternada al primario de cada transformador. Si ocurre una falla en un primario, abre el interruptor correspondiente cortando el servicio a la mitad de carga del área. Los transformadores des-energizados... fuera de servicio... son conectados manualmente al otro alimentador. Cuesta de 15 a 40 por ciento más que los sistemas radiales.

Fusibles limitadores de corriente cerrados, combinados con interruptores en aire tipo LVP proporcionan máxima protección al equipo

Switches interruptores en aire

Switches fusibles

Usando fusibles limitadores de corriente tipo EJ

| Voltaje nominal del sistema | Capacidad interruptiva del fusible |                          | Máximas capacidades en KVA de transformadores que usan fusibles LVP-100* |
|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------|--|
|                             | Amperes Asimétricos RMS            | MVA 3 fases equivalentes |  |
| 2400                        | 60000                              | 155                      | 1500   |
| 4160                        | 60000                              | 270                      | 2500   |
| 4800                        | 60000                              | 310                      | 2500   |
| 6900                        | 80000                              | 600                      | 1500   |
| 7200                        | 80000                              | 620                      | 1500   |
| 12000                       | 40000                              | 520                      | 2500   |
| 12000                       | 40000                              | 572                      | 2500   |
| 13200                       | 40000                              | 600                      | 2500   |
| 13200                       | 50000                              | 650                      | 2500   |
| 13800                       | 50000                              | 715                      | 2500   |
| 13800                       | 50000                              | 750                      | 2500   |

\*Capacidad de transformadores en KVA, basado en un 50% de margen entre la corriente primaria a plena carga en transformador auto enfriado y el valor de la corriente continua del fusible, para prevenir sobrecargas, enfriamiento por ventilador y valores máximos de los interruptores de alimentación para coordinación.

Switches fusibles (sin fusibles)

Valores máximos en KVA de transformadores con desconectores fusibles (sin fusibles) en aceite.\*

| Voltaje nominal del sistema | Carga de ruptura            |                         |      |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------|
|                             | Auto-enfriado completamente | Enfriado por ventilador |      |
| 2400                        | 500                         | —                       | —    |
| 4160                        | 750                         | 750                     | —    |
| 4800                        | 1000                        | 750                     | 750  |
| 6900                        | 2000                        | 1500                    | 1500 |
| 7200                        | 2000                        | 1500                    | 1500 |
| 12000                       | 3000                        | 3000                    | 2500 |
| 13200                       | 3000                        | 3000                    | 2500 |
| 13800                       | 3000                        | 3000                    | 3000 |

1. No se dispone de ventiladores en tipos llenos de líquido o secos para 500 KVA ó menos, ni en el tipo sellado seco de cualquier capacidad.

2. Las capacidades máximas de transformador en las tablas se basan en un 20% de margen entre la corriente primaria del transformador auto-enfriado ó enfriado por ventilador y el disparo ó valor del fusible. Notar que el 20% de margen puede no dar la coordinación deseada con el interruptor de alimentación para los transformadores de mayor tamaño en la tabla.

3. Los desconectores sin fusibles no se recomiendan para interrupciones de carga ordinaria ya que no proporciona protección en circuito corto.

4. Cuando la interrupción es hecha mediante desconectores equipados con navajas, se recomienda un mecanismo de enlace con seguro, con el interruptor secundario (surtido sobre pedido).

5. Los desconectores pueden así ser aplicados hasta el valor máximo continuo de la cuchilla.

Switches con Líquido  
Valores máximos en KVA de transformadores con switches en líquido sin fusibles tipo R.M.

| Voltaje nominal del sistema | Carga de ruptura sólo en aceite |                         |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------|
|                             | Auto-enfriado                   | Enfriado por ventilador |
| 2400                        | 1000                            | 1000                    |
| 4160                        | 2000                            | 2000                    |
| 4800                        | 2500                            | 2000                    |
| 6900                        | 2000                            | 1500                    |
| 7200                        | 2000                            | 1500                    |
| 12000                       | 3000                            | 3000                    |
| 13200                       | 3000                            | 3000                    |
| 13800                       | 3000                            | 3000                    |

Notas:

- Los valores máximos de transformadores en la tabla se basan en un 20% de margen entre la corriente primaria del transformador auto-enfriado ó enfriado con ventilador y la capacidad del switch tipo RM.
- Los transformadores llenos de aceite se surten con switches en aceite y los transformadores llenos de Pyranol se surten con switches en Pyranol.
- Los switches llenados con Pyranol son adecuados sólo para interrupción de corrientes magnetizantes

Switches sin fusibles.

Valores máximos en KVA de transformadores en los cuales pueden usarse switches LVP.

| Voltaje nominal del sistema | LVP-100S, E                      |                         |                   |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|
|                             | Auto-enfriado completamente 100% | Enfriado por ventilador |                   |
| 2400 hasta 13000            | 3000                             | Lleno de líquido 115%   | Abierto seco 133% |
|                             |                                  | 3000                    | 3000              |

| Voltaje nominal del sistema | LVP-100 M                        |                         |                   |
|-----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------|
|                             | Auto-enfriado completamente 100% | Enfriado por ventilador |                   |
| 2400 hasta 13800            | 1000                             | Lleno de líquido 115%*  | Abierto seco 133% |
|                             |                                  | 1000                    | 1000              |
| 4160                        | 2000                             | 2000                    | 1500              |
| 4800                        | 2500                             | 3000                    | 2000              |
| 6900 7200                   | 2000                             | 1500                    | 1500              |
| 12000 13200                 | 1500                             | 1500                    | 1000              |
| 13800                       | 2000                             | 1500                    | 1500              |

1. Límite impuesto por la capacidad del switch. Si está interconectado con el interruptor secundario use las mismas capacidades de KVA como LVP-21A.

\* Para capacidades de 2500 a 3000 Kva, 125%

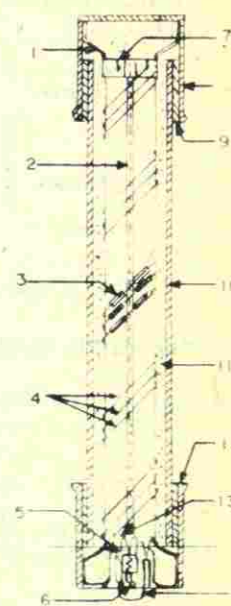
Desconectores en aceite.

Switches fusibles (sin fusibles)

Valores Máximos en KVA de Transformadores con desconectores fusibles (sin fusibles) en aceite \*

| Voltaje nominal del sistema | Carga de ruptura            |                         |      |
|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|------|
|                             | Auto-enfriado completamente | Enfriado por ventilador |      |
| 2400                        | 750                         | 750                     | —    |
| 4160                        | 750                         | 750                     | —    |
| 4800                        | 1000                        | 750                     | 750  |
| 6900                        | 2000                        | 1500                    | 1500 |
| 7200                        | 2000                        | 1500                    | 1500 |
| 12000                       | 3000                        | 3000                    | 2500 |
| 13200                       | 3000                        | 3000                    | 2500 |
| 13800                       | 3000                        | 3000                    | 3000 |

Fusible limitador de corriente tipo EJ



- Listón de conexión
- Núcleo tipo estrella
- Cámaras térmicas
- Conductores
- Caja de la tabilla
- Tabilla antes de la operación
- Tabilla de cables
- Casquillo superior
- Sello vidrio a metal
- Tubo portafusible
- Elem. interruptor
- Casquillo inferior
- Tabilla de cables
- Tabilla después de la operación

Los fusibles limitadores de corriente cerrados aseguran máxima protección al equipo. Cerrados. La interrupción se efectúa con suavidad, todo dentro del alojamiento del fusible. No hay expulsión de gases.

Limitadores de corriente con elementos de planta en un depósito de arena de cuarzo contenido en un cilindro de vidrio ó resina epóxica, desarrollan una ruta de una resistencia extremadamente alta durante la interrupción, reduciendo así a un mínimo el paso de corriente que es potencialmente peligroso para el sistema.

Capacidades en corriente continua para el fusible tipo EJ

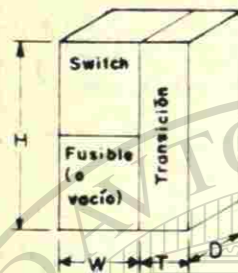
Rangos de voltaje 2.4, 4.16, 4.8; 20E, 25E, 30E, 40E, 50E, 65E, 80E, 100E, 125E, 150E, 200E, 250E, 300E, 325, 375, 400, 450

Rangos de voltaje 6.9, 7.2; 20E, 25E, 30E, 40E, 50E, 65E, 80E, 100E, 125E, 150E, 200E

Rangos de voltaje 12.0, 13.2, 13.8; 20E, 25E, 30E, 40E, 50E, 65E, 80E, 100E, 125, 150, 175.

Tabla de Dimensiones Switches Interruptores en Aire

(Switch interruptor en aire)



| Unidad Tipo | Arreglo de Cables | 5 KV     |    |        |            |     |        | 15 KV    |      |        |            |          |    |
|-------------|-------------------|----------|----|--------|------------|-----|--------|----------|------|--------|------------|----------|----|
|             |                   | Interior |    |        | Intemperie |     |        | Interior |      |        | Intemperie |          |    |
|             |                   | W0       | H+ | D      | W          | H   | D      | W0       | H+   | D      | W          | H        | D  |
| LVP         | Arriba o Abajo    | 28       | 96 | 48     | 28         | 105 | 49 1/2 | 36       | 96   | 55     | 36         | 105      | 56 |
| LVPD        | Arriba o Abajo    | 56       | 96 | 48     | 56         | 105 | 49 1/2 | 72       | 96   | 55     | 72         | 105      | 56 |
| LVPs        | Arriba o Abajo    | 28       | 96 | 69 1/2 | 28         | 105 | 71     | 36       | 102* | 69 1/2 | 36         | 106 1/4* | 71 |

Pesos Incluyendo Unidad de Transición

| Unidad Tipo | Voltaje | Peso de Unidad sin Fusible | Peso de Unidad con Fusible |
|-------------|---------|----------------------------|----------------------------|
| LVP         | 5 KV    | 1400                       | 1600                       |
|             | 15 KV   | 1600                       | 1800                       |
| LVPs        | 5 KV    | 1950                       | 2150                       |
|             | 15 KV   | 2150                       | 2350                       |
| LVPD        | 5 KV    | 2800                       | 3000                       |
|             | 15 KV   | 3200                       | 3400                       |

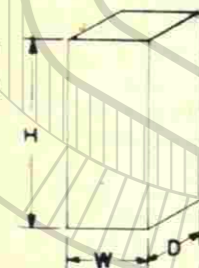
\* Aumente 200 lb para unidades de servicio intemperie; aumente 100 lb si se requieren switches de 1200 amperes de 600 amperes.

Ø Aumente 16" al ancho para compartimento de transición exterior. 16" para compartimento de transición interior para usarse con transformador con líquido o cerrado seco. Aumente 10" para compartimento de transición interior para uso con transformador seco ventilado. Todos los extremos son de placa de 1/4".

\* La dimensión incluye las cajas requeridas para todas las terminales, excepto mufas.

† La altura es medida hasta el techo del cubículo; cuando se requieren mufas, éstas se extienden sobre el nivel del techo cuando la salida de los cables es por arriba; cuando la salida del cable es por abajo, la mufa queda dentro del cubículo.

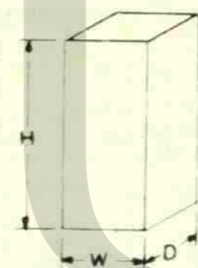
Desconector en Aceite



Switch en Líquido



Compartimento terminal lleno de aire



| 5 Kv      |      | Con terminales de sujeción |        | Con Mufas |        |
|-----------|------|----------------------------|--------|-----------|--------|
| Dimensión |      |                            |        |           |        |
| Altura H  | 77"  | 77"                        | 77"    | 77"       | 77"    |
| Fondo D   | 38"  | 38"                        | 38"    | 38"       | 38"    |
| Ancho W   | Liq. | 28"                        | 28"    | 28"       | 28"    |
|           | Seco | 23"                        | ...    | ...       | ...    |
| Peso Wt   | Liq. | 500 lb                     | 600 lb | 600 lb    | 600 lb |
|           | Seco | 500 lb                     | ...    | ...       | ...    |

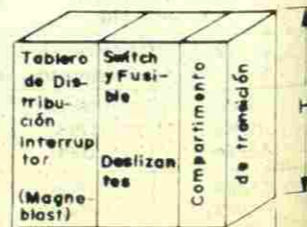
| Dimensión   | Una a dos Mufas |
|-------------|-----------------|
| W Ancho     | 17"             |
| Peso Aceite | 600 lb.         |
| Pyranol     | 800 lb.         |

| Transformador Tipo | Kv   | Terminal Tipo   | Ancho W | Peso en Libra |
|--------------------|------|-----------------|---------|---------------|
| Líquido            | 5    | Tipo abrazadera | 15"     | 200           |
| Líquido            | 15   | Tipo abrazadera | 22"     | 250           |
| Líquido            | 5,15 | 1 Mufa          | 22"     | 350           |
| Líquido            | 5,15 | 2 Mufas         | 26"     | 500           |
| Seco               | 5,15 | Tipo abrazadera | 15"     | 200           |
| Seco               | 5,15 | 1 Mufa          | 22"     | 350           |
| Seco               | 5,15 | 2 Mufas         | 27"     | 500           |

Altura de Todas las Unidades 77" - Fondo de Todas las Unidades 39"

Interruptor de Potencia o Switch Deslizante

| Interruptor de Potencia o Switch | Subestación Interior |     |                |     |                   |                   | Peso |
|----------------------------------|----------------------|-----|----------------|-----|-------------------|-------------------|------|
|                                  | H                    | W   | W <sub>1</sub> | D   | Pasillo Al frente | Pasillo Posterior |      |
| AM-4.16-75                       | 90"                  | 20" | 20"            | 64" | 46                | 26                | 1650 |
| AM-4.16-250                      | 90"                  | 26" | 20"            | 74" | 61                | 26                | 3150 |
| AM-13.8-500                      | 90"                  | 36" | 20"            | 80" | 66                | 26                | 4900 |
| AM-13.8-750                      | 98"                  | 36" | 20"            | 86" | 84                | 26                | 5200 |
| Switch y Fusible Deslizante      | 90"                  | 36" | 20"            | 71" | 60                | 26                | 1800 |



Subestación Intemperie

Subestaciones Unitarias Interruptores en Baja Tensión

Como Seleccionar un Tablero de Distribución.

En las tablas de aplicación de las páginas siguientes, se enlistan los interruptores de potencia en baja tensión adecuados para aplicaciones en centro de carga. Los interruptores han sido coordinados, eléctrica, térmica y mecánicamente, con las capacidades del transformador y del sistema.

Basados para las Tablas de Aplicación:

Las tablas de aplicación se basan en lo siguiente:

- Una falla trifásica en las terminales de baja tensión de la subestación.
- Las impedancias de los transformadores enlistadas en la tabla.
- La única fuente de energía del secundario es el transformador de la subestación.

5.- La contribución de los motores es tomada como 2.0 veces la corriente normal del transformador a 208 "Y"/120 volts y 4.0 veces a 240, 480 y 600 volts.

4.- Los KVA totales motrices conectados no exceden del 50% de la capacidad del transformador a 208 "Y"/120 volts y 100% a 240, 480 y 600 volts.

6.- Se enlistan los tamaños de bobinas para un interruptor aplicado a su capacidad máxima de interrupción a la tensión especificada del circuito. Si la corriente existente en circuito corto es menor, pueden usarse bobinas más pequeñas.

7.- Los valores tabulados para corriente en circuito corto están en términos de Amperes Simétricos RMS del Estándar NEMA SG-3.

Rango de Aplicación—Interruptores AK

| Interruptor G.E. tipo | Voltaje a 60 ciclos C.A. | Capacidad interruptiva en amperes simétricos RMS. |                           | Capacidad de sobre corriente del dispositivo de disparo-amperes |  |  |  |                                  | Límite de circuito corto para operación en cascada de 2 pasos amperes simétricos RMS |   |
|-----------------------|--------------------------|---|---------------------------|---|--|--|--|----------------------------------|--|---|
|                       |                          | Con disparos instantáneos                         | Sin disparos instantáneos | Mínimo con característica instantánea                           | Mínimo con característica de tiempo corto 2C | Mínimo con característica de tiempo corto 2B | Mínimo con característica de tiempo corto 2A | Máxima capacidad del interruptor |  | Capacidad en tiempo corto, Amperes simétricos RMS |
| AK-15                 | 600                      | 14,000  | 9,000                     | 15  | 100  | 125  | 150  | 225                              | 9,000  | 25,000  |
| AK-25                 |                          | 22,000  | 22,000                    | 40  | 175  | 200  | 250  | 600                              | 22,000   | 42,000  |
| AK-50                 |                          | 42,000  | 42,000                    | 200   | 350  | 400  | 500  | 1600                             | 42,000   | 85,000  |
| AK-75                 |                          | 65,000  | 65,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 3000                             | 65,000   | 85,000  |
| AK-100                |                          | 85,000  | 85,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 4000                             | 85,000   | 85,000  |
| AK-15                 | 480                      | 22,000  | 9,000                     | 20  | 100  | 125  | 150  | 225                              | 9,000  | 42,000  |
| AK-25                 |                          | 30,000  | 22,000                    | 100   | 175  | 200  | 250  | 600                              | 22,000   | 60,000  |
| AK-50                 |                          | 50,000  | 50,000                    | 400   | 350  | 400  | 500  | 1600                             | 50,000   | 85,000  |
| AK-75                 |                          | 65,000  | 65,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 3000                             | 65,000   | 85,000  |
| AK-100                |                          | 85,000  | 85,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 4000                             | 85,000   | 85,000  |
| AK-15                 | 240                      | 25,000  | 9,000                     | 30  | 100  | 125  | 150  | 225                              | 9,000  | 50,000  |
| AK-25                 |                          | 42,000  | 22,000                    | 150   | 175  | 200  | 250  | 600                              | 22,000   | 85,000  |
| AK-50                 |                          | 65,000  | 50,000                    | 600   | 350  | 400  | 500  | 1600                             | 50,000   | 100,000   |
| AK-75                 |                          | 85,000  | 65,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 3000                             | 65,000   | 130,000   |
| AK-100                |                          | 130,000   | 85,000                    | 2000  | 2000   | 2000   | 2000   | 4000                             | 85,000   | 130,000   |

(Continuación)

⊕ Rangos de Corrientes Continuas Estándar

| Interrupor G. E. Tipo | Valores de Corriente Continua<br>(Observe los límites mínimos señalados en las tablas de aplicación que siguen). |
|-----------------------|--|
| AK-15                 | 15, 20, 30, 40, 50, 70, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225   |
| AK-25                 | 40, 50, 70, 90, 100, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 500, 600                                       |
| AK-50                 | 200, 225, 250, 275, 300, 350, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200, 1600   |
| AK-75                 | 2000, 2500, 3000   |
| AK-100                | 2000, 2500, 3000, 4000   |

Arreglo Eléctrico de la Subestación

Las subestaciones están disponibles en arreglos: selectivo, rango pleno y en cascada. Debe tenerse cuidado en especificar el arreglo que proporcione el balance de selectividad y protección requerido por el sistema.

Subestaciones Coordinadas Selectivamente

Una subestación coordinada selectivamente usa interruptores de rango pleno (interruptores aplicados dentro de su rango de operación), con características de disparo de tiempo-largo y tiempo-corto (LS) para retrasar la apertura del interruptor principal hasta que se ha tenido oportunidad de aclarar el problema de la falla en el alimentador. Esto proporciona continuidad en el Servicio para todos los circuitos, menos el que esta en falla.

La selectividad en la subestación puede llevarse a cabo un paso más tarde especificando interruptores alimentadores selectivos que incorporan características de tiempo-largo y tiempo-corto (LS) para permitir a los dispositivos de seguridad posteriores aclarar las fallas dentro de su área.

Un refinamiento del alimentador selectivo incorpora el tiempo-largo, tiempo-corto con las características instantáneas de alto ajuste (LSI) para proporcionar selectividad sin sacrificar la protección de falla instantánea.

Además, esta combinación de características de disparo permite la aplicación del interruptor hasta su capacidad de interrupción con disparos instantáneos, más bien que la capacidad de interrupción sin disparos instantáneos. Se le llama arreglo selectivo de zona y es a menudo conveniente cuando el alimentador de centro de carga sirve a un centro de control de motores.

Subestaciones de Carga Plena

Los arreglos de carga plena usan interruptores de carga plena con características de disparo de tiempo-largo e instantáneo (LI) en los interruptores principal y de alimentación. El interruptor principal puede, ó no, disparar por una falla en el

alimentador, dependiendo de la magnitud de la falla con respecto a su ajuste para disparo instantáneo.

Subestaciones en Cascada

Los arreglos en cascada permiten que los interruptores de alimentación sean aplicados a circuitos que están sujetos a corrientes de falla que rebasen la capacidad de interruptores normalmente publicada.

Bajo el sistema de cascada un circuito corto en el circuito alimentador puede operar el interruptor principal. Los Estándares NEMA puntualizan que la operación de interruptores en exceso de su capacidad (como en cascada) está limitada a una operación, después de la cual puede necesitarse una inspección, mantenimiento o cambio total. Además se recomienda que todos los alimentadores aplicados en cascada sean operados desde un lugar retirado.

Ejemplos.

Las tablas hacen sencilla la selección de los interruptores G.E. adecuados para usarse en cada sistema. Por ejemplo, una subestación de centro de carga a 1000 Kva. 480 volts usando un sistema de carga plena, con una fuente primaria de una capacidad a circuito corto máxima disponible de 150 mva., necesita un interruptor principal AK-50 con interruptores alimentadores AK-25.

Tanto el interruptor principal como los de alimentación pueden equiparse con disparos selectivos, los interruptores adecuados pueden encontrarse en las columnas tituladas Selectivo-Principal, y Selectivo-Alimentador ó Selectivo de Zona. El interruptor principal es del mismo tamaño ya sea para carga plena (LI) ó selectivo (LS). Sin embargo para interruptores de alimentación, el tamaño dependerá de si son aplicados como de carga plena (LI), selectivo (LS) ó selectivo de zona (LSI).

Además, las tablas indican los interruptores principal (LI) y de alimentación en cascada (L') para sistemas en cascada con un amplio rango de capacidades en circuito corto disponibles en el primario y tamaños de transformadores.

⊕ Tabla de Aplicación: 208 Volts, Tres Fases

| Capacidad de transformador 3 fases KVA y porcentaje de impedancia | MVA máximos de circuito corto disponibles para sistema primario | Corriente continua de carga normal Amperes | Corriente de circuito corto. Amperes simétricos RMS         |                   |   | Tiempo largo instantáneo o tiempo-largo tiempo-corto | Interrupores de alimentación |           |                   |             |         |                           |   |                          |
|---|---|--|---|-------------------|---|--|------------------------------|-----------|-------------------|-------------|---------|---------------------------|---|--------------------------|
|   |   |  | El transformador solo                                       | 50% carga motores | Combinado   |  | Carga plena o selectiva      | Selectivo | Selectivo de zona | Carga plena | Cascada |                           |   |                          |
|   |   |  |   |                   |   |  |                              |           |                   |             |         | Tiempo-largo tiempo-corto | Tiempo-largo tiempo-corto instantáneo                                   | Tiempo-largo instantáneo |
| 1   | 2   | 3  | 4   | 5                 | 6   | 7  | 8                            | 9         | 10                | 11          |         |                           |   |                          |
| 300<br>4.5%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 833  | 16300<br>17300<br>17700<br>18000<br>18300<br>18400<br>18500 | 1700              | 18000<br>19000<br>19400<br>19700<br>20000<br>20000<br>20200 | AK-50  | AK-25                        | 175       | AK-15             | 100         | AK-15   | 30                        | AK-15<br>Está a carga plena   | 30                       |
| 500<br>4.5%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 1388                                       | 25300<br>27800<br>28700<br>29500<br>30200<br>30400<br>30800 | 2800              | 28000<br>29600<br>31500<br>32300<br>33000<br>33200<br>33600 | AK-50  | AK-50                        | 350       | AK-25             | 175         | AK-25   | 150                       | AK-15   | 30                       |
| 750<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 2080                                       | 28700<br>32000<br>33300<br>34400<br>35200<br>35600<br>36200 | 4200              | 32900<br>36200<br>37500<br>38600<br>39400<br>39800<br>40400 | AK-75  | AK-50                        | 350       | AK-25             | 175         | AK-25   | 150                       | AK-15   | 30                       |
| 1000<br>5.75%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 2780                                       | 35800<br>41100<br>43200<br>45100<br>46600<br>47300<br>48200 | 5600              | 41400<br>46700<br>48800<br>50700<br>52200<br>52900<br>53800 | AK-75  | AK-50                        | 350       | AK-50             | 350         | AK-50   | 350                       | AK-25   | 150                      |
| 1500<br>5.75%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 4160                                       | 47600<br>57500<br>61700<br>65600<br>68800<br>69900<br>72400 | 8300              | 55900<br>65800<br>70000<br>73900<br>77100<br>78200<br>80700 | No se dispone de interruptor principal               | AK-100                       | 2000      | AK-75             | 2000        | AK-75   | 2000                      | Cascada no es posible puesto que no se dispone de interruptor principal |                          |

\*Si se necesitan bobinas de disparo mayores, ver tabla página 208  
 L=Disparo retrasado a largo tiempo (disparo por sobrecarga)  
 S=Disparo retrasado a corto tiempo. (disparo por falla selectiva)  
 I=Disparo instantáneo (disparo por rápida falla alta)  
 \*\* Impedancia mínima

Tabla de Aplicación: 240 Volts, Tres Fases

| Capacidad del transformador 3 fases KVA y porcentaje de impedancia | MVA máximos de circuito corto disponibles para sistema primario | Corriente continua de carga normal Amperes | Corriente de circuito corto, Amperes simétricos RMS         |                   |   | Tiempo largo, instantáneo o tiempo-largo tiempo-corto | Interruptores de alimentación |           |                   |             |         |             |                             |
|--|---|--|---|-------------------|---|---|-------------------------------|-----------|-------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------------|
|  |   |  | El transformador solo                                       | 50% carga motores | Combinado   |   | Carga plena o selectiva       | Selectivo | Selectivo de zona | Carga plena | Cascada |             |                             |
|  |   |  |   |                   |   |   |                               |           |                   |             |         | Inte-ruptor | Inte-ruptor                 |
| 300<br>**4.5%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 722  | 14200<br>15000<br>15400<br>15600<br>15800<br>15900<br>16000 | 2900              | 17100<br>17900<br>18300<br>18500<br>18700<br>18800<br>18900 | AK-50   | AK-25                         | 175       | AK-15             | 100         | AK-15   | 30          | AK-15<br>Está a carga plena |
| 500<br>**4.5%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 1203                                       | 21900<br>24000<br>24900<br>25600<br>26100<br>26300<br>26700 | 4800              | 26700<br>28800<br>29700<br>30400<br>30900<br>31100<br>31500 | AK-50   | AK-50                         | 350       | AK-25             | 175         | AK-25   | 150         | AK-15                       |
| 750<br>5.75%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 1804                                       | 24900<br>27800<br>28900<br>29800<br>30600<br>30800<br>31400 | 7200              | 32100<br>35000<br>36100<br>37000<br>37800<br>38000<br>38600 | AK-75   | AK-50                         | 350       | AK-25             | 175         | AK-25   | 150         | AK-15                       |
| 1000<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 2406                                       | 31100<br>35700<br>37500<br>39100<br>40500<br>41000<br>41900 | 9600              | 40700<br>45300<br>47100<br>48700                            | AK-75   | AK-50                         | 350       | AK-50             | 350         | AK-50   | 600         | AK-15<br>AK-25              |
| 1500<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 3609                                       | 41300<br>49800<br>53500<br>56900<br>59700<br>60600<br>62800 | 14400             | 55700<br>64200<br>67900<br>71300<br>74100<br>75000<br>77200 | AK-100  | AK-100                        | 2000      | AK-50             | 350         | AK-50   | 600         | AK-25                       |

\*Si se necesitan bobinas de disparo mayores, ver tabla página 208  
 L=Disparo retrasado a largo tiempo (disparo por sobrecarga)  
 S=Disparo retrasado a corto tiempo, (disparo por falla selectiva)  
 I=Disparo instantáneo (disparo por rápida falla alta)  
 \*\* Impedancia mínima

Tabla de Aplicación: 240 Volts, Tres Fases

| Capacidad del transformador 3 fases KVA y porcentaje de impedancia | MVA máximos de circuito corto disponibles para sistema primario | Corriente continua a carga normal Amperes | Corriente de circuito corto Amperes simétricos RMS          |                   |   | Tiempo largo instantáneo o tiempo-largo tiempo-corto | Interruptores de alimentación |           |                   |             |         |             |                             |
|--|---|---|---|-------------------|---|--|-------------------------------|-----------|-------------------|-------------|---------|-------------|-----------------------------|
|  |   |   | El transformador solo                                       | 50% carga motores | Combinado   |  | Carga plena o selectiva       | Selectivo | Selectivo de zona | Carga plena | Cascada |             |                             |
|  |   |   |   |                   |   |  |                               |           |                   |             |         | Inte-ruptor | Inte-ruptor                 |
| 300<br>**4.5%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 361                                       | 7100<br>7500<br>7700<br>7800<br>7900<br>7900<br>8000        | 1400              | 8500<br>8900<br>9100<br>9200<br>9300<br>9300<br>9400        | AK-25  | AK-25                         | 175       | AK-15             | 100         | AK-15   | 20          | AK-15<br>Está a carga plena |
| 500<br>**4.5%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 601                                       | 10900<br>12000<br>12400<br>12800<br>13100<br>13200<br>13400 | 2400              | 13300<br>14400<br>14800<br>15200<br>15500<br>15600<br>15800 | AK-50  | AK-25                         | 175       | AK-15             | 100         | AK-15   | 20          | AK-15<br>Está a carga plena |
| 750<br>5.75%   | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 902                                       | 12500<br>13900<br>14400<br>14900<br>15300<br>15400<br>15700 | 3600              | 16100<br>17500<br>18000<br>18500<br>18900<br>19000<br>19300 | AK-50  | AK-25                         | 175       | AK-15             | 100         | AK-15   | 20          | AK-15<br>Está a carga plena |
| 1000<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 1203                                      | 15500<br>17800<br>18800<br>19600<br>20200<br>20500<br>20900 | 4800              | 20300<br>22600<br>23600<br>24400<br>25000<br>25300<br>25700 | AK-50  | AK-50                         | 350       | AK-25             | 175         | AK-25   | 100         | AK-15                       |
| 1500<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 1804                                      | 20600<br>24900<br>26700<br>28400<br>29800<br>30300<br>31400 | 7200              | 27800<br>32100<br>33900<br>35600<br>37000<br>37500<br>38600 | AK-75  | AK-50                         | 350       | AK-50             | 350         | AK-50   | 400         | AK-15                       |
| 2000<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 2406                                      | 24700<br>31100<br>34000<br>36700<br>39100<br>40000<br>41900 | 9600              | 40700<br>43600<br>46300<br>48700<br>49600                   | AK-75  | AK-50                         | 350       | AK-50             | 350         | AK-50   | 400         | AK-15<br>AK-25              |
| 2500<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 3008                                      | 28000<br>36400<br>40500<br>44500<br>48100<br>49500<br>52300 | 12000             | 51500<br>52800<br>54000<br>56500<br>60100<br>61500<br>64300 | AK-100   | AK-75                         | 2000      | AK-75             | 2000        | AK-75   | 2000        | AK-25<br>AK-50              |
| 3000<br>5.75%  | 50<br>100<br>150<br>250<br>500<br>750<br>Ilimitada              | 3607                                      | 30700<br>41200<br>46500<br>51900<br>56800<br>58700<br>62700 | 14400             | 66300<br>71200<br>73100<br>77100                            | AK-100   | AK-75                         | 2000      | AK-75             | 2000        | AK-75   | 2000        | AK-25<br>AK-50              |

\*Si se necesitan bobinas de disparo mayores, ver tabla página 208  
 S=Disparo retrasado a Tiempo-Largo (disparo por falla selectiva)  
 L=Disparo retrasado a Tiempo-Corto (disparo por sobrecarga) \*\* Impedancia mínima I=Disparo instantáneo (disparo por rápida falla alta)



**TABLA DE APLICACION:  
600 VOLTS, TRES FASES**

| Capacidad del transformador 3 fases KVA y porcentaje de impedancia | MVA máximos de circuito corto disponibles para sistema primario | Corriente continua a carga normal | Corriente de circuito corto, Amperes simétricos RMS |                    |           | Tiempo largo instantáneo o tiempo largo tiempo-corto | Interrupedores de alimentación |                  |              |                  | Tiempo largo instantáneo |         |                                   |       |
|--|---|-----------------------------------|---|--------------------|-----------|--|--------------------------------|------------------|--------------|------------------|--------------------------|---------|-----------------------------------|-------|
|  |   |                                   | El transformador solo                               | 100% carga motores | Combinado |  | Selectivo                      |                  | Carga plena  |                  |                          | Cascada |                                   |       |
|  |   |                                   |   |                    |           |  | Interrupedor                   | Tamaño de bobina | Interrupedor | Tamaño de bobina |                          |         |                                   |       |
| 300<br>**4.5%  | 50  | 289                               | 5700  | 1200               | 6900      | AK-25  | AK-15                          | 100              | AK-15        | 100              | AK-15                    | 15      | AK-15<br>Está a carga total plena |       |
|  | 100   |                                   | 6000  |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 7200  |
|  | 150   |                                   | 6100  |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 7300  |
|  | Ilimitada   |                                   | 6200  |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 7900  |
| 500<br>**4.5%  | 50  | 481                               | 8700  | 1900               | 10600     | AK-25  | AK-25                          | 175              | AK-15        | 100              | AK-15                    | 15      | AK-15<br>Está a carga plena       |       |
|  | 100   |                                   | 9600  |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 11500 |
|  | 150   |                                   | 10000   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 11900 |
|  | Ilimitada   |                                   | 10200   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 12100 |
| 750<br>5.75%   | 50  | 722                               | 9900  | 2900               | 12800     | AK-50  | AK-25                          | 175              | AK-25        | 175              | AK-25                    | 40      | AK-15<br>Está a carga plena       |       |
|  | 100   |                                   | 11100   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 14000 |
|  | 150   |                                   | 11500   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 14800 |
|  | Ilimitada   |                                   | 11900   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 15100 |
| 1000<br>5.75%  | 50  | 962                               | 12500   | 3800               | 16300     | AK-50  | AK-25                          | 175              | AK-25        | 175              | AK-25                    | 40      | AK-15                             |       |
|  | 100   |                                   | 14300   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 18100 |
|  | 150   |                                   | 15000   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 18800 |
|  | Ilimitada   |                                   | 15700   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 19500 |
| 1500<br>5.75%  | 50  | 1444                              | 16500   | 5800               | 22300     | AK-50  | AK-50                          | 350              | AK-50        | 350              | AK-50                    | 200     | AK-25                             |       |
|  | 100   |                                   | 19900   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 25700 |
|  | 150   |                                   | 21400   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 27200 |
|  | Ilimitada   |                                   | 22700   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 28500 |
| 2000<br>5.75%  | 50  | 1924                              | 19700   | 7700               | 27400     | AK-75  | AK-50                          | 350              | AK-50        | 350              | AK-50                    | 200     | AK-25                             |       |
|  | 100   |                                   | 24800   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 32500 |
|  | 150   |                                   | 27200   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 34900 |
|  | Ilimitada   |                                   | 29400   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 37100 |
| 2500<br>5.75%  | 50  | 2406                              | 22400   | 9600               | 32000     | AK-75  | AK-75                          | 2000             | AK-75        | 200              | AK-75                    | 2000    | AK-50                             |       |
|  | 100   |                                   | 29200   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 38800 |
|  | 150   |                                   | 32400   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 42000 |
|  | Ilimitada   |                                   | 35700   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 45300 |
| 3000<br>5.75%  | 50  | 2886                              | 24600   | 11500              | 36100     | AK-75  | AK-75                          | 2000             | AK-75        | 2000             | AK-75                    | 2000    | AK-50                             |       |
|  | 100   |                                   | 33000   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 44500 |
|  | 150   |                                   | 37300   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 48800 |
|  | Ilimitada   |                                   | 41600   |                    |           |  |                                |                  |              |                  |                          |         |                                   | 53100 |

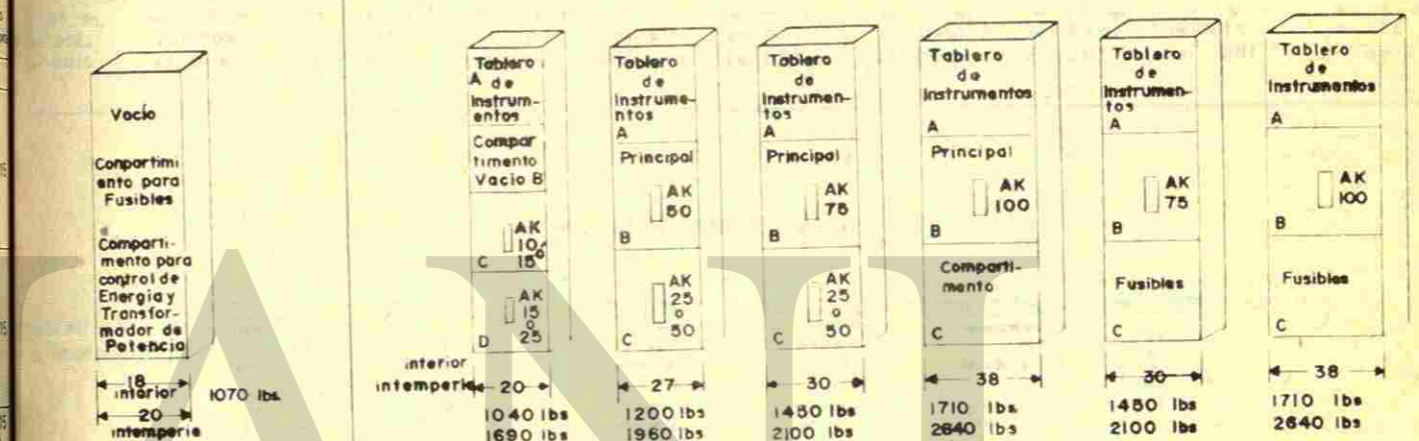
\*Si se necesitan bobinas de disparo mayores, ver tabla página 208 S=Disparo retrasado a Tiempo-Largo. (disparo por falla selectiva)  
L=Disparo retrasado a Tiempo-Corto, (disparo por sobrecarga) \*\*Impedancia mínima I=Disparo instantáneo. (disparo por rápida falla)

**Unidad Auxiliar**

- 1. Transición a transformador.
- 2. Unidad de entrada del cable o conductor para colocación de tablero de distribución.

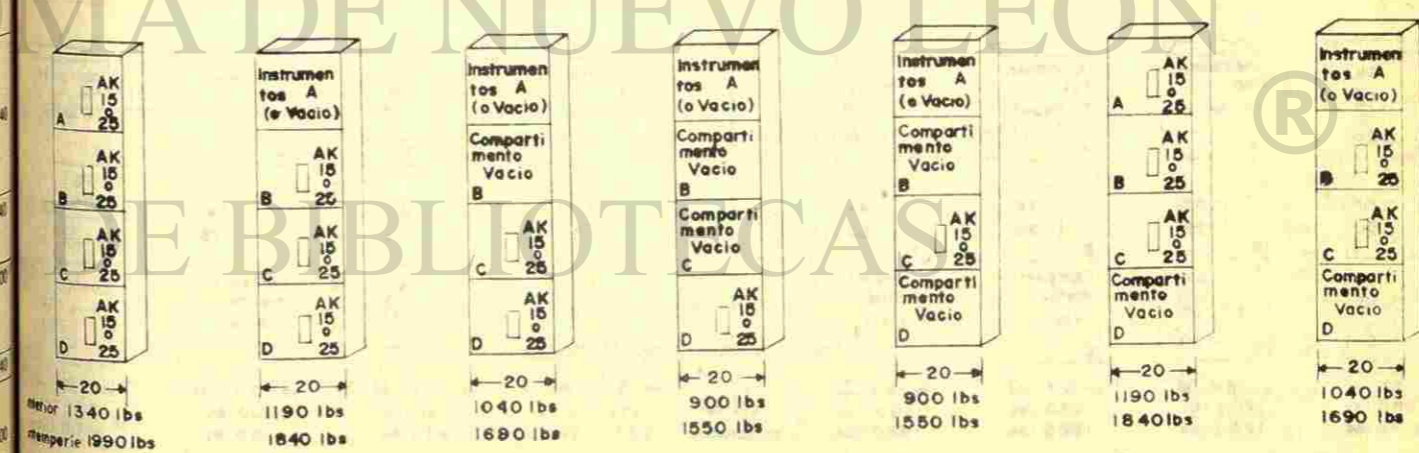
El embarque más pequeño disponible se asegura cuando usted selecciona uno de estos arreglos de conjuntos estándar

**Interrupedores Principales**



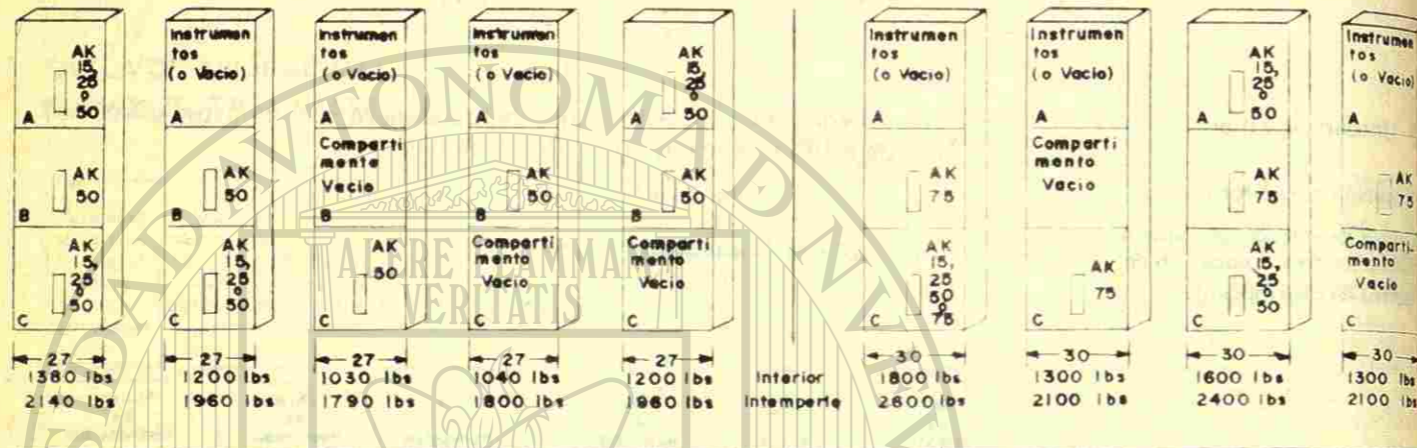
Ancho idéntico para interior e intemperie

**Interrupedores Alimentadores**

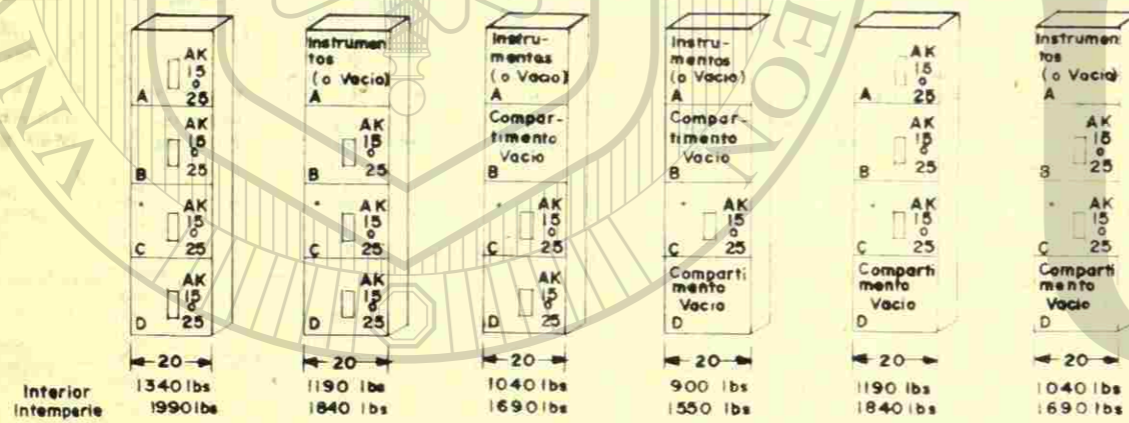


Interior 1340 lbs Intemperie 1990 lbs

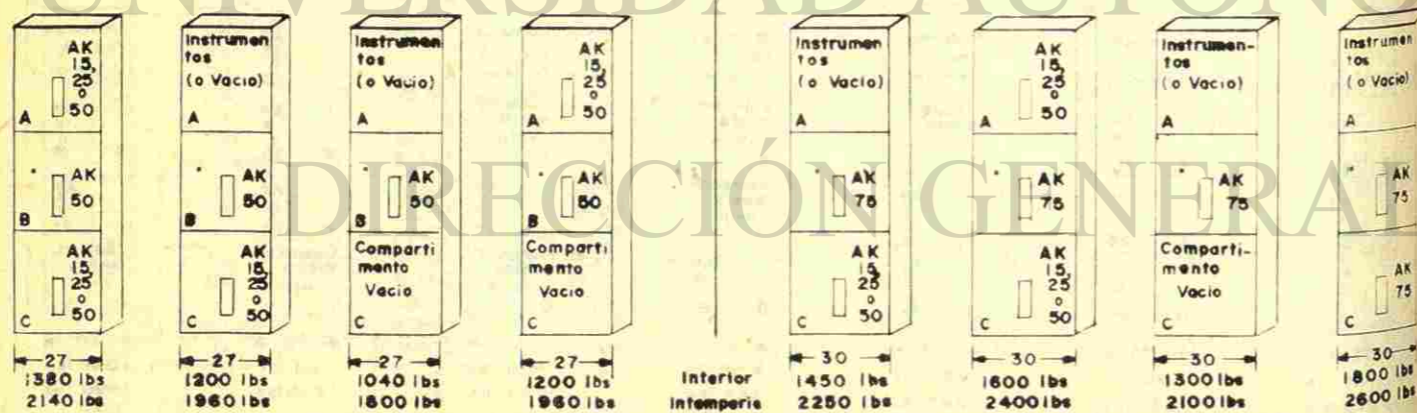
Interrupedores Alimentadores (Continuación)



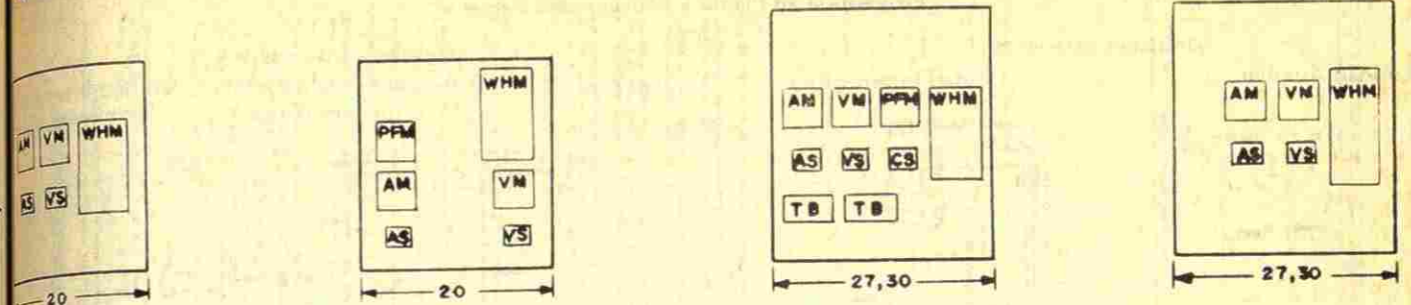
Interrupedores de Enlace



Interrupedor enlace



Interrupedor enlace



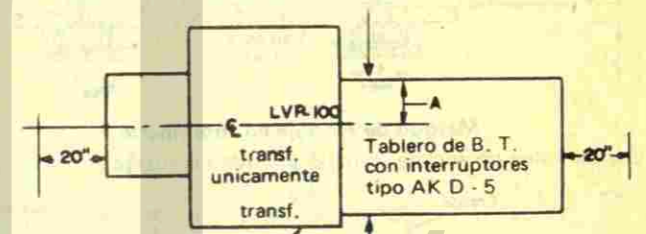
Dimensiones Adicionales

| Todos los Interrupedores | Interior | Intemperie |
|--------------------------|----------|------------|
| Altura                   | 91 3/4"  | 114 1/2"   |
| Fondo                    | 60"      | 108 1/2"   |
| "A" (ver abajo)          | 19 7/8"  | 22 5/8"    |

Planta Típica

Espacio del Pasillo Posterior

Recomendado Interior = 48"  
Intemperie = 48"  
Mínimo Interior = Ancho máximo de la Unidad de B. T.  
Intemperie = Ancho máximo de la Unidad de B. T.



Espacio del Pasillo al Frente

Recomendado Interior = 48"  
Intemperie = 48"  
Mínimo Interior = Ancho máximo de la Unidad de B. T. + 4"  
Intemperie = Ancho máximo de la Unidad de B. T.

Terminales de Cable Estándar

| Para Interrupedores AK-y AKU-2A-15/25 |                     | Para Interrupedores AK-y AKU-2A-50 |                     |
|---------------------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|
| No. de Cables por Fase                | Calibre (AWG o MCM) | No. de Cables por Fase             | Calibre (AWG o MCM) |
| 1                                     | 10-3                | 1                                  | 10-3                |
| 2                                     | 2-3/0               | 2                                  | 2-3/0               |
| 3                                     | 4/0-500             | 3                                  | 4/0-500             |
| 4                                     | 600-1000            | 4                                  | 600-1000            |
| 1 ó 2                                 |                     | 1, 2, 3 ó 4                        |                     |

Pesos de Interrupedores (Agregue a los Pesos de las Unidades en las Páginas 213 y 214)

| Tipo de Operación | AK-2A-15 | AK-2A-25 | AK-2A-50 | AK-2A-75 | AK-2A-100 |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Manual            | 75       | 80       | 310      | 420      | 540       |
| Eléctrica         | 80       | 95       | 352      | 480      | 600       |

Pesos de Interrupedores con fusibles

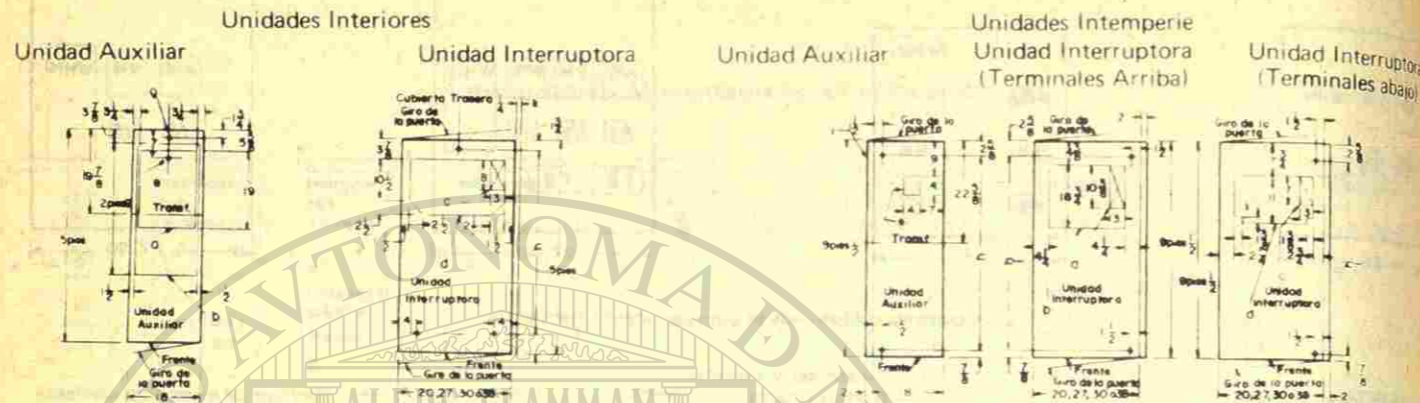
| Tipo de Operación | AKU-2A-25 | AKU-2A-50 | Fusible R/O, 3000A para Usarse con Int. AK-2A-75 (Int. en Compart. Separado) | Fusible R/O, 3000A para Usarse con Int. AK-2A-100 (Int. en Compart. Separado) |
|-------------------|-----------|-----------|--|---|
| Manual            | 110       | 410       | * 300  | * 400   |
| Eléctrica         | 125       | 450       |  |   |

Agregue el peso del interruptor de la tabla de arriba.



Dimensiones Típicas

Proyección en Planta y Espacio para Cables



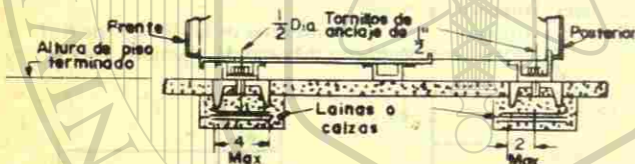
- a- Máximo espacio para terminales principales abajo.
- b- Máximo espacio para terminales principales arriba.
- c- Espacio para terminales de control, arriba ó abajo.
- d- Máximo espacio para terminales principales, arriba ó abajo.
- e- Localización de conexión a tierra.
- g- Agujero para tornillos de anclaje de unidades.
- h- Agujeros para pernos.
- i- Solo unidades en extremos.
- j- Cubierta junto al transformador.
- k- Cubierta trasera.

Como se muestran, las unidades están al lado derecho del transformador. Las unidades colocadas a la izquierda son iguales, excepto que la cubierta posterior se cambiará al lado opuesto.

Como se muestran, las unidades están al lado derecho del transformador. Las unidades a la izquierda son iguales excepto que la cubierta posterior se cambiará al lado opuesto. Los agujeros para los tornillos de anclaje estarán localizados a 1 1/2" del extremo de la placa.

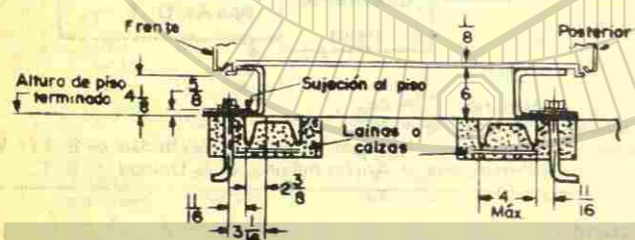
Método de Anclaje en Interiores

Los tornillos de anclaje, canales y laines las suerte el distribuidor



Método de Anclaje en Intemperie

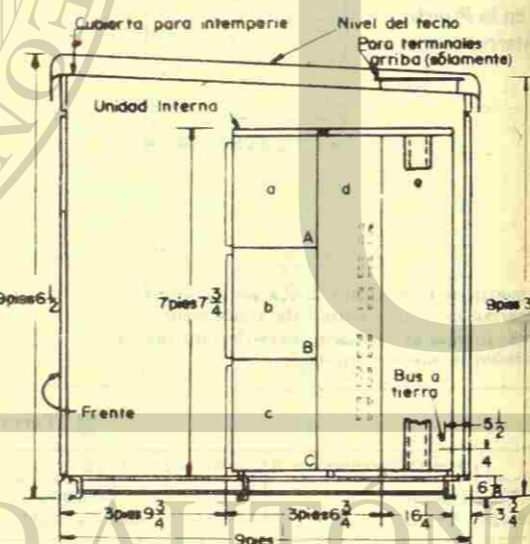
Los tornillos de anclaje, canales y laines las suerte el distribuidor



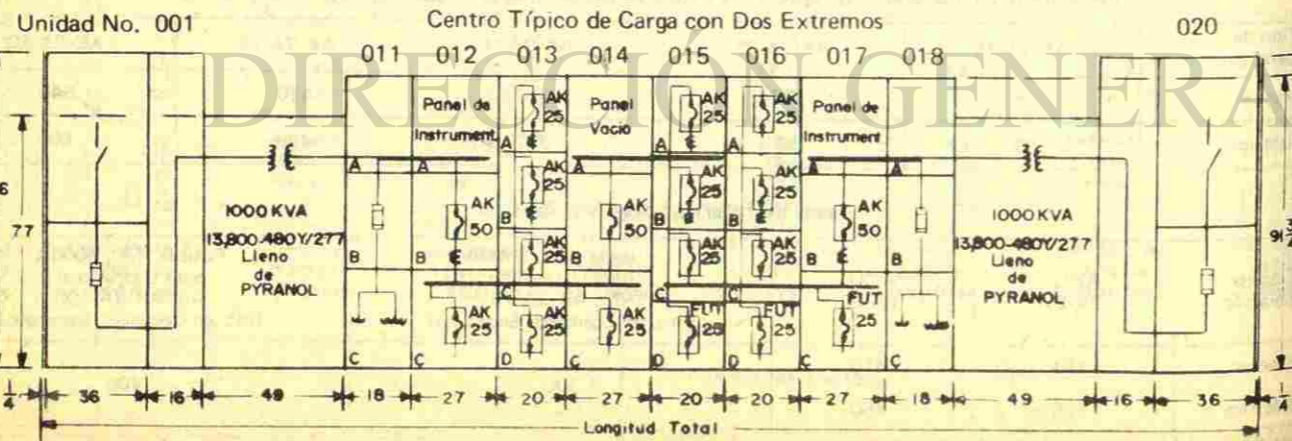
Información sobre la Cimentación

El equipo está dotado de canales, eliminando la necesidad del piso de acero, cuando va montando directamente sobre un piso raso y a nivel. Si se desean colocar canales de empotramiento, deben nivelarse uno con respecto al otro y nivelarse también en toda su longitud. Para nivelación, se recomiendan canales de 4" x 5.4 1b/pié. El nivel del suelo debe estar un poco abajo de la superficie de las canales de montaje y en ningún caso el nivel del suelo debe estar más alto que el de las canales.

Vista Lateral Típica



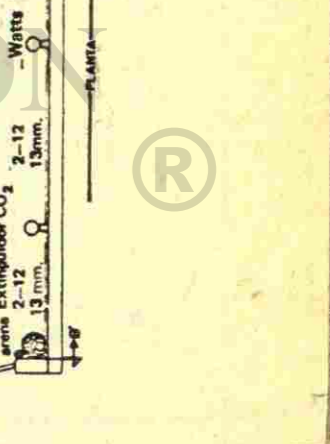
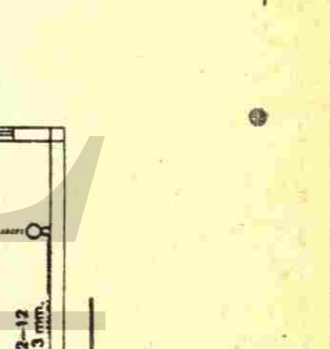
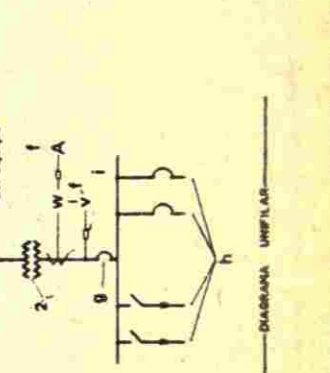
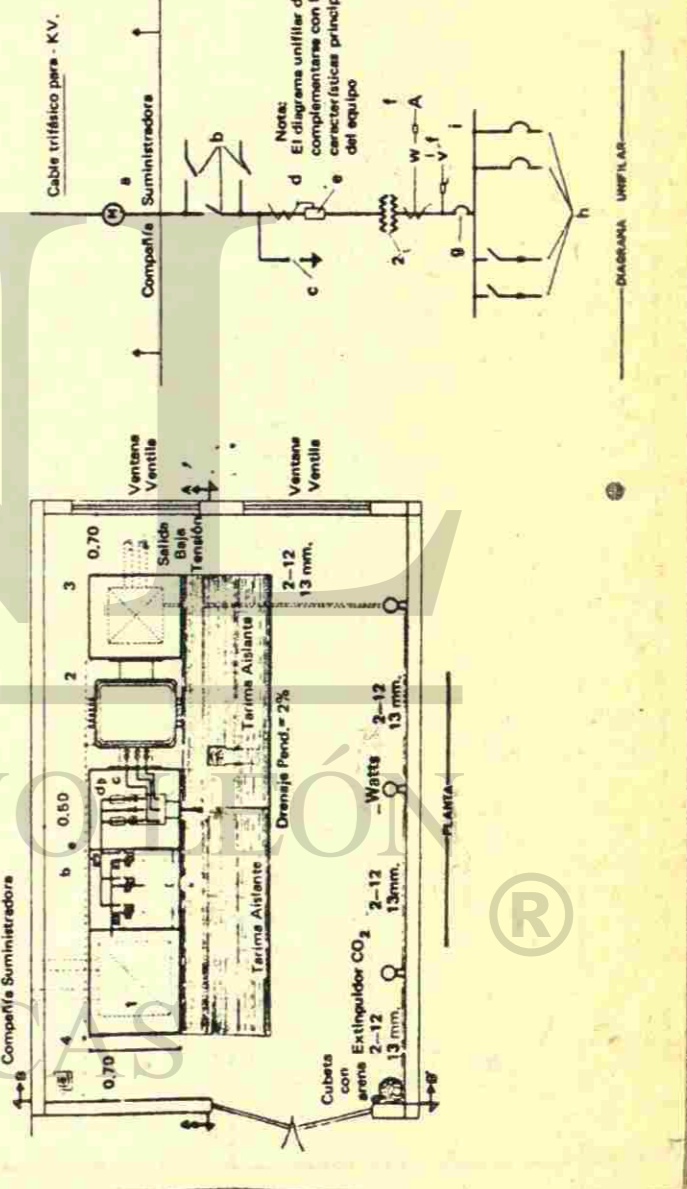
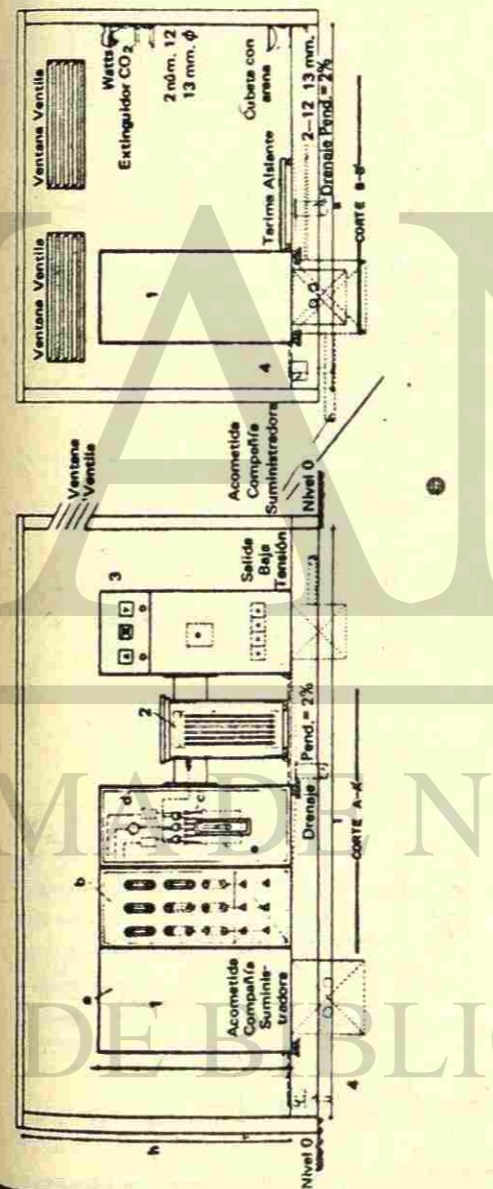
- a. Compart. de instr. ó del interruptor
- b. Compart. del interruptor
- c. Compart. del interruptor
- d. Compart. para bus
- e. Compart. para cables

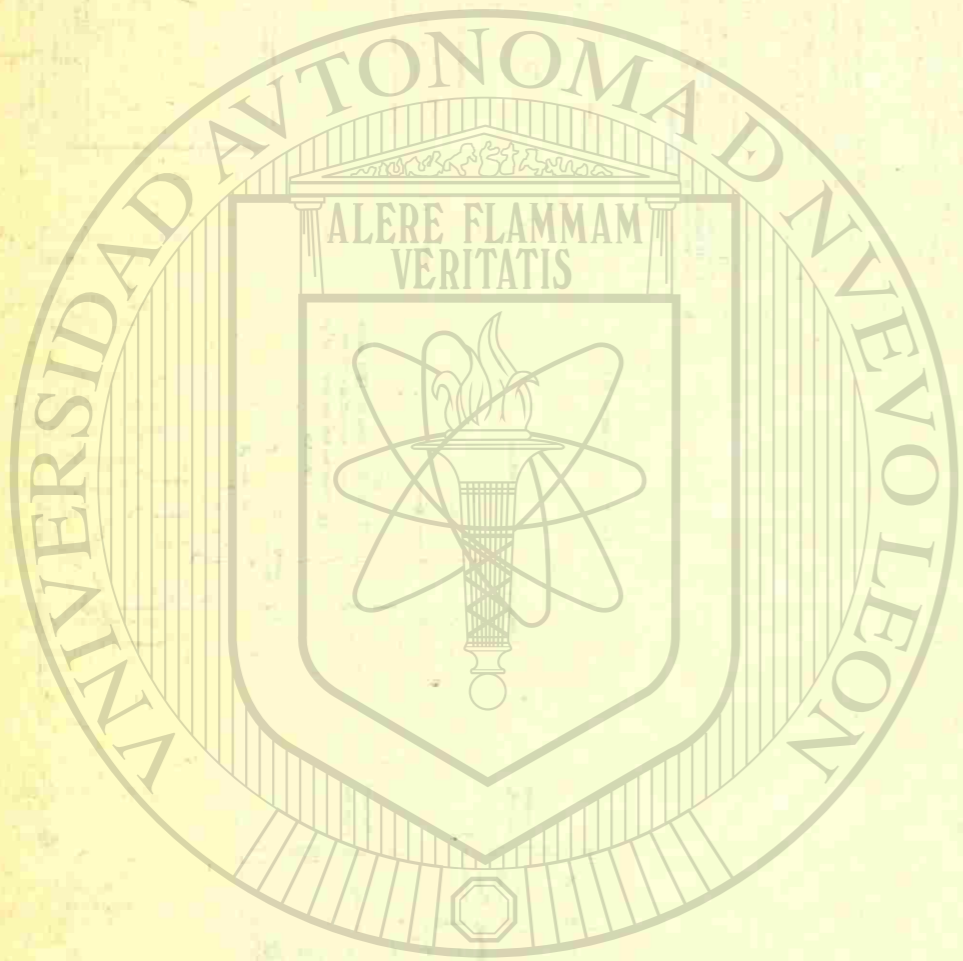


- EQUIPO Y MATERIALES**
- 1. Gabinete metálico de tamaño compacto para servicio interior marca Aut. S.I.C. D.G.E. No. 202.7.30.038.
  - 2. Equipo de medición de la compañía suministradora.
  - 3. Interruptor de capacidad interruptiva MVA.
  - 4. Transformador trifásico marca Aut. S.I.C. D.G.E. No. 202.7.30.038.
  - 5. Tablero de baja tensión para servicio interior marca Aut. S.I.C. D.G.E. No. 202.7.30.038.
  - 6. Acometida para cables.
  - 7. Acometida para cables.
  - 8. Acometida para cables.
  - 9. Acometida para cables.
  - 10. Acometida para cables.
  - 11. Acometida para cables.
  - 12. Acometida para cables.
  - 13. Acometida para cables.
  - 14. Acometida para cables.
  - 15. Acometida para cables.
  - 16. Acometida para cables.
  - 17. Acometida para cables.
  - 18. Acometida para cables.
  - 19. Acometida para cables.
  - 20. Acometida para cables.
  - 21. Acometida para cables.
  - 22. Acometida para cables.
  - 23. Acometida para cables.
  - 24. Acometida para cables.
  - 25. Acometida para cables.
  - 26. Acometida para cables.
  - 27. Acometida para cables.
  - 28. Acometida para cables.
  - 29. Acometida para cables.
  - 30. Acometida para cables.
  - 31. Acometida para cables.
  - 32. Acometida para cables.
  - 33. Acometida para cables.
  - 34. Acometida para cables.
  - 35. Acometida para cables.
  - 36. Acometida para cables.
  - 37. Acometida para cables.
  - 38. Acometida para cables.
  - 39. Acometida para cables.
  - 40. Acometida para cables.
  - 41. Acometida para cables.
  - 42. Acometida para cables.
  - 43. Acometida para cables.
  - 44. Acometida para cables.
  - 45. Acometida para cables.
  - 46. Acometida para cables.
  - 47. Acometida para cables.
  - 48. Acometida para cables.
  - 49. Acometida para cables.
  - 50. Acometida para cables.
  - 51. Acometida para cables.
  - 52. Acometida para cables.
  - 53. Acometida para cables.
  - 54. Acometida para cables.
  - 55. Acometida para cables.
  - 56. Acometida para cables.
  - 57. Acometida para cables.
  - 58. Acometida para cables.
  - 59. Acometida para cables.
  - 60. Acometida para cables.
  - 61. Acometida para cables.
  - 62. Acometida para cables.
  - 63. Acometida para cables.
  - 64. Acometida para cables.
  - 65. Acometida para cables.
  - 66. Acometida para cables.
  - 67. Acometida para cables.
  - 68. Acometida para cables.
  - 69. Acometida para cables.
  - 70. Acometida para cables.
  - 71. Acometida para cables.
  - 72. Acometida para cables.
  - 73. Acometida para cables.
  - 74. Acometida para cables.
  - 75. Acometida para cables.
  - 76. Acometida para cables.
  - 77. Acometida para cables.
  - 78. Acometida para cables.
  - 79. Acometida para cables.
  - 80. Acometida para cables.
  - 81. Acometida para cables.
  - 82. Acometida para cables.
  - 83. Acometida para cables.
  - 84. Acometida para cables.
  - 85. Acometida para cables.
  - 86. Acometida para cables.
  - 87. Acometida para cables.
  - 88. Acometida para cables.
  - 89. Acometida para cables.
  - 90. Acometida para cables.
  - 91. Acometida para cables.
  - 92. Acometida para cables.
  - 93. Acometida para cables.
  - 94. Acometida para cables.
  - 95. Acometida para cables.
  - 96. Acometida para cables.
  - 97. Acometida para cables.
  - 98. Acometida para cables.
  - 99. Acometida para cables.
  - 100. Acometida para cables.

**NOTAS:**

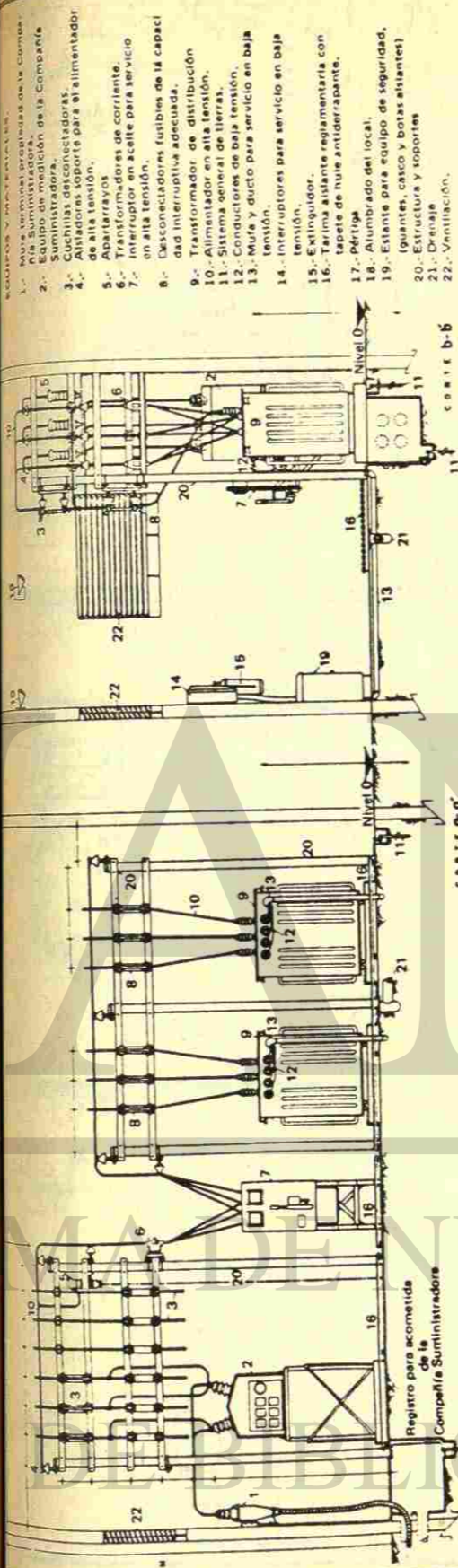
1. Representar en vistas físicas la disposición interior del equipo y dispositivos empleados, indicando las acotaciones respectivas y adjuntar planos que presenten la construcción de los gabinetes de la instalación del juego de cuchillas para la comprobación del equipo de medición estará sujeto a lo estipulado en el Art. 74 F. 2. c. del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.
2. El interruptor general, partida (3), inciso (g), es opcional siempre y cuando el transformador sea un interruptor derivado, está instalado cerca del transformador.
3. Las dimensiones (1, b y a), deberán estar en función de las dimensiones del equipo y distancia que se requiera para el montaje del equipo en el terreno de mucha dureza puede disminuirse la longitud del electrodo a una razonable.



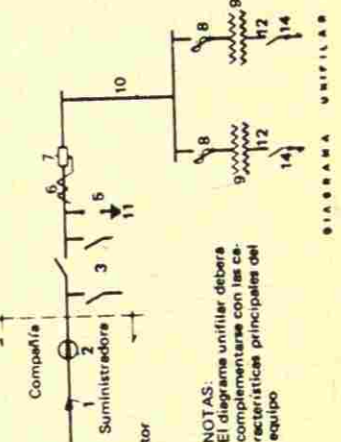
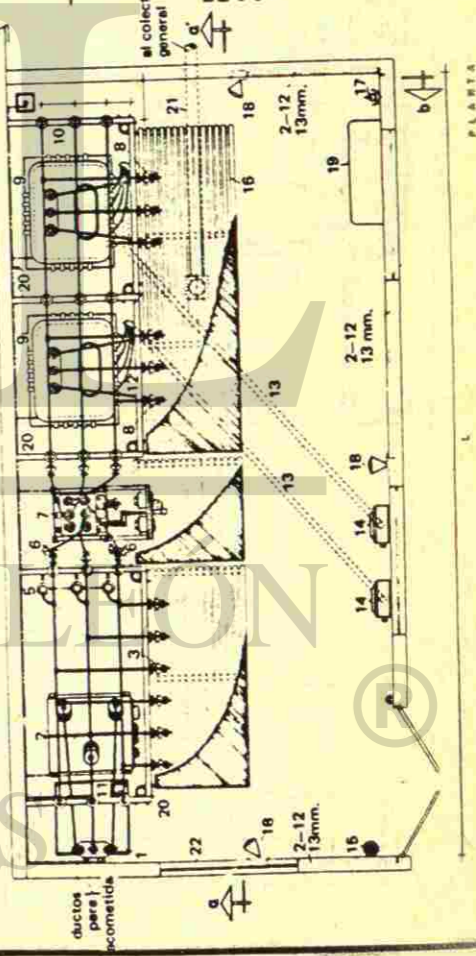


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

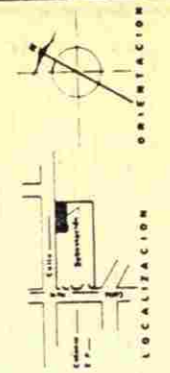
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



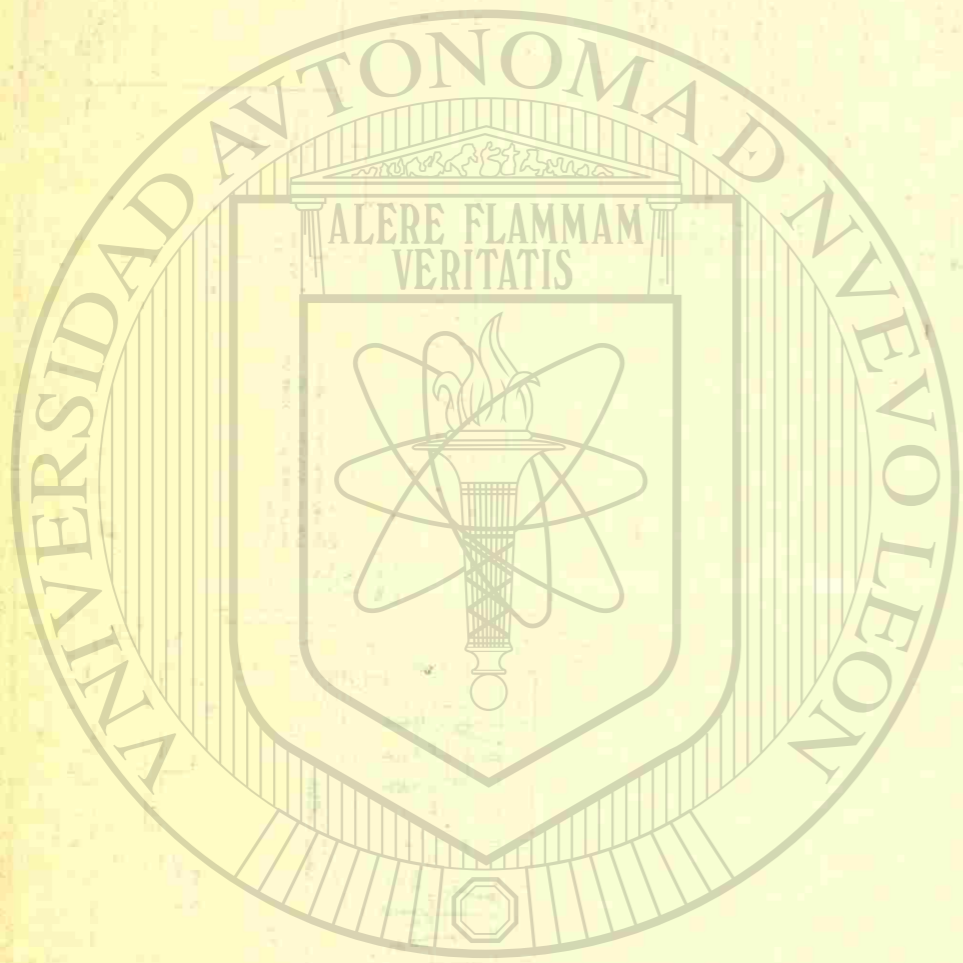
- NOTAS:**
- 1.- Indicar marcas, tipos, Núms. de Aut. S.I.C. - D.G.E. y características completas de todos los equipos y materiales empleados (para cada partida), verticales y horizontales entre alimentadores de alta tensión y a tierra, en las diferentes tensiones, deberán ir acolladas de acuerdo con las distancias que marca el Reglamento de Obras e Instalaciones eléctricas.
  - 2.- Las dimensiones (L, H y A), así como las distancias entre equipos y áreas de operación, deberán ser de acuerdo con las distancias de vigas.
  - 3.- La instalación del juego de cuchillas de prueba, para la comprobación del equipo de medición, estará sujeta a la aprobación del art. 74 fracción 3, inciso (C) del Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.
  - 4.- Dejar espacio de 10 x 20 cm, para sello y firma de esta Dependencia.



**NOTAS:**  
El diagrama unifilar deberá complementarse con las características principales del equipo.



|                     |             |
|---------------------|-------------|
| INFORMACIÓN GENERAL |             |
| PROYECTO            | RESERVABLE  |
| FECHA               | FECHA       |
| PROYECTISTA         | PROYECTISTA |
| PROYECTO            | PROYECTO    |
| FECHA               | FECHA       |
| PROYECTISTA         | PROYECTISTA |



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Equipo y Materiales**

- 1.- Unidad Diesel eléctrica marca *Volvo*.
- 2.- Generador.
- 3.- Tablero general de control.
- 4.- Líneas e trinchera para alimentadores de la unidad generadora al tablero.
- 5.- Ducto con alimentadores maroma (Compañía suministradora).
- 6.- Líneas e trinchera para el ducto de la carga.
- 7.- Sistema de tierra.
- 8.- Base soportadora (construida bajo especificaciones del aplicante).
- 9.- Motor a sistema de escape, (especificar accesorios en la Memoria Técnica Descriptiva).
- 10.- Línea de escape.
- 11.- Línea de escape.
- 12.- Línea para abastecimiento del tanque principal.
- 13.- Bomba (manual o automática) para abastecimiento del tanque de servicio.
- 14.- Línea que alimenta al tanque de servicio.
- 15.- Línea de servicio para combustible.
- 16.- Línea de servicio para combustible.
- 17.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 18.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 19.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 20.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 21.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 22.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 23.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 24.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 25.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 26.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 27.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 28.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 29.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 30.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 31.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 32.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 33.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 34.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 35.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 36.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 37.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 38.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 39.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.
- 40.- Línea para abastecimiento de la unidad generadora.

**NOTAS**

- 1.- En todo aparato, material y dispositivo eléctrico, se deberá indicar sus características completas, así como el número de A.M.T.
- 2.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 3.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 4.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 5.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 6.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 7.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 8.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 9.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 10.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 11.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 12.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 13.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 14.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 15.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 16.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 17.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 18.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 19.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 20.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 21.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 22.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 23.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 24.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 25.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 26.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 27.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 28.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 29.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 30.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 31.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 32.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 33.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 34.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 35.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 36.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 37.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 38.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 39.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.
- 40.- El diagrama deberá ser elaborado en un formato de tamaño A4.

**DIAGRAMA**

El diagrama utilizará deberá completarse con las características y características del equipo.

COMPART. Suministradora

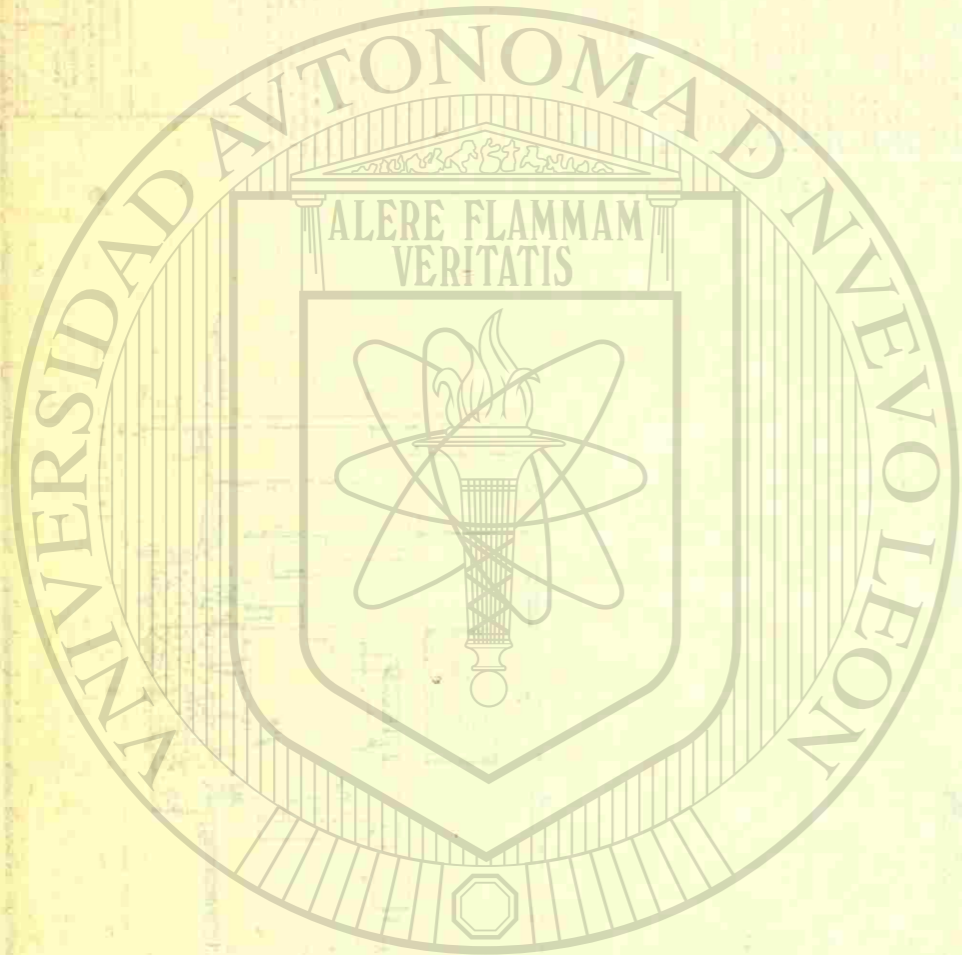
Carga de emergencia

C-1, C-2, C-3, C-4, C-6, C-7, C-8, C-9, C-10

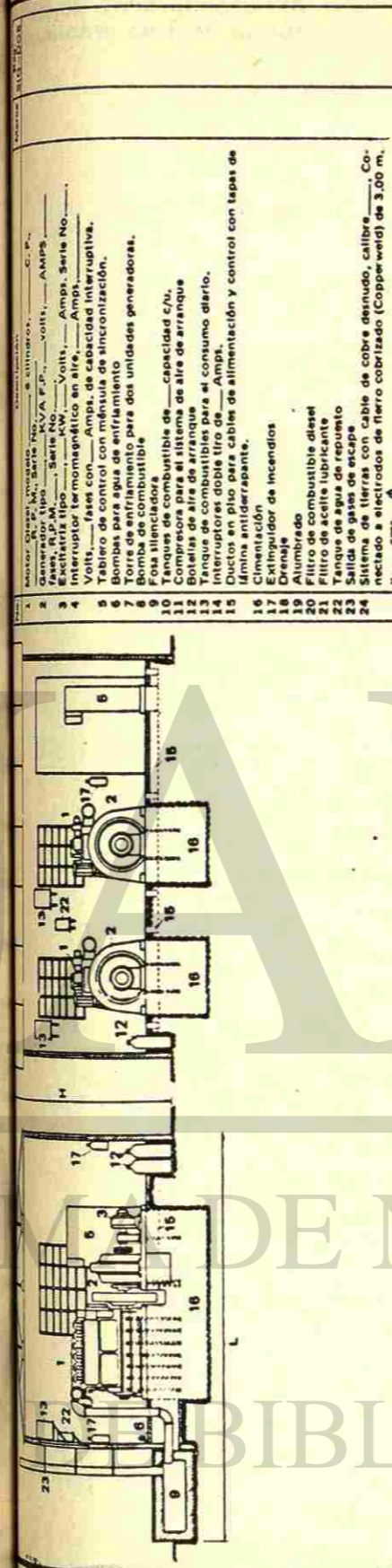
h

DIAGRAMA VERIFILAS

|                    |          |          |          |
|--------------------|----------|----------|----------|
| UNIDAD DE PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |
| UNIDAD DE PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |
| UNIDAD DE PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |
| UNIDAD DE PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO | PROYECTO |

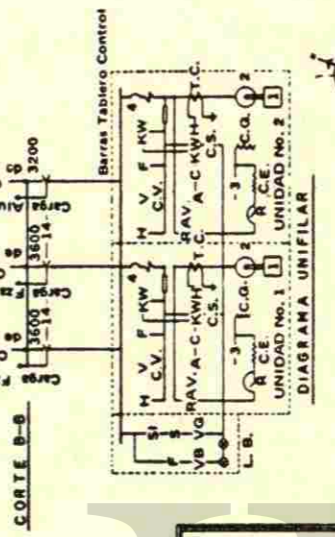


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

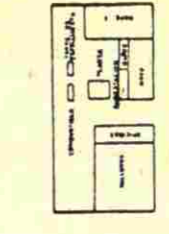


- 1 Motor Diesel
- 2 Generador tipo...
- 3 Excitrix tipo...
- 4 Interruptor termomagnético en aire...
- 5 Volti... fases con...
- 6 Bomba de combustible...
- 7 Fosa llenadora...
- 8 Tanque de combustible...
- 9 Botellas de aire de arranque...
- 10 Interruptores doble tiro...
- 11 Ductos en plus para cables...
- 12 Cimentación...
- 13 Extinguidor de incendios...
- 14 Drenaje...
- 15 Filtro de combustible diesel...
- 16 Tanque de agua de recuento...
- 17 Salida de gases de escape...
- 18 Sistema de tierras con cable...
- 19 nectado a electrodos de fierro...
- 20 K...cm.

NOTAS:  
a) Todas las partes metálicas de los equipos deberán estar conectadas a tierra de acuerdo, emplear electrodos de fierro galvanizado con tapón capa de bronce.  
b) También se sugiere, emplear electrodos de fierro galvanizado con tapón capa de bronce.



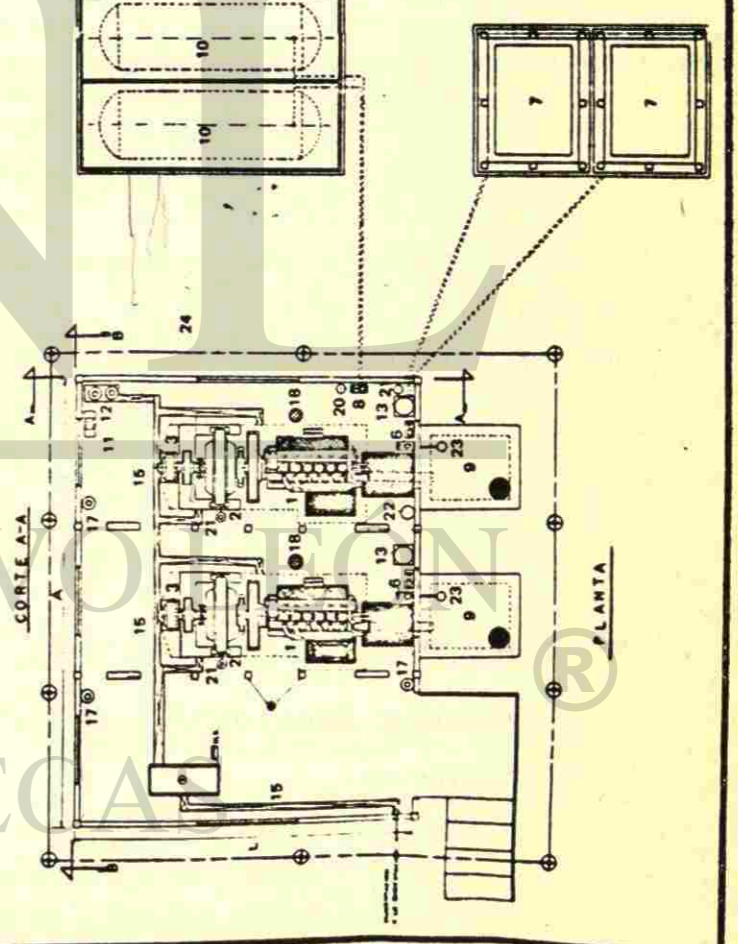
- SÍMBOLOS**
- 1.- Motor Diesel
  - 2.- Generador Síncrono
  - 3.- Excitrix
  - 4.- Tercio de Generador
  - 5.- Campo de la Excitrix
  - 6.- R.A.V. Regulador Automático de Voltaje
  - 7.- C.A. Comandante del Ampérmetro
  - 8.- K.W.H. Kilowattmetro de C.A.
  - 9.- T.C. Transformador de Corriente
  - 10.- V. Voltímetro
  - 11.- C.V. Comandante de Horas de Operación
  - 12.- C.S. Comandante de Sincronización
  - 13.- V.M. Voltímetro de Sincronización
  - 14.- V.C. Voltímetro del Generador
  - 15.- F.S. Frecuencímetro de Sincronización
  - 16.- I. Interruptor Doble tiro.

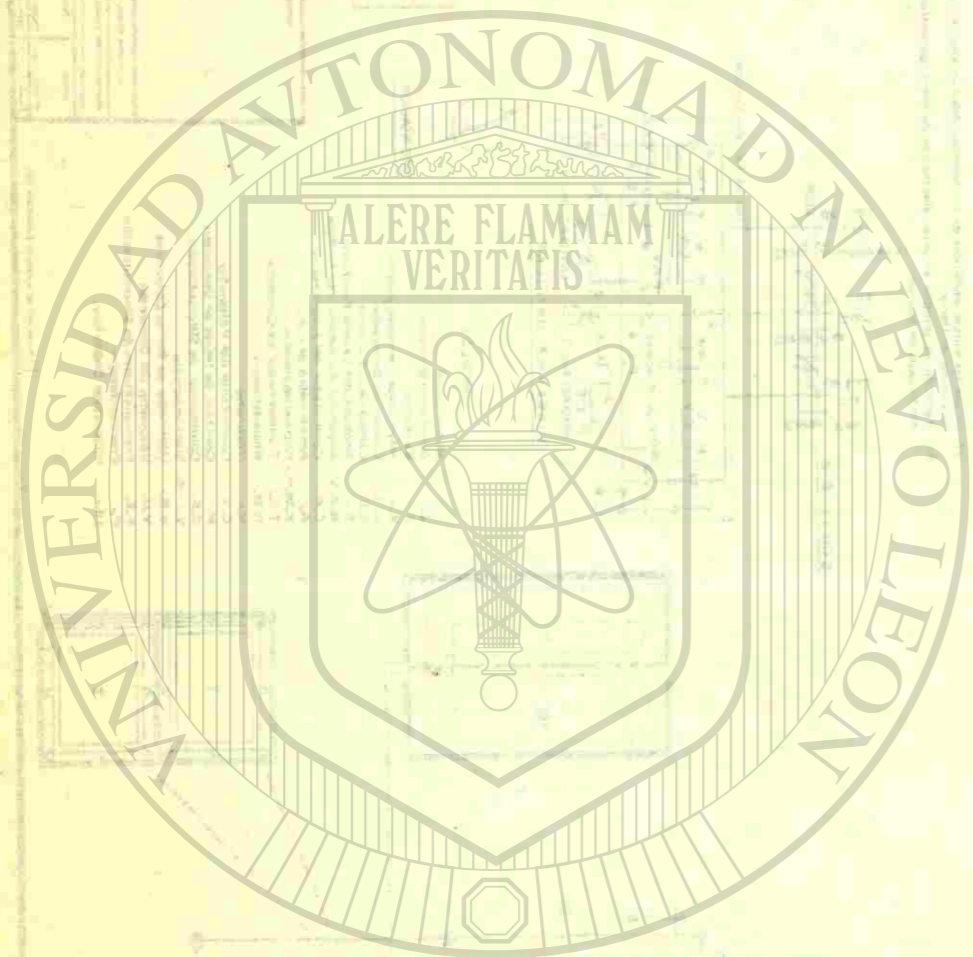


**LOCALIZACIÓN**

Planta del edificio, edificio de instalación de...

|          |     |
|----------|-----|
| PROYECTO | ... |
| FECHA    | ... |
| ...      | ... |





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**Determinación de la Capacidad Tipo de Transformador en Subestaciones de Distribución**

Los principales factores a considerar en la selección de transformadores de potencia para subestaciones de distribución son los siguientes:

- I.- Número de fases (unidad trifásica o banco de unidades monofásicas).
- II.- Nivel básico de aislamiento (BIL).
- III.- Clase de enfriamiento.

**⊕ Nivel Básico de Aislamiento de Transformadores de Potencia**

| Tensión del Sistema (KV) | (BIL) del Transformador (KV) |                                   |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
|                          | Aislamiento Pleno            | Aislamiento Reducido en una Clase |
| 115                      | 550                          | 450                               |
| 138                      | 650                          | 550                               |
| 161                      | 750                          | 650                               |
| 230                      | 1050                         | 900                               |
| 287                      | 1300                         | 1050                              |
| 345                      | 1550                         | 1300                              |

Los niveles de la columna 2 son los que deben usarse, a menos que estudios especiales demuestren que niveles de aislamiento menores pueden ser protegidos adecuadamente contra voltajes de impulso.

En puntos del sistema en donde pararrayos de 80% pueden ser aplicados próximos al transformador, pueden obtenerse considerables economías reduciendo el nivel básico de aislamiento de los transformadores en una clase de acuerdo con la columna 3 de la tabla.

**III.- Clase de Enfriamiento**

Descripción de los diferentes tipos de enfriamiento, que actualmente se utilizan de acuerdo con las normas americanas.

Tipo OA

Sumergido en aceite con enfriamiento natural.

Tipo OA/FA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio/con enfriamiento con aire forzado.

Tipo FOA

Sumergido en aceite, con enfriamiento por aceite forzado con enfriadores de aire forzado.

Tipo OA/FOA/FOA

Sumergido en aceite con enfriamiento propio/con enfriamiento con aceite forzado-aire forzado/con enfriamiento con aceite forzado-aire forzado.

Tipo OW

Sumergido en aceite con enfriamiento por agua

Tipo FOW

Sumergido en aceite, con enfriamiento de aceite forzado con enfriadores de agua forzada.

**⊕ Impedancia Normal de Transformadores de Potencia**

| Clase de Voltaje KV | Impedancia % |
|---------------------|--------------|
| 15                  | 4.5 - 7      |
| 25                  | 5.5 - 8      |
| 34.5                | 6 - 8        |
| 46                  | 6.9 - 9      |
| 69                  | 7 - 10       |
| 92                  | 7.5 - 10.5   |
| 115                 | 8 - 12       |
| 138                 | 8.5 - 13     |
| 161                 | 9 - 14       |
| 196                 | 10 - 15      |
| 220                 | 11 - 16      |

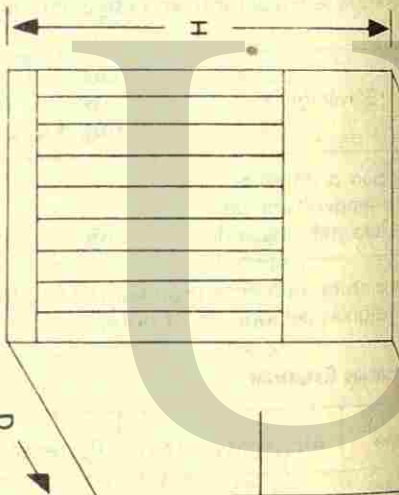




● Conexiones Normales de Transformadores Trifásicos

| Designación<br>CEI<br>de las<br>conexiones | Esquema Vectorial  |                    | Esquema de Conexiones |                    | Designación<br>VDE<br>0.532<br>VI 40 |
|--|--------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|--------------------------------------|
|  | En Alta<br>Tensión | En Baja<br>Tensión | En Alta<br>Tensión    | En Baja<br>Tensión |                                      |
| Dd0  |                    |                    |                       |                    | A <sub>1</sub>                       |
| Y/0  |                    |                    |                       |                    | A <sub>2</sub>                       |
| Dz0  |                    |                    |                       |                    | A <sub>3</sub>                       |
| Dd6  |                    |                    |                       |                    | B <sub>1</sub>                       |
| Yy6  |                    |                    |                       |                    | B <sub>2</sub>                       |
| Dz6  |                    |                    |                       |                    | B <sub>3</sub>                       |
| Dy5  |                    |                    |                       |                    | C <sub>1</sub>                       |
| Yd5  |                    |                    |                       |                    | C <sub>2</sub>                       |
| Yz5  |                    |                    |                       |                    | C <sub>3</sub>                       |
| Dy11                                       |                    |                    |                       |                    | D <sub>1</sub>                       |
| Yd11                                       |                    |                    |                       |                    | D <sub>2</sub>                       |
| Yz11                                       |                    |                    |                       |                    | D <sub>3</sub>                       |

● Dimensiones Típicas ●



Costado para la Conexión al Tablero de Control.

| Capacidad del Transformador<br>Kva | Lleno de líquido (65°C elevación)<br>(Nuevo diseño) |    |    | Tipo abierto seco (150°C elevación) |        |      | Seco sellado lleno de gas (150°C elevación) |      |        |
|------------------------------------|---|----|----|-------------------------------------|--------|------|---|------|--------|
|                                    | H*<br>Dimensiones en pulgadas                       | W  | D  | Acetate Pyranol                     | Peso † | H    | W   | D    | Peso † |
| 112.5                              | 77  | 39 | 39 | 2.38                                | 2.73   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 150                                | 77  | 39 | 39 | 2.38                                | 2.73   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 225                                | 77  | 39 | 44 | 2.62                                | 3.03   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 300                                | 77  | 41 | 44 | 2.90                                | 3.30   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 500                                | 77  | 42 | 53 | 3.75                                | 4.30   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 750                                | 77  | 47 | 63 | 4.95                                | 5.65   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 1000                               | 77  | 49 | 72 | 6.15                                | 7.00   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 1500                               | 77  | 53 | 72 | 7.50                                | 8.60   | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |
| 2000                               | 77  | 53 | 81 | 9.00                                | 10.25  | 5 kv | 15 kv                                       | 5 kv | 15 kv  |

\* Aumente 4 pulgadas para obtener la altura sobre la parte fija más alta para la unidad con Pyranol y 3.5 pulgadas para la unidad llena de aceite.  
 † Peso en miles de libras  
 ● Estas dimensiones y pesos se aplican sólo a transformadores con diseño estándar NEMA.

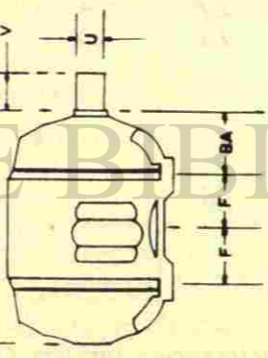
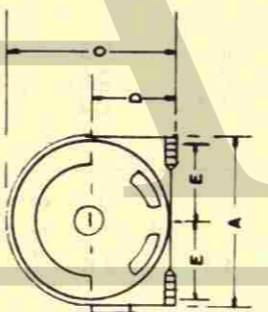


| 1 | Velocidad Variable   |          | Velocidad Ajustable |      | Velocidad Constante |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Velocidad                                  |                    |                    |  |  |
|---|--|----------|---------------------|------|---------------------|--|--------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--|--------------------|--------------------|--|--|
|   | Corriente Continua   |          |                     | C.A. | Corriente continua  | Corriente Alterna 3 y 2 Fases              | Corriente Continua | Monofásicos                   |                    |                    |                    | Fuente de Energía |  |                    |                    |  |  |
|   | Serie  | Compound | Derivado            |      |                     |  |                    | Corriente Alterna 3 y 2 Fases | Corriente Continua | Corriente Continua | Corriente Continua |                   |  | Corriente Continua | Corriente Continua |  |  |
| 2 | El Par Máximo está limitado por la commutación, bajo condiciones normales al Motor CC desahogado 200, 400 % de par máximo momentáneamente. |          |                     |      | 3                   | Dependencia de la Carga a Velocidad Normal |                    |                               |                    |                    |                    |                   |  |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   |  |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Agitadores-Mescladores                     |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Bombas Alternativas                        |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Bombas Centrífugas y de Turbina            |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Cabrestantes                               |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Compresoras                                |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Elevadores de Cangilones                   |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Extractores (Lavandería y Químicos)        |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Flechas de Transmisión                     |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Fresadoras                                 |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Grúas, Malacates, Elevadores               |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Lavadoras                                  |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Máquinas de Carpintería                    |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Máquinas Roladoras                         |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Mezcladoras de Masa                        |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Molinos de Bolas o Rodillos                |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Molinos de Martillos                       |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Moto-Generadores CA-CC                     |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Moto-Generadores CC-CA                     |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Presas Embalaje                            |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Presas de imprenta, Sencilas               |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Presas de imprenta, Cama Plana             |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Presas de imprenta, Rotatorias y Offset    |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Pulidoras                                  |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Quebradoras y Pulverizadoras (con volante) |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Quebradoras y Pulverizadoras (sin volante) |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Secadoras Oscilantes                       |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Sopladores (Tipo Roots)                    |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Taladros                                   |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Tornos                                     |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Transportadores (Arrancan Cargados)        |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Troqueles, Cizallas y Martillos            |                    |                    |  |  |
|   |  |          |                     |      |                     |  |                    |                               |                    |                    |                    |                   | Ventiladores                               |                    |                    |  |  |

Asignaciones Nema para Motores Horizontales a Prueba de Goteo

| H.P.  | 3600 RPM | 1800 RPM | 1200 RPM | 900 RPM  |
|-------|----------|----------|----------|----------|
| 1/4   |          | 56       | 56       | 56       |
| 1/2   |          | 56       | 56       | 56       |
| 3/4   | 56       | 56       | 56       | 56       |
| 1     | 56       | 182 143  | 184 145  | 213 182  |
| 1 1/2 | 182 143  | 184 145  | 213 184  | 213 184  |
| 2     | 184 145  | 184 145  | 213 184  | 215 213  |
| 3     | 184 145  | 213 182  | 215 213  | 254U 215 |
| 5     | 213 182  | 215 184  | 254U 215 | 256U     |
| 7 1/2 | 215 184  | 254U 213 | 256U 215 | 284U     |
| 10    | 254U 213 | 256U 215 | 324U     | 326U     |
| 15    | 256U 215 | 284U     | 324U     | 364U     |
| 20    | 284U     | 286U     | 326U     | 364U     |
| 25    | 286U     | 324U     | 364U     | 365U     |
| 30    | 324S     | 326U     | 365U     | 404U     |
| 40    | 326S     | 364U     | 404U     | 405U     |
| 50    | 364US    | 365US    | 405U     | 444U     |
| 60    | 365US    | 404US    | 444U     | 445U     |
| 75    | 404US    | 405US    | 445U     | 1504     |
| 100   | 405US    | 444US    | 1504     | 1505     |
| 125   | 444US    | 445US    | 1504     | 1587     |
| 150   | 445US    | 1504     | 1505     | 1587     |
| 200   | 1505S    | 1504     | 1587     | 1589     |
| 250   | 1507S    | 1505     | 1587     | 1589     |
| 300   | 1507     | 1507     | 1587     | 1589     |
| 350   | 1587     | 1587     | 1589     | 1689     |
| 400   | 1589S    | 1589S    | 1569     | 1689     |
| 450   | 1589S    | 1589S    | 1689     | 1689     |
| 500   | 1689     | 1689     | 1689     | 1689     |
| 600   | 1689     | 1689     | 1689     | 1689     |
| 700   | 1689     | 1689     | 1689     | 1689     |
| 800   | 1689     | 1689     | 1689     | 1689     |

Tabla para Selección de Motores Eléctricos



| Armazón | A Max.  | C        | D     | E      | F     | O        | BA    | U     | V Min. |
|---------|---------|----------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|--------|
| 56      | 6-1/2   | 10-5/16  | 3-1/2 | 2-7/16 | 1-1/2 | 6-7/8    | 2-3/4 | 5/8   | 1-7/8  |
| 143     | 7       | 11-1/2   | 3-1/2 | 2-3/4  | 2     | 6-3/4    | 2-1/4 | 3/4   | 1-3/4  |
| 145     | 7       | 12-1/2   | 3-1/2 | 2-3/4  | 2-1/2 | 6-3/4    | 2-1/4 | 7/8   | 1-3/4  |
| 182     | 8-7/8   | 12-1/8   | 4-1/2 | 3-3/4  | 2-1/4 | 8-15/16  | 2-3/4 | 7/8   | 2-1/4  |
| 184     | 8-7/8   | 13-1/8   | 4-1/2 | 3-3/4  | 2-3/4 | 8-15/16  | 2-3/4 | 7/8   | 2-1/4  |
| 213     | 10-3/8  | 15-5/16  | 5-1/4 | 4-1/4  | 2-3/4 | 10-7/16  | 3-1/2 | 1-1/8 | 3      |
| 215     | 10-3/8  | 16-3/16  | 5-1/4 | 4-1/4  | 3-1/2 | 10-7/16  | 3-1/2 | 1-1/8 | 3      |
| 254U    | 12-7/16 | 20-1/4   | 6-1/4 | 5      | 4-1/8 | 12-1/2   | 4-1/4 | 1-3/8 | 3-3/4  |
| 256U    | 12-7/16 | 22       | 6-1/4 | 5      | 5     | 12-1/2   | 4-1/4 | 1-3/8 | 3-3/4  |
| 284U    | 13-7/8  | 23-11/16 | 7     | 5-1/2  | 4-3/4 | 13-15/16 | 4-3/4 | 1-5/8 | 4-7/8  |
| 286U    | 13-7/8  | 25-3/16  | 7     | 5-1/2  | 5-1/2 | 13-15/16 | 4-3/4 | 1-5/8 | 4-7/8  |
| 324U    | 15-7/8  | 26-3/8   | 8     | 6-1/4  | 5-1/4 | 15-15/16 | 5-1/4 | 1-7/8 | 5-5/8  |
| 324S    | 15-7/8  | 24       | 8     | 6-1/4  | 5-1/4 | 15-15/16 | 5-1/4 | 1-7/8 | 5-5/8  |
| 326U    | 15-7/8  | 27-7/8   | 8     | 6-1/4  | 6     | 15-15/16 | 5-1/4 | 1-7/8 | 5-5/8  |
| 326S    | 15-7/8  | 25-1/2   | 8     | 6-1/4  | 6     | 15-15/16 | 5-1/4 | 1-5/8 | 5-5/8  |
| 364U    | 17-5/8  | 29-3/16  | 9     | 7      | 5-5/8 | 17-13/16 | 5-7/8 | 2-1/8 | 6-3/8  |
| 364US   | 17-5/8  | 26-9/16  | 9     | 7      | 5-5/8 | 17-13/16 | 5-7/8 | 1-7/8 | 6-3/4  |
| 365U    | 17-5/8  | 30-3/16  | 9     | 7      | 6-1/8 | 17-13/16 | 5-7/8 | 2-1/8 | 6-3/4  |
| 365US   | 17-5/8  | 27-9/16  | 9     | 7      | 6-1/8 | 17-13/16 | 5-7/8 | 1-7/8 | 6-3/4  |
| 404U    | 19-3/4  | 32-7/16  | 10    | 8      | 6-1/8 | 19-7/8   | 6-5/8 | 2-3/8 | 7-1/8  |
| 404US   | 19-3/4  | 29-9/16  | 10    | 8      | 6-1/8 | 19-7/8   | 6-5/8 | 2-1/8 | 7-1/8  |
| 405U    | 19-3/4  | 33-15/16 | 10    | 8      | 6-7/8 | 19-7/8   | 6-5/8 | 2-3/8 | 7-1/8  |
| 405US   | 19-3/4  | 31-1/16  | 10    | 8      | 6-7/8 | 19-7/8   | 6-5/8 | 2-1/8 | 7-1/8  |
| 444S    | 22      | 38       | 11    | 9      | 7-1/4 | 22-5/16  | 7-1/2 | 2-7/8 | 8-5/8  |
| 444US   | 22      | 33-5/8   | 11    | 9      | 7-1/4 | 22-5/16  | 7-1/2 | 2-1/8 | 8-5/8  |
| 445U    | 22      | 40       | 11    | 9      | 8-1/4 | 22-5/16  | 7-1/2 | 8-7/8 | 8-5/8  |
| 445US   | 22      | 35-5/8   | 11    | 9      | 8-1/4 | 22-5/16  | 7-1/2 | 2-1/8 | 8-5/8  |

**Características de Diversos Métodos de Arranque de Motores, Esta Tabla se Aplica Cuando:**

- Se usan generadores estandar de 0,8 factor de potencia. ■ Se usan reguladores automáticos de voltaje. ■ La carga inicial que tienen los generadores no excede de 25% de su capacidad. ■ La caída de voltaje desde los generadores al motor es despreciable.
- El voltaje del generador no cae abajo del 75%

Nota: Bajo estas condiciones los reguladores restaurarán el voltaje en el motor hasta prácticamente 100% de su valor, para hacer frente a los requisitos del par de arranque.

| Tipo de Arrancador<br>(Los Taps son los que ordinariamente se encuentran en cada Tipo)   | Para Voltaje en la Línea = 100% |                            | Potencia del motor en HP |       |       | Capacidad mínima del Generador en KVA | Capacidad mínima del Generador en KVA |
|--|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|  | Voltaje en el motor             | Par de arranque disponible | Potencia del motor en HP |       |       |                                       |                                       |
|  |                                 |                            | K = 4                    | K = 6 | K = 8 |                                       |                                       |
| Arrancador a Pleno Voltaje   | 1.0                             | 1.0                        | 4.0                      | 6.0   | 8.0   | 1.0                                   |                                       |
| Autotransformador  |                                 |                            |                          |       |       |                                       |                                       |
| Tap 80%  | 0.80                            | 0.64                       | 2.7                      | 4.0   | 5.3   | 0.65                                  |                                       |
| Tap 65%  | 0.65                            | 0.42                       | 1.8                      | 2.7   | 3.6   | 0.45                                  |                                       |
| Tap 50%  | 0.50                            | 0.25                       | 1.1                      | 1.7   | 2.2   | 0.30                                  |                                       |
| Automático, de Resistencias un solo paso<br>(Ajustado para que el voltaje en el motor sea 80% del voltaje de la línea)   | 0.80                            | 0.64                       | 2.8                      | 4.2   | 5.6   | 0.70                                  |                                       |
| Reactor  |                                 |                            |                          |       |       |                                       |                                       |
| Tap 50%  | 0.50                            | 0.25                       | 2.0                      | 3.0   | 4.0   | 0.50                                  |                                       |
| Tap 45%  | 0.45                            | 0.20                       | 1.8                      | 2.7   | 3.6   | 0.45                                  |                                       |
| Tap 37.5%  | 0.375                           | 0.14                       | 1.5                      | 2.2   | 3.0   | 0.40                                  |                                       |
| Control de Varios Pasos Para Motor de Anillos Rozantes (Corriente de arranque limitada a 150% de la corriente normal del motor a plena carga. Par disponible durante la aceleración 100%). | 1.0                             |                            |                          | 1.0   |       |                                       |                                       |

Corriente de arranque del motor a pleno voltaje.  

$$K = \frac{\text{Corriente de arranque del motor a pleno voltaje}}{\text{Corriente del motor a plena carga.}}$$

Nota: En algunos casos, cuando se dispone de información completa, puede hacerse un estudio especial que demuestre que puede arrancarse satisfactoriamente el motor usando generadores de capacidades más pequeñas que las que se indican en la tabla.

**Intensidad de Régimen o de Disparo Máxima de los Dispositivos Protectores de Derivaciones de Motores, para Motores Marcados con una Letra de Código, Indicando los KVA con Rotor Bloqueado.**

| Tipo de motor  | Tanto por ciento de la intensidad a plena carga |  |                           |
|--|---|--|---------------------------|
|  | Intensidad de régimen de los fusibles           | Intensidad del Disparo del Interruptor |                           |
|  |   | Tipo instantáneo                       | Tipo limitador del tiempo |
| Todos los motores de c.a. monofásicos y polifásicos de jaula de ardilla y sincrónicos, con arranque a toda tensión por resistencia o reactancia: |   |  |                           |
| Letra de Código A  | 150   | 700                                    | 150                       |
| Letra de Código B a E  | 250   | 700                                    | 200                       |
| Letra de Código de F a V   | 300   | 700                                    | 250                       |
| Todos los motores de c.a. de jaula de ardilla y sincrónicos con arranque por autotransformador:  |   |  |                           |
| Letra de Código A  | 150   | 700                                    | 150                       |
| Letra de Código de B a E   | 200   | 700                                    | 200                       |
| Letra de Código de F a V   | 250   | 700                                    | 200                       |

Los motores sincrónicos del tipo de pequeño par resistente y pequeña velocidad (corrientemente 450 rpm, o menos) como son los empleados para accionar compresores alternativos, bombas, etc., que arrancan en vacío, no requieren una intensidad de régimen o de disparo mayor que el 200% de la intensidad a plena carga.

basado en NEC - 1968

**Intensidad de Régimen o de Disparo Máxima de los Dispositivos Protectores de Derivaciones de Motores para Motores no Marcados con una Letra de Código Indicando los KVA con Rotor Bloqueado.**

| Tipo de motor   | Tanto por ciento de la intensidad a plena carga. |                                       |                           |
|---|--|---------------------------------------|---------------------------|
|   | Intensidad de régimen de los fusibles            | Intensidad de disparo del interruptor |                           |
|   |  | Tipo instantáneo                      | Tipo limitador del tiempo |
| Monofásico, todos los tipos de jaula de ardilla y sincrónico (arranque a toda tensión por resistencia y reactancia) | 300  | 700                                   | 250                       |
| Jaula de ardilla y sincrónico (arranque por autotransformador):   |  |                                       |                           |
| No más de 30A   | 250  | 700                                   | 200                       |
| Más de 30A  | 200  | 700                                   | 200                       |
| Jaula de ardilla de gran reactancia:  |  |                                       |                           |
| No más de 30 A  | 250  | 700                                   | 250                       |
| Más de 30 A   | 200  | 700                                   | 200                       |
| Rotor bobinado  | 150  | 700                                   | 150                       |
| Corriente continua:   |  |                                       |                           |
| No más de 50 HP   | 150  | 250                                   | 150                       |
| Más de 50 HP  | 150  | 175                                   | 150                       |
| Compresores de Refrigeración Sellados (Tipo Hermético) *<br>400 KVA en rotor a velocidad normal, o menos            | ** 175   | —                                     | ** 175                    |

Para motores marcados con una letra de Código, véase la Tabla Anterior.

- \* El valor de los KVA para rotor a velocidad normal, es el producto de la tensión del motor y la corriente del rotor a velocidad normal que aparecen en la placa de datos del motor divididos por mil para motores monofásicos o por 580 para motores trifásicos.
- \*\* Este valor puede aumentarse al 225 por ciento, en caso necesario, para considerar el arranque.

basado en NEC - 1968

Letras clave de identificación en motores de corriente alterna

| Clave NE letra clave NEMA | Kva de arranque por caballo de fuerza | Protección de circuito de derivación en porcentaje de corriente de motor plena carga. |                             | Arranque de Autotransformador |
|---------------------------|---------------------------------------|---|-----------------------------|-------------------------------|
|                           |                                       | Arranque plena a voltaje  | Ajuste Máx. del Interrup. # |                               |
| A                         | 0.00-3.14                             | 150   | 150                         | 150                           |
| B                         | 3.15-3.54                             | 250   | 200                         | 200                           |
| C                         | 3.55-3.99                             | 250   | 200                         | 200                           |
| D                         | 4.00-4.49                             | 250   | 200                         | 200                           |
| E                         | 4.50-4.99                             | 250   | 200                         | 200                           |
| F                         | 5.00-5.59                             | 300   | 250                         | 200                           |
| G                         | 5.60-6.29                             | 300   | 250                         | 250                           |
| H                         | 6.30-7.09                             | 300   | 250                         | 200                           |
| J                         | 7.10-7.99                             | 300   | 250                         | 250                           |
| K                         | 8.00-8.99                             | 300   | 250                         | 200                           |
| L                         | 9.00-9.99                             | 300   | 250                         | 200                           |
| M                         | 10.00-11.19                           | 300   | 250                         | 200                           |
| N                         | 11.20-12.49                           | 300   | 250                         | 200                           |
| P                         | 12.50-13.99                           | 300   | 250                         | 200                           |
| R                         | 14.00-15.99                           | 300   | 250                         | 200                           |
| S                         | 16.00-17.99                           | 300   | 250                         | 200                           |
| T                         | 18.00-19.99                           | 300   | 250                         | 200                           |
| U                         | 20.00-22.39                           | 300   | 250                         | 200                           |
| V                         | 22.40-                                | 300   | 250                         | 200                           |

\* No tiene letra clave.

Arranque Kva por h.p. = watts x amp. rotor cerrado x 2 para bifásico. h.p. 1.732 para trifásico.

Letras clave aplicadas a la clasificación de motores que normalmente arrancan con voltaje pleno.

| Letras clave | F        | G        | H | J       | K       | L   |
|--------------|----------|----------|---|---------|---------|-----|
| Trifásico    | 15 y más | 10-7 1/2 | 5 | 3       | 2-1 1/2 | 1   |
| Monofásico   | —        | 5        | 3 | 2-1 1/2 | 1- 1/2  | 1/2 |

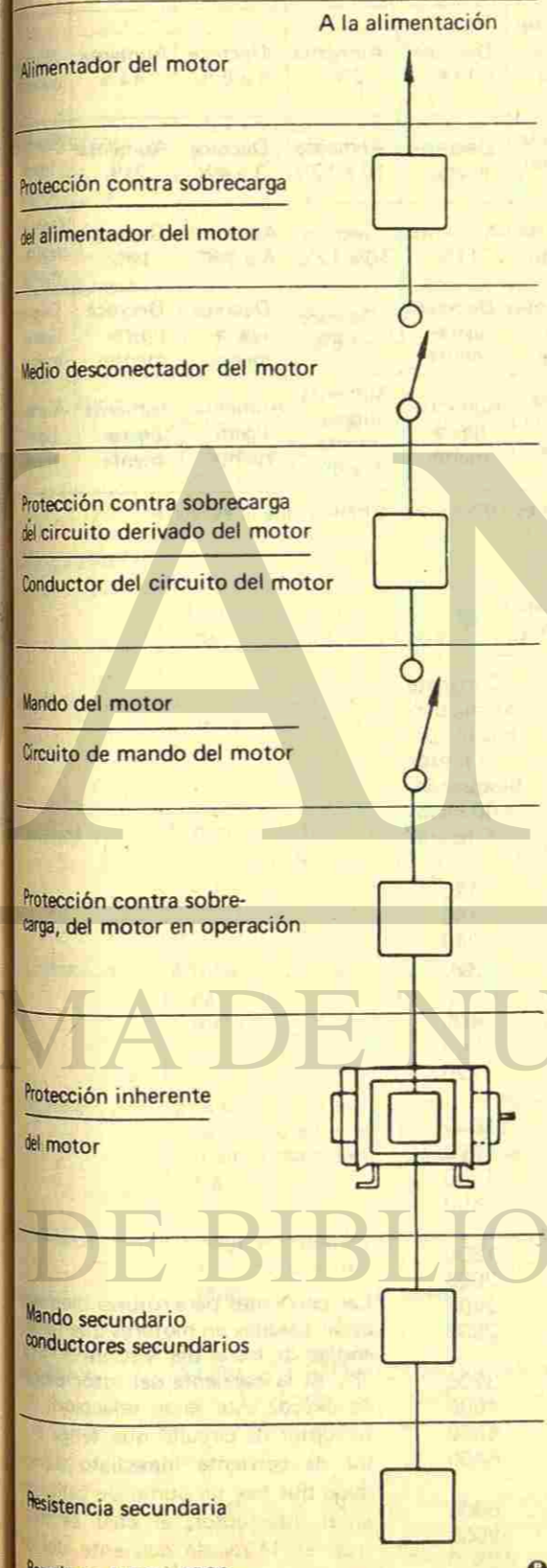
Factores de Servicio

| Máquinas impulsadas   | Motores eléctricos  | Máquinas impulsoras  |
|---|---|--|
| Ventiladores hasta 10 H.P.<br>Bombas centrífugas<br>Agricultores para líquidos<br>Compresores centrífugos<br>Transportadores de paquetes<br>Sopladores  | Motores eléctricos Fase dividida C.A. Jaula de ardilla, torsión normal y sincros Devanado Shunt C.C. Turbinas de vapor y de agua Motores de combustión interna. | Motores eléctricos Monofásicos devanados serie C. A. Alto deslizamiento o alto par de arranque de C.A. De rotor devanado de C.A. Inducción-reposición C.A. Tipo capacitor Devanado Compound C.C. Máquinas de vapor Líneas de transmisión Embragues |
| Transportadores de banda<br>Líneas de transmisión<br>Generadores<br>Prensas y troqueladoras<br>Máquinas herramientas<br>Máquinas impresoras<br>Ventiladores grandes   | 1.1   | 1.2  |
| Molinos de martillos<br>Pulverizadores<br>Compresores<br>Sopladores de acción positiva<br>Bombas de pistón<br>Transportadores de tornillo<br>Transportadores de dragadores<br>Máquinas industriales coseadoras. | 1.2   | 1.4  |
| Máquina textil<br>Elevadores de cangilones<br>Máquinas ladrilladoras<br>Batidores para la industria del papel   | 1.4   | 1.6  |
| Trituradores rotatorios<br>Trituradores de quijadas<br>Trituradores de rodillos<br>Molinos de bolas<br>Roladoras de lámina<br>Molinos de rodillos<br>Aparatos, malacates  | 1.6   | 1.8  |

Nota: Aumente 0.2 al factor de servicio por servicio continuo de 24 hrs. diarias. Reste 0.2 al factor de servicio por servicio intermitente.

Tabla para Seleccionar Fusibles, Interruptores de Fusibles, Interruptores en el Aire Automáticos y Conductores para Circuitos Alimentadores de Motores.

Circuitos Alimentados y Ramal de un Motor.



| Corriente a plena carga del motor | Selección Adecuada de Fusibles, Interruptores de Fusibles e Interruptores en Aire Automáticos.                      |                          |                                 |  |                          |                                 |       | Calibre mínimo AWG o MCM para conductores tipo R, RW, RU, T y TW |
|-----------------------------------|---|--------------------------|---------------------------------|--|--------------------------|---------------------------------|-------|--|
|                                   | Motores monofásicos y trifásicos jaula de ardilla o sincros, arranque a tensión plena o por reactor o por resistor. |                          |                                 | Motores trifásicos jaula de ardilla o sincros de arranque a tensión reducida mediante autotransformador. |                          |                                 |       |  |
|                                   | Capacidad máxima permisible de fusibles para circuitos alimentadores.   | Interruptor de fusibles. | Interruptor en aire automático. | Capacidad máxima permisible de fusibles para circuitos alimentadores.                                    | Interruptor de fusibles. | Interruptor en aire automático. |       |  |
| AMPS.                             | AMPS.   | AMPS.                    | AMPS.                           | AMPS.  | AMPS.                    | AMPS.                           | AMPS. |  |
| 62                                | 200   | 200                      | 100                             | 175  | 200                      | 100                             | 3     |  |
| 61                                | 200   | 200                      | 100                             | 175  | 200                      | 100                             | 3     |  |
| 66                                | 200   | 200                      | 100                             | 175  | 200                      | 100                             | 2     |  |
| 68                                | 225   | 400                      | 125                             | 175  | 200                      | 125                             | 2     |  |
| 70                                | 225   | 400                      | 125                             | 175  | 200                      | 125                             | 2     |  |
| 72                                | 225   | 400                      | 125                             | 200  | 200                      | 125                             | 2     |  |
| 71                                | 225   | 400                      | 125                             | 200  | 200                      | 125                             | 2     |  |
| 76                                | 250   | 400                      | 125                             | 200  | 200                      | 125                             | 2     |  |
| 78                                | 250   | 400                      | 125                             | 200  | 200                      | 125                             | 1     |  |
| 80                                | 250   | 400                      | 125                             | 200  | 400                      | 125                             | 1     |  |
| 82                                | 250   | 400                      | 125                             | 225  | 400                      | 125                             | 1     |  |
| 81                                | 250   | 400                      | 150                             | 225  | 400                      | 150                             | 1     |  |
| 86                                | 300   | 400                      | 150                             | 225  | 400                      | 150                             | 1     |  |
| 88                                | 300   | 400                      | 150                             | 225  | 400                      | 150                             | 1     |  |
| 90                                | 300   | 400                      | 150                             | 225  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 92                                | 300   | 400                      | 150                             | 250  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 91                                | 300   | 400                      | 150                             | 250  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 96                                | 300   | 400                      | 150                             | 250  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 98                                | 300   | 400                      | 150                             | 250  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 100                               | 300   | 400                      | 150                             | 250  | 400                      | 150                             | 0     |  |
| 105                               | 350   | 400                      | 175                             | 300  | 400                      | 175                             | 00    |  |
| 110                               | 350   | 400                      | 175                             | 300  | 400                      | 175                             | 00    |  |
| 115                               | 350   | 400                      | 175                             | 300  | 400                      | 175                             | 00    |  |
| 120                               | 400   | 400                      | 200                             | 300  | 400                      | 200                             | 000   |  |
| 125                               | 400   | 400                      | 200                             | 350  | 400                      | 200                             | 000   |  |
| 130                               | 400   | 400                      | 200                             | 350  | 400                      | 200                             | 000   |  |
| 135                               | 450   | 600                      | 200                             | 350  | 400                      | 200                             | 0000  |  |
| 140                               | 450   | 600                      | 225                             | 350  | 400                      | 225                             | 0000  |  |
| 145                               | 450   | 600                      | 225                             | 400  | 400                      | 225                             | 0000  |  |
| 150                               | 450   | 600                      | 225                             | 400  | 400                      | 225                             | 0000  |  |
| 155                               | 500   | 600                      | 275                             | 400  | 400                      | 275                             | 0000  |  |
| 160                               | 500   | 600                      | 275                             | 400  | 400                      | 275                             | 250   |  |
| 165                               | 500   | 600                      | 275                             | 450  | 600                      | 275                             | 250   |  |
| 170                               | 500   | 600                      | 275                             | 450  | 600                      | 275                             | 250   |  |
| 175                               | 600   | 600                      | 275                             | 450  | 600                      | 275                             | 300   |  |
| 180                               | 600   | 600                      | 275                             | 450  | 600                      | 275                             | 300   |  |
| 185                               | 600   | 600                      | 300                             | 500  | 600                      | 300                             | 300   |  |
| 190                               | 600   | 600                      | 300                             | 500  | 600                      | 300                             | 300   |  |
| 195                               | 600   | 600                      | 300                             | 500  | 600                      | 300                             | 350   |  |
| 200                               | 600   | 600                      | 300                             | 500  | 600                      | 300                             | 350   |  |

Basado en NEC - 1968

⊕ Efecto de las Variaciones de Voltaje y Frecuencia en los Motores Eléctricos de Inducción

| Característica que varía | Par de Arranque y en Marcha | Velocidad sincrónica | % de Deslizamiento | Velocidad a Plena Carga | Eficiencia a Plena Carga | Factor de Potencia a Plena Carga | Corriente de Plena Carga | Corriente con Rotor Frenado | Elevación de Temperatura a Plena carga | Capacidad máxima de sobrecarga | Ruido Magnético en Vacío |                     |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------|--------------------|-------------------------|--------------------------|----------------------------------|--------------------------|-----------------------------|--|--------------------------------|--------------------------|---------------------|
| Voltaje                  | 120%                        | Aumenta 44%          | No Varía           | Decrece 30%             | Aumenta 1.5%             | Aumenta ligeramente              | Disminuye 5 a 15 puntos  | Decrece 11%                 | Aumenta 25%                            | Decrece 5 a 6°C                | Aumenta 44%              | Notable aumento     |
|                          | 110%                        | Aumenta 21%          | No Varía           | Decrece 17%             | Aumenta 1%               | Aumenta 1/2 a 1 punto            | Disminuye 3 puntos       | Decrece 7%                  | Aumenta 10 a 12%                       | Decrece 3 a 4°C                | Aumenta 21%              | Aumenta ligeramente |
|                          | 90%                         | Decrece 19%          | No Varía           | Aumenta 23%             | Decrece 1 1/2%           | Disminuye 2 puntos               | Aumenta 1 punto          | Aumenta 11%                 | Decrece 10 a 12%                       | Aumenta 6 a 7°C                | Decrece 19%              | Decrece ligeramente |
| Frecuencia               | 105%                        | Decrece 10%          | Aumenta 5%         | Prácticamente no varía  | Aumenta 5%               | Aumenta ligeramente              | Aumenta ligeramente      | Decrece ligeramente         | Decrece 5 a 6%                         | Decrece ligeramente            | Decrece ligeramente      | Decrece ligeramente |
|                          | 95%                         | Aumenta 11%          | Decrece 5%         | Prácticamente no varía  | Decrece 5%               | Decrece ligeramente              | Decrece ligeramente      | Aumenta ligeramente         | Aumenta ligeramente                    | Aumenta ligeramente            | Aumenta ligeramente      | Aumenta ligeramente |

Los motores estándar soportan correctamente su carga normal cuando la tensión es 10% mayor o menor que la especificada, y cuando la frecuencia es 5% mayor o menor que la especificada.

⊕ Aplicación de interruptores de potencia para el arranque a pleno voltaje y servicio de operación de motores de inducción, 3 fases, 60 ciclos, 40°C.

| Rango de potencia de motores trifásicos de c.a. HP |          |         | Rango de corriente de bobinas de disparo para interruptores de circuito Amperes | Motor a plena carga corriente en Amp. |      | Corriente máxima permisible para motor bloqueado, a 60 ciclos Amperes* |
|--|----------|---------|---|---------------------------------------|------|--|
| Motores de inducción                               |          |         |   | Min.                                  | Max. |  |
| 220 V.   | 440 V.   | 550 V.  |   |                                       |      |  |
| 3  | 7.5      | 7.5,10  | 15  | 9.6                                   | 13   | 120  |
| 5  | 10       | 15      | 20  | 13                                    | 17   | 160  |
| 7.5  | 15,20    | 20,25   | 30  | 19                                    | 26   | 240  |
| 10   | 25       | 30      | 40  | 26                                    | 35   | 320  |
| 15   | 30       | 40      | 50  | 32                                    | 44   | 400  |
| 20   | 40       | 50,60   | 70  | 45                                    | 61   | 560  |
| 25,30  | 50,60    | 75      | 90  | 58                                    | 78   | 720  |
| 40   | 75       | 100     | 125   | 80                                    | 109  | 1000   |
| 50   | 100      | 125     | 150   | 96                                    | 131  | 1200   |
| 60   | —        | 150     | 175   | 112                                   | 152  | 1400   |
| —  | 125      | —       | 200   | 128                                   | 174  | 1600   |
| 75   | 150      | 200     | 225   | 144                                   | 196  | 1800   |
| —  | —        | 250     | 250   | 160                                   | 218  | 2000   |
| 100  | 200      | 250     | 300   | 192                                   | 261  | 2400   |
| —  | 250      | 300     | 350   | 224                                   | 304  | 2800   |
| 125  | —        | 350     | 400   | 256                                   | 348  | 3200   |
| 150  | 300,350  | 400,450 | 500   | 320                                   | 435  | 4000   |
| 200  | 400      | 500     | 600   | 384                                   | 522  | 4800   |
| 250  | 450,500  | 600,700 | 800   | 512                                   | 696  | 6400   |
| 300,350  | 600,700  | 800,900 | 1000  | 640                                   | 870  | 8000   |
| 400  | 800      | 1000    | 1200  | 768                                   | 1044 | 9600   |
| 450,500  | 900,1000 | —       | 1600  | 1023                                  | 1392 | 12800  |

\* Las corrientes para rotores bloqueados están basadas en motores que tienen el código de letras del NEC de la "a" a la "j". Si la corriente del rotor bloqueado excede este valor, seleccione el interruptor de circuito que tenga el valor de corriente inmediato superior, dado que hay un punto de calibración en el interruptor, el cual es menor que el 140% de corriente del motor a plena carga.

⊕ Posición y número de las unidades de sobrecorriente en operación

| Tipo de motor     | Sistema de alimentación  | Número y colocación de unidades de sobrecarga, tales como interruptores de bobina, relés o interruptores térmicos |
|-------------------|--|---|
| monofásico o c.c. | 2 hilos no puestos a tierra c.a. monofásica o c. c.                  | 1, en cada conductor  |
| monofásico o c.c. | 2 hilos, c. a. monofásica o c. c., uno de los hilos puesto a tierra. | 1, en el conductor no puesto a tierra   |
| monofásico o c.c. | 3 hilos, c.a. monofásica o c. c., neutro a tierra.                   | 1, en cada conductor no puesto a tierra.  |
| bifásico          | 3 hilos no puestos a tierra c. a. bifásica.                          | 2, uno en cada fase   |
| bifásico          | 3 hilos, c.a. bifásica, uno de los conductores puesto a tierra.      | 2, en los conductores no puestos a tierra.  |
| bifásico          | 4 hilos, c. a. bifásica, con o sin toma a tierra.                    | 2, uno por fase en los conductores no puestos a tierra.   |
| bifásico          | 5 hilos, c. a. bifásica neutro a tierra o sin toma a tierra.         | 2, uno por fase en cualquier hilo no puesto a tierra  |
| trifásico         | 3 hilos no puestos a tierra, c. a. trifásica.                        | 2*, en dos conductores cualesquiera.  |
| trifásico         | 3 hilos, c. a. trifásica, un conductor a tierra.                     | 2*, en los conductores no puestos a tierra.   |
| trifásico         | 3 hilos, c. a., trifásica el neutro a tierra.                        | 2*, en dos conductores cualesquiera   |

| Tipo de motor  | Sistema de alimentación  | Número y colocación de unidades de sobrecarga, tales como interruptores de bobina, relés o interruptores térmicos |
|----------------|--|---|
| C.a. trifásico | 4 hilos, c. a. trifásica, neutro a tierra o sin toma a tierra. | 2*, en dos conductores cualesquiera, excepto el neutro  |

\* Nota: Se usarán tres unidades de protección contra sobrecarga en operación, cuando se instalen motores trifásicos en emplazamientos aislados, inaccesibles o no atendidos, a menos que el motor esté protegido por otros medios aprobados.

Basado en NEC-1968

Intensidades de corrientes a plena carga, en Amperes, para motores de corriente continua

Los siguientes valores para intensidades de corriente a plena carga se entienden para motores que operan a la velocidad básica normal.

| HP    | 120 V | 240 V |
|-------|-------|-------|
| 1/4   | 2.9   | 1.5   |
| 1/3   | 3.6   | 1.8   |
| 1/2   | 5.2   | 2.6   |
| 3/4   | 7.4   | 3.7   |
| 1     | 9.4   | 4.7   |
| 1 1/2 | 13.2  | 6.6   |
| 2     | 17    | 8.5   |
| 3     | 25    | 12.2  |
| 5     | 40    | 20    |
| 7 1/2 | 58    | 29    |
| 10    | 76    | 38    |
| 15    | —     | 55    |
| 20    | —     | 72    |
| 25    | —     | 89    |
| 30    | —     | 106   |
| 40    | —     | 140   |
| 50    | —     | 173   |
| 60    | —     | 206   |
| 75    | —     | 255   |
| 100   | —     | 341   |
| 125   | —     | 425   |
| 150   | —     | 506   |
| 200   | —     | 675   |

Basado en NEC - 1968

| HP    | Motor de inducción jaula de ardilla y rotor devanado |          |                |                 |          |                | Motor sincrónico + Factor de potencia 100% |                |          |                |          |                |          |                |          |                |          |                |
|-------|--|----------|----------------|-----------------|----------|----------------|--|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|----------|----------------|
|       | 115 V  |          | 230 V          |                 | 460 V    |                | 575 V                                      |                | 2300 V   |                | 220 V    |                | 440 V    |                | 550 V    |                | 2300 V   |                |
|       | Mono-<br>fásica                                      | Bifásica | Tri-<br>fásica | Mono-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica | Bifásica                                   | Tri-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica | Bifásica | Tri-<br>fásica |
| 1/6   | 4.4  | —        | —              | 2.2             | —        | —              | —  | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 1/4   | 5.8  | —        | —              | 2.9             | —        | —              | —  | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 1/3   | 7.2  | —        | —              | 3.6             | —        | —              | —  | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 1/2   | 9.8  | 4        | 4              | 4.9             | 2        | 2              | 1  | 1              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 3/4   | 13.8   | 4.8      | 5.6            | 6.9             | 2.4      | 2.8            | 1.2  | 1.4            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 1     | 16   | 6.4      | 7.2            | 8               | 3.2      | 3.6            | 1.6  | 1.8            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 1 1/2 | 20   | 9        | 10.4           | 10              | 4.5      | 5.2            | 2.3  | 2.6            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 2     | 24   | 11.8     | 13.6           | 12              | 5.9      | 6.8            | 3  | 3.4            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 3     | 34   | —        | —              | 17              | 8.3      | 9.6            | 4.2  | 4.8            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 5     | 56   | —        | —              | 28              | 13.2     | 15.2           | 6.6  | 7.6            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 7 1/2 | 80   | —        | —              | 40              | 19       | 22             | 9  | 11             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 10    | 100  | —        | —              | 50              | 24       | 28             | 12   | 14             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 15    | —  | —        | —              | —               | 36       | 42             | 18   | 21             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 20    | —  | —        | —              | —               | 47       | 54             | 23   | 27             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 25    | —  | —        | —              | —               | 59       | 68             | 29   | 34             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 30    | —  | —        | —              | —               | 69       | 80             | 35   | 40             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 40    | —  | —        | —              | —               | 90       | 104            | 45   | 52             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 50    | —  | —        | —              | —               | 113      | 130            | 56   | 65             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 60    | —  | —        | —              | —               | 133      | 154            | 67   | 77             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 75    | —  | —        | —              | —               | 166      | 192            | 83   | 96             | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 100   | —  | —        | —              | —               | 218      | 248            | 109  | 124            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 125   | —  | —        | —              | —               | 270      | 312            | 135  | 156            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 150   | —  | —        | —              | —               | 312      | 360            | 156  | 180            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |
| 200   | —  | —        | —              | —               | 416      | 480            | 208  | 240            | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              | —        | —              |

Para intensidades de corriente a plena carga de motores de 208 V, 200 V, incrementese la intensidad de corriente a plena carga correspondiente al motor de 230 V, C.A. monofásica y 220 v. C.A. bifásica 6 trifásica en un 10% para 208 V y 15% para 200 v.  
Las tensiones se refieren a tensiones normales para los motores. Las tensiones correspondientes nominales de sistemas son 110 a 220, 220 a 240, 440 a 480 y 500 a 600 v.  
Basado en NEC, 1968

Para factores de potencia del 90 y 80%, las cifras anteriores deben multiplicarse, respectivamente por 1.1 y 1.25.  
La intensidad de corriente en el conductor común de un sistema bifásico de tres hilos será igual al valor dado en esta tabla, multiplicado por 1.41.

Arrancadores Magnéticos

No reversibles, directos a la línea a tensión completa, 3 polos 50 o 60 ciclos, 600 volts máximos, con relevador de sobrecarga tipo aleación fusible.

| Tamaño NEMA | H.P. Máximos Volts |       |     |
|-------------|--------------------|-------|-----|
|             | 110                | 220   | 440 |
| 0           | 1 1/2              | 3     | 5   |
| 1           | 3                  | 7 1/2 | 10  |
| 2           | 7 1/2              | 15    | 25  |
| 3           | 15                 | 30    | 50  |
| 4           | 25                 | 50    | 100 |
| 5           | 50                 | 100   | 200 |

Motores, Conductores y Protección Contra Sobrecargas:

Determinar el tamaño de los conductores, la protección contra las sobrecargas del motor en marcha, la protección de las derivaciones y la protección del alimentador para un motor de inducción de 25 HP, rotor en jaula de ardilla (a pleno voltaje, factor de servicio 1.15 y letra de código F), y dos motores de inducción de 30 HP, con rotor devanado, siendo alimentados por un sistema trifásico de 460 V., y 60 ciclos por seg.

Protección contra sobrecargas.

En marcha. El motor de 25 HP, con intensidad de corriente a plena carga de 34 amp. deberá tener una protección en marcha contra sobrecargas de no más de 42.5 amp. El motor de 30 HP con intensidad a plena carga de 40 amp. deberá tener una protección en marcha contra sobrecargas de no más de 50 amp.

Calibres de los conductores.

La corriente a plena carga del motor de 25 HP es de 34 amp. (ver tabla en pág. 240 ). Una corriente a plena carga de 34 amp. x 1.25 = 42.5 amp. requiere un conductor No. 6 con aislamiento a 60°C (RUW, T, TW). La corriente a plena carga del motor de 30 HP es de 40 amp. (ver tabla en pág. 240 ). Una corriente a plena carga de 40 amp. x 1.25 = 50 amp. requiere un conductor No. 6, con aislamiento a 60°C (RUW, T, TW).

Derivación. La derivación del motor de 25 HP deberá tener una protección contra sobrecargas de no más de un 300% (ver tabla pág. 235 ) para un fusible, o sea 3.00 x 34 = 102 amp. Se considera el fusible estándar más cercano, que no exceda este valor, o sea el de 100 amp.

La derivación del motor de 30 amp. deberá tener una protección contra sobrecargas de no más de un 150% (ver tabla en pág. 235 ) para un fusible, o sea 1.50 x 40 = 60 amp. Donde el valor máximo para protección contra sobrecarga no es suficiente para arrancar el motor, el valor para un fusible puede ser incrementado a un 400%.

La capacidad del conductor alimentador será el 125% de 40, más 34, o sea 124 amp., esto requeriría un alimentador del No. 0 (RUW, T, TW).

Circuito alimentador. El valor máximo para un fusible para protección contra sobrecargas de un alimentador, está basado en la suma de las corrientes para los fusibles de las derivaciones más la suma de la corriente a plena carga de los otros motores, o sea: 100 + 40 + 40 = 180 amp. Se considera el fusible estándar más cercano, que no exceda este valor, o sea el de 175 amp.

Nota. Para conductores con aislamiento a 60°C, ver la tabla de capacidades de corriente en conductores de cobre, con aislamiento, en la sección de características de conductores.

Centros de Control de Motores

Selector Simplificado para Planeamiento de Centros de Control

Combinación de Interruptor Termomagnético y Arrancador\*

| Tamaño NEMA | Máx. H.P. Polifásico |        | Alt. de Unidad en m. (pulg.) |      |
|-------------|----------------------|--------|------------------------------|------|
|             | 220 V.               | 440 V. | No-Rev.                      | Rev. |
| 1           | 7½                   | 10     | 12                           | 18   |
| 2           | 15                   | 25     | 12                           | 24   |
| 3           | 20                   | 40     | 15                           | 30   |
| 4           | 30                   | 50     | 30                           | 42   |
| 5           | 50                   | 100    | 30                           | 48   |
| 5           | 100                  | 200    | 45+                          | 78+  |

\* Todas las unidades caben en secciones de 50 cm. de ancho. Tipo no enchufable. El espacio de atrás de estas unidades no es disponible para la construcción tipo respaldo-contra-respaldo.

Combinación de Interruptor de Fusibles y Arrancador\*

| Tamaño NEMA | Máx. H.P. Polifásico |        | Porta Fusible Amp. | Altura Unidad m. (pulg.) |      |
|-------------|----------------------|--------|--------------------|--------------------------|------|
|             | 220 V.               | 440 V. |                    | No-Rev.                  | Rev. |
| 1           | 3                    | 7½     | 30                 | 12                       | 18   |
|             | 7½                   | -      | 60                 | 12                       | 18   |
| 2           | 10                   | 15     | 60                 | 15                       | 18   |
|             | 15                   | 25     | 100                | 21                       | 33   |
| 3           | -                    | 30     | 100                | 33                       | 48   |
|             | 30                   | 50     | 200                | 36                       | 51   |
| 4           | 30                   | -      | 200                | 33                       | 48   |
|             | 50                   | 100    | 400                | 42                       | 57   |
| 4           | -                    | 60     | 200                | 39                       | 57   |
|             | 50                   | -      | 400                | 51                       | 69   |
| 4           | -                    | -      | 400                | 48                       | 63   |
|             | 50                   | -      | 400                | 48                       | 63   |

\* Todas las unidades caben en secciones de 50 cm. de ancho.

Interruptores Termomagnéticos Generales o Derivados - 3 Polos\*

| Máximos Amperes Continuos | Marco | Cap. Interruptiva en AMPERES RMS |        | Altura de Unidad en m. (pulg.) |
|---------------------------|-------|----------------------------------|--------|--------------------------------|
|                           |       | 220 V.                           | 480 V. |                                |
| 1000                      | F     | 20 000                           | 15 000 | 12                             |
| 225                       | J     | 25 000                           | 20 000 | 18                             |
| 400                       | LA    | 50 000                           | 35 000 | 18+                            |
| 800                       | MA    | 50 000                           | 35 000 | 21+                            |

\* También se surten unidades de 0.30 m (12") para montar 2 interruptores marco F en montaje doble.

o Tipo no enchufable. El espacio de atrás de estas unidades no es adecuado para montar unidades en construcción respaldo-contra-respaldo. Un espacio de 0.22 m. (9") mínimo debe dejarse libre arriba de estas unidades, cuando estas se instalan en la parte superior de la sección.

Interruptor de Navajas con Fusibles Interruptor General y Derivado-3 Polos\*

| Capacidad amperes | Portafusible amps. | Alt. de la Unidad en m. (pulg.) |        |
|-------------------|--------------------|---------------------------------|--------|
|                   |                    | 250 V.                          | 600 V. |
| 30                | 30                 | 12                              | 12     |
|                   | 60                 | 12                              | -      |
| 60                | 60                 | 15                              | 15     |
|                   | 100                | 15                              | 15     |
| 100               | 100                | 18                              | 21     |
|                   | 200                | 21                              | 24     |
| 200               | 200                | 21                              | 24     |
|                   | 400                | 36                              | 39     |

\* Todas las unidades caben en secciones de 50 cm. de ancho.

Transformadores de Distribución Monofásicos 120v ó 120/240v Secundario

| Capacidad KVA | Altura de Unidad en m. (pulg.) |
|---------------|--------------------------------|
| ¼ a 2         | 12                             |
| 3             | 15                             |
| 5             | 21                             |
| 7½            | 18+                            |
| 10            | 21+                            |
| 15            | 27+                            |
| 20            | 30+                            |
| 25            | 33+                            |
| 30            | 33+                            |

\* Estas unidades deben ir montadas en la parte interior de la sección vertical. El espacio de atrás de estas unidades, no es adecuado para la construcción tipo respaldo-contra-respaldo.

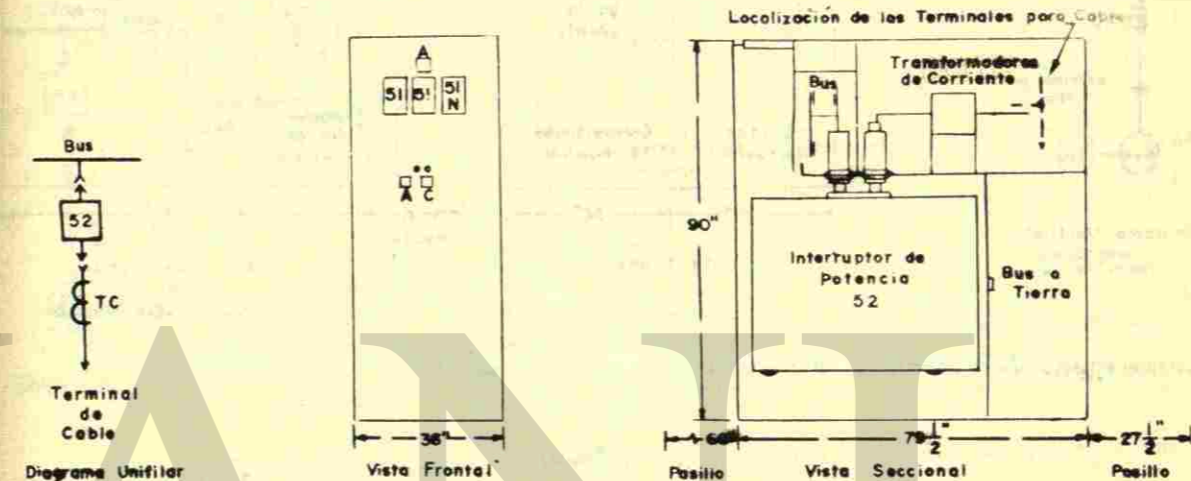
Tableros de Alumbrado de Tipo Interruptor Termomagnético

| No. de derivados | Altura de Unidad en m. (pulg.) |
|------------------|--------------------------------|
| 8-12             | 18                             |
| 14-20            | 21                             |
| 22-30            | 24                             |
| 32-42            | 30                             |

\* Todas las unidades caben en secciones de 50 cm. de ancho.

Tableros - Alta tensión

Equipo de Tablero de Distribución para Alimentador Típico, de Entrada o de Transformación



Ilustra el equipo básico aplicado al tablero de distribución para interior de 13.8 Kv con interruptores de 500 MVA.

Básico

- Unidad estacionaria
- Ampérmetro
- Switch de transferencia del ampérmetro
- Switch de control del interruptor con lámparas
- Relevadores de tiempo de sobre corriente No. 51

- 1 - Relevador de tiempo de sobrecorriente, No. 51N
- 1 - Interruptor de potencia con elemento removible, eléctricamente operado. No. 52
- 3 - Transformadores de corriente, fase, provisión para terminales de cables.

Opcional

- Accesorios instantáneos para relevadores de tiempo de sobre corriente. No. 50 y 51
- Accesorios instantáneos para relevadores de tiempo de sobre corriente. No. 50N y 51N
- Relevadores direccionales de sobre corriente No. 67
- Relevadores direccionales de sobre corriente No. 67 o 67N
- Juego de transformadores auxiliares trifásicos de Polarizados para relevador No. 67N.

- 1 - Relevador de recierre automático, ajustable para 3 recierres. No. 79.
- 1 - Relevador de Corte. No. 86
- \*3 - Relevadores, transformador diferencial, porcentaje de velocidad estándar, con relevadores desensibilizadores No. 87.
- +3 - Relevadores, transformador diferencial, porcentaje alta velocidad, con restricción armónica No. 87
- 3 - Transformadores de corriente
- 3 - Apartarrays.

Recomendado para transformadores de 1000 Kva y mayores.

(1) Rango a 50 ó 60 ciclos, menos de 2000 Kva y menos de 15 Kva.

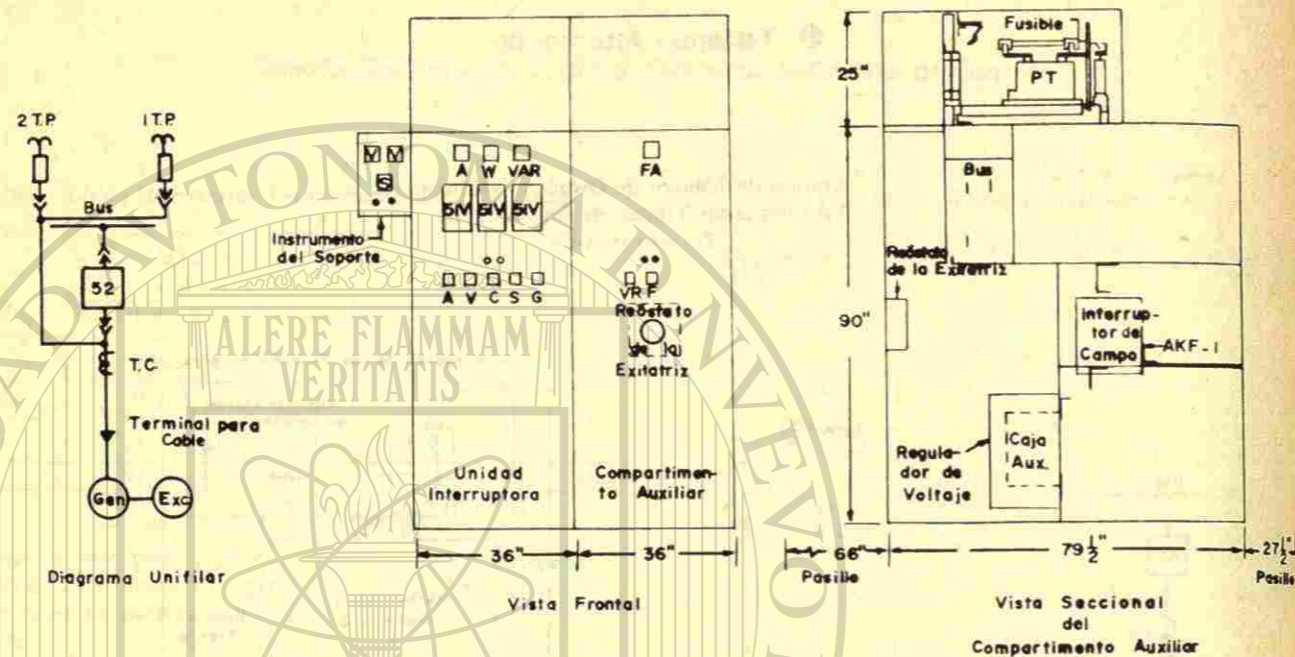
(2) Rango a 25 ciclos, todos los voltajes y Kva.

(1) 2000 Kva y mayores, cualquier voltaje.

(2) 1000 Kva y mayores, 15 Kv y más.

Recomendados para transformadores a 50 ó 60 ciclos.

Equipo de Tablero de Distribución Típico para Generador y Excitador



Ilustra el equipo básico aplicado al tablero de distribución anterior de 13.

Básico

- 1 - Unidad estacionaria
- 1 - Compartimento auxiliar
- 2 - Compartimentos de superestructura
- 1 - Ampérmetro de CA.
- 1 - Wátmetro de CA.
- 1 - Vármetro
- 1 - Ampérmetro indicador de campo con derivación
- 1 - Switch de transferencia del ampérmetro
- 1 - Switch de transferencia del vóltmetro
- 1 - Switch de sincronización
- 1 - Switch de control del motor del gobernador
- 1 - Switch de control del interruptor de campo, con lámparas
- 1 - Switch de control del interruptor, con lámparas.
- 3 - Relevadores de tiempo de sobre corriente de voltaje tringido No. 51V.
- 1 - Interruptor de campo eléctricamente operado. Provisión para el montaje de reóstato de campo del excitador. Provisión para el montaje de la resistencia de descarga de campo. No. 41.
- 1 - Interruptor de potencia con elemento removible operado eléctricamente. No. 52.
- 1 - Regulador de voltaje diactor y accesorios, tipo de acción directa. No. 90
- 3 - Transformador de potencial con fusibles limitadores de corriente primaria (uno para el regulador de voltaje).
- 4 - Transformadores de corriente de fase (uno para el regulador de voltaje). Provisión para terminales de cables.

Opcional

- 1 - Vóltmetro del excitador
- 1 - Termómetro
- 1 - Switch del Termómetro
- 1 - Switch de control del reóstato de campo operado por motor.
- 1 - Relevador de sobre corriente a tierra No. 51 G.
- 1 - Relevador de corte No. 86
- 3 - Relevadores para la diferencial del generador, velocidad estándar, tipo porcentaje. No. 87
- 3 - Relevadores para la diferencial del generador, alta velocidad, fijador de producto restringido. No. 87.
- 6 - Transformadores de corriente (para los relevadores de diferencial del generador), tres para montarse en las conexiones externas "Y" del generador por el comprador.
- 1 - Capacitor, 3 fases, para montarse en las terminales del generador, por el comprador.
- 3 - Apartarrayos para montarse en las terminales del generador, por el comprador.

Ménsula para Instrumentos (una por estación)

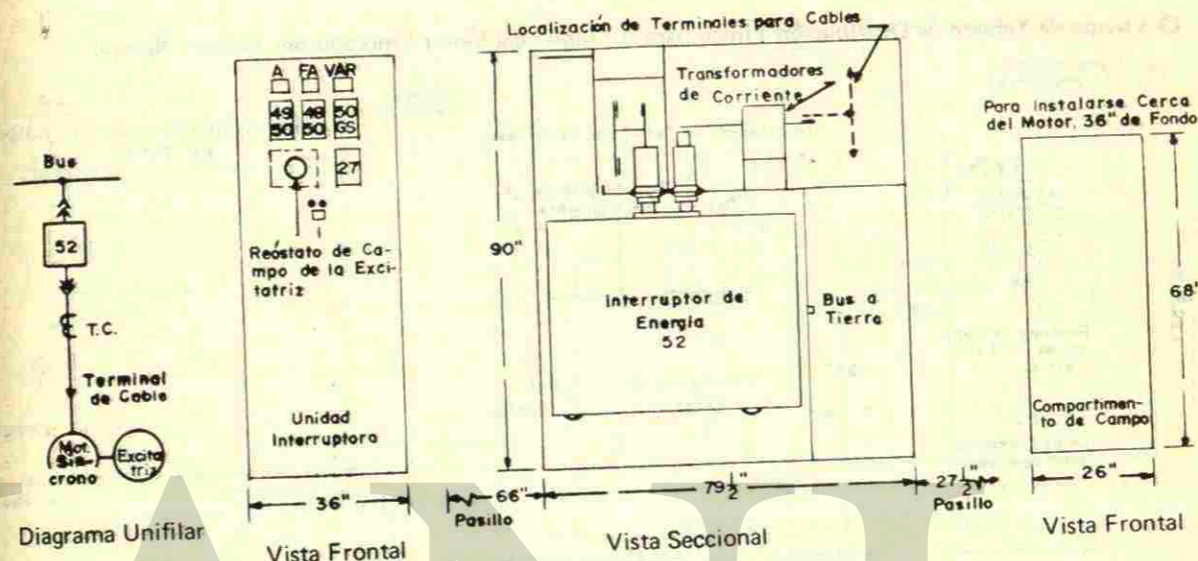
Básico

- 2 - Vóltmetros
- 1 - Sincroscopio con lámparas

Opcional

- 2 - Frecuencímetros.

Equipo de Tablero de Distribución para Arranque Típico de Motor Síncrono a Voltaje Pleno



Ilustra el equipo básico aplicado al tablero de distribución para interior de 13.8 Kv con interruptores de 500 MVA.

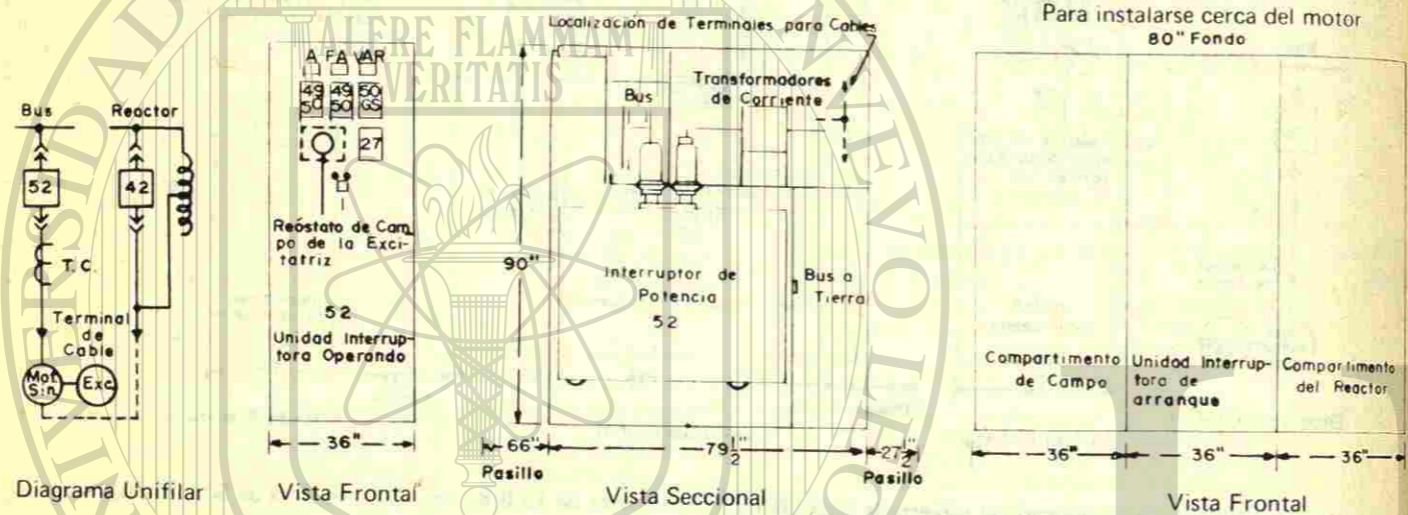
Básico

- Unidad estacionaria.
- Compartimento de campo.
- Ampérmetro CA.
- Vármetro.
- Ampérmetro indicador de campo con derivación.
- Switch de control del motor con lámparas. No. 1
- Provisión para el montaje del reóstato de campo del excitador.
- Resistencia de descarga del campo.
- 1 - Equipo de aplicación y protección de campo
- 1 - Relevador de bajo voltaje CA, monofásico, No. 27
- 2 - Relevadores térmico y de sobrecorriente instantáneo No. 49/50
- 1 - Relevador de sobrecorriente instantáneo con sensor de tierra No. 50 GS
- 1 - Interruptor de potencia con elemento removible eléctricamente operado. No. 52
- 2 - Transformadores de corriente de fase.
- 1 - Transformador de corriente con sensor de tierra. Provisión para terminales de cables.

Opcional

- Wátmetro (se omiten provisiones para el montaje del reóstato de campo del excitador y aditamentos).
- Switch de control del reóstato de campo del excitador operado por motor. (Se omite el relevador No. 27 y aditamentos).
- Relevador C.A. de bajo voltaje y secuencia de fase. No. 47 (Se omiten dos relevadores No. 49/50 y aditamentos).
- Relevador para balance de corriente trifásica. No. 46.
- Relevador térmico, para usarse con RTD. No. 49
- Relevador de 2 elementos de sobrecorriente instantánea. No. 50 (Se omite el relevador No. 50 GS y transformador de corriente con sensor de "tierra" y aditamentos).
- Relevador de tiempo para sobrecorriente. No. 51N
- Transformador de corriente, Fase.
- 3 - Relevadores tipo porcentaje para la diferencial del motor, velocidad estándar. No. 87.
- 3 - Relevadores tipo restrictivo para la diferencial del motor, alta velocidad. No. 87.
- 6 - Transformadores de corriente (para relevadores de la diferencial del motor). Tres para montarse en las conexiones "Y" externas de las terminales del motor, por el comprador.
- 1 - Capacitor trifásico, para montarse en las terminales del motor por el comprador.
- 3 - Apartarrayos para montarse en las terminales del motor, por el comprador.

Equipo de Tablero de Distribución Típico para Arranque del Motor Síncrono por Reactor Neutral



Ilustra el equipo básico aplicado al tablero de distribución interior de 13.8 Kv. con interruptores de 500 MVA

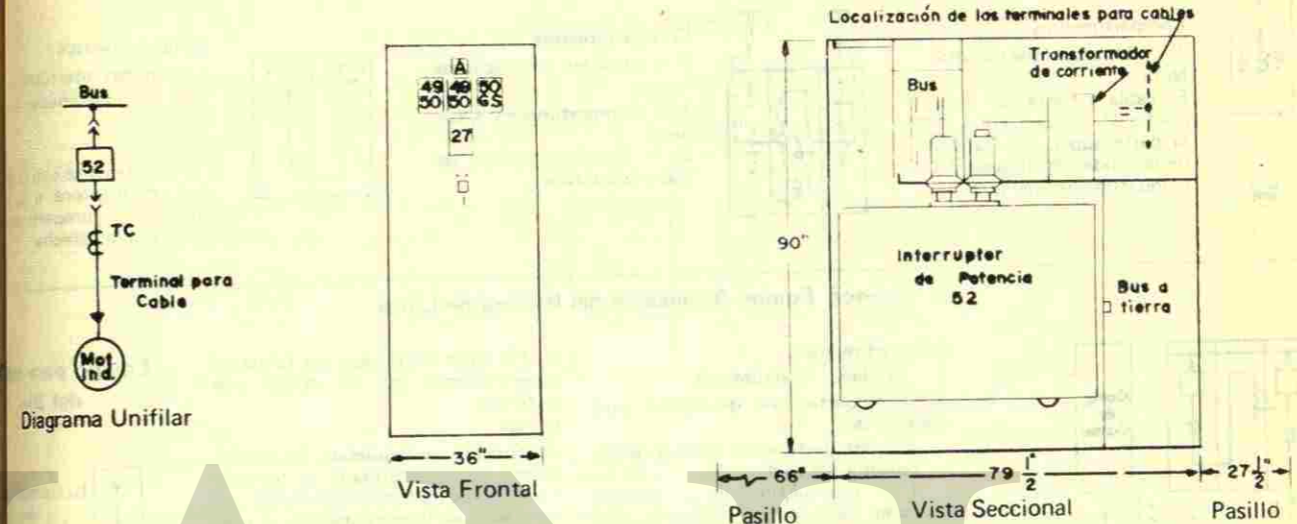
Básico

- 2 - Unidades estacionarias
- 1 - Compartimento de campo
- 1 - Compartimento del reactor
- 1 - Reactor de Arranque
- 1 - Ampérmetro C. A.
- 1 - Vármetro
- 1 - Ampérmetro de campo con derivación
- 1 - Switch de control del motor con lámparas No. 1.  
Provisión para montaje del reóstato de campo del excitador.
- 1 - Resistencia de descarga de campo.
- 1 - Equipo de aplicación y protección de campo.
- 1 - Relevador de transición para operación de arranque.
- 1 - Relevador CA de bajo voltaje, monofásico. No. 27
- 2 - Relevadores térmico y de sobrecorriente instantánea No. 49/50
- 1 - Relevador de sobrecorriente, con sensor de tierra, instantáneo No. 50GS.
- 2 - Interruptor de potencia con elementos removibles operado eléctricamente. No. 52, 42.
- 2 - Transformadores de corriente - Fase.
- 1 - Transformador de corriente con sensor de tierra. Provisión para terminales de cables.

Opcional

- 1 - Wáttmetro  
(Se omiten provisiones para montaje del reóstato de campo del excitador y aditamentos)
- 1 - Un switch de control del reóstato de campo del excitador, operado por motor.  
(Se omite el relevador No. 27 y aditamentos).
- 1 - Relevador CA de sobrevoltaje y secuencia de fase. No. 47 (Se omiten 2 relevadores No. 49/50 y aditamentos).
- 1 - Relevador, 3 fases para balance de corriente No. 46
- 1 - Relevador térmico para usarse con RTD. No. 49
- 1 - Relevador de 2 elementos, sobrecorriente instantánea No. 50 (Se omite el relevador No. 50 GS y transformador de corriente, con sensor de tierra y aditamentos)
- 1 - Relevador de tiempo para sobrecorriente No. 51 N
- 1 - Transformador de corriente, fase.
- 3 - Relevadores tipo porcentaje, para la diferencial del motor velocidad estándar. No. 87.
- 3 - Relevadores restrictivos, para la diferencial del motor, alta velocidad. No. 87
- 6 - Transformadores de corriente (para relevadores de la diferencial del motor).
- 1 - Capacitor trifásico para montarse en las terminales del motor, por el comprador.
- 3 - Apartarrayos para montarse en las terminales del motor, por el comprador.

Equipo de Tablero de Distribución Típico para Arranque de Motor de Inducción a Voltaje Pleno.



Ilustra el equipo básico aplicado al tablero de distribución interior de 13.8 Kv con interruptores de 500 MVA.

Básico

- Unidad estacionaria.
- Ampérmetro C. A.
- Switch de control del motor con lámparas. No. 1
- Relevador CA de sobrevoltaje, monofásico. No. 27
- Relevadores térmico y de sobrecorriente instantáneo No. 49/50
- 1 - Relevador de sobrecorriente instantáneo, con sensor de tierra. No. 50GS
- 1 - Interruptor de potencia con elemento removible operado eléctricamente. No. 52
- 2 - Transformadores de corriente, fase.
- 1 - Transformador de corriente, con sensor de tierra. Provisión para terminales de cables.

Opcional

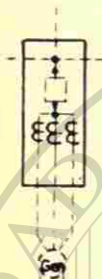
- (Se omite relevador No. 27 y aditamentos)
- Relevador CA de bajo voltaje y secuencia de fase. No. 47  
(Se omiten 2 relevadores No. 49/50 y aditamentos).
- Relevador trifásico, para balance de corriente No. 46
- Relevador térmico para usarse con RTD No. 49
- Relevador de dos elementos de sobrecorriente instantánea. No. 50  
(Se omite relevador No. 50 GS y transformador de corriente, con sensor de tierra y aditamentos)
- Relevador de tiempo para sobrecorriente. No. 51 N
- Transformador de corriente, fase.
- 3 - Relevadores tipo porcentaje para la diferencial del motor, velocidad estándar. No. 87.
- 3 - Relevadores tipo restrictivo para la diferencial del motor, alta velocidad, No. 87
- 6 - Transformadores de corriente (para relevadores de la diferencial del motor), tres para montarse en las conexiones externas "Y" de las terminales del motor, por el comprador.
- 1 - Capacitor, trifásico, para montarse en las terminales del motor, por el comprador.
- 3 - Apartarrayos para montarse en las terminales del motor. Por el comprador.



⊕ Otros Arreglos de Tableros de Distribución. Arreglos de Equipo Estandar

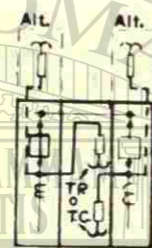
Estos Arreglos ilustran los diagramas unifilares del equipo adicional con sus unidades de tableros y/o compartimentos asociados.

Equipo para el Neutro del Generador



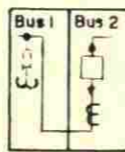
Compartimentos  
1 - Unidad interruptora.  
Nota:  
El cable a tierra del comprador (1 - Fase) entra en la parte superior o lateral de la unidad en el lugar del compartimento del bus.

Equipo para doble Línea de Entrada



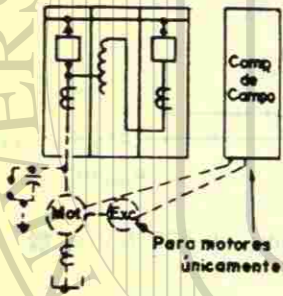
Compartimentos  
2 - unidades interruptoras  
Ya sea:  
1 - Compartimento Auxiliar ó  
2 - Compartimentos de Superestructura

Equipo para Bus Seccionado



Compartimentos  
1 - Unidad interruptora  
1 - Compartimento auxiliar  
Nota:  
Puede arreglarse con la unidad interruptora a la izquierda y el compartimento auxiliar a la derecha

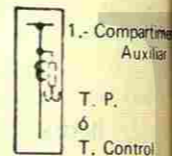
Motor: Equipo Arrancador del Reactor de Línea



Compartimentos:  
2 - Unidades interruptoras  
1 - Compartimento de reactor, que consiste de:  
1 - Compartimento auxiliar de 36 pulgadas de ancho  
1 - Compartimento de campo (solo para motor síncrono) que consiste de:  
Ya sea (preferido)  
1 - Compartimento libre para interiores (generalmente instalado cerca del motor), ó

1 - Compartimento auxiliar (alineado superiormente con la unidad interruptora)  
Notas:  
(a) Cuando se requieren, los capacitores, los apartarrays y transformadores de corriente neutrales, son montados en la máquina por el comprador. No se incluyen los compartimentos. (b) Se requiere transformadores de potencial de bus. Generalmente se localizan en cualquier parte, en la línea.

Equipo para entrada del Bus



1 - Compartimento Auxiliar  
T. P.  
ó  
T. Control

Equipo para Bus - Principal y de Transferencia (Alimentador y Bus de Enlace)

Bus de transferencia



Switch Desconector de Transferencia  
Bus Principal  
Conexión Alternada

Compartimentos:  
1 - Unidad interruptora (ancho mínimo 26 pulgadas).  
1 - Compartimento de superestructura, 30 pulgadas de alto

Bus de Transferencia



Bus Principal  
Compartimentos  
1 - Unidad interruptora  
1 - Compartimento de superestructura, 30 pulgadas de alto.

Alimentador

Bus de Enlace

Equipo Auxiliar

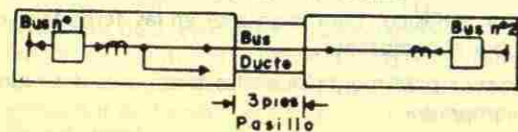
Compartimentos:  
1 - Compartimento auxiliar para un par cualquiera de las siguientes partidas:

| Partida No. | Descripción   |
|-------------|---|
| 1 - 2 6 3   | Transformadores de potencial                                  |
| 2 - 2 6 3   | Transformadores de potencial                                  |
| 3 - 1 -     | Transformador de Energía de Control Monofásico, 15 Kva Máximo |
| 4 - 1 -     | Transformador de Energía de Control Monofásico, 15 Kva Máximo |
| 5 - 1 -     | Batería Ligera (48 volts máximo) y Cargador                   |
| 6 - 1 -     | Grupo de 3 - Apartarrays                                      |

\* En unidad de interperie de 36 pulgadas de ancho solamente.

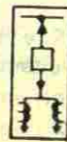
Bus Doble, Arreglo Espalda - a - Espalda

Posición del Alimentador



Compartimentos (Alimentador)  
2 - Unidades interruptoras

Alimentador Bifurcado



Compartimentos  
1 - Unidad interruptora  
2 - Alimentadores de Salida, cada uno con T.C. y Relevadores Separados.

⊕ Tableros - Baja Tensión

Sección de Dimensiones

| Capacidad | Montaje | 2P. y 3P. |        | Capacidad | Montaje  | 2P. y 3P.   |  |
|-----------|---------|-----------|--------|-----------|----------|-------------|--|
|           |         | 250V      | 600V.  |           |          | 250 y 600V. |  |
| 30A.      | Doble   | 3"        | 6"     | 200A.     | Sencillo | 9"          |  |
| 60A.      | Doble   | 4 1/2"    | 6"     | 400A.     | Sencillo | 12"         |  |
| 100A.     | Doble   | 6"        | 7 1/2" | 600A.     | Sencillo | 15"         |  |
|           |         |           |        | 800A.     | Sencillo | 24"         |  |

| Capacidad | Montaje | Marco | Tipo | 2P.-3P. | Capacidad | Montaje  | Marco | Tipo | 2P.-3P. |
|-----------|---------|-------|------|---------|-----------|----------|-------|------|---------|
| 50A.      | Doble   | E     | ML   | *       | 225A.     | Doble    | J     | ML-3 | 6"      |
| 100A.     | Doble   | E     | ML-1 | 4 1/2"  | 400A.     | Doble    | JKL   | JKL  | 9"      |
| 100A.     | Doble   | EH    | ML-1 | 4 1/2"  | 400A.     | Sencillo | KL    | KL   | 9"      |
| 100A.     | Doble   | F     | ML-1 | 4 1/2"  | 800A.     | Sencillo | LM    | LM   | 9"      |

\* Interruptor ML, marco E, 50A, 250V: 1P= 1", 2P= 2", 3P= 3". Interruptor con marco E usado en 250V máximo.

Marco EH 1P, sólo 15 y 20A, 277V, Montaje doble ocupa 1".

Marco EH 2P y 3P usado en 480V máximo.

| Tamaño NEMA | 2-Unidad de Arranque |            | Tamaño NEMA | 2-Unidad de Arranque |            |
|-------------|----------------------|------------|-------------|----------------------|------------|
|             | Sin X-FMR.           | Con X-FMR. |             | Sin X-FMR.           | Con X-FMR. |
| 0           | 9"                   | 12"        | 2           | 12"                  | 18"        |
| 1           | 9"                   | 12"        | 3           | 18"                  | 21"        |

Notas:

- 1 - El interruptor o switch principal montado en el tablero, ocupa el mismo espacio que el interruptor o switch derivado.
- 2 - Un arrancador reversible clase 8736 ocupa el mismo espacio que un par de no-reversibles clase 8536.
- 3 - Ver la tabla de selección de switch-arrancador en el catálogo "Digest" para el tamaño adecuado del switch QMB de cada arrancador usado.
- 4 - Las dimensiones de la unidad de arranque se muestran con y sin los transformadores de control individuales.

**Dimensiones de Montaje de Interruptor en Aire. 250V. y 600V. C.A.**

| Tamaño Armazón | Altura  | Ancho (Min.) | Fondo Secc. (Min.) | No. Máx. de Interruptores por Sección |
|----------------|---------|--------------|--------------------|---------------------------------------|
| 225            | 22 1/2" | 24"          | 32"                | 4                                     |
| 600            | 22 1/2" | 24"          | 32"                | 4                                     |
| 1600           | 30"     | 24"          | 32"                | 3                                     |
| 3000           | 30"     | 36"          | 48"                | 2                                     |
| 4000           | 45"     | 38"          | 48"                | 1                                     |

\* Debe ser 48" con 3 interruptores

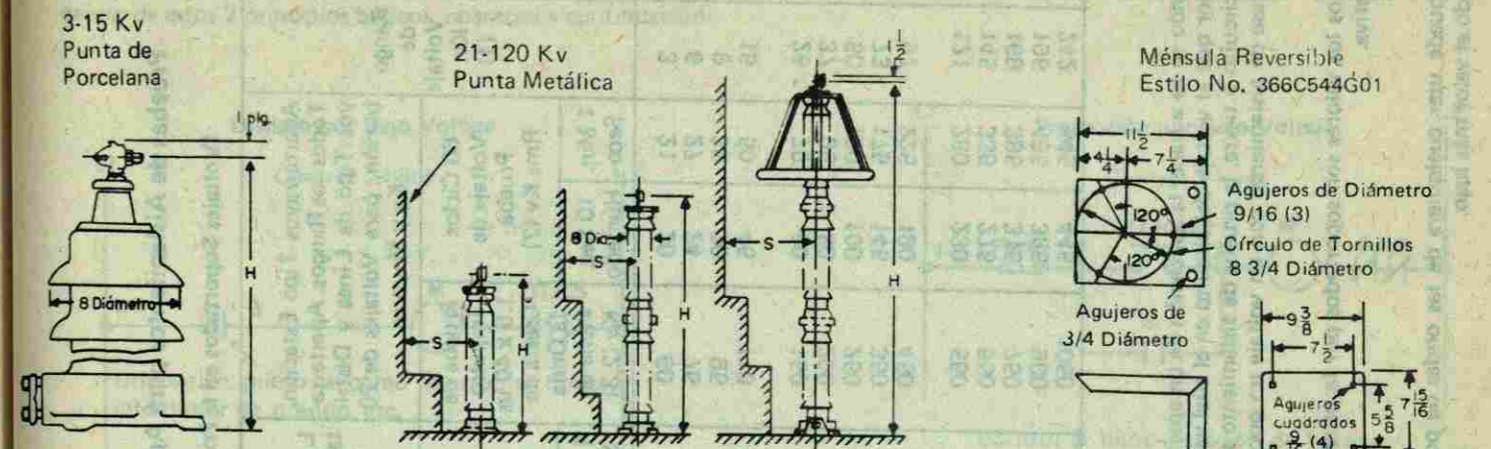
**Dimensiones de Montaje de Interruptor de Carga 250V, 2P y 3P, Contacto de Presión, Switch de Fusibles**

| Capacidad del Interruptor  | Altura  | Ancho (Min.) | Fondo de la Sección (Min.) |            |
|--|---------|--------------|----------------------------|------------|
|  |         |              | 1 Switch                   | 2 Switches |
| 1200A.   | 45"     | 36"          | 20"                        | 32"        |
| 1600-2000A.  | 45"     | 36"          | 20"                        | 48"        |
| 2500A.   | 55 1/2" | 39"          | 32"                        | -          |
| 3000-4000A.  | 55 1/2" | 48"          | 48"                        | -          |
| Switch de contacto de presión, interruptor de carga 480V, 2P y 3P.             |         |              |                            |            |
| 1200A.   | 60"     | 40"          | 32"                        | -          |
| 2000A.   | 60"     | 44"          | 32"                        | -          |
| 3000A.   | 60"     | 52"          | 48"                        | -          |
| 4000A.   | 60"     | 56"          | 48"                        | -          |
| Switch de cuchillas fusibles, apertura con carga, 250V, 2P y 3P.               |         |              |                            |            |
| 6 Switch desconector de cuchillas fusibles 600V, 2P y 3P. (apertura sin carga) |         |              |                            |            |
| 800-1200A.   | 45"     | 30"          | 20"                        | 32"        |

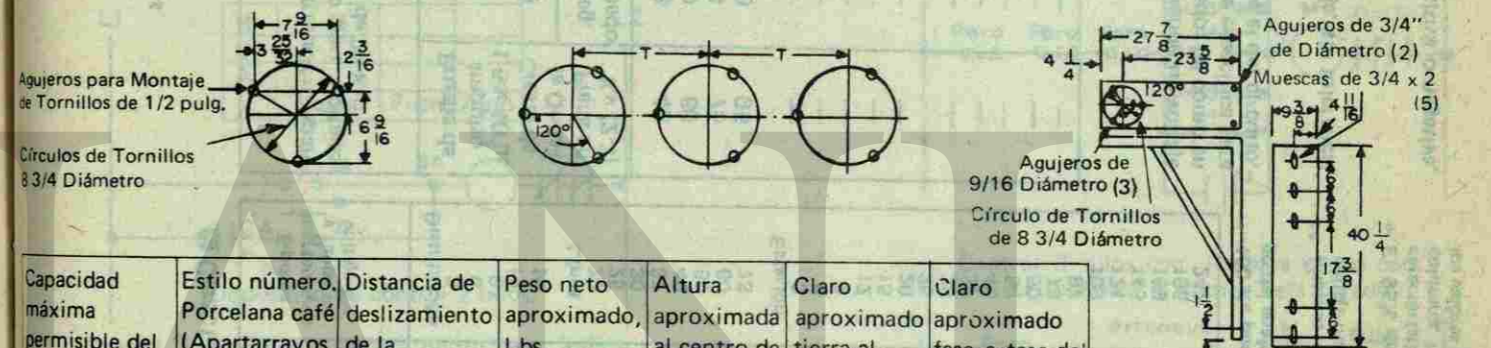
**Dimensiones de Montaje del Interruptor CBI en Caja Moldeada 250V y 600V, C. A.**

| Capacidad   | Marco    | Tipo | No. de Interr. por Grupo |           | Altura del Grupo |
|---|----------|------|--------------------------|-----------|------------------|
|   |          |      | 24" Ancho                | 36" Ancho |                  |
| 100A.   | E, EH, F | ML-1 | 4                        | 6         | 13 1/2"          |
| 225A.   | J        | ML-3 | 3                        | 5         | 16 1/2"          |
| 400A.   | JKL      | JKL  | 2                        | 3         | 16 1/2"          |
| 400A.   | KL       | KL   | 2                        | 3         | 22 1/2"          |
| 800A.   | LM       | LM   | 2                        | 3         | 28 1/2"          |
| Interruptores limitadores de corriente en caja moldeada. 250V y 600V. |          |      |                          |           |                  |
| 100A.   | F        | F    | 4                        | 6         | 18"              |
| 225A.   | K        | K    | 2                        | 3         | 27"              |
| 400A.   | KL       | KL   | 2                        | 3         | 27"              |
| 600A.   | L        | L    | 2                        | 3         | 34 1/2"          |

**Apartarrayos**  
Dimensiones en Pulgadas



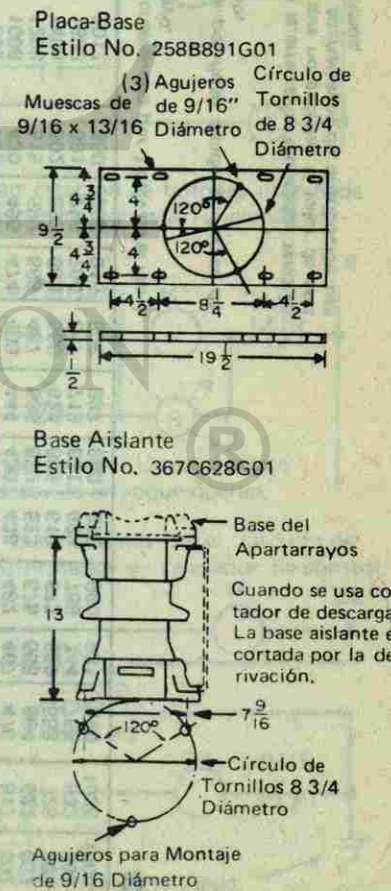
Planta en piso para instalación trifásica



| Capacidad máxima permisible del apartarrayos. Kv RMS línea-a-tierra | Estilo número. Porcelana café (Apartarrayos de un polo) | Distancia de deslizamiento de la porcelana | Peso neto aproximado, Lbs. | Altura aproximada al centro de la terminal de línea. (Pulgadas) | Claro aproximado tierra-al centro del apartarrayos | Claro aproximado fase-a-fase del centro del apartarrayos |
|---|---|--|----------------------------|---|--|--|
| 3   | 632A158A01  | 8 3/4                                      | 41                         | 13 3/4  | 7  | 9 1/2  |
| 6   | 632A159A01  | 16 1/8                                     | 44                         | 17 7/8  | 7  | 9 1/2  |
| 9   | 632A160A01  | 16 1/8                                     | 49                         | 17 7/8  | 7  | 9 1/2  |
| 12  | 632A161A01  | 25 5/8                                     | 52                         | 24 1/4  | 8 1/2  | 12   |
| 15  | 632A162A01  | 25 5/8                                     | 57                         | 24 1/4  | 8 1/2  | 12   |
| 3   | 632A571A01  | 8 3/4                                      | 46                         | 17  | 10   | 14 3/4   |
| 6   | 632A572A01  | 12 7/8                                     | 50                         | 19 1/4  | 11   | 15   |
| 9   | 632A573A01  | 12 7/8                                     | 55                         | 19 1/4  | 11   | 16   |
| 12  | 632A574A01  | 17 3/8                                     | 59                         | 21 1/2  | 12   | 17 3/4   |
| 15  | 632A575A01  | 17 3/8                                     | 62                         | 21 1/2  | 13   | 19 1/4   |
| 21  | 632A175A01  | 27 7/16                                    | 64                         | 25 3/4  | 15   | 20   |
| 24  | 632A176A01  | 35 1/4                                     | 72                         | 29 1/8  | 17 1/2   | 21   |
| 30  | 632A177A01  | 45   | 90                         | 34 3/8  | 18 1/2   | 23   |
| 36  | 632A178A01  | 57 3/4                                     | 105                        | 40 1/2  | 21   | 25   |
| 39  | 632A179A01  | 62 3/4                                     | 127                        | 43 1/4  | 21   | 25   |
| 48  | 632A180A01  | 70 1/2                                     | 143                        | 56 5/8  | 26   | 33   |
| 60  | 632A181A01  | 90   | 189                        | 67 1/8  | 30   | 37   |
| 72  | 632A182A01  | 115 1/2                                    | 209                        | 79 3/8  | 36   | 42   |
| 90  | 632A665A01  | 135  | 315                        | 100 3/4   | 48   | 55   |
| 96  | 632A183A01  | 150 3/4                                    | 330                        | 107 5/8   | 49   | 59 1/2   |
| 108   | 632A184A01  | 173 1/4                                    | 355                        | 118 7/8   | 59   | 74   |
| 120   | 632A185A01  | 188 1/4                                    | 390                        | 127 1/8   | 66   | 79   |

Aumente 3% por cada 1000 pies, arriba de 6000 pies.

Las puertas de escape del apartarrayos deben dirigirse lejos del transformador y de otros polos del apartarrayos



- (1) Cuando se va a hacer la aplicación de un apartarrayo, teniendo un voltaje menor que el voltaje del circuito en el cual va a ser utilizado, tal como en la clase de aislamiento con un voltaje un poco menor que el del circuito.
- (2) Todos los valores son soportados por la prueba de voltaje, sin tolerancia negativa.
- (3) Se puede usar cualquiera de las ondas de polaridad positiva o negativa, dando el valor más bajo.

\* Impulso de la polaridad dando el flameo de voltaje más alto.  
 \*\* Impulso de la polaridad dando el flameo de voltaje más bajo.

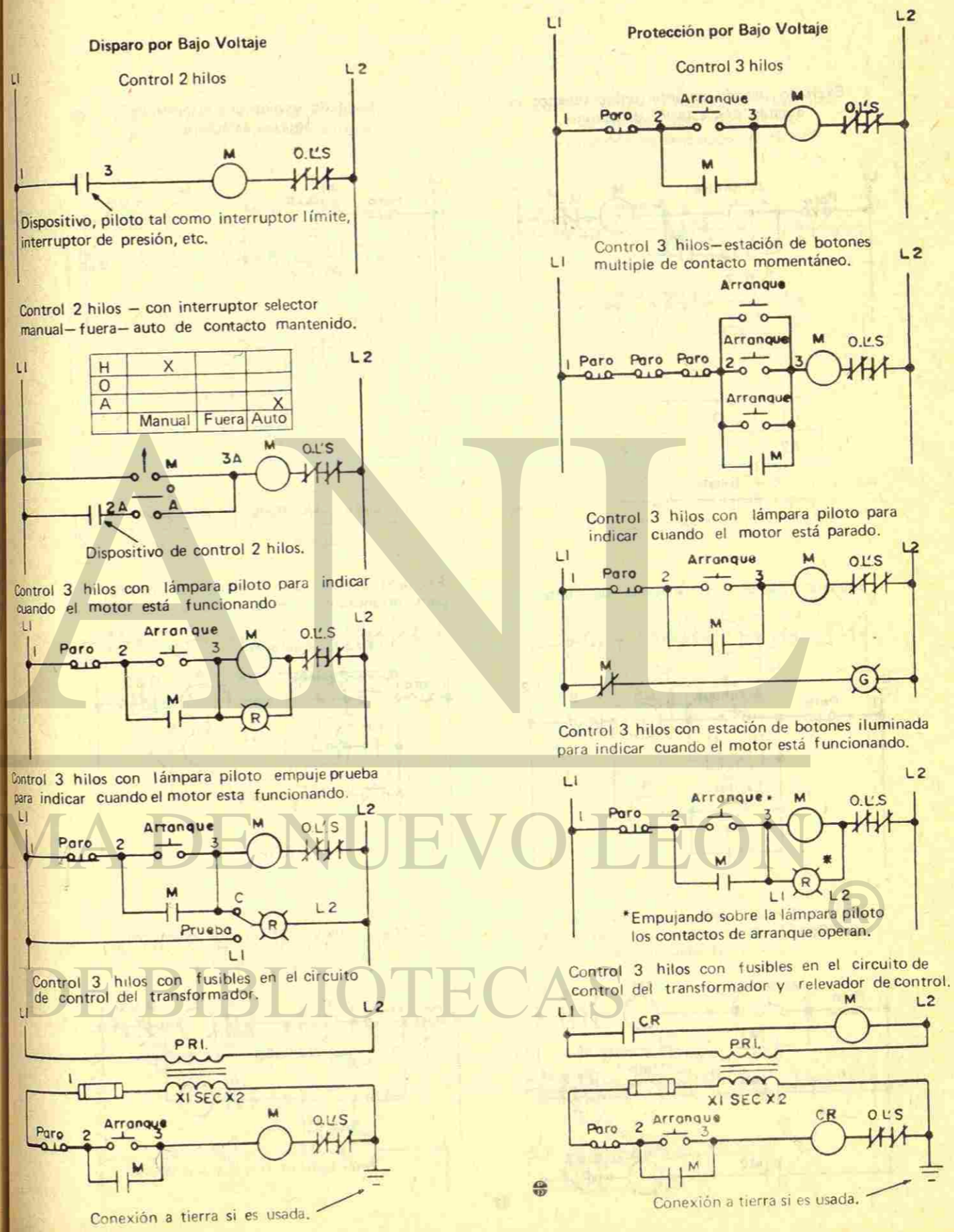
| Tipo de apartarrayos y rango de voltaje-Kv | Frente del flameo de la onda de impulso |         | Voltaje de descarga-Kv en 10x20 microsegundos de la onda de corriente** |      |               |      |               |      |
|--|---|---------|---|------|---------------|------|---------------|------|
|  | Kv por u. sec.                          | Impulso | 5000 Amperes  |      | 10000 Amperes |      | 20000 Amperes |      |
| Distribución                               | 3                                       | 6       | Prom.   | Máx. | Prom.         | Máx. | Prom.         | Máx. |
| Estación                                   | 25                                      | 13      | 15  | 15   | 11            | 11   | 11            | 13   |
|  | 50                                      | 23      | 26  | 26   | 22            | 22   | 22            | 26   |
|  | 75                                      | 35      | 39  | 39   | 33            | 33   | 33            | 38   |
|  | 100                                     | 43      | 50  | 48   | 44            | 44   | 48            | 52   |
|  | 125                                     | 53      | 61  | 59   | 55            | 54   | 60            | 65   |
|  | 150                                     | 63      | 72  | 83   | 67            | 72   | 72            | 86   |
|  | 175                                     | 89      | 102   | 98   | 83            | 92   | 89            | 100  |
|  | 200                                     | 106     | 117   | 117  | 100           | 110  | 107           | 115  |
|  | 225                                     | 131     | 151   | 144  | 124           | 137  | 132           | 146  |
|  | 250                                     | 151     | 150   | 150  | 134           | 148  | 144           | 159  |
|  | 275                                     | 178     | 205   | 236  | 200           | 220  | 214           | 231  |
|  | 300                                     | 214     | 246   | 296  | 220           | 270  | 262           | 288  |
|  | 325                                     | 261     | 300   | 380  | 245           | 356  | 345           | 372  |
|  | 350                                     | 345     | 397   | 427  | 323           | 400  | 388           | 420  |
|  | 375                                     | 388     | 446   | 474  | 363           | 440  | 434           | 470  |
|  | 400                                     | 430     | 495   | 515  | 403           | 487  | 474           | 517  |
|  | 425                                     | 488     | 552   | 566  | 444           | 536  | 520           | 564  |
|  | 450                                     | 515     | 592   | 663  | 487           | 536  | 520           | 564  |
|  | 475                                     | 593     | 663   | 683  | 556           | 624  | 605           | 672  |
|  | 500                                     | 692     | 766   | 796  | 647           | 713  | 691           | 755  |
|  | 525                                     | 808     | 860   | 860  | 713           | 787  | 768           | 832  |
|  | 550                                     | 945     | 945   | 945  | 806           | 887  | 860           | 931  |
|  | 575                                     | 1036    | 1036  | 1036 | 887           | 960  | 931           | 1004 |
|  | 600                                     | 1111    | 1111  | 1111 | 960           | 1036 | 1004          | 1084 |
|  | 625                                     | 1220    | 1220  | 1220 | 1036          | 1111 | 1084          | 1164 |
|  | 650                                     | 1330    | 1330  | 1330 | 1111          | 1220 | 1164          | 1244 |
|  | 675                                     | 1440    | 1440  | 1440 | 1220          | 1330 | 1244          | 1324 |
|  | 700                                     | 1550    | 1550  | 1550 | 1330          | 1440 | 1324          | 1404 |
|  | 725                                     | 1660    | 1660  | 1660 | 1440          | 1550 | 1404          | 1484 |
|  | 750                                     | 1770    | 1770  | 1770 | 1550          | 1660 | 1484          | 1564 |
|  | 775                                     | 1880    | 1880  | 1880 | 1660          | 1770 | 1564          | 1644 |
|  | 800                                     | 1990    | 1990  | 1990 | 1770          | 1880 | 1644          | 1724 |
|  | 825                                     | 2100    | 2100  | 2100 | 1880          | 1990 | 1724          | 1804 |
|  | 850                                     | 2210    | 2210  | 2210 | 1990          | 2100 | 1804          | 1884 |
|  | 875                                     | 2320    | 2320  | 2320 | 2100          | 2210 | 1884          | 1964 |
|  | 900                                     | 2430    | 2430  | 2430 | 2210          | 2320 | 1964          | 2044 |
|  | 925                                     | 2540    | 2540  | 2540 | 2320          | 2430 | 2044          | 2124 |
|  | 950                                     | 2650    | 2650  | 2650 | 2430          | 2540 | 2124          | 2204 |
|  | 975                                     | 2760    | 2760  | 2760 | 2540          | 2650 | 2204          | 2284 |
|  | 1000                                    | 2870    | 2870  | 2870 | 2650          | 2760 | 2284          | 2364 |
|  | 1025                                    | 2980    | 2980  | 2980 | 2760          | 2870 | 2364          | 2444 |
|  | 1050                                    | 3090    | 3090  | 3090 | 2870          | 2980 | 2444          | 2524 |

Características de Funcionamiento en Apartarrayos Tipo Autovalvulares

Pruebas de Aislamientos para Apartarrayos

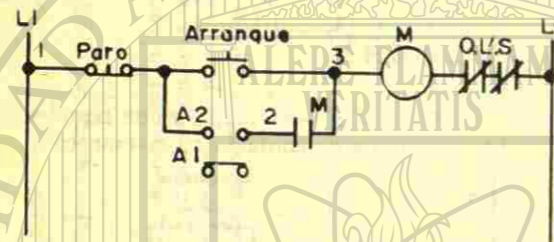
| Clasificación de Aislamiento Kv | Rango de Voltaje Kv (1) | Apartarrayos Tipo Estación. Todos los Rangos. Apartarrayos Tipo de Línea y Distribución, para Voltajes de 20 Kv y Mayores |                         | Línea y Distribución Apartarrayos Tipo para Voltajes Menores de 20 Kv. |                         |
|---------------------------------|-------------------------|---|-------------------------|--|-------------------------|
|                                 |                         | 60 Ciclos de Voltaje de Prueba Rms Kv (2)   | 10 Seg. Humedo Kv (2,3) | 60 Ciclos de Voltaje de Prueba Rms Kv (2)                              | 10 Seg. Humedo Kv (2,3) |
| 2.5                             | 3                       | 21  | 20                      | 15   | 13                      |
| 5                               | 6                       | 27  | 24                      | 21   | 20                      |
| 8.7                             | 9                       | 35  | 30                      | 27   | 24                      |
| 15                              | 15                      | 50  | 45                      | 35   | 30                      |
| 23                              | 25                      | 70  | 60                      | 50   | 45                      |
| 34.5                            | 37                      | 95  | 80                      | 75   | 60                      |
| 46                              | 50                      | 120   | 100                     | 95   | 75                      |
| 69                              | 73                      | 175   | 145                     | 140  | 110                     |
| 92                              | 97                      | 225   | 190                     | 190  | 150                     |
| 115                             | 121                     | 280   | 230                     | 230  | 180                     |
| 138                             | 145                     | 335   | 275                     | 275  | 210                     |
| 161                             | 169                     | 385   | 315                     | 315  | 240                     |
| 196                             | 196                     | 465   | 385                     | 385  | 290                     |
| 230                             | 242                     | 545   | 445                     | 445  | 340                     |

Diagramas Elementales para Circuitos de Control Típicos  
 Aparato por bajo voltaje y protección por bajo voltaje son los 2 circuitos de control básico que se encuentran en las aplicaciones para control de motores: Los esquemas más sencillos y otras variaciones más complicadas, las cuales pueden ser resueltas siempre dentro de estos 2 principios básicos, aparecen a continuación:



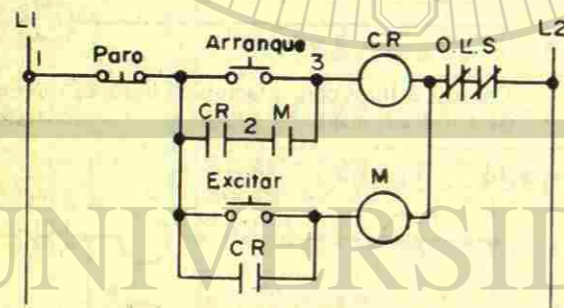
+ El 95% de los apartarrayos fabricados tendrán características que no excedan el valor de esta columna. Para apartarrayos de distribución use los valores máximos.

Excitado usando un interruptor selector excitar con estación de botones.

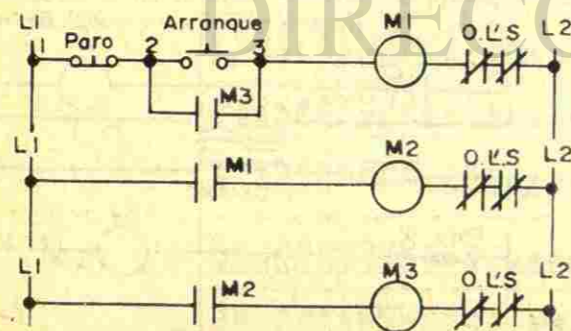


|    |         |        |   |
|----|---------|--------|---|
| A1 | X       |        |   |
| A2 |         | X      | X |
| A2 |         |        | X |
|    | Excitar | Operar |   |

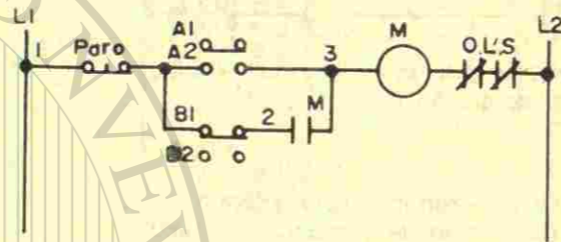
Excitado usando un relevador de control



Control 3 hilos - más de un arrancador, Una Estación de botones controlará todos

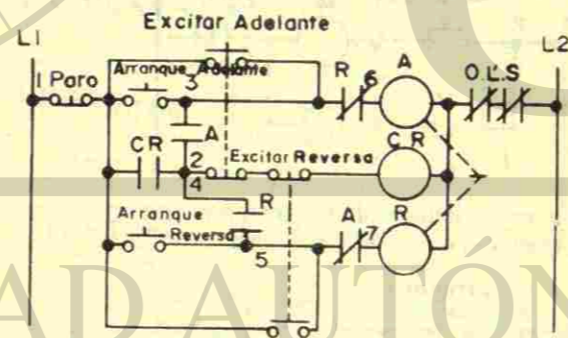


Excitado usando una estación de botones selectora

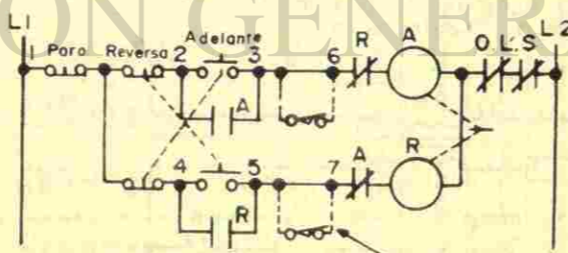


|    |        |          |          |
|----|--------|----------|----------|
| A1 | X      |          |          |
| A2 |        | X        | X        |
| B1 | X      | X        |          |
| B2 |        |          | X        |
|    | Libre  | Oprimido | Libre    |
|    |        |          | Oprimido |
|    | Operar |          | Excitar  |

Excitado usando un relevador de control para arrancador reversible excitar-adelante

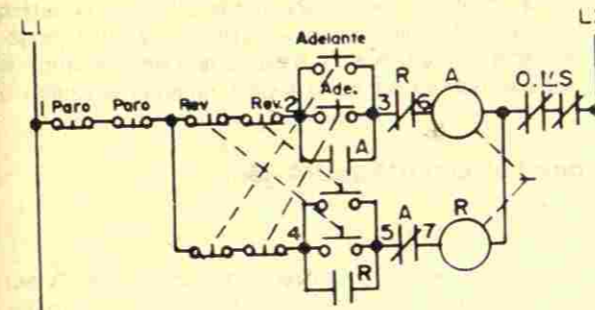


Control 3 Hilos - arrancador reversible

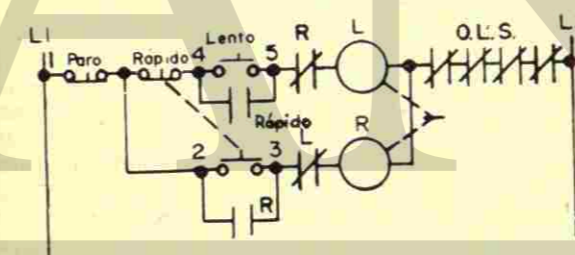


Interruptores límite si son usados

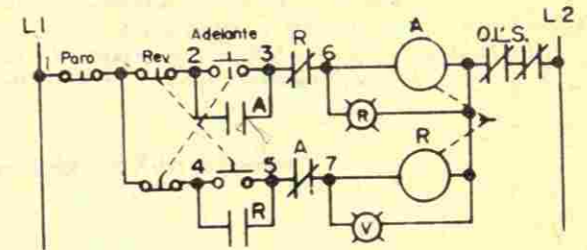
Control 3 hilos - Arrancador reversible con estación de botones múltiple.



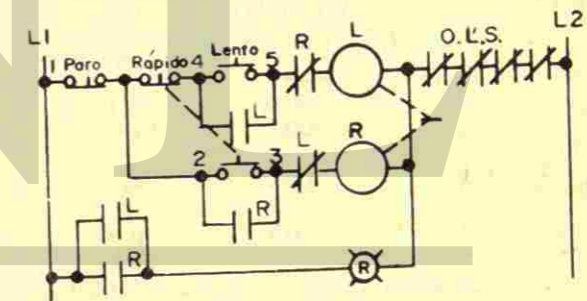
Control 3 hilos - Arrancador de 2 velocidades.



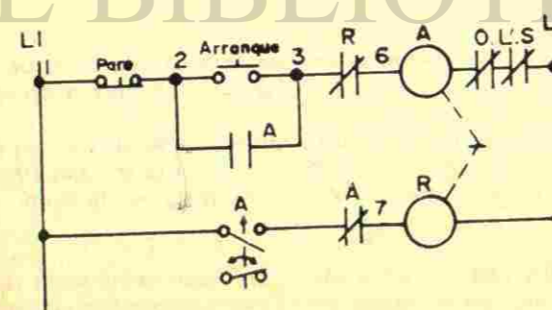
Control 3 hilos - Arrancador reversible con lámpara piloto para indicar la dirección de operación del motor.



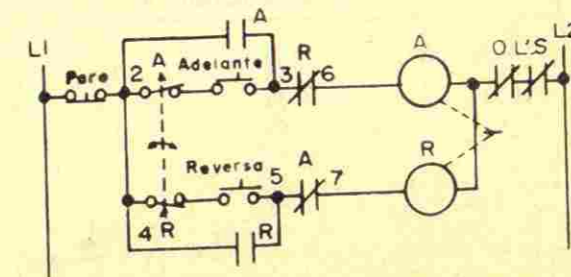
Control 3 hilos - Arrancador de 2 velocidades con una lámpara piloto para indicar la operación del motor a cada velocidad.

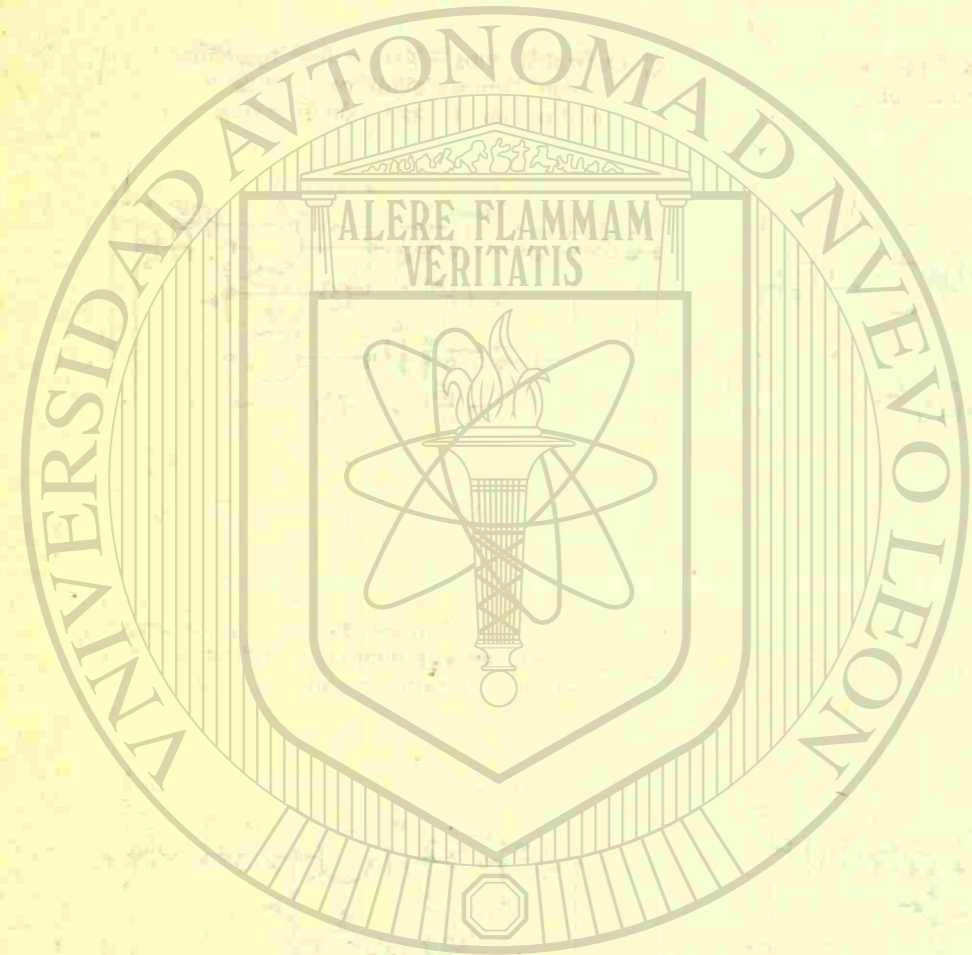


Frenado de un motor para pararlo desde una sola dirección



Antifrenado - El motor está invertido pero no debe ser frenado.





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

Distancia a rieles.

—Cuando las líneas estén paralelas a vías férreas o en cruce con ellas, los postes u otras estructuras soportadoras no deberán estar a menos de 3.50 metros del riel más cercano, en el caso de vías principales; y a no menos de 2 metros, en el caso de vías secundarias. Sin embargo, se procurará instalar los postes o estructuras a una distancia del riel más cercano, mayor que la altura total del poste o estructura de que se trate;

—Los postes o estructuras soportadoras para conductores de contacto de trole pueden estar situados tan cerca de la vía de sistema como sea necesario; pero si la distancia resultase demasiado reducida, deberán instalarse en forma permanente

rejillas en las ventanas y puertas de los coches para evitar accidentes a los pasajeros.

**Alturas de conductores sobre el piso o vías férreas.**

General. La altura de conductores sobre el piso o vías férreas no deberá ser menor que lo prescrito en este artículo.

Alturas básicas. La tabla siguiente da las alturas básicas mínimas que corresponden a las condiciones siguientes:

- a).—Temperatura de 16°C, sin viento;
- b).—Claro entre postes o estructuras no mayor de 100 metros;
- c).—Voltaje de 0 a 50,000 volts entre conductores;
- d).—Conductores en soportes fijos.

⊕ **Altura Mínima de Conductores Sobre el Piso o Rieles**

Las alturas se dan en metros, para las condiciones que se señalan en la fracción de alturas básicas (Párrafo anterior). Los voltajes se considerarán entre conductores, a menos que se diga lo contrario.

| Clase de piso o rieles, abajo de los conductores   | Retenidas; cables mensajeros y de suspensión, conductores de comunicación, de tierra y de cualquier voltaje con cubierta metálica conectada a tierra | Líneas abiertas suministradoras, incluyendo las de alumbrado en serie y acometidas |                   |                      | Conductores de contacto de trole y cable mensajeros o de suspensión para los mismos. |                           |
|--|--|--|-------------------|----------------------|--|---------------------------|
|  |  | 0 a 750 volts  | 750 a 15000 volts | 15000 a 50 000 volts | 0 a 750 volts a tierra   | Más de 750 volts a tierra |
| <b>EN CRUZAMIENTOS SOBRE</b>                       |  |  |                   |                      |  |                           |
| Vías férreas.                                      | 8.00   | 8.00   | 8.50              | 9.00                 | 6.50   | 6.50                      |
| Carreteras .                                       | 7.00   | 7.00   | 7.00              | 7.00                 | 7.00   | 7.00                      |
| Calles, callejones o caminos vecinales .           | 5.50   | 5.50   | 6.00              | 7.00                 | 5.50   | 6.00                      |
| Espacios no transitados por vehículos              | 4.00   | 4.00   | 4.50              | 5.00                 | 5.50   | 5.50                      |
| <b>A LO LARGO DE</b>                               |  |  |                   |                      |  |                           |
| Calles o callejones en distritos urbanos . . . . . | 5.50   | 5.50   | 6.00              | 6.50                 | 5.00   | 6.00                      |
| Caminos en distritos rurales.                      | 4.00   | 4.00   | 5.50              | 6.00                 | 5.00   | 6.00                      |

—Punto de cruce en el punto medio del claro.

General. Para claros mayores de 100 metros, los valores especificados en la tabla anterior de la fracción anterior, deberán aumentarse un centímetro por cada metro en exceso de 100 metros.

Límites. El aumento de altura no necesita ser mayor del 75% del "incremento máximo de la flecha".

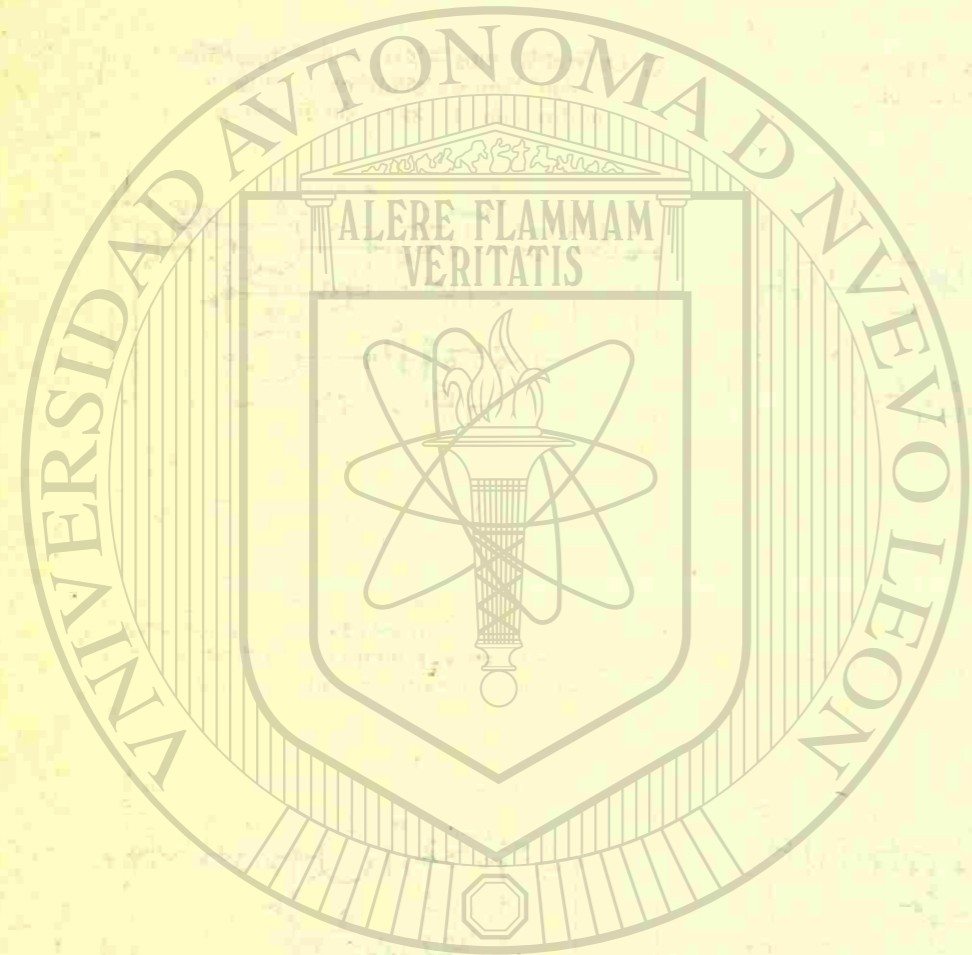
Se entiende por "incremento máximo de la flecha" la diferencia entre las flechas finales a 50°C y a 16°C sin viento, calculada para la longitud de claro en que tal diferencia resulte mayor.

—Punto de cruce en un lugar que no sea el punto medio del claro. En estas condiciones, la altura puede determinarse multi-

plicando la altura obtenida de acuerdo con el subinciso anterior, por los factores siguientes; pero en ningún caso la altura será menor que la indicada en la Tabla anterior.

| Distancia del punto de cruce al soporte más próximo, en por ciento de la longitud del claro | Factor |
|---|--------|
| 5   | 0.85   |
| 10  | 0.88   |
| 15  | 0.91   |
| 20  | 0.94   |
| 25  | 0.96   |
| 30  | 0.98   |
| 35  | 0.99   |
| 40 a 50   | 1.00   |

Interpólese para valores intermedios:



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECA

**Distancia a rieles.**

—Cuando las líneas estén paralelas a vías férreas o en cruce con ellas, los postes u otras estructuras soportadoras no deberán estar a menos de 3.50 metros del riel más cercano, en el caso de vías principales; y a no menos de 2 metros, en el caso de vías secundarias. Sin embargo, se procurará instalar los postes o estructuras a una distancia del riel más cercano, mayor que la altura total del poste o estructura de que se trate;

—Los postes o estructuras soportadoras para conductores de contacto de trole pueden estar situados tan cerca de la vía de sistema como sea necesario; pero si la distancia resultase demasiado reducida, deberán instalarse en forma permanente

rejillas en las ventanas y puertas de los coches para evitar accidentes a los pasajeros.

**Alturas de conductores sobre el piso o vías férreas.**

General. La altura de conductores sobre el piso o vías férreas no deberá ser menor que lo prescrito en este artículo.

Alturas básicas. La tabla siguiente da las alturas básicas mínimas que corresponden a las condiciones siguientes:

- a).—Temperatura de 16°C, sin viento;
- b).—Claro entre postes o estructuras no mayor de 100 metros;
- c).—Voltaje de 0 a 50,000 volts entre conductores;
- d).—Conductores en soportes fijos.

⊕ **Altura Mínima de Conductores Sobre el Piso o Rieles**

Las alturas se dan en metros, para las condiciones que se señalan en la fracción de alturas básicas (Párrafo anterior). Los voltajes se considerarán entre conductores, a menos que se diga lo contrario.

| Clase de piso o rieles, abajo de los conductores   | Retenidas; cables mensajeros y de suspensión, conductores de comunicación, de tierra y de cualquier voltaje con cubierta metálica conectada a tierra | Líneas abiertas suministradoras, incluyendo las de alumbrado en serie y acometidas |                   |                      | Conductores de contacto de trole y cable mensajeros o de suspensión para los mismos. |                           |
|--|--|--|-------------------|----------------------|--|---------------------------|
|  |  | 0 a 750 volts  | 750 a 15000 volts | 15000 a 50 000 volts | 0 a 750 volts a tierra   | Más de 750 volts a tierra |
| <b>EN CRUZAMIENTOS SOBRE</b>                       |  |  |                   |                      |  |                           |
| Vías férreas.                                      | 8.00   | 8.00   | 8.50              | 9.00                 | 6.50   | 6.50                      |
| Carreteras .                                       | 7.00   | 7.00   | 7.00              | 7.00                 | 7.00   | 7.00                      |
| Calles, callejones o caminos vecinales .           | 5.50   | 5.50   | 6.00              | 7.00                 | 5.50   | 6.00                      |
| Espacios no transitados por vehículos              | 4.00   | 4.00   | 4.50              | 5.00                 | 5.50   | 5.50                      |
| <b>A LO LARGO DE</b>                               |  |  |                   |                      |  |                           |
| Calles o callejones en distritos urbanos . . . . . | 5.50   | 5.50   | 6.00              | 6.50                 | 5.00   | 6.00                      |
| Caminos en distrios rurales.                       | 4.00   | 4.00   | 5.50              | 6.00                 | 5.00   | 6.00                      |

—Punto de cruce en el punto medio del claro.

General. Para claros mayores de 100 metros, los valores especificados en la tabla anterior de la fracción anterior, deberán aumentarse un centímetro por cada metro en exceso de 100 metros.

Límites. El aumento de altura no necesita ser mayor del 75% del "incremento máximo de la flecha".

Se entiende por "incremento máximo de la flecha" la diferencia entre las flechas finales a 50°C y a 16°C sin viento, calculada para la longitud de claro en que tal diferencia resulte mayor.

—Punto de cruce en un lugar que no sea el punto medio del claro. En estas condiciones, la altura puede determinarse multi-

plicando la altura obtenida de acuerdo con el subinciso anterior, por los factores siguientes; pero en ningún caso la altura será menor que la indicada en la Tabla anterior.

| Distancia del punto de cruce al soporte más próximo, en por ciento de la longitud del claro | Factor |
|---|--------|
| 5   | 0.85   |
| 10  | 0.88   |
| 15  | 0.91   |
| 20  | 0.94   |
| 25  | 0.96   |
| 30  | 0.98   |
| 35  | 0.99   |
| 40 a 50   | 1.00   |

Interpólese para valores intermedios:

● **Altura mínima sobre el piso de la conexión de las subidas de cables subterráneos a líneas aéreas**

| Localización en el poste o estructura soportadora | Voltaje entre conductores |                           |                            |
|---|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
|   | 0 a 750 volts metros      | 750 a 15,000 volts metros | Más de 15,000 volts metros |
| En el lado expuesto al tránsito de vehículos      | 4.50                      | 5.00                      | 5.50                       |
| En el lado no expuesto al tránsito de vehículos   | 2.50                      | 3.50                      | 4.00                       |

**Separación entre Conductores que se crucen**

General. La separación entre conductores que se crucen no deberá ser menor que lo prescrito en este artículo. Separación básica. En la Tabla siguiente se dan las separaciones básicas mínimas que corresponden a las condiciones siguientes:

- a).—Temperatura de 16°C, sin viento;
- b).—Claro entre postes o estructuras no mayores de 100 metros;
- c).—Voltaje de 0 a 50,000 volts entre conductores;
- d).—El conductor superior en soportes fijos.

**Separación Mínima entre Conductores que se Crucen**

Las separaciones se dan en metros, para las condiciones que se señalan en la fracción de separación básica (Párrafo anterior). Los voltajes son, entre conductores, con excepción del voltaje

de conductores de contacto de trole que es a tierra. Los números subrayados indican que no es recomendable cruzar con los conductores en esa posición.

u>

| Conductor Superior.   | Conductores de comunicación incluyendo cables y mensajeros | Conductores suministradores de 0 a 750 volts. Cables suministradores de cualquier voltaje: siempre que tengan cubierta metálica conectada a tierra. Mensajeros asociados con dichos cables. |            | Conductores suministradores en línea abierta incluyendo acometidas. |                     | Retenidas, hilos de guarda y de suspensión. |
|---|--|---|------------|---|---------------------|---|
|   |  | Líneas  | Acometidas | 750 a 8700 volts.   | 8700 a 50000 volts. |   |
| Conductor Inferior.   |  |   |            |   |                     |   |
| De comunicación, incluyendo cables y mensajeros.  | 0.60   | 1.20  | 0.60       | 1.20  | 1.80                | 0.60  |
| Cables suministradores, con mensajero o con cubierta metálica conectados a tierra, de cualquier voltaje. Mensajeros asociados con tales cables. | 1.20   | 0.60  | 0.60       | 0.60  | 1.20                | 0.60  |
| Líneas suministradoras en línea abierta de:   |  |   |            |   |                     |   |
| 0 a 750 volts   | 1.20   | 0.60  | 0.60       | 0.60  | 1.20                | 0.60  |
| 750 a 8700 volts  | 1.20   | 0.60  | 1.20       | 0.60  | 1.20                | 1.20  |
| 8700 a 50000 volts  | 1.80   | 1.20  | 1.80       | 1.20  | 1.20                | 1.20  |
| Conductor de contacto de trole.   | 1.20   | 1.20  | 1.20       | 1.80  | 1.80                | 1.20  |
| Retenidas, hilos de guarda y de suspensión y acometidas de 0 a 750 volts.   | 0.60   | 0.60  | 0.60       | 1.20  | 1.20                | 0.60  |

**Incremento de la Separación ●**

Claros mayores de 100 metros. En este caso, la separación especificada en la Tabla anterior deberá aumentarse como sigue:

— Cuando el Cruzamiento ocurra en el punto medio del claro del conductor superior, la separación deberá aumentarse un centímetro por cada metro del claro en exceso de 100 metros.

El aumento de separación no necesita ser mayor del 75% del "incremento máximo de la flecha".

— Cuando el cruzamiento ocurra en un lugar distinto del punto medio del claro del conductor superior, la separación puede determinarse multiplicando la separación que se obtenga según la fracción de separación básica (Página 262), por los factores siguientes; pero en ningún caso la separación será menor que la especificada en la tabla anterior.

| Distancia del punto de cruce al soporte más próximo, en % de la longitud del claro | Factor para separación básica de: |             |
|--|-----------------------------------|-------------|
|  | 1.20 metros                       | 1.80 metros |
| 5  | 0.35                              | 0.47        |
| 10   | 0.47                              | 0.58        |
| 15   | 0.60                              | 0.68        |
| 20   | 0.71                              | 0.78        |
| 25   | 0.82                              | 0.85        |
| 30   | 0.90                              | 0.92        |
| 35   | 0.96                              | 0.98        |
| 40 a 50  | 1.00                              | 1.00        |

Puede interpolarse para valores intermedios;

b).— Voltajes mayores de 50,000 volts entre conductores. Para estos voltajes, las separaciones dadas en la tabla de separación mínima entre conductores que se crucen. (Página ) de la fracción anterior deberán aumentarse 1.25 centímetros por cada 1,000 volts del exceso;

c).— Cruzamiento de conductores soportados por aisladores de suspensión, sobre líneas de comunicación. La separación deberá aumentarse lo suficiente para que en caso de que se rompa uno de los conductores en los tramos adyacentes, los conductores que se crucen conserven la separación especificada en la tabla de separación mínima entre conductores que se crucen (Página 262).

Espacio para escaleras. Cuando el edificio tenga más de 3 pisos o más de 15 metros de altura, se procurará que las líneas aéreas dejen un espacio libre de cuando menos 1.80 metros, entre el conductor más cercano y el edificio, con objeto de facilitar la colocación de escaleras en caso de incendio.

Conductores suministradores en línea abierta fijados a edificios. Cuando sea necesario fijar a edificios conductores suministradores en línea abierta a fin de dar un servicio, dichos conductores deberán cumplir con lo siguiente:

a).— Los conductores de más de 300 volts a tierra no se colocarán en o cerca de la superficie del edificio, a menos que estén debidamente protegidos o sean inaccesibles;

b).— La separación de los conductores a la superficie de los edificios no será menor que la requerida entre conductores y la superficie de postes.

Conductores que pasen arriba o enfrente de edificios.

a).— Separación mínima. Las líneas suministradoras de más de 300 volts entre conductores, sin protección o accesibles, no deben estar más próximas a un edificio o a cualquier parte del mismo, como balcones, plataformas, etcétera, que lo señalado en los subincisos I y II siguientes.

Estas distancias no se aplican a conductores de contacto de trole, los cuales pueden quedar aproximadamente arriba del centro de la vía.

I.— Claros de 0 a 50 metros. Para estos claros la separación no será menor que la indicada en la tabla siguiente:

**Separación Mínima de Conductores Suministradores a Edificios**

(Todos los voltajes son entre conductores)

| Voltaje de la línea | Distancia horizontal                            | Distancia vertical                              |
|---------------------|---|---|
| 300 a 8 700         | 1.00 metro                                      | 2.40 metros.                                    |
| 8 701 a 15 000      | 2.00 metros                                     | 2.50 metros                                     |
| 15 001 a 30 000     | 2.50 metros                                     | 3.00 metros                                     |
| 30 001 a 50 000     | 3.00 metros                                     | 3.00 metros                                     |
| Más de 50 000       | 3.00 metros más 1.25 cm. por cada KV en exceso. | 3.00 metros más 1.25 cm. por cada KV en exceso. |

**Separación Mínima de Conductores Suministradores a Puentes**

| Voltaje entre conductores<br>Volts | Partes fácilmente accesibles del puente, incluyendo sus accesorios, que no se usen para el tránsito (1) |                                       | Pilares y partes del puente ordinariamente inaccesibles que no sean de ladrillo, concreto o mampostería (2) |   |
|------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|
|                                    | Para conductores fijados al puente  | Para conductores no fijados al puente | Para conductores fijados al puente (3)  | Para conductores no fijados al puente (3) |
|                                    | Metros  | Metros                                | Metros  | Metros                                    |
| 0 a 2 500                          | 0.90  | 0.90                                  | 0.15  | 0.90                                      |
| 2 501 a 5 000                      | 0.90  | 0.90                                  | 0.30  | 0.90                                      |
| 5 001 a 8 700                      | 0.90  | 0.90                                  | 0.90  | 0.90                                      |
| 8 701 a 15 000                     | 1.50  | 1.50                                  | 1.50  | 1.50                                      |
| 15 001 a 25 000                    | 2.25  | 2.25                                  | 2.25  | 2.25                                      |
| 25 001 a 35 000                    | 2.25  | 2.75                                  | 2.25  | 2.75                                      |
| 35 001 a 50 000                    | 2.25  | 3.50                                  | 2.25  | 3.50                                      |

(1) Cuando la línea quede sobre lugares transitados, ya sea en o cerca del puente, se aplicará lo prescrito en el artículo para Alturas de Conductores sobre el piso o vías férreas (Página 261).

(2) Los apoyos de puentes de acero, hechos sobre pilares de ladrillo, concreto o mampostería, que requieran acceso frecuente para inspección, deberán considerarse como partes fácilmente accesibles.

(3) Cuando los conductores que pasen abajo del puente estén protegidos adecuadamente contra contacto de personas no

idóneas y puedan desconectarse de la fuente de abastecimiento cuando se hagan trabajos de conservación en el puente, la separación de los conductores al puente puede reducirse a lo especificado en la Tabla de Separación Mínima en cualquier dirección entre conductores de una línea y sus soportes, conductores verticales o transversales, cables de suspensión y retenidas, sujetos a la misma estructura (Página 266), para la distancia a la superficie de crucetas, aumentando esa distancia en la mitad de la flecha final sin carga de los conductores en el punto considerado.

**Separación mínima entre conductores en sus soportes, en postes o estructuras.**

**Campo de aplicación.**

a).—Conductores agrupados. Los conductores en cables multifilares o agrupados en cualquier forma y soportados por aisladores o mensajeros, se consideran, para la aplicación de este artículo, como un solo conductor, aunque tengan conductores de diferente fase o polaridad;

b).—Conductores soportados por mensajeros o cables de suspensión. No se aplicará lo prescrito en este artículo a la separación entre conductores soportados por un mismo mensajero o entre cualquier grupo de conductores y su mensajero o entre conductores y sus cables de suspensión.

**Separación horizontal entre conductores de una línea.**

a).—Soportes fijos. Los conductores de una línea sujetos en soportes fijos, deberán tener una separación horizontal en los soportes, no menor que el mayor de los valores señalados en los subincisos I y II de este inciso, con las excepciones siguientes:

Excepción 1.—Cuando en un mismo poste o estructura haya varias crucetas que formen ángulo entre sí, puede reducirse la

separación entre conductores de no más de 8700 volts, hasta a 15 centímetros, siempre que en el poste o estructura siguiente la separación entre los mismos conductores no sea menor de 35 centímetros. Para conductores de mayor voltaje, las separaciones mínimas señaladas en esta excepción deberán aumentarse un centímetro por cada 1000 volts en exceso de 8700.

Excepción 2.— La separación entre aisladores sujetos a estructuras de puentes pueden reducirse a la que se especifica en la fracción de separación entre conductores suministradores fijados a puentes.

Excepción 3.— La construcción de la clase A, cuando se trate de cruzamientos de líneas de comunicación sobre vías férreas y la construcción de la clase C (véase la fracción de clasificación de construcción de líneas por resistencia mecánica (Página 270), deberán cumplir solamente con las separaciones dadas en la tabla siguiente.

Excepción 4.— Estas separaciones no son necesarias si los conductores tienen una cubierta aislante adecuada a su voltaje:

I.— Separación horizontal mínima. La separación horizontal mínima entre conductores de una línea, ya sean del mismo o de diferentes circuitos, no debe ser menor que la especificada en la tabla siguiente.

**Separación horizontal mínima, en sus soportes, de conductores del mismo o de diferentes circuitos**

(Los voltajes son entre conductores, con excepción de los alimentadores de ferrocarril, que son a tierra).

| Clase de Circuito  | Separación Centímetros |
|--|------------------------|
| Conductores de comunicación  | 7.5*                   |
| Alimentadores de ferrocarril:  |                        |
| 0 a 750 volts, número 4/0 o más grueso   | 15                     |
| 0 a 750 volts, más delgado que 4/0   | 30                     |
| 750 a 8700 volts   | 30                     |
| Conductores suministradores de 0 a 8700 volts.   | 30                     |
| Para todos los conductores de más de 8700 volts, agréguese por cada 1000 volts en exceso de 8700 volts | 1                      |

\*No se aplica en los puntos de transposición. Se recomienda dejar una separación mayor, donde las circunstancias lo permitan.

II.— Separación de acuerdo con la flecha. La separación de los conductores en sus soportes, ya sean del mismo o de diferentes circuitos, de las clases de construcción A o B, véase la fracción de clasificación de construcción de líneas por resistencia mecánica. (Página 270), en ningún caso deberá ser menor que los valores dados por las fórmulas siguientes, a 16°C sin viento. Si la tabla anterior da una separación mayor, dicha tabla deberá ser aplicada.

Fórmula Núm. 1, para conductores de calibre más delgado que el Núm. 2:

$$\text{Separación en centímetros} = 0.75 \times \text{kilovolts} + 9\sqrt{\frac{F}{2}} - 30$$

Fórmula Núm. 2, para conductores Núm. 2 ó más gruesos:

$$\text{Separación en centímetros} = 0.75 \times \text{kilovolts} + 9\sqrt{\frac{F}{6}}$$

F = flecha del claro, en centímetros, del conductor que la tenga mayor.

Las tablas siguientes dan separaciones calculadas usando estas dos fórmulas.

**Separación horizontal mínima en sus soportes, entre conductores más delgados que el Núm. 2 (Calculada usando la fórmula Núm. 1. Las separaciones se dan en centímetros).**

| Voltaje entre conductores | Flecha en centímetros |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | 100                   | 150 | 200 | 250 | 300 | 450 | 600 |
| 2400                      | 42                    | 62  | 77  | 90  | 100 | 128 | 150 |
| 7200                      | 46                    | 65  | 81  | 93  | 104 | 131 | 153 |
| 13200                     | 50                    | 70  | 85  | 98  | 109 | 136 | 158 |
| 23000                     | 58                    | 78  | 93  | 105 | 116 | 143 | 165 |
| 34500                     | 66                    | 86  | 101 | 114 | 125 | 152 | 174 |
| 46000                     | 75                    | 95  | 110 | 122 | 133 | 160 | 182 |
| 69000                     | 92                    | 112 | 127 | 140 | 150 | 177 | 200 |

**Separación horizontal mínima en sus soportes, entre conductores del No. 2 o más gruesos. (Calculada usando la fórmula No. 2. La separaciones se dan en centímetros).**

| Voltaje entre conductores | Flecha en centímetros |     |     |     |     |     |     |
|---------------------------|-----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                           | 100                   | 150 | 200 | 250 | 300 | 450 | 600 |
| 2400                      | 39                    | 47  | 54  | 60  | 65  | 80  | 92  |
| 7200                      | 42                    | 50  | 57  | 63  | 69  | 83  | 95  |
| 13200                     | 47                    | 55  | 62  | 68  | 74  | 88  | 100 |
| 23000                     | 54                    | 62  | 69  | 75  | 81  | 95  | 107 |
| 34500                     | 63                    | 71  | 78  | 84  | 90  | 104 | 116 |
| 46000                     | 71                    | 80  | 86  | 93  | 98  | 112 | 125 |
| 69000                     |                       | 97  | 104 | 110 | 115 | 130 | 142 |



b).— Aisladores de suspensión con movimiento libre. Cuando se usen aisladores de suspensión con movimiento libre, la separación entre los conductores deberá aumentarse lo necesario para que al inclinar una cadena de aisladores hasta que forme un ángulo de 30° con la vertical, la separación no será menor que la señalada en el inciso anterior a.

**Separación mínima entre conductores y soportes en cualquier dirección.** Esta separación se medirá en cualquier dirección entre conductores de la línea y sus soportes, entre dichos conductores y conductores verticales o transversales y cables de suspensión o mensajeros fijados a la misma estructura.

a).— Soportes fijos. La separación no debe ser menor que la especificada en la tabla siguiente.

Notas para la aplicación de la tabla siguiente:

Las notas siguientes corresponden a los números entre paréntesis de la tabla.

(1) En esta separación puede reducirse para retenidas.

(2) La separación entre el hilo de guarda y los conductores del circuito que proteja, no debe ser menor que la especificada en la tabla de separación horizontal mínima, en sus soportes, de conductores del mismo o de diferentes circuitos (Página ), para dos conductores de dicho circuito.

Para determinar la separación mínima del hilo de guarda a otros conductores que no sean los del circuito que proteja, se considerará que el hilo de guarda tiene el voltaje a tierra de dicho circuito.

(3) Los conductores de comunicación pueden tener menor separación a crucetas y superficies de postes o estructuras, cuando se sujeten a soportes colocados en las caras laterales o inferiores de las crucetas, en la superficie de los postes o estructuras, o en los puntos de transposición, siempre que dichos conductores se encuentren a 1 metro o más de conductores suministrados de menos de 8700 volts o a 1.50 metros o más de conductores suministrados de más de 8700 volts, montados en el mismo poste o estructura.

(4) Esta separación solamente se aplica a conductores suministrados montados en crucetas que se encuentren abajo de conductores de comunicación, en el mismo poste o estructura. Cuando los conductores suministrados estén arriba de los de comunicación, la distancia mínima será 7.5 centímetros.

(5) Para circuitos suministrados de 0 a 750 volts, esta distancia puede reducirse a 7.5 centímetros.

(6) Un conductor neutro que esté efectivamente conectado a tierra a lo largo de la línea y que forme parte de un circuito de 0 a 15000 volts entre conductores, puede sujetarse directamente al poste o a la estructura;

**⊕ Separación Mínima en Cualquier Dirección Entre Conductores de una línea y sus Soportes, Conductores Verticales o Transversales, Cables de Suspensión y Retenidas, Sujetos a la Misma Estructura.**

Todos los voltajes son entre conductores

| Conductores de líneas  | Líneas de Comunicación              |  | Líneas Suministradoras            |   |  |
|--|-------------------------------------|--|-----------------------------------|---|--|
|  | Únicamente líneas de comunicaciones | Con otras líneas en los mismo postes o estructuras | 0 a 8700 volts                    |   | Más de 8700 volts, agréguese por cada 1000 volts en exceso |
|  |                                     |  | Únicamente líneas suministradoras | Con otras líneas en los mismos postes o estructuras |  |
| Estructuras soportadoras y conductores fijados a las mismas.           | (Centímetros)                       | (Centímetros)                                      | (Centímetros)                     | (Centímetros)                                       | (Centímetros)  |
| Superficie de crucetas y otros soportes horizontales                   | 7.5 (3)                             | 7.5 (3)  | 7.5                               | 7.5   | 0.6  |
| Superficies de postes o estructuras                                    | 7.5 (3)                             | 12.5 (3)   | 7.5 (6)                           | 12.5 (4)  | 0.6  |
| Hilos de guarda  | (2)                                 | (2)  | (2)                               | (2)   | 1.0  |
| Cables de retenida y de suspensión, fijos al mismo poste o estructura: |                                     |  |                                   |   |  |
| Paralelos a la línea   | 7.5                                 | 15 (1)   | 30 (1)                            | 30 (1)  | 1.0  |
| Otras direcciones  | 7.5                                 | 15 (1)   | 15                                | 15  | 1.0  |
| Conductores transversales o verticales:                                |                                     |  |                                   |   |  |
| Del mismo circuito   | 7.5                                 | 7.5  | 7.5                               | 7.5   | 0.6  |
| De otros circuitos   | 7.5                                 | 7.5  | 15 (5)                            | 15 (5)  | 1.0  |

Separación entre conductores en bastidores verticales. Los conductores pueden montarse en bastidores verticales colocados en un lado del poste o estructura, si se cumple con las condiciones siguientes:

a).— El voltaje entre conductores no debe ser mayor de 750 volts. Se exceptúan los cables de cualquier voltaje que tengan cubierta metálica continua conectada a tierra;

b).— Todos los conductores debe ser del mismo material;

c).— La separación vertical entre conductores de distinta fase o distinta polaridad no debe ser menor que la siguiente:

| Longitud del claro en mts. | Separación vertical mínima entre conductores de distinta fase o distinta polaridad, en centímetros |
|----------------------------|--|
| 0 a 50                     | 10   |
| 50 a 65                    | 15   |
| 65 a 80                    | 20   |
| 80 a 100                   | 30   |

En claros no mayores de 25 metros, cuando se usen conductores con forro aislante, la separación podrá reducirse hasta 7.5 centímetros;

d).— La separación entre los conductores y la superficie de postes o estructuras no debe ser menor de 7.5 centímetros.

Separación entre conductores suministrados de circuitos de diferente voltaje, montados en la misma cruceta. Los circuitos suministrados de voltaje comprendidos en cualquiera de las clasificaciones de voltaje especificadas en la tabla de separación vertical mínima entre crucetas horizontales con conductores (Página 268), pueden montarse en la misma cruceta, con circuitos suministrados de voltaje comprendido en una clasificación de voltaje inmediata, siempre que se cumpla con alguna de las siguientes condiciones:

a).— Que los circuitos ocupen lados opuestos del poste;

b).— En los tipos de construcción con crucetas voladas ó soportadas en sus dos extremos, que los circuitos estén separados por una distancia no menor que la equivalente al espacio para subir, para el voltaje mayor de los circuitos.

c).— Que en crucetas soportadas en su centro, los conductores de voltaje menor ocupen las posiciones más próximas al poste o estructura y los de voltaje mayor las posiciones más distantes.

d).— Que uno de los circuitos sea de alumbrado en serie o similar, que normalmente esté muerto durante los periodos en que se trabaje en la línea o arriba de ella.

Quando se acostumbre probar el circuito de alumbrado en serie o similar durante el día, se recomendará que los trabajadores tomen precauciones especiales antes de trabajar en las crucetas que lleven estos circuitos o arriba de ellas;

e).— Que uno de los dos circuitos considerados sea circuito de comunicación que se use en la operación de líneas suministradoras y el otro circuito sea suministrador de menos de 8700 volts, siempre que se instalen de acuerdo con los incisos a) ó b) anteriores.

**Separación entre Conductores Fijados a Edificios o Puentes**

Conductores fijados a edificios. La separación entre conductores fijados a edificios no debe ser menor que la especificada en el inciso (a) de separación horizontal entre conductores de una línea (Página 264). Se exceptúan los conductores en bastidores verticales que cumplan con la fracción de separación entre conductores en bastidores verticales.

Separación entre conductores suministrados fijados a puentes. Los conductores suministrados fijados a puentes y soportados a intervalos frecuentes pueden tener menor separación en los soportes que la señalada en el inciso (a) de separación horizontal entre conductores de una línea (Página 264); sin embargo, la separación no será menor que la distancia entre conductores suministrados y la superficie de postes o crucetas especificada en la tabla de separación mínima en cualquier dirección entre conductores de una línea y sus soportes, conductores verticales o transversales, cables de suspensión y retenidas, sujetos a la misma estructura (Página 266), ni menor que lo siguiente:

| Distancia entre soportes Metros | Separación entre Conductores Centímetros |
|---------------------------------|--|
| 0 a 7                           | 15                                       |
| 7 a 15                          | 22                                       |

**Dimensiones Horizontales Mínimas del Espacio Para Subir**

| Clase de conductor que limite al espacio para subir | Voltaje de los conductores |                   | Dimensiones horizontales del espacio para subir, en centímetros |                             |   |   |
|---|----------------------------|-------------------|---|-----------------------------|---|---|
|   | A tierra                   | Entre conductores | En postes usados solamente por                                  |                             | En postes usados por sistemas diferentes                          |   |
|   |                            |                   | Conductores de comunicación                                     | Conductores suministradores | Conductores suministradores arriba de conductores de comunicación | Conductores de comunicación arriba de suministradores (1) |
| Conductores de comunicación de                      | 0 a 150                    | —                 | Ningún requisito  |                             | (2)   | Ningún requisito  |
| Más de 150  | —                          | —                 | Se recomienda 60 cmts.  |                             | (2)   | Se recomienda 60 cmts.                                    |
| Conductores suministradores de                      | Menos de 300               | —                 | 60  | 60                          | 75  | 75  |
|   | 300 a 8700                 | 8700 a 15000      | 75  | 75                          | 75  | 75  |
|   | Más de 15000               | —                 | 90  | 90                          | 90  | 90  |
|   | Más de 15000               | —                 | Más de 90 (3)   | Más de 90 (3)               | Más de 90 (3)   | Más de 90 (3)   |

- (1) No es recomendable esta posición de niveles y se procurará evitarla.
- (2) El espacio para subir será el mismo que se requiera para los conductores inmediatamente superiores, con un máximo de 75 centímetros. Esta distancia podrá reducirse a 40 centímetros, cuando la línea superior no sea de más de 7500 volts entre conductores.
- (3) Hasta donde las condiciones del caso lo permitan.

**Separación Vertical Mínima entre Crucetas Horizontales con Conductores**

Todos los voltajes son entre conductores. Los números entre paréntesis corresponden a las notas que siguen a la Tabla.

| Conductores suministradores, de preferencia en los niveles superiores   | Línea abierta de 0 a 750 volts. Cables de todos los voltajes con cubierta metálica conectada a tierra o mensajeros. |                             |                                  |          |
|---|---|-----------------------------|----------------------------------|----------|
|   | 750 a 8700 volts (Metros)   | 8700 a 15000 volts (Metros) | 15000 a 50000 volts (3) (Metros) | (Metros) |
| Conductores generalmente en niveles inferiores.   | 1.20  | 1.20                        | 1.80                             | 1.20     |
| Conductores de comunicación: En general   | 0.60  | 0.60 (1)                    | 1.20                             | 1.20     |
| Que se usen en la operación de líneas ministradoras   | 0.60  | 0.60                        | 1.20                             | 1.20     |
| Conductores suministradores: 0 a 750 volts  | 0.60  | 0.60                        | 1.20                             | 1.20     |
| Más de 750 a 8700 volts.  | 0.60  | 0.60                        | 1.20                             | 1.20     |
| Más de 8700 a 15000 volts: Si se trabajan vivos con herramientas de mangos largos, cuando los circuitos adyacentes no estén muertos ni protegidos | —   | —                           | 1.20                             | 1.20     |
| Si no se trabajan vivos, excepto cuando los circuitos adyacentes (arriba o abajo) estén muertos o protegidos                                      | —   | —                           | 0.60                             | 1.20 (2) |
| Más de 15000 a 50000 volts (3)  | —   | —                           | —                                | 1.20 (2) |

- (1) Esta separación debe aumentarse a 1.20 metros cuando los conductores de comunicación queden arriba de los conductores suministradores, a menos que los conductores de las líneas de comunicación sean del calibre requerido para líneas ministradoras de clase de construcción B.
- (2) Esta separación no se aplica al caso en que los distintos conductores de un mismo circuito queden reparados en crucetas adyacentes.
- (3) Para voltajes mayores de 50000 volts las separaciones serán las dadas para este voltaje, aumentándolas un centímetro por cada 1000 volts en exceso de 50000.

Basado en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas.

— Cuando los conductores en la cruceta son de la misma clasificación de voltaje de las señaladas en la tabla anterior. En estas condiciones, la separación vertical requerida en la tabla anterior puede reducirse como sigue:

| Separación entre crucetas, requeridas en la tabla anterior | La separación entre conductores puede reducirse a: |
|--|--|
| 0.60 metros  | 0.40 metros  |
| 1.20 "   | 1.00 "   |
| 1.80 "   | 1.50 "   |

**Separación mínima de conductores suministradores verticales o transversales en postes o estructuras**

(Los voltajes son entre conductores)

| Separación del conductor vertical o lateral a: | Voltaje mayor que interviene en la separación |   |
|--|---|---|
|  | 0 a 8 700 volts (cm.)                         | Para más de 8 700 volts, agréguese por cada 1 000 volts en exceso (cm.) |
| Superficies de crucetas o de la estructura.    | 7.5   | 0.6   |
| Cables de suspensión, mensajeros o retenidas   | 15  | 1.0   |
| Conductores en soportes fijos:                 |   |   |
| Del mismo circuito                             | 7.5   | 0.6   |
| De circuitos diferentes                        | 15  | 1.0   |
| Conductores en soportes móviles                | (x)   | (x)   |

(x) Estas separaciones serán las fijadas para conductores en soportes fijos.

**Resistencia mecánica de líneas aéreas**

General. Las líneas aéreas, ya sean ministradoras o de comunicación, deberán tener resistencia mecánica suficiente para soportar las cargas a que puedan estar sometidas y que razonablemente puedan anticiparse, con factores de seguridad que podrán variar según el lugar y las condiciones de peligro en que se encuentren, como se establece más adelante en este artículo.

Se recomienda que en aquellas regiones del país en que las líneas puedan llegar a estar sometidas a esfuerzos más severos que los que se calculen sobre las bases señaladas en este artículo, ya sea porque se cubran de hielo, porque la temperatura baje de -10°C o porque el viento sopla con más fuerza, las instalaciones se hagan tomando en cuenta estos factores.

**Bases para el cálculo de las cargas**

Cargas de conductores. Para calcular la tensión mecánica de los conductores, se considerará como la carga total, la resultante del peso del conductor y de la fuerza producida por el viento, actuando horizontalmente y en ángulo recto con la dirección de la línea, a la temperatura mínima, de acuerdo con las bases siguientes:

a).— Presión del viento. Para toda la República Mexicana la fuerza ejercida por el viento se calculará como la correspondiente a una presión no menor de 39 kilogramos por metro cuadrado de área proyectada de superficies cilíndricas;

b).— Temperatura mínima. Para toda la República Mexicana se supondrá que los conductores estarán sometidos a una temperatura mínima de -10°C.

Cargas en postes o estructuras soportadoras. La carga que actúe sobre los postes o estructuras soportadoras y sobre todo el material usado para soportar los conductores, se calculará como sigue:

a).— Carga vertical. La carga vertical sobre postes, torres, cimientos, crucetas, alfileres, aisladores y dispositivos de sujeción se considerará como su propio peso más el de todos los conductores, cables y equipos que soporten, teniendo en cuenta los efectos que pueden resultar de diferencia de elevación entre soportes de conductores;

b).— Carga transversal. La debida al viento soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, como sigue: para todas las superficies cilíndricas del poste o estructura y conductores soportados, se considerará una presión no menor de 39 Kg. por metro cuadrado sobre el área proyectada. Cuando la estructura tenga superficies planas, se considerará una presión no menor de 60 Kg. por metro cuadrado de área proyectada sobre un plano normal a la dirección del viento. Si se trata de torres de construcción en celosía, el área expuesta de un lado, proyectada, deberá aumentarse 50 por ciento, con lo cual quedará tomada en consideración el área del otro lado. No es necesario que en este último caso el área total exceda de la que resultaría si la estructura fuera de una pieza y de las mismas dimensiones exteriores. Puede usarse un método de cálculo más exacto.

Basado en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas

La carga transversal sobre cualquier poste o estructura podrá calcularse usando el promedio de las distancias interpostales siempre que este promedio no difiera en más del 25% de las distancias interpostales a un lado y otro del poste o estructura de que se trate.

En cruzamiento con ferrocarriles o con conductores de comunicación, la carga transversal sobre el poste o estructura deberá calcularse considerando la distancia interpostal real;

c) Carga Longitudinal

I Tramos rectos de línea. En general, no es necesario considerar carga longitudinal en los postes o estructuras comprendidos en tramos rectos de líneas aéreas, donde no cambie la tensión mecánica de los conductores a uno y otro lado de los postes o estructuras.

Se exceptúa el caso en que al final de una sección de línea con construcción de clase A la línea cambia a otra clase inferior, como puede suceder en cruzamientos con ferrocarriles. En este caso, se considerará un esfuerzo longitudinal desequilibrado mínimo, en la dirección de la clase A, sobre postes, torres y retenidas, igual a la tensión en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269) de que dos terceras partes de los conductores soportados más delgados que el número 2, escogiendo los conductores que produzcan los mayores esfuerzos sobre las estructuras. Si las dos terceras partes dan un número fraccionario, se tomará el entero más próximo. El esfuerzo longitudinal mencionado no deberá ser menor que el producido por la tensión de dos de los conductores soportados, incluyendo hilos de guarda y mensajeros, en la combinación más desfavorable.

II Remates. En los remates, el esfuerzo longitudinal se considerará igual a la suma de las tensiones de todos los conductores que rematen en el poste o estructura, incluyendo hilos de guarda y mensajeros, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269)

d) Cambio de dirección de la línea. La carga debida a la tensión de los conductores y al viento, en los postes o estructuras soportadoras y sus retenidas, instalados donde la línea cambie de dirección, se considerará igual a la resultante de las tensiones de los conductores originada por el cambio de dirección de línea, sumándole aritméticamente a esta resultante la fuerza del viento calculada como si la línea recta. Puede usarse un método de cálculo más exacto;

e) Aplicación simultánea de cargas.

I Al calcular la resistencia transversal, se supondrá que las cargas vertical y transversal actúan simultáneamente.

II Al calcular la resistencia longitudinal, no se tomarán en cuenta las cargas vertical y transversal.

Clases de construcción de líneas aéreas y sus requisitos

Clasificación de construcción de líneas por resistencia mecánica. Con el objeto de establecer los coeficientes de seguridad y otros requisitos que las líneas deben cumplir en diferentes lugares y condiciones que representen peligro a personas, a sus intereses o a otras líneas, como en cruzamientos, campo abierto, etc., tanto las líneas aéreas suministradoras como las de comunicación se dividen, en cuanto a su construcción, en tres clases que se denominan por las letras A, B y C.

La clase A es la más fuerte y la que llena los requisitos más exigentes, que se consideran necesarios en los casos de mayor peligro. La clase B es menos fuerte que la A; pero llena ciertos requisitos que se consideran necesarios en algunos lugares o condiciones en que el peligro es menor que en los considerados para la clase A. La clase C es la menos exigente, para condiciones generales que no implican peligros especiales. En esta última clase no se requieren coeficientes mínimos de seguridad determinados, sino que bastará con que las construcciones sean suficientemente fuertes para resistir con seguridad las cargas que normalmente lleven, incluyendo el peso de los operarios que trabajen en ellas, y que cumplan con algunos requisitos esenciales.

La fracción siguiente especifica detalladamente los requisitos que debe cumplir cada clase.

Requisitos mínimos para cada clase de construcción de líneas. En la tabla siguiente, comprendida en esta fracción, se especifican los coeficientes mínimos de seguridad y otros requisitos mínimos que deberá cumplir cada clase de construcción de líneas aéreas, tanto suministradoras como de comunicación.

Se recomienda que las construcciones se hagan con resistencia y requisitos mayores que los mínimos aquí establecidos, especialmente cuando la resistencia se base en cálculos y no en pruebas experimentales.

Al calcular los esfuerzos a que esté sometido un poste o estructura soportadora y todos sus accesorios, no se deberán tomar en consideración las deformaciones causadas por la aplicación de las cargas, a menos que el método de cálculo haya sido previamente aprobado por la Secretaría de Economía.

Requisitos Mínimos para Cada Clase de Construcción de Líneas Aéreas (Incluyendo hilos de guarda)

| Conductores Suministradores en Línea Abierta:  | Clase A | Clase B | Clase C |
|--|---------|---------|---------|
| Tensión:   |         |         |         |
| Coefficiente de seguridad, basado en la resistencia máxima de los conductores, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de Cargas de conductores (Página 269). | 1.7     | 1.7     | ---     |
| Calibre más delgado permitido:   |         |         |         |
| En general, de cobre semiduro o su equivalente en resistencia mecánica.  | 6       | 8       | 8       |
| Conductores de contacto de trole:  |         |         |         |
| De cobre   | 0       | 0       | 0       |
| De bronce al silicio   | 4       | 4       | 4       |
| Material para conductores:   |         |         |         |
| Deberá ser resistente a la corrosión excesiva bajo las condiciones de operación.   | Sí      | Sí      | Sí      |
| Empalmes:  |         |         |         |
| Se recomienda no hacerlos en cruzamientos, los que se hagan deben tener la resistencia mecánica igual o mayor que la requerida para el conductor.                              | Sí      | Sí      | ---     |

| Conductores Suministradores en Cable   | Clase A | Clase B | Clase C |
|--|---------|---------|---------|
| Si el cable lleva forro metálico, conectarlo al mensajero y a tierra, estableciendo continuidad eléctrica.     | Sí      | Sí      | ---     |
| Cable mensajero:   |         |         |         |
| Tensión: Coeficiente de seguridad basado en su resistencia máxima, considerando el peso adicional que soporta. | 1.7     | 1.7     | ---     |
| Material: Resistente a corrosión excesiva.   | Sí      | Sí      | Sí      |
| Deberá estar conectado a tierra en forma efectiva.   | Sí      | Sí      | Sí      |

| Conductores de Comunicación en Línea Abierta  | Clase A | Clase B | Clase C |
|---|---------|---------|---------|
| Tensión:  |         |         |         |
| Coefficiente de seguridad basado en resistencia máxima, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269). | 1.7     | 1.7     | ---     |
| Material para conductores:  |         |         |         |
| Deberá ser resistente a corrosión excesiva bajo las condiciones de operación.   | Sí      | Sí      | Sí      |
| Empalmes:   |         |         |         |
| Se recomienda no hacerlos en cruzamientos. Si se hacen, su resistencia mecánica no debe ser menor que la requerida para el conductor.                   | Sí      | Sí      | ---     |

| Conductores de Comunicación en Cable:  | Clase A | Clase B | Clase C |
|--|---------|---------|---------|
| Se les aplicará lo estipulado para conductores suministradores en cable.   | Sí      | Sí      | ---     |
| Carga nominal de ruptura, en Kg., del mensajero en cruzamientos con claros no mayores de 50 metros:  |         |         |         |
| Para cable soportado de menos de 3.5 Kg. por metro.  | 2 700   | ---     | ---     |
| Para cable soportado de 3.5 a 7.5 Kg. por metro.   | 4 500   | ---     | ---     |
| Para cable soportado de 7.5 a 12.5 Kg. por metro.  | 7 200   | ---     | ---     |
| Deberá usarse mensajero cuando se trate de cordones o pares de conductores que crucen arriba de conductores de contacto de trole de más de 750 volts a tierra. | Sí      | Sí      | ---     |

**Alisadores para Conductores:**

|  | Clase A | Clase B | Clase C |
|--|---------|---------|---------|
| Voltaje mínimo de flameo en seco, expresado en volts, para distintos voltajes eficaces de operación, a 60 ciclos por segundo, a la presión de 760 milímetros de mercurio y a la temperatura de 25°C. |         |         |         |
| Para 750 volts   | 5000    | ---     | ---     |
| Para 2400 volts  | 20000   | ---     | ---     |
| Para 7200 volts  | 40000   | ---     | ---     |
| Para 13200 volts   | 55000   | ---     | ---     |
| Para 23000 volts   | 75000   | ---     | ---     |
| Para 34500 volts   | 100000  | ---     | ---     |
| Para 46000 volts   | 125000  | ---     | ---     |
| Para 69000 volts   | 175000  | ---     | ---     |
| Para 115000 volts  | 315000  | ---     | ---     |
| Para 138000 volts  | 390000  | ---     | ---     |
| Para 161000 volts  | 445000  | ---     | ---     |
| Para 230000 volts  | 640000  | ---     | ---     |

Interpólese para valores intermedios

**Alfileres, amarres y herrajes para fijar conductores:**

|   | Clase A | Clase B | Clase C |
|---|---------|---------|---------|
| En general, deberán poder resistir una tensión desequilibrada del conductor, en Kg., no menor de  | 200     | 200     | ---     |
| En remates y en lugares donde la clase A cambie a otra inferior, deberán poder resistir la tensión del conductor, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de Cargas de Conductores (Página 269). | Sí      | Sí      | ---     |
| Este último requisito se considerará satisfecho, cuando se usen aisladores tipo alfileres, si se limita la tensión del conductor a 200 Kg. y se usan aisladores y amarres dobles.                                 | Sí      | Sí      | ---     |

**Crucetas:**

|   | Clase A | Clase B | Clase C |
|---|---------|---------|---------|
| Al instalarse deberán tener un coeficiente de seguridad, basado en su resistencia máxima, con la carga especificada en la fracción de cargas en postes estructuras soportadoras (Página 269), y 100 Kg. adicionales en cualquiera de los extremos de cualquiera de las crucetas, con excepción de la más alta, no menor de      | 2       | 2       | ---     |
| Para cumplir con la disposición anterior y para soportar cargas no llevadas normalmente por la cruceta, podrán usarse tirantes, tornapuntas u otros dispositivos adecuados.   | Sí      | Sí      | ---     |
| Cuando las crucetas formen parte integrante de torres o estructuras soportadoras metálicas, aplíquese el coeficiente de seguridad que corresponda a las torres o estructuras.   | Sí      | Sí      | ---     |
| Resistencia longitudinal  | 200     | 200     | ---     |
| Cuando la tensión de los conductores sea normalmente equilibrada, la cruceta deberá poder resistir una tensión del conductor más alejado del centro, en kilogramos, no menor de   |         |         |         |
| En remates y puntos donde la clase de construcción (A) cambie a otra inferior, las crucetas deberán poder resistir la tensión desequilibrada de todos los conductores soportados, en las condiciones de carga especificadas en la fracción de cargas de conductores (Página 269), con los coeficientes de seguridad siguientes: |         |         |         |
| Crucetas de madera (basado en resistencia máxima)   | 1       | 1       | ---     |
| Crucetas de acero (basado en punto cedente):  |         |         |         |
| En cambio de clase (A) a inferior.  | 1       | ---     | ---     |
| En remates  | 1.6     | 1.1     | ---     |
| Crucetas dobles:  |         |         |         |
| Deberán usarse en remates y en postes de cruzamiento sobre ferrocarriles, cuando se usen aisladores de alfiler.   | Sí      | Sí      | Sí      |

Basado en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas

|   | Clase A | Clase B | Clase C |
|---|---------|---------|---------|
| Postes de madera:   |         |         |         |
| Resistencia. Coeficientes de seguridad basados en resistencia máxima: | 3       | 1.6     | ---     |
| Resistencia vertical y transversal:                                   | 2       | 1.2     | ---     |
| Al instalarse   |         |         |         |
| Se conservarán a no menos de  |         |         |         |
| Resistencia longitudinal:   | 1.3     | ---     | ---     |
| En cambios de clase A a inferior,                                     | 1.0     | ---     | ---     |
| Al instalarse   |         |         |         |
| Se conservarán a no menos de  |         |         |         |
| En remates,   | 2.0     | 1.3     | ---     |
| Al instalarse   | 1.2     | 1.0     | ---     |
| Se conservarán a no menos de  |         |         |         |
| Resistencia horizontal en ángulos:                                    | 2.0     | 1.3     | ---     |
| Al instalarse   | 1.2     | 1.0     | ---     |
| Se conservarán a no menos de  |         |         |         |

|  | Clase A | Clase B | Clase C |
|--|---------|---------|---------|
| Los postes y torres deberán poder resistir las cargas especificadas en la fracción de cargas en postes o estructuras soportadoras (Página 269), con los coeficientes de seguridad que se indican a continuación, y además cumplirán con las disposiciones adicionales que se señalan en cada caso.             |         |         |         |
| Postes de concreto:  |         |         |         |
| Coeficientes de seguridad basados en resistencia máxima:   | 3       | 2       | ---     |
| Resistencia transversal al instalarse  | 1       | ---     | ---     |
| Resistencia longitudinal, en todo tiempo:  | 2       | 1.3     | ---     |
| En cambios de clase (A) a inferior   | 2       | 1.3     | ---     |
| En remates   |         |         |         |
| Resistencia horizontal en ángulos  | 1.3     | 1.1     | ---     |
|  | 2       | 1.6     | ---     |
| Postes y torres de acero:  |         |         |         |
| Resistencia. Coeficientes de seguridad basados en punto cedente  | 1.0     | ---     | ---     |
| Resistencia vertical   | 1.6     | 1.1     | ---     |
| Resistencia transversal  | 1.6     | 1.1     | ---     |
| Resistencia longitudinal:  |         |         |         |
| En cambios de clase (A) a inferior   |         |         |         |
| En remates   |         |         |         |
| Resistencia horizontal en ángulos  | 6       | 6       | ---     |
|  | 4       | 4       | ---     |
| Material. Para postes y torres de acero no deberá usarse material más delgado que el siguiente, expresado en milímetros:   | 4       | 4       | ---     |
| En lugares donde la pintura o cubierta protectora se deteriore con rapidez, como en las costas:  | 4       | 3       | ---     |
| En miembros principales  |         |         |         |
| En otros miembros  |         |         |         |
| En otros lugares:  |         |         |         |
| En miembros principales  |         |         |         |
| En otros miembros  | Sí      | Sí      | ---     |
| Protección contra corrosión. Las partes empotradas de postes y torres de acero deberán protegerse contra la corrosión mediante alguna cubierta o protección adecuada, que sobresalga del nivel del suelo   |         |         |         |
| Conexión a tierra. Los postes y torres de acero deberán conectarse a tierra en forma efectiva, cuando estén en contacto con cables de forro metálico o partes de equipo con conductores a más de 750 volts a tierra, a menos que estén protegidos adecuadamente para evitar contactos accidentales de personas | Sí      | Sí      | ---     |

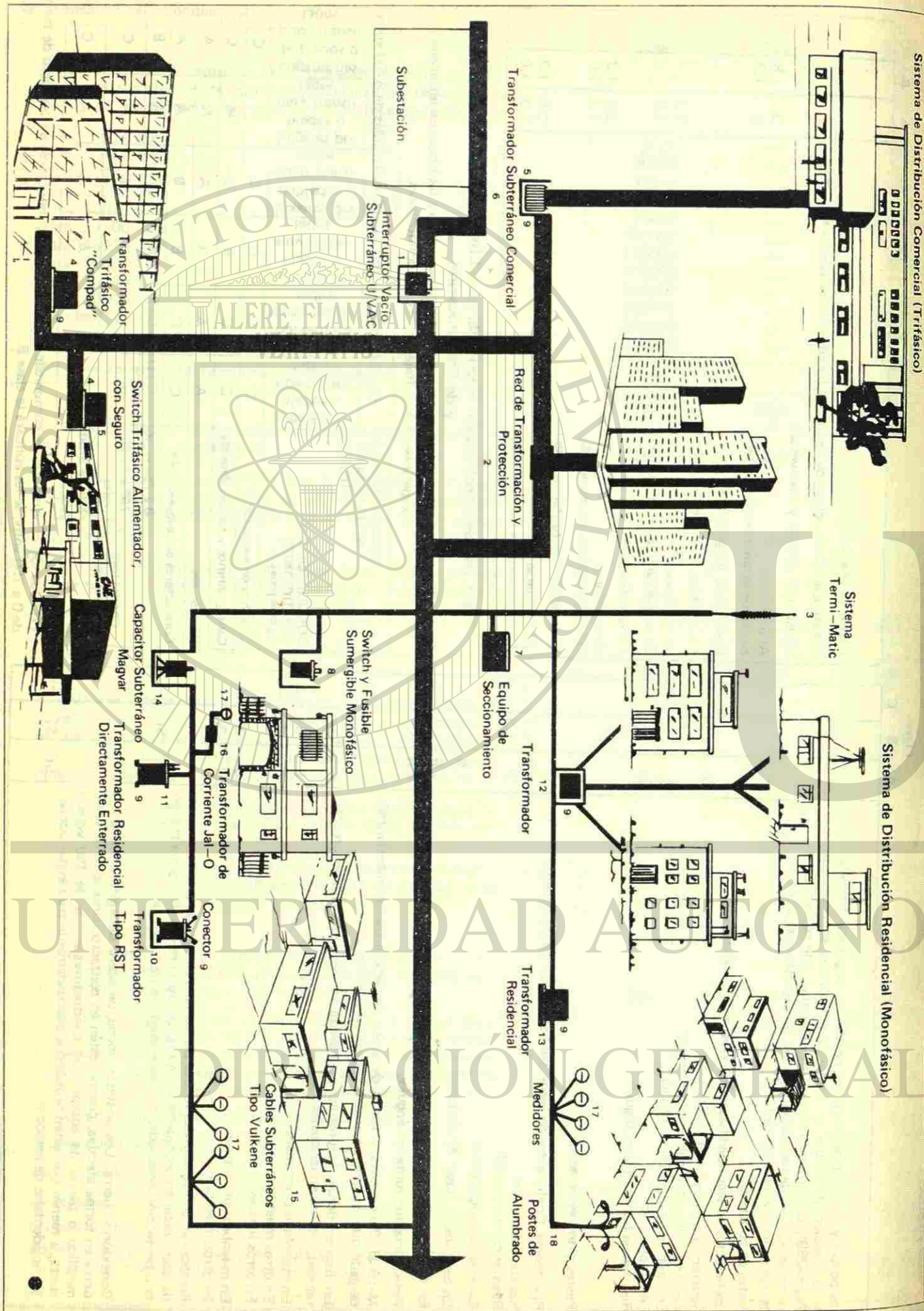
**Clase de Construcción Requerida para Líneas Suministradoras y de Comunicación**

Las clases de construcción que da esta tabla corresponden a las líneas en los niveles superiores. Los voltajes son entre conductores.

| CONDICIONES O NIVELES SUPERIORES | 0 a 750 volts                           |   | 750 a 8700 volts                        |   | Más de 8700 volts                       |   |
|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
|                                  | Lugares poco poblados o muy transitados | Lugares poco poblados o muy transitados | Lugares poco poblados o muy transitados | Lugares poco poblados o muy transitados | Lugares poco poblados o muy transitados | Lugares poco poblados o muy transitados |
| CONDICIONES INFERIORES           | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       |
| Derechos de vía cercados         | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       | C                                       |
| Calles, caminos y campo abiertos | C                                       | C                                       | B                                       | C                                       | A                                       | C                                       |
| Vías férreas                     | A                                       | A                                       | A                                       | A                                       | A                                       | A                                       |
| Conductores de comunicación      | C                                       | C                                       | B                                       | B                                       | A                                       | A                                       |
|                                  | C (1)                                   | C (1)                                   | B                                       | C                                       | A                                       | B                                       |
| Conductores suministradores      | B                                       | B                                       | B                                       | C                                       | A                                       | C                                       |
|                                  | A                                       | A                                       | A                                       | C                                       | A                                       | C                                       |

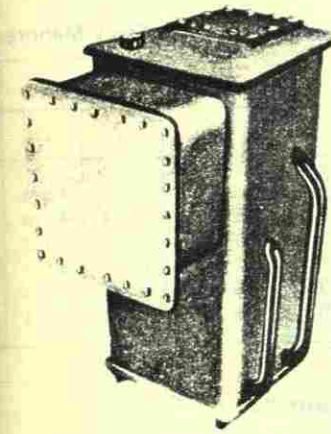
(1) Cuando conductores de comunicación crucen sobre conductores de contacto de trole de 0 a 750 volts, se les aplicará la clase B.

Basado en el Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas



● Transformadores de Distribución sumergidos en aceite, monofásicos y trifásicos, tipos S y CP.

Tipos: Con Tapa intercambiable y Cámara de Terminales



Tapa Intercambiable

Los transformadores de tipo subterráneo arriba de 5 Kv están equipados con derivaciones. En capacidades de 15 a 50 Kv, monofásico, y 15 a 150 Kva, trifásico, están provistos con una manija de operación interna arriba del nivel de aceite, accesible a través de la cubierta del tanque principal como se muestra.

Capacidades de 100 y 167 Kva, monofásicos, tienen una flecha para la operación del mecanismo interno la cual se extiende a través de una placa indicadora de posición en la cubierta principal. La flecha de operación y el indicador de posición quedan accesibles quitando un tapón de un tubo de 2" φ/ en la cubierta (no se muestra)

Cámara Terminal

Los transformadores, tanto monofásicos como trifásicos, con capacidades en Alta Tensión de 500 a 15000 volts en Delta ó 8661 a 15000 volts en el tanque principal. Un plato de acceso es atornillado y empaquetado al costado de la cámara, para hacer conexiones en alta tensión. En la tapa de la Cámara está colocado un tapón de llenado.

Equipo Adicional Estándar Tanque Principal

| Accesorios  | 15,25, 50 kva      | 100 kva            | 167 kva                                      | 15,45, 75 kva      | 150 kva            |
|---|--------------------|--------------------|--|--------------------|--------------------|
| Combinación de drenaje de aceite.   | ½ pulgada          | ½ pulgada          | no   | ½ pulgada          | no                 |
| Combinación de válvula de drenaje de aceite conexión inferior del filtro-prensa.                | no                 | no                 | si   | no                 | si                 |
| Platos para indicadores de nivel de aceite.   | si                 | si                 | si   | si                 | si                 |
| Plato para termómetro.  | no                 | si                 | si   | no                 | si                 |
| Combinación de conexión superior de filtro-prensa y tapón de llenado de la tapa intercambiable. | 1 pulgada interno+ | 1 pulgada interno+ | 1 pulgada externo por+ conexión del tubo 2"φ | 1 pulgada interno+ | 1 pulgada interno+ |
| Plato para rodamiento.  | si                 | si                 | si   | si                 | si                 |
| Registro, para mano, en la cubierta.  | si                 | si                 | si   | si                 | si                 |
| Platos exteriores para conexión a tierra.   | si                 | si                 | si   | si                 | si                 |
| Platos para levantamiento.  | si                 | si                 | si   | si                 | si                 |

Este es estándar sólo para capacidades arriba de 5 Kv que tienen derivaciones.

Cámara de Terminales de Alta Tensión

| Accesorios                               | Monofásico: 16-167 kva | Trifásico: 15-150 Kva. |
|--|------------------------|------------------------|
| Tapón de drenaje de aceite.              | si ½ pulgada           | si ½ pulgada           |
| Plato para indicador de nivel de aceite. | si ½ pulgada           | si ½ pulgada           |
| Tapón de llenado de aceite.              | si 1 pulgada           | si 1 pulgada           |
| Cubierta de la cámara de terminales.     | si                     | si                     |

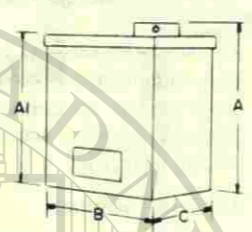
Tamaños de los Registros de Inspección

| kva | Monofásico            | Trifásico   |   | 5001 a 15000 Volts en delta ó 8661 a 15000 Volts en "Y" construcción horizontal. |
|-----|-----------------------|---|---|--|
|     |                       | 5000 volts y menores en delta ó 8660 volts y menores en "Y" | 5000 volts y menores en delta ó 8660 volts y menores en "Y" |  |
|     |                       | Construcción vertical                                       | Construcción horizontal                                     |  |
| 27  | 30 pulgadas, diámetro | 15  | 30 pulgadas, diámetro                                       | 37 pulg. x 26 pulg.  |
| 30  | 36 pulgadas, diámetro | 45  | 33 pulgadas, diámetro                                       | 53 pulg. x 33 pulg.  |
| 30  | 42 pulgadas, diámetro | 75  | 33 pulgadas, diámetro                                       | 53 pulg. x 34 pulg.  |
| 22  | 42 pulgadas, diámetro | 150   | 40 pulgadas, diámetro ó 38 pulgadas por lado                | 60 pulg. x 36 pulg.  |
| 40  | 42 pulgadas, diámetro |   | 48 pulgadas por lado  |  |
| 38  | 50 pulgadas, diámetro |   |   |  |

**Transformadores de Distribución**  
**Tipo Seco Especial**

500 volts y Menores  
 Monofásico: 0.025 Kva a 50 Kva  
 Trifásico: 3 Kva a 45 Kva

Dimensiones Exteriores en Pulgadas  
 (Aproximadas)

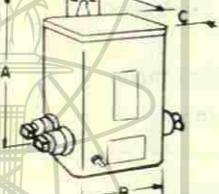


**Tipo EP, 2 Kva y Menores**

| Kva   | Dimensiones |         |       |       | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-------|-------------|---------|-------|-------|---------------------------|
|       | A           | A1      | B     | C     |                           |
| 1/4   | 7 1/16      | 6 3/8   | 4 7/8 | 4 5/8 | 13                        |
| 1/2   | 7 1/16      | 6 3/8   | 4 7/8 | 4 5/8 | 13                        |
| 3/4   | 7 3/8       | 6 11/16 | 6     | 5 1/2 | 20                        |
| 1     | 8 3/8       | 7 11/16 | 6     | 5 1/2 | 26                        |
| 1 1/2 | 9 1/2       | 8 13/16 | 6 3/8 | 6 1/8 | 36                        |
| 2     | 10 1/2      | 9 13/16 | 6 3/8 | 6 1/8 | 40                        |

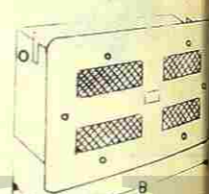
**Flex-1-volt, Tipo EP**

| Kva | Dimensiones |       |       | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-----|-------------|-------|-------|---------------------------|
|     | A           | B     | C     |                           |
| 15  | 12 3/8      | 6 3/8 | 6 1/8 | 31                        |
| 25  | 13 1/8      | 7 3/4 | 7     | 54                        |

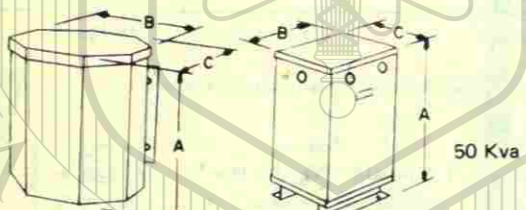


**Transformador empotrado**

| Kva | Dimensiones |         |        | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-----|-------------|---------|--------|---------------------------|
|     | A           | B       | C      |                           |
| 9   | 15 1/16     | 25 5/16 | 8 7/8  | 140                       |
| 15  | 16 1/16     | 29 3/16 | 9 7/8  | 250                       |
| 30  | 18 1/16     | 32 3/16 | 12 7/8 | 440                       |

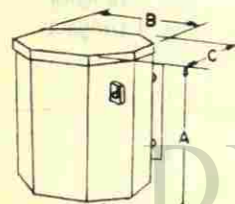


3-37 1/2 Kva

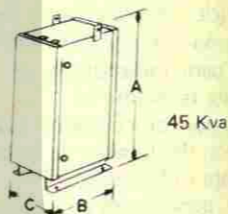
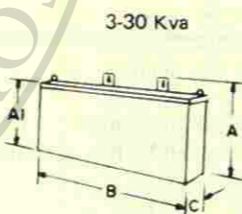


**Tipo EP, 3 a 50 Kva**

| Kva    | Dimensiones |         |        | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|--------|-------------|---------|--------|---------------------------|
|        | A           | B       | C      |                           |
| 3      | 11 1/16     | 9 13/32 | 9      | 64                        |
| 5      | 12 9/16     | 9 13/32 | 9      | 75                        |
| 7 1/2  | 12 13/16    | 12      | 10 5/8 | 114                       |
| 10     | 15 1/16     | 12      | 10 5/8 | 142                       |
| 15     | 15 13/16    | 12      | 10 5/8 | 158                       |
| 25     | 16 1/8      | 15 1/4  | 13 3/4 | 247                       |
| 37 1/2 | 21 1/8      | 15 1/4  | 13 3/4 | 375                       |
| 50     | 27 3/16     | 17 3/8  | 13 3/4 | 580                       |

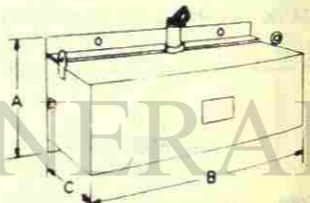


3-30 Kva



**Tipo EPT, 600 volts y menores**

| Kva | Dimensiones |         |          |         | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-----|-------------|---------|----------|---------|---------------------------|
|     | A           | A1      | B        | C       |                           |
| 3   | 11 1/16     | 8 1/8   | 17 11/16 | 5 13/16 | 60                        |
| 6   | 13          | 10 1/8  | 19 9/16  | 6 9/16  | 110                       |
| 9   | 14 15/16    | 11 1/8  | 21 7/8   | 7 3/8   | 140                       |
| 15  | 15 15/16    | 12 1/8  | 25 3/4   | 8 3/8   | 209                       |
| 30  | 18 7/16     | 14 1/8  | 28 3/4   | 11 3/8  | 405                       |
| 45  | 37 11/16    | 36 3/16 | 12 7/16  | 18 1/4  | 620                       |



**Transformadores Marinos 3 a 37 1/2 Kva**

| Kva    | Dimensiones |         |        | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|--------|-------------|---------|--------|---------------------------|
|        | A           | B       | C      |                           |
| 3      | 11 1/8      | 9 7/16  | 9      | 64                        |
| 5      | 12 5/8      | 9 7/16  | 9      | 75                        |
| 7 1/2  | 12 7/8      | 12 1/16 | 10 5/8 | 114                       |
| 10     | 15 1/8      | 12 1/16 | 10 5/8 | 142                       |
| 15     | 15 7/8      | 12 1/16 | 10 5/8 | 158                       |
| 25     | 16 1/8      | 15 1/4  | 13 3/4 | 247                       |
| 37 1/2 | 21 1/8      | 15 1/4  | 13 3/4 | 375                       |

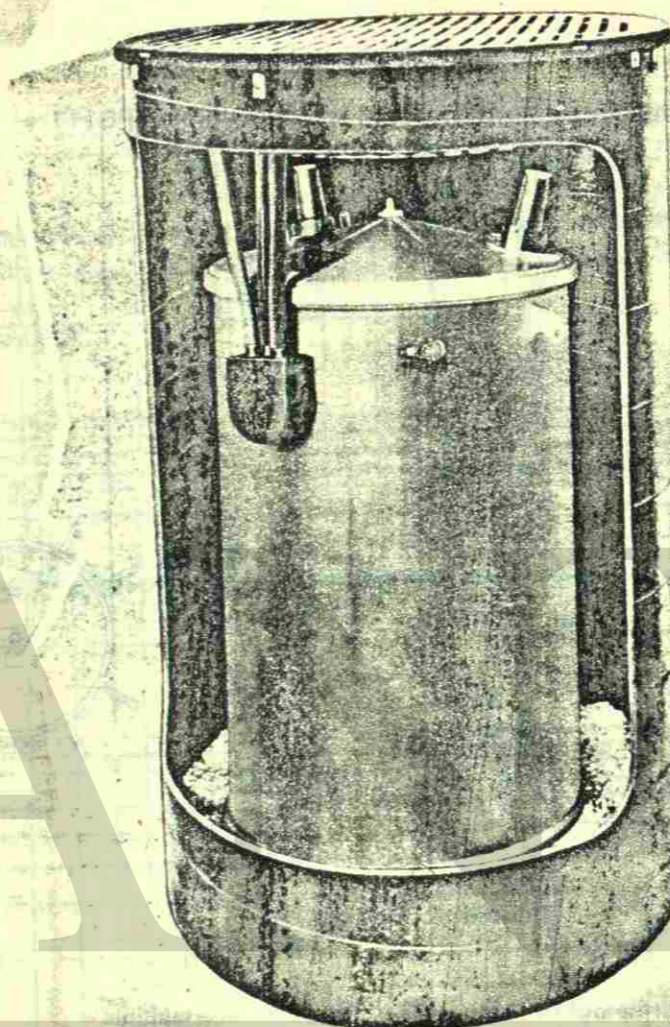
**Alta Tensión, Tipo EP**

| Kva   | Dimensiones |         |        | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-------|-------------|---------|--------|---------------------------|
|       | A           | B       | C      |                           |
| 1 1/2 | 12 13/16    | 7 1/8   | 6 5/8  | 70                        |
| 3     | 12 9/16     | 9 13/32 | 9      | 83                        |
| 5     | 12 13/16    | 12      | 10 5/8 | 116                       |
| 10    | 15 13/16    | 12      | 10 5/8 | 160                       |
| 15    | 16 1/8      | 15 1/4  | 13 3/4 | 250                       |

**A Prueba de Explosión**

| Kva | Dimensiones |          |        | Peso Neto Aproximado Lbs. |
|-----|-------------|----------|--------|---------------------------|
|     | A           | B        | C      |                           |
| 9   | 9 11/16     | 21 17/32 | 9 7/16 | 160                       |
| 15  | 10 11/16    | 25 13/32 | 10 3/8 | 270                       |
| 30  | 13 11/16    | 28 3/8   | 12 1/8 | 460                       |

**Transformador de Distribución**  
**Tipo Sumergible SPB 111**



Monofásico, 25 - 167 Kva, 55 °C, 60 c.p.s.

económico, confiable, principalmente para áreas residenciales. Instalado en una bóveda sencilla, es completamente seguro y oculto.

**Aplicación**

De acuerdo con la tendencia hacia la distribución subterránea se considera el transformador SPB 111. Este incorpora muchas de las mejoras y refinamientos que se han desarrollado con el aumento de uso y demanda de transformadores sumergibles monofásicos. Se utiliza un nuevo sistema diseñado por computadora para proporcionar una amplia gama de características y además permitir un tiempo mínimo de producción.

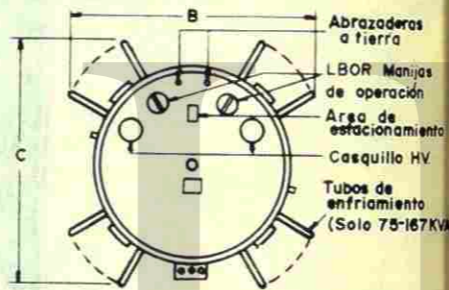
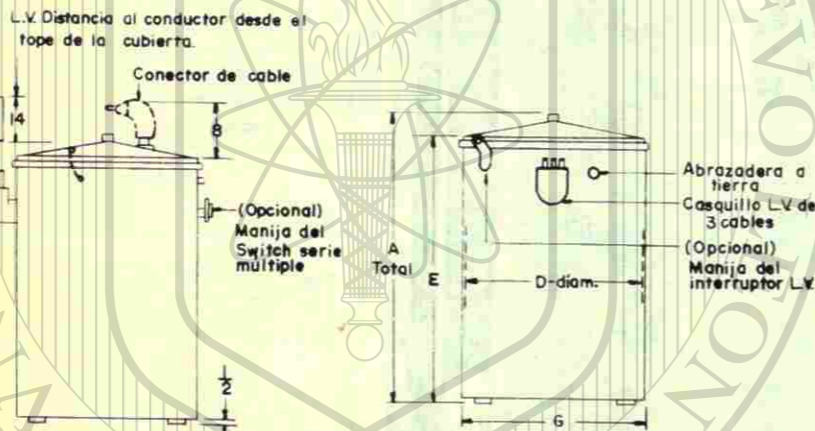
El transformador SPB-111 está diseñado para proporcionar un servicio de distribución

**Características**

- 1- Rango completo de capacidades y características.
- 2- Variedad en el material del tanque y sistema de forro para satisfacer las necesidades en el subsuelo.
- 3- Casquillos interruptores de carga de Epoxy vaciado para alta tensión.
- 4- Casquillo secundario terminal de cable de Epoxy vaciado.
- 5- Switch interruptor en aceite LBOR para aislamiento rápido de una falla o desconexión de transformador.

**Transformador de Distribución Tipo Sumergible SPB111**

Monofásico, 25-167 Kva, 55°C, 60 c.p.s.



| KVA Continuo 65°C   | Dimensiones: Pulgadas (1) |        |        |        |    | Peso aproximado Lbs. |
|---|---------------------------|--------|--------|--------|----|----------------------|
|   | A                         | B      | C      | D      | E  |                      |
| <b>Sin interruptor LBOR con voltaje simple o de serie múltiple.</b> |                           |        |        |        |    |                      |
| 25  | 37 1/4                    | 20 1/2 | 19     | 15 1/4 | 32 | 450                  |
| 37 1/2  | 37 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 32 | 660                  |
| 50  | 45 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 40 | 820                  |
| 75  | 47 1/4                    | 30 1/4 | 25 1/2 | 20     | 42 | 1000                 |
| 100   | 47 1/4                    | 30 1/4 | 28     | 20     | 42 | 1150                 |
| 167   | 47 1/4                    | 34 1/2 | 32     | 22     | 42 | 1450                 |
| <b>Con interruptor LBOR con voltaje simple o de serie múltiple</b>  |                           |        |        |        |    |                      |
| 25  | 37 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 32 | 600                  |
| 37 1/2 (2)  | 45 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 40 | 700                  |
| 50  | 45 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 40 | 820                  |
| 75  | 47 1/4                    | 30 1/4 | 25 1/2 | 20     | 42 | 1000                 |
| 100   | 47 1/4                    | 30 1/4 | 28     | 20     | 42 | 1150                 |
| 167   | 47 1/4                    | 34 1/2 | 32     | 22     | 42 | 1450                 |
| 37 1/2 (3)  | 37 1/4                    | 25 1/4 | 24 1/4 | 20     | 32 | 660                  |

(1) Cuando se especifique eslabón de protección corredizo ó fusible limitador de corriente, verifique en Ventas de Transformadores de Distribución, para cambios dimensionales.

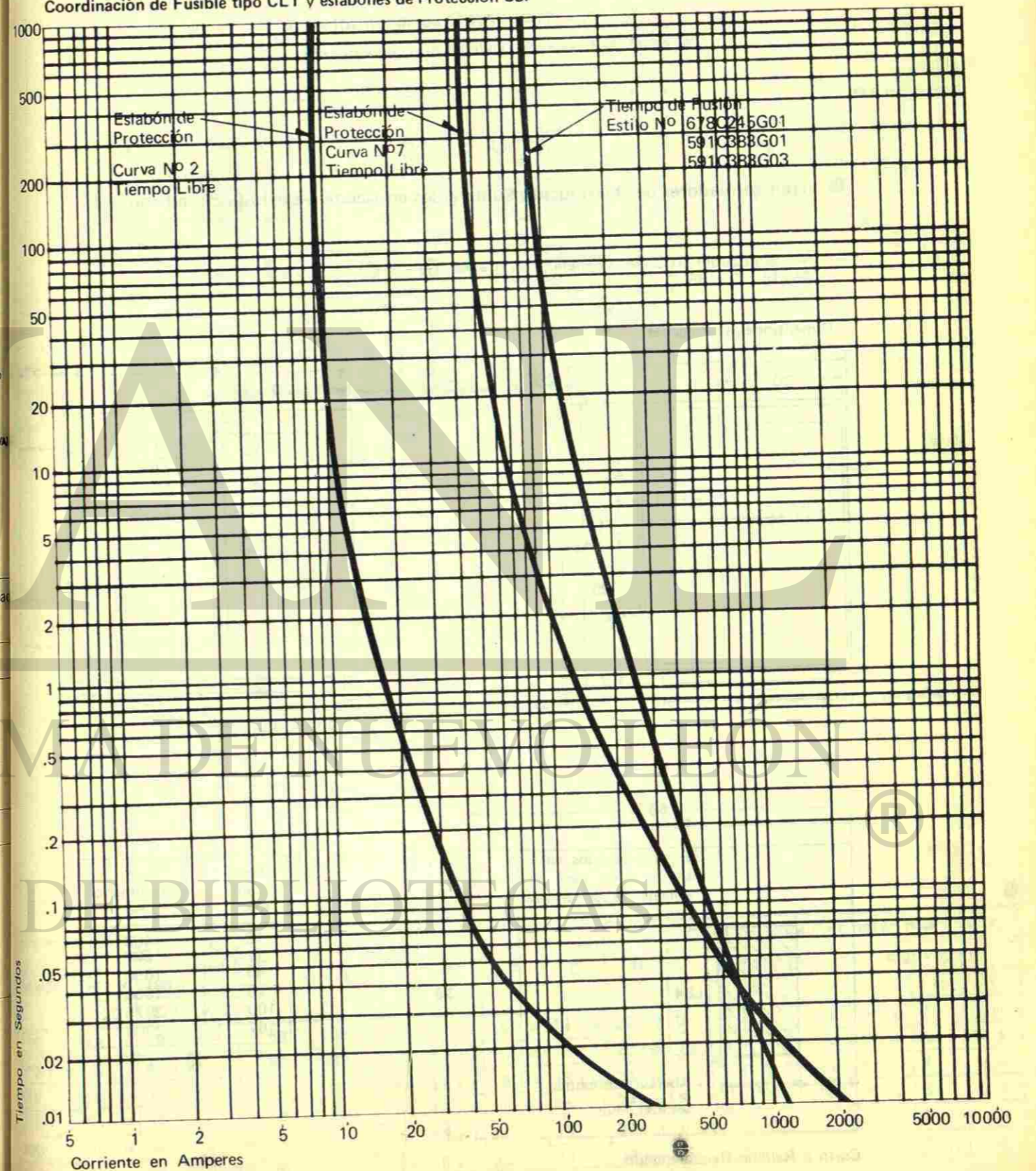
(2) Se aplica solo si se incluye switch de serie múltiple.

(3) Para clase "A" o "B" con LBOR y sin switch de serie múltiple.

**Transformador de Distribución Tipo Sumergible SPB111**

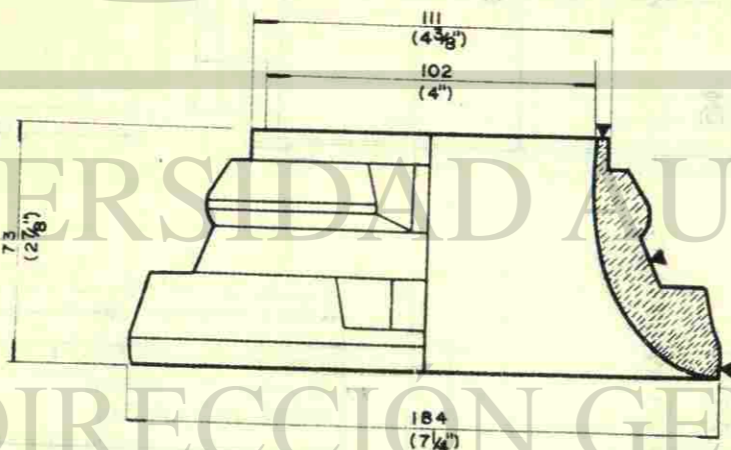
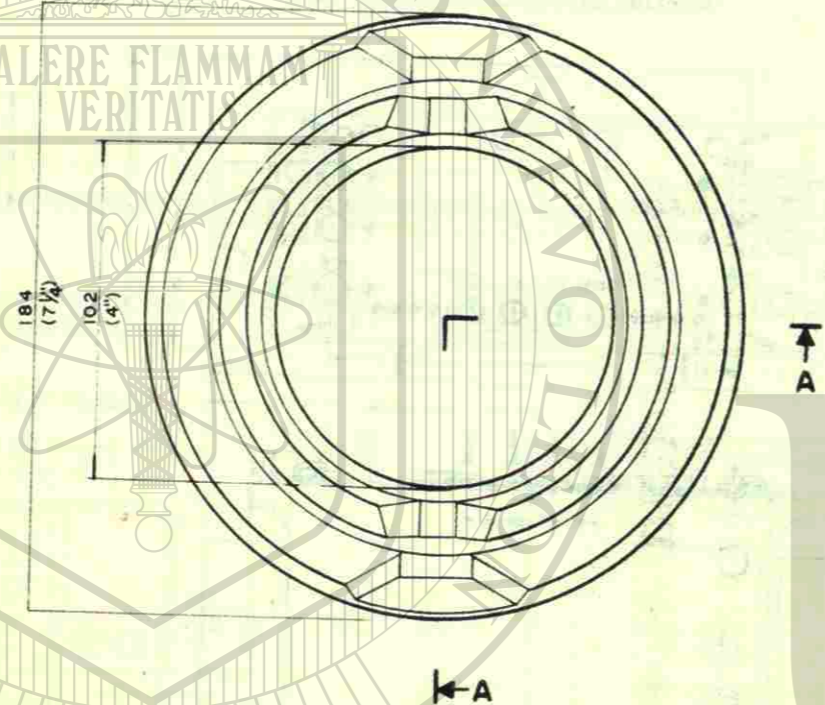
Monofásico, 25-167 Kva, 55°C, 60 c.p.s.

Coordinación de Fusible tipo CLT y eslabones de Protección CSP



⊕ Elementos para Ductos

Boquilla Porcelana 4



Sección A-A

Acotaciones en mm.

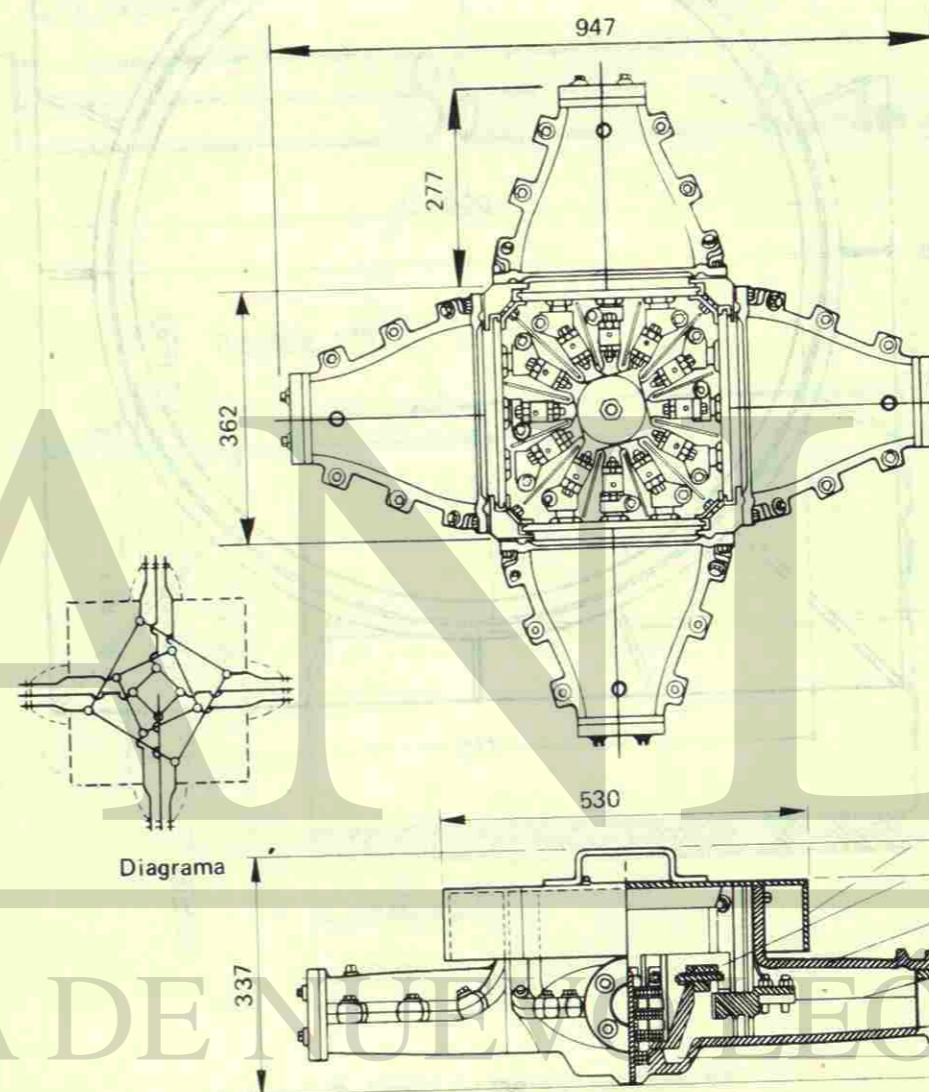
Uso: Acoplada al extremo de un Ducto, en pozo de visita, bóveda de transformadores o subestación, evita maltrato del cable a la entrada o salida del ducto. Se coloca antes de instalar el cable.

Material: Porcelana  
Acabado: Esmaltado color blanco  
▲ Superficies no esmaltadas

Peso: 1.0 Kg.

Clave del nombre: 4 = Diámetro interior en pulgadas del ducto al que se acopla.

⊕ Caja CS 4500



Diagrama

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Esc.: 1:10  
Acotaciones en mm.  
Peso: 150 Kg.

Uso: Colocada horizontalmente bajo banqueta y quedando cerrada o accesible con Marco y Tapa, permite interconectar 4 o menos cables. Puede trabajar sumergida bajo agua hasta 1 m. de profundidad.

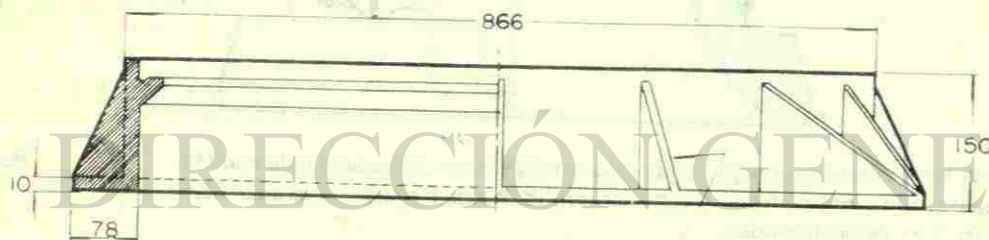
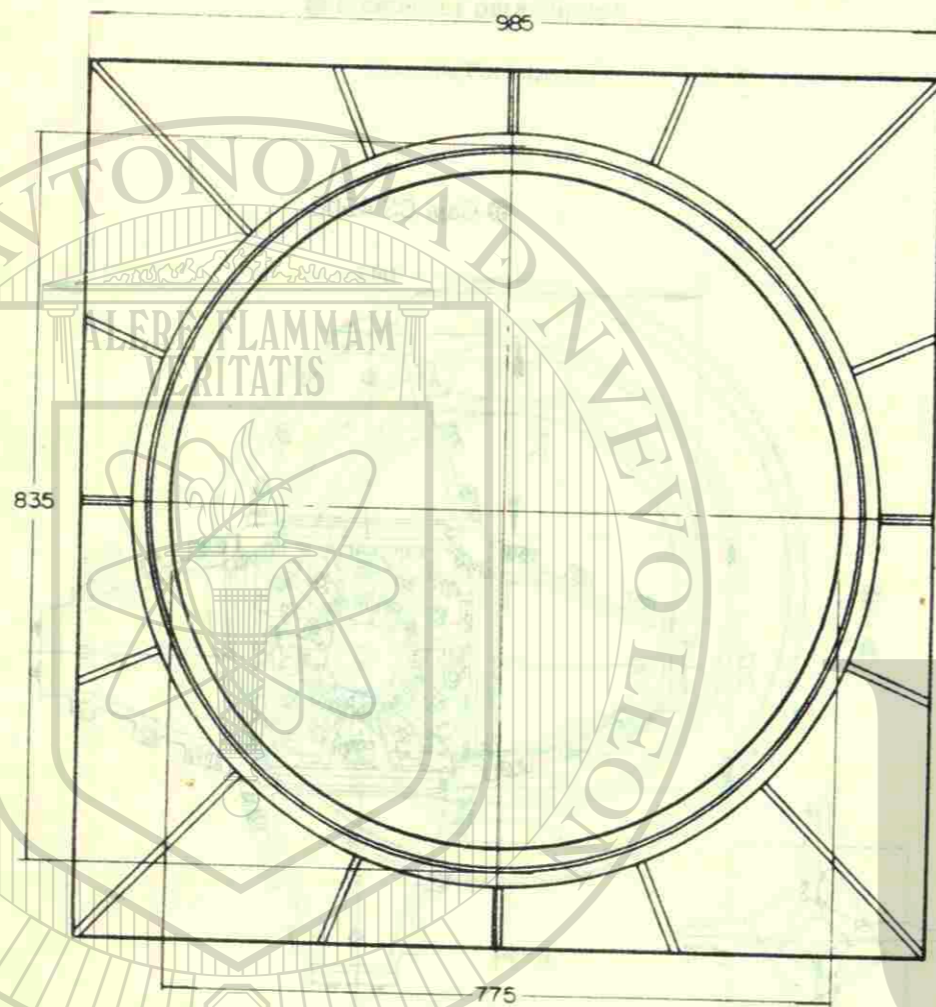
Material:

- 1.- Tapa CS 4500
- 2.- Contactos CS4500
- 3.- Terminales CS 4500
- 4.- Empaques
- 5.- Collarines CS 4500
- 6.- Caja CS 4500

- Lámina de hierro y galvanizada en caliente
- Cobre plateado
- Fierro fundido
- Neopreno
- Fierro fundido
- Fierro fundido

Clave del nombre: 4 = 4 vías; 500 = Amp.





16. Nervaduras de 0mm. esp.

Uso: Colocado encima de Pozo visita o de Pozo caja, soporta Tapa

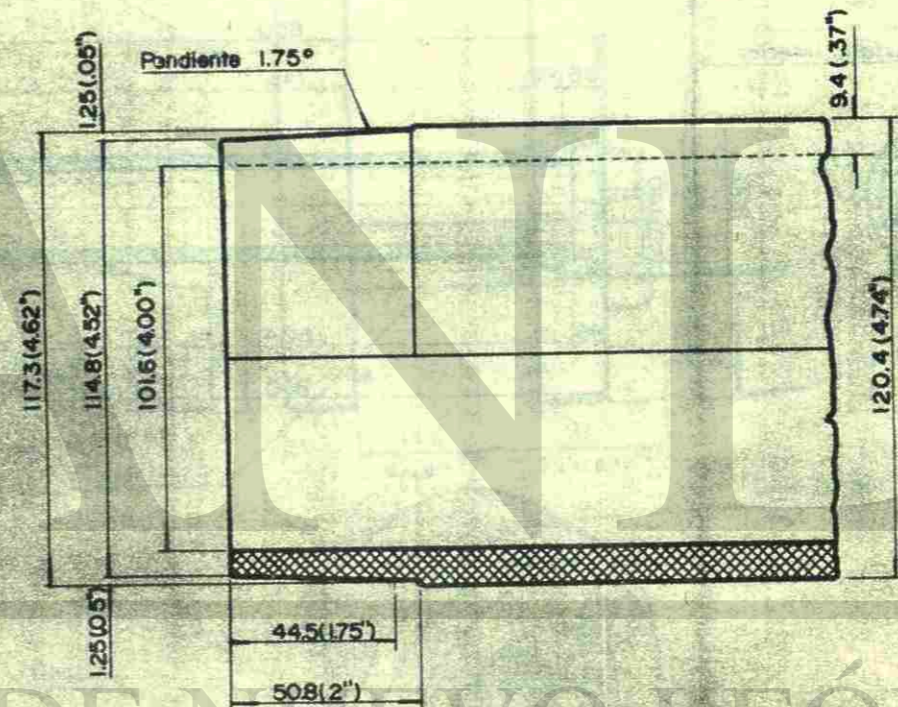
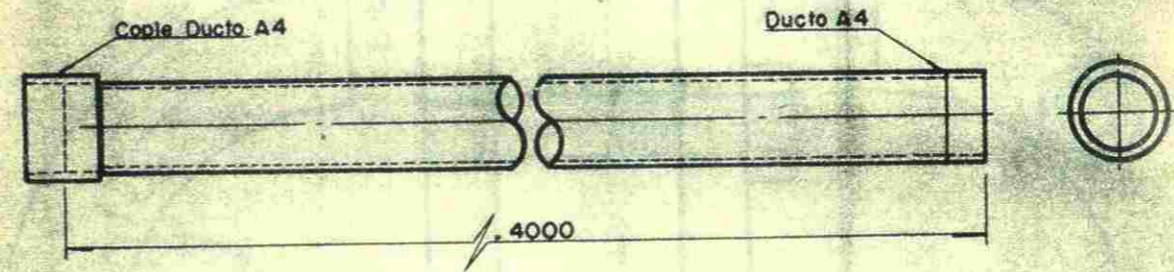
Material: Fierro fundido

Clave del nombre: 84 = Diámetro del asiento de la tapa en centímetros

Acotaciones en mm.

Peso: 110 Kg

Ducto A4



Detalle del Extremo del Ducto A4

Acotaciones en mm.

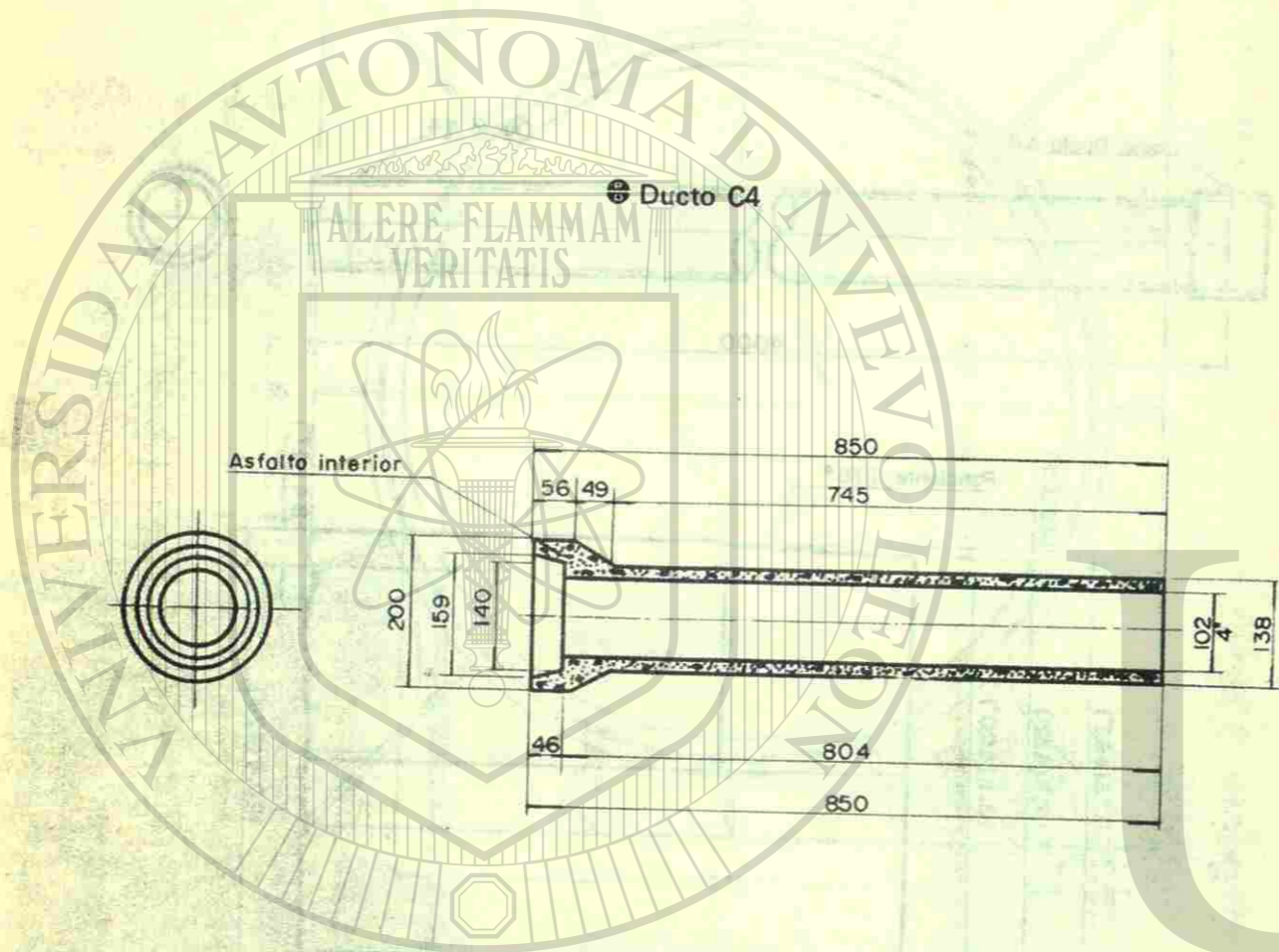
Uso: Colocado dentro de concreto permite la instalación o retiro de un cable protegiéndolo contra daño mecánico

Características: Composición (En peso) { 15% Fibras de asbesto, 34% Sílice (Cuarzo molido), 51% Cemento portland

Cada Ducto A4 se suministra con un Cople ducto A4

Peso: 23 Kg

Clave del nombre: A = Asbesto cemento, 4 = Diámetro interior en pulgadas



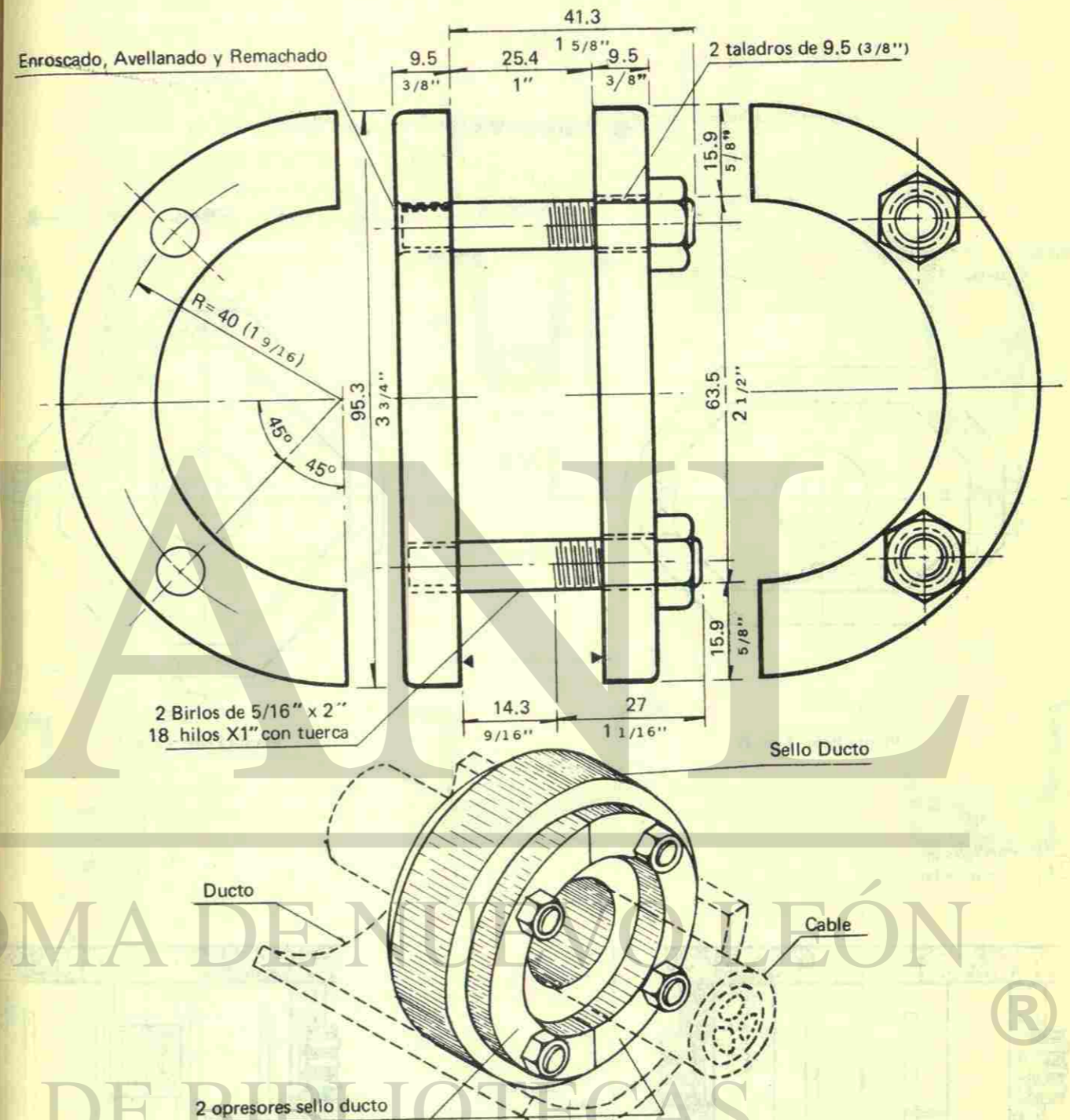
Esc. 1:10  
Acotaciones en mm.

Uso: Colocado sobre base de concreto y juntas o dentro de concreto, permite la instalación o retiro de un Cable protegiéndolo contra daño mecánico. Colocado previamente a la pavimentación se usa para instalar o retirar Cables evitando roturas de pavimentos.

Material: Concreto con capa de asfalto interior de 1 mm. mínimo de espesor.

Clave del nombre: C = Concreto 4 = Diámetro interior en pulgadas

### Opresor Sello Ducto



2 opresores sello ducto

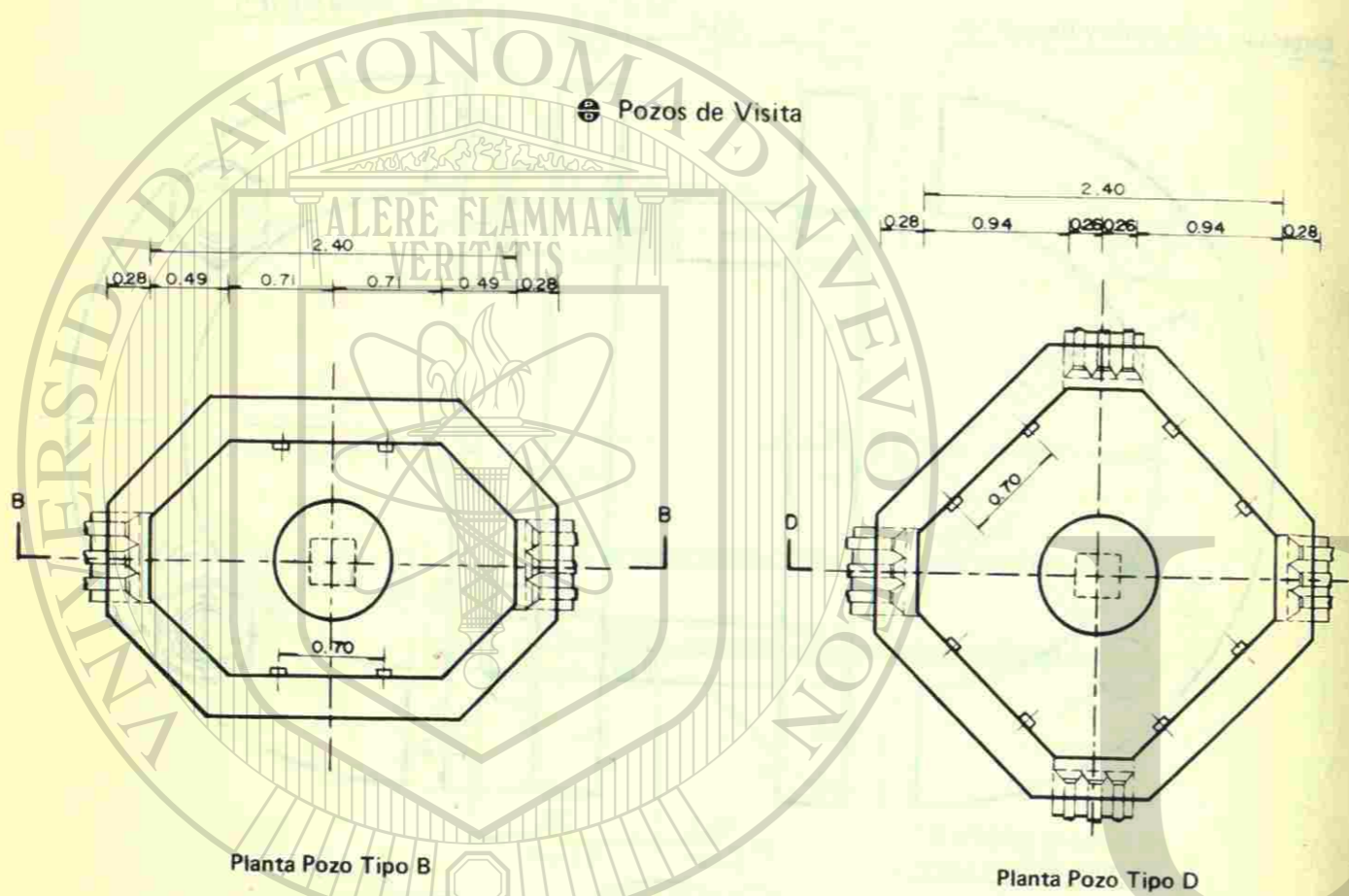
Uso: Instalando 2 Opresores sello ducto con Sello ducto 400, 430, 445, 460 en ductos C4, A4 ó F4 con o sin cable, permite comprimir el Sello ducto para impedir el paso del agua.

Material: Opresor  
Birlos y tuercas  
▲ Superficie maquinada  
Bronce fundido  
Latón laminado

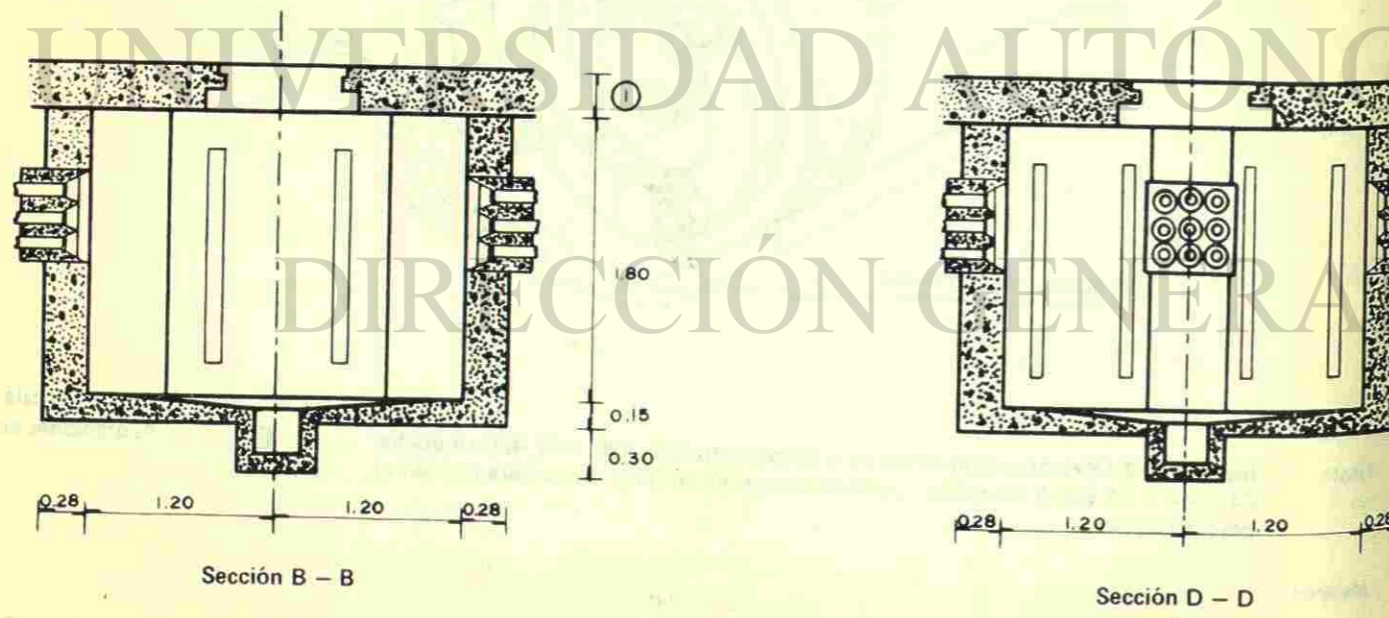
Escala 1:1  
Acotaciones en mm.

Peso: 0.4 Kg.

⊕ Pozos de Visita

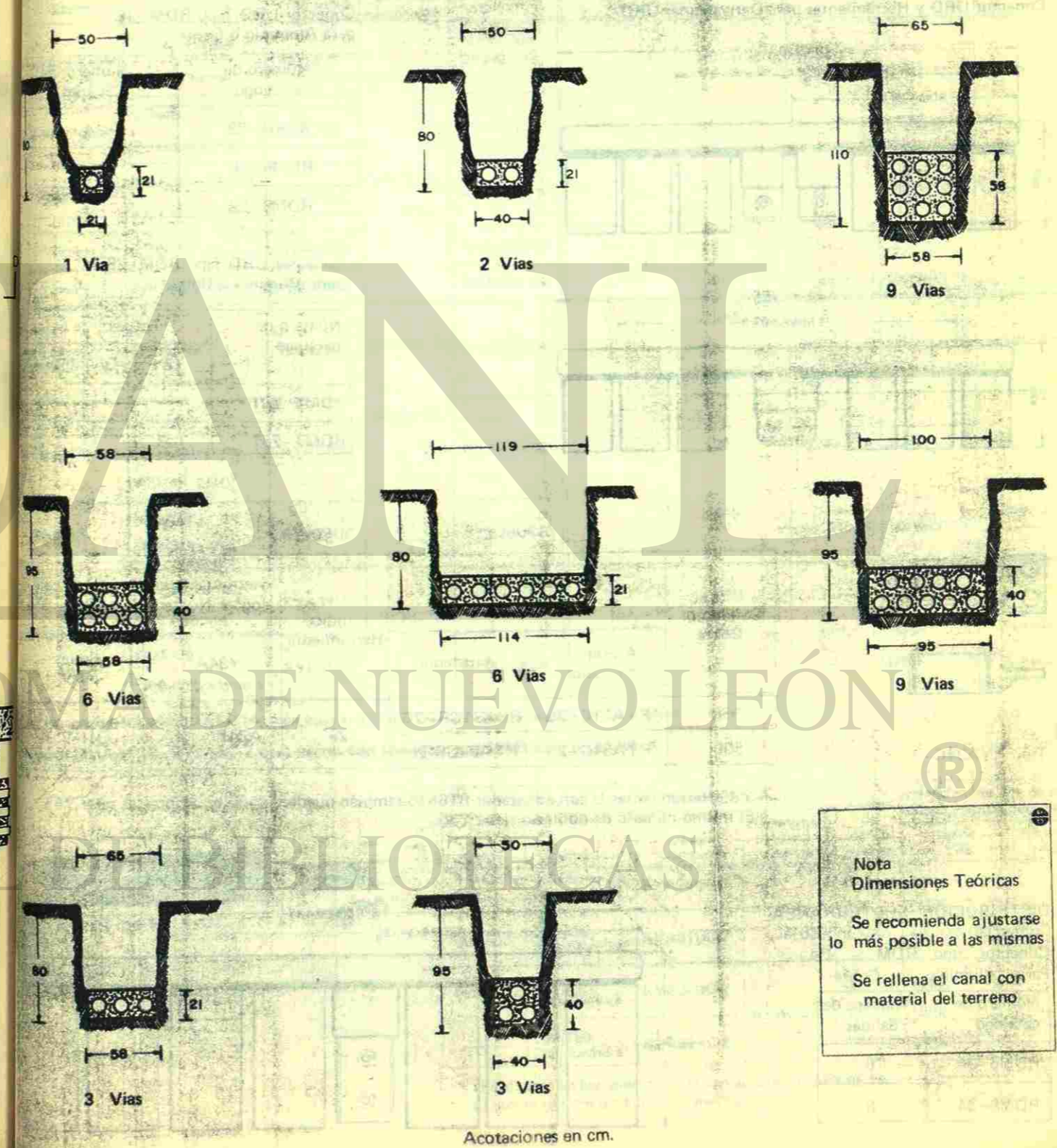


① 0.20 para el arroyo  
0.15 para banquetas



Acotaciones en Mts. ⊕

⊕ Diferentes Tipos de Construcción en Ductos de Asbesto Cemento

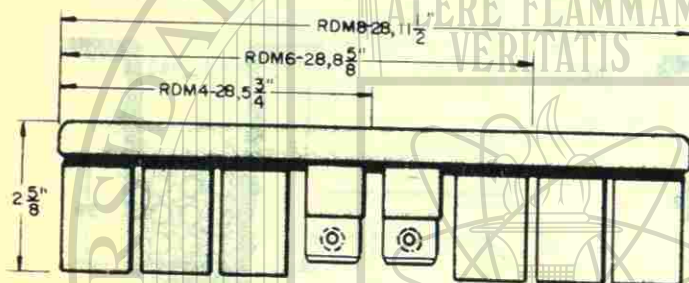


Ⓜ  
Nota  
Dimensiones Teóricas  
Se recomienda ajustarse lo más posible a las mismas  
Se rellena el canal con material del terreno

Acotaciones en cm.

Conectores para Transformadores Subterranos y Cables

Conector URD y Herramientas para Derivaciones URD

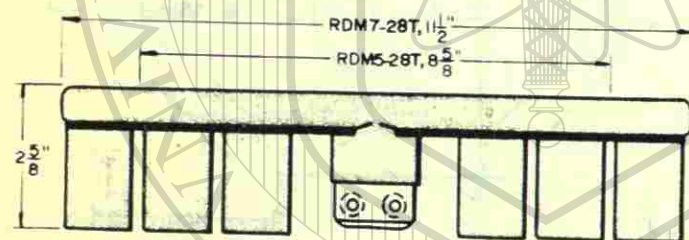


Conector URD Tipo RDM-28 para Aluminio o Cobre

| Número de catálogo | Número de Salidas |
|--------------------|-------------------|
| RDM4-28            | 4                 |
| RDM6-28            | 6                 |
| RDM8-28            | 8                 |

Conector URD Tipo RDM-28T para Aluminio o Cobre

| Número de catálogo | Número de Salidas |         |
|--------------------|-------------------|---------|
|                    | 12 Sol.-350       | 350-500 |
| RDM5-28T           | 4                 | 1       |
| RDM7-28T           | 6                 | 1       |



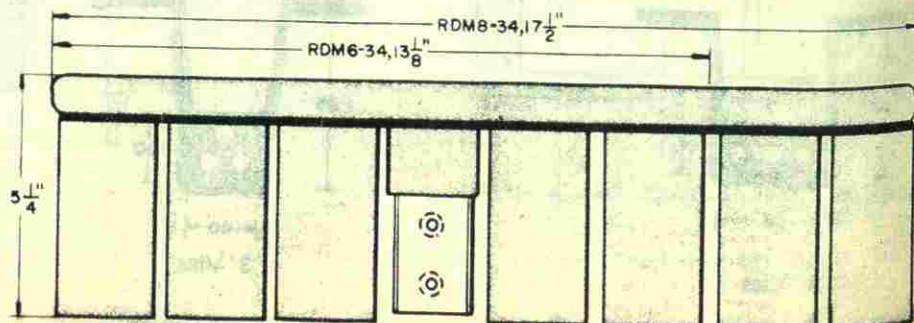
Tipo RYA34C-2

| Conductor Cobre | Número de catálogo |             | Indice Herramienta | Herramientas, Número de catálogo y Número de dobleces |            |
|-----------------|--------------------|-------------|--------------------|---|------------|
|                 | Ajustan por Calor  | Ajustador   |                    | Y34A  | Serie Y35* |
| 350             | RYA31C-2G1         | RYA31CR-2G1 | 20                 | A34R 4  | U34RT 4    |
| 500             | RYA34C-2           | RYA34CR-2   |                    |   |            |

\* Y35 Herramientas U con adaptador PT6515 también pueden usarse en Hypresses serie Y45. El mismo número de dobleces tiene Y35.

DISTRIBUCION SUBTERRANEA  
Comercial - Industrial  
Conector tipo RDM - 34  
Para Aluminio o Cobre

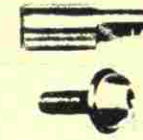
| Número de catálogo | Número de Salidas |
|--------------------|-------------------|
| RDM6-34            | 6                 |
| RDM8-34            | 8                 |



Conectores para Distribución Subterranas  
Conector URD para Aluminio o Cobre. Para usarse con Tipo RDM - 28 URD



Casquillo que se ajusta por calor tipo RYA-UC, RYA-AC



Casquillo que se ajusta por calor, tipo RYA-UCR, RYA-ACR

| Conductor        | Número de catálogo |                       |                   | Indice de Herramienta EE1 | Indice de Herramienta | Herramientas, No. de catálogo y No. de dobleces |           |           |           |          |
|------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|---------------------------|-----------------------|---|-----------|-----------|-----------|----------|
|                  | Cobre              | Aluminio              | Ajustan por calor |                           |                       | Ajustador                                       | Serie MD6 | Serie Y35 | Y34A      |          |
| 2 Sol.-4 Cable   | 2 Sol.-4 Cable     | 4 Cable comp.         | RYA4UC            | RYA4UCR                   | 8A                    | BG 6  | W-BG 1    | U-BG 1    |           |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           | BG 3      |           |          |
| 2 Cable-1/0 Sol. | 2 Cable-1/0 Sol.   | 2-1 Cable comp.       | RYA2UC            | RYA2UCR                   | 243                   | 5/8-1 6   |           | UK58-IT 3 |           |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           |           |           |          |
| 1/0 Cable        | 1/0 Cable-2/0 Sol. | 1/0 Cable comp.       | RYA25UC           | RYA25UCR                  | 243                   | 6   | W243      | U243      | A243 1    |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           |           |           |          |
|                  | 2 Sol. EC-0        |                       | RYA2WAC           | RYA2WACR                  | 249                   | 5/8-1   | BG 5      |           |           |          |
|                  | 1/0 Sol. EC-0      |                       | RYA75AC           | RYA75ACR                  |                       |   |           |           | UK58-IT 5 |          |
| 2/0 Cable        | 2/0 Cable          | 2/0 Cable comp.       | RYA26UC           | RYA26UCR                  | 11A                   | 6   | W249 3    | U249 2*   | A249 2*   |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           | 840       | WK840 5   | UK840T 3 |
| 3/0 Cable        | 3/0 Cable          | 3/0 Cable comp.       | RYA27UC           | RYA27UCR                  | 840                   | 6   | W249 4    | U249 2    |           |          |
|                  |                    | 4/0 Sol. EC-0**       |                   |                           |                       |   |           |           |           |          |
| 4/0 Cable        | 4/0 Cable          | 4/0 Cable-250 alambre | RYA28UC           | RYA28UCR                  | 13A                   | 299   | WK840 7   | UK840T 4  | A249 2    |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           |           |           |          |
| 250              | 250                | 250 Alambre           | RYA29UC           | RYA29UCR                  | 705                   | 655   |           | U31ART 2  |           |          |
|                  | 300-350            | 300-350 Alambre       | RYA31AC           | RYA31ACR                  |                       |   |           |           | U705 2    |          |
|                  |                    |                       |                   |                           |                       |   |           |           |           |          |

\*\*No use la herramienta EE1 (11A) para instalar 4/0 Sol. EC-0. \*Recubrimiento de los dobleces

Tipos RYA-UC-2, RYA-AC-2 para usarse con conectores URD tipo RDM-34



Tipo RYA-UC-2

| Conductor     | Número de Catálogo        |           | Indice de Herramienta | Herramientas, No. de catálogo y No. de dobleces |            |
|---------------|---------------------------|-----------|-----------------------|---|------------|
|               | Cobre                     | Aluminio  |                       | Serie Y35                                       | Serie* Y45 |
| 4/0 Cable 250 | 4/0 Cable-250 250 Alambre | RYA29UC-2 | 317                   | U317 3  |            |
|               |                           |           | 705                   | U705 2  |            |
| 300-500       | 300-350 350 Alambre       | RYA31UC-2 | 1 1/8-1               | UK1-18-IT 2                                     |            |
| 500           | 500 500 Alambre           | RYA34UC-2 | 608                   | U608 4  |            |
|               |                           |           | 786                   | U786 3  |            |
|               | 700-750 750 Alambre       | RYA39AC-2 | 1 5/16                | UK1-516T 4                                      |            |

\* Use el juego de herramientas Y35 con adaptador U PT 65 15. El mismo número de dobleces tiene Y35

Para Aluminio o Cobre

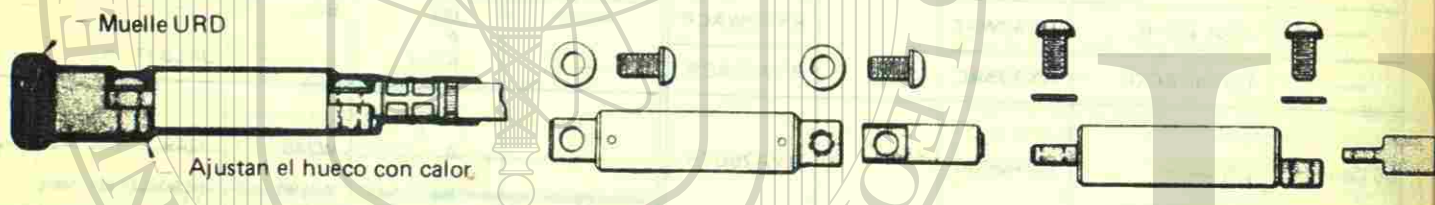
| Conductor       | Número de Catálogo |           |
|-----------------|--------------------|-----------|
|                 | Ajustan por calor  | Ajustador |
| 6 Cable-12 Sol. | RA6UC-SL           | RA6UCR-SL |



Cat. No. RA6UC-SL

Cat. No. RA6UCR-SL

**Fusible URD**  
Tipos RYF-UC, RYF-AC para Aluminio o Cobre  
Para usarse con Conector URD tipo RDM-28



Muelle URD

Ajustan el hueco con calor.

| Conductor        |   | Número de Catálogo     |                        |                        | Indice de herramienta | Herramientas, No. de Catálogo y Número de dobleces |                            |         | Indice de herramientas EEI |
|------------------|---|------------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|--|----------------------------|---------|----------------------------|
| Cobre            | Aluminio                                      | 100 Amp. Rango nominal | 150 Amp. Rango nominal | 200 Amp. Rango nominal |                       | Serie MD6  | Serie Y35                  | Y34A    |                            |
| 6 Cable-4 Sol.   | 6 Cable-4 Sol.                                | RYF100-6UC             | RYF150-6UC             | RYF200-6UC             |                       |  |                            |         |                            |
| 4 Cable-2 Sol.   | 4 Cable-2 Sol.<br>4 Cable comp.               | RYF100-4UC             | RYF150-4UC             | RYF200-4UC             | 243                   | W243 2   | U243 1                     | A243 1  |                            |
| 2 Cable 1/0 Sol. | 2 Cable 1/0 Sol.<br>2 Cable 1 Cable comp.     | RYF100-2UC             | RYF150-2UC             | RYF200-2UC             | BG 5/8-1              | BG 3   | U-BG 1                     |         | 8A                         |
| 1/0 Cable        | 2/0 Sol.- 1/0 Cable<br>1/0 Cable comp.        | RYF100-25UC            | RYF150-25UC            | RYF200-25UC            |                       | W-BG 1   | UK518-IT 3                 |         |                            |
| 2/0 Cable        | 2/0 Cable<br>2/0 Cable comp.                  | RYF100-26UC            | RYF150-26UC            | RYF200-26UC            |                       | W249 3<br>WK840 5                                  | U249 2*<br>UK840T 3        | A249 2* |                            |
| 3/0 Cable        | 3/0 Cable<br>3/0 Cable comp.<br>4/0 Sol. EC-0 | RYF100-27UC            | RYF150-27UC            | RYF200-27UC            | 249<br>840            | W249 4   | U249 2                     | A249 2  | 11A                        |
| 4/0 Cable        | 4/0 Cable<br>4/0 Cable-250 alambre            | RYF100-28UC            | RYF150-28UC            | RYF200-28UC            |                       | WK840 7  | UK840T 4                   |         |                            |
| 250              | 250<br>250 Alambre                            | RYF100-29UC            | RYF150-29UC            | RYF200-29UC            | 299<br>655<br>705     |  | U299 2<br>U655 3<br>U705 2 |         | 13A                        |
|                  | 300-350<br>300-350 Alambre                    | RYF100-31AC            | RYF150-31AC            | RYF200-31AC            |                       |  |                            |         |                            |

\* Recubrimiento de los dobleces

Equipo de Unión Aislado Tipo YS-CG

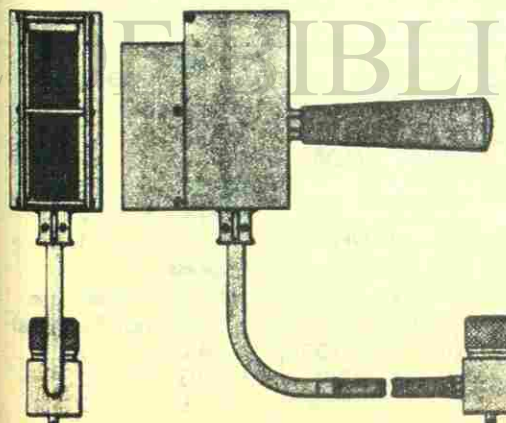
Para Aluminio o Cobre/  
Combinaciones de Aluminio



| Conductor                |             |           | Número de Catálogo |                                   | Indice de Herramientas | Herramientas, Número de Catálogo y Número de Dobleces |             |                     |
|--------------------------|-------------|-----------|--------------------|-----------------------------------|------------------------|---|-------------|---------------------|
| Ambos Lados              |             |           | Unión Completa     | Casquillo del Ajustador por Calor |                        | Serie MD6   | Y34A        | Serie Y35           |
| Alum.                    | ACSR        | Cobre*    |                    |                                   |                        |   |             |                     |
| 1-2 Cable                | 2 (6-1,7-1) | 1-2 Cable | YS2UCGI            | RYAC25                            | BG 243                 | BG 3<br>W-BG 1**<br>W243 2                            | -<br>A243 1 | U-BG 1**<br>U243 1  |
| 1/0 Cable<br>1/0 Alambre | 1/0 (6-1)   | 1/0 Cable | YS25UCGI           |                                   |                        |   |             |                     |
| 2/0 Cable<br>2/0 Alambre | 2/0 (6-1)   | 2/0 Cable | YS26UCGI           |                                   | 249<br>840             | W249 4<br>W-K840 7                                    | A249 2      | U249 2<br>U-K840T 4 |
| 3/0 Cable<br>3/0 Alambre | 3/0 (6-1)   | 3/0 Cable | YS27UCGI           | RYAC28-1                          |                        |   |             |                     |
| 4/0 Cable                | 4/0 (6-1)   | 4/0 Cable | YS28UCGI           |                                   |                        |   |             |                     |
| 350<br>350 Comp.         | -           | 350       | YS31ACGI           | RYAC28                            | 299<br>705             | -   | -           | U299 2<br>U705 1    |

\* Use para unir cobre con aluminio o ACSR, no de cobre a cobre.

\*\* Herramienta múltiple para hacer dobleces, no hace más de un doblez por compresión.

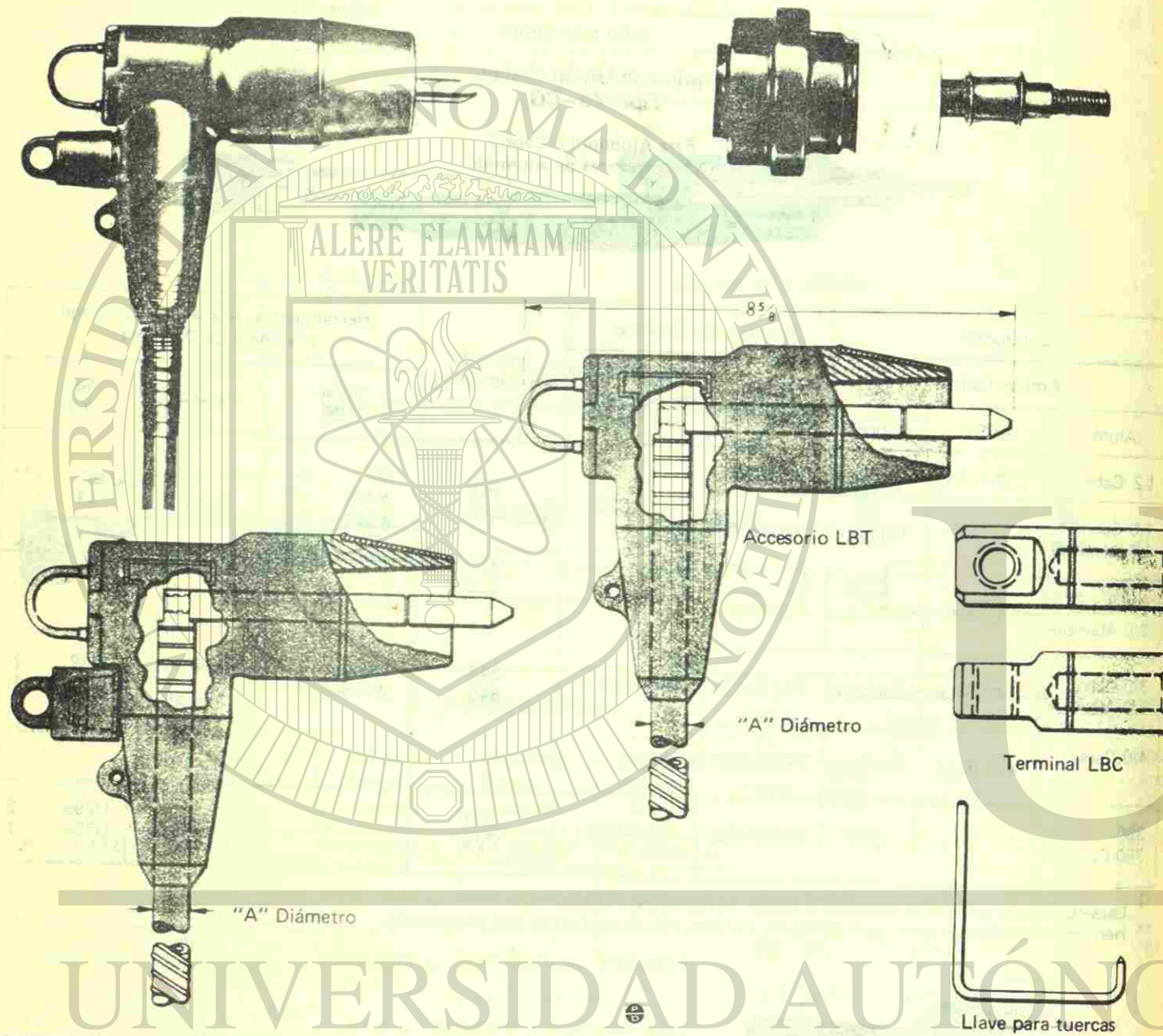


Soplete para Soldar por Calor  
Tipos HST-1, HST-2

| Número de Catálogo | Para Usarse con |
|--------------------|-----------------|
| HST-1              | RDM-28          |
| HST-2              | RDM-34          |

Accesorio de Seguridad para enchufe de terminales  
Aluminio o Cobre

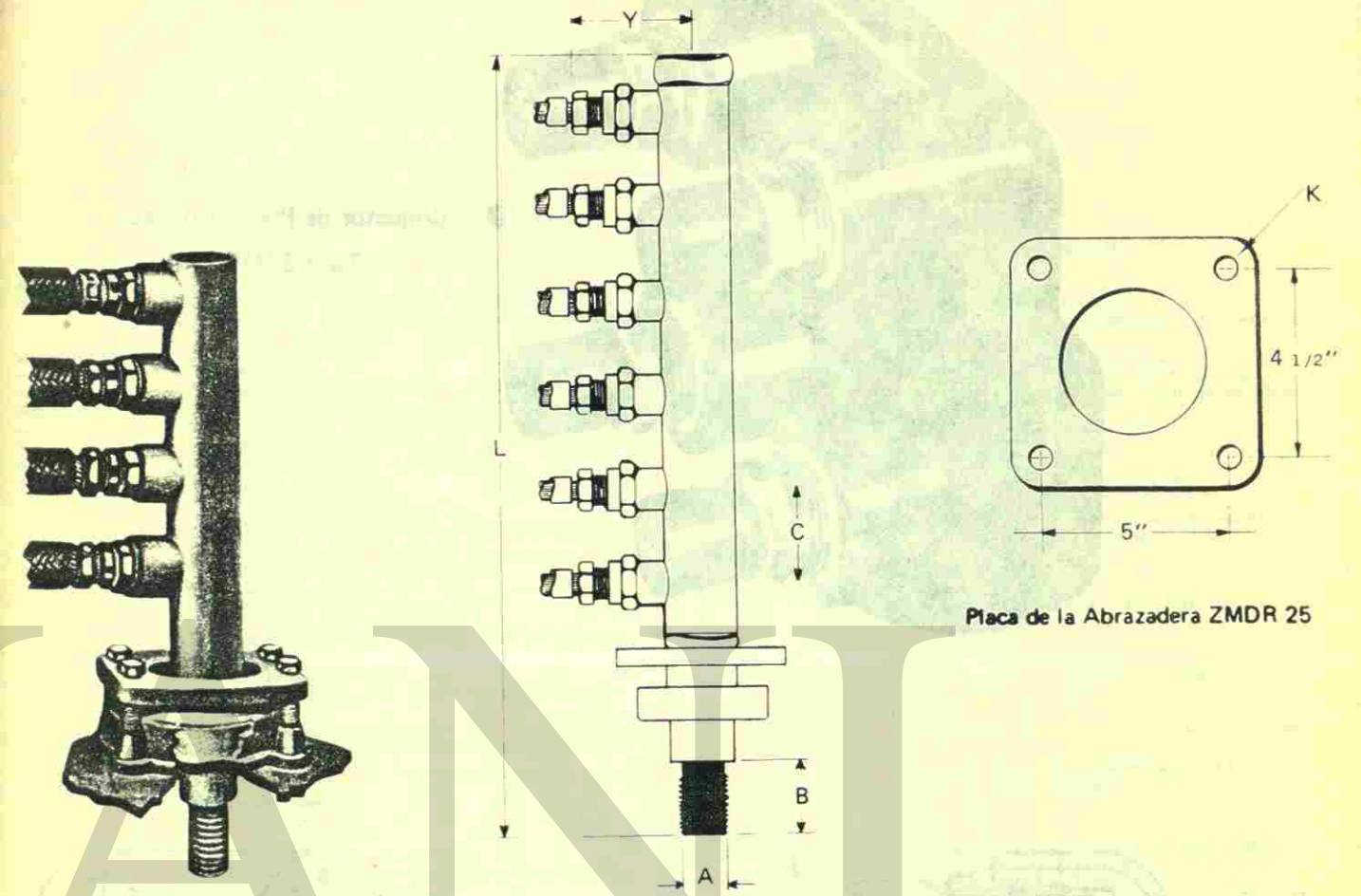
Tipo LBT - K



| Conductor      |                | "A" Diam. Aislamiento del Conductor | Número de Catálogo   |                     |                      | Herramientas, Número de Catálogo Y Número de Dobleses  |
|----------------|----------------|-------------------------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--|
| Cobre          | Aluminio       |                                     | Herramienta Completa |                     |                      |  |
|                |                |                                     | Sin Punto de Prueba  | Con Punto de Prueba | Repuesto de Terminal |  |
| 2 Sol.-4 Cable | 2 Sol.-4 Cable | 0.590-0.725                         | LBT4K                | LBT4TPK             | LBC82-4C             | Hyttool<br>Dado 5/8<br>Dobleses por Terminal 3   |
| 1-2 Cable      | 1-2 Cable      | 0.650-0.785                         | LBT2K                | LBT2TPK             | LBC82-2C             | MD6<br>BG 3<br>W-BG 1<br>W243 2  |
| 1/0 Cable      | 2/0 Cable      | 0.730-0.880                         | LBT25K               | LBT25TPK            | LBC82-25             | OH25<br>1  |
|                | 2/0 Cable      | 0.780-0.925                         | LBT26AK              | LBT26ATPK           | LBC82-26A            | Hypress<br>Dado U243<br>Dobleses por Terminal 2<br>Y35L U-BG 1<br>Y35B U243 2<br>Y34A A243 2 |

Conector de Presión Tipo ZMLD

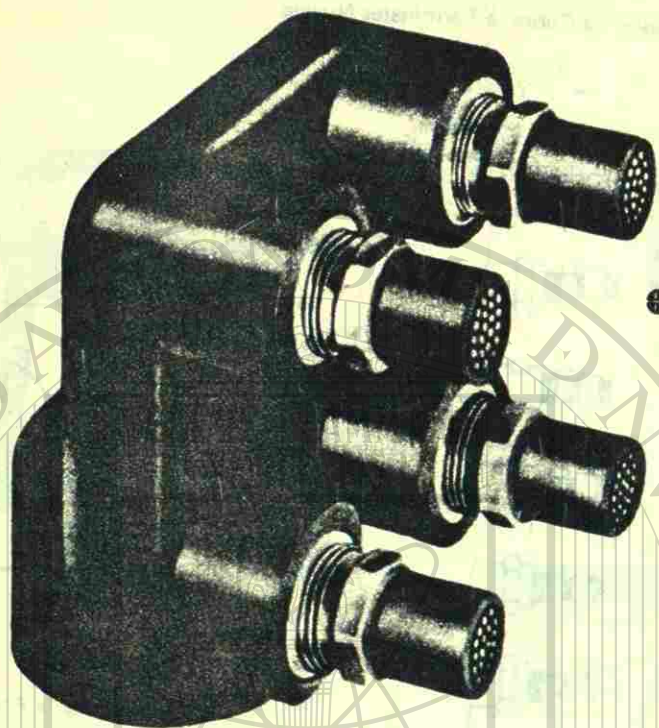
Para Conexión de Cables de Cobre a Terminales Nuevas



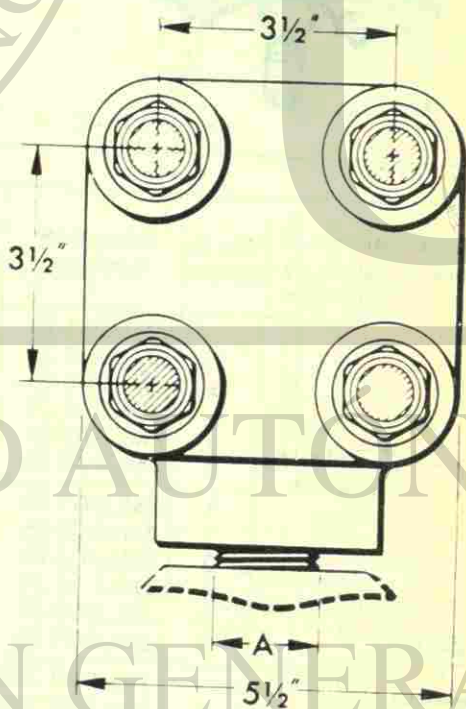
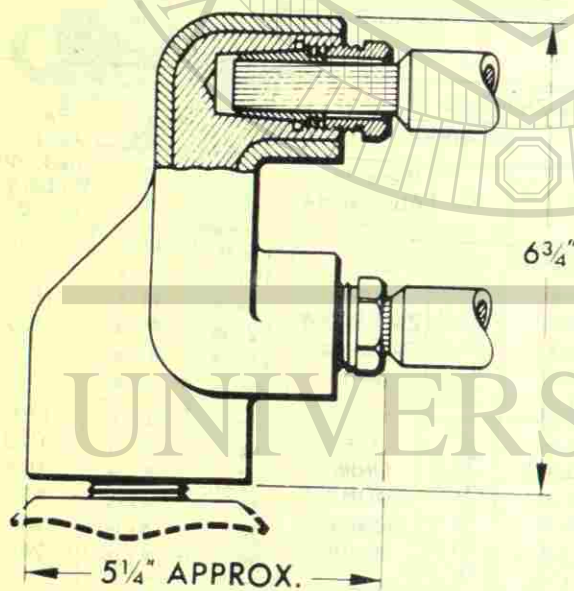
Placa de la Abrazadera ZMDR 25

| Capacidad en Amperes | Arreglo de Salidas para Cables | *No. de Salidas | Número de Catálogo | Dimensiones en Pulgadas |                       |       |       |                             |        | Peso Aproximado del Embarque en LBS. |       |
|----------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|-------|-------|-----------------------------|--------|--------------------------------------|-------|
|                      |                                |                 |                    | Co-ncor DÍam.           | Milésimas de Pulgadas | B     | C     | Placa de la Abrazadera K    | L      |                                      | Y     |
| 2500 y menores       | Todas las salidas              | 1               | ZMLDW1-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | -     | 9/16                        | 11 5/8 | 4 1/8                                | 11.5  |
|                      |                                | 2               | ZMLDW2-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 | Orden ZMDR25W Separadamente | 15 1/8 | 4 1/8                                | 13.3  |
|                      |                                | 3               | ZMLDW3-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 18 5/8 | 4 1/8                                | 15.9  |
|                      |                                | 4               | ZMLDW4-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 22 1/8 | 4 1/8                                | 18.5  |
|                      |                                | 5               | ZMLDW5-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 25 5/8 | 4 1/8                                | 21    |
|                      |                                | 6               | ZMLDW6-25          | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 29 1/8 | 4 1/8                                | 24    |
|                      | A                              | 1               | ZMLDG1-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | -     |                             | 5/8    | 10 1/2                               | 4 1/8 |
|                      |                                | 2               | ZMLDG2-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 | Orden ZMDR25G Separadamente | 14     | 4 1/8                                | 13.3  |
|                      |                                | 3               | ZMLDG3-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 17 1/2 | 4 1/8                                | 15.9  |
|                      |                                | 4               | ZMLDG4-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 21     | 4 1/8                                | 18.5  |
|                      |                                | 5               | ZMLDG5-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 24 1/2 | 4 1/8                                | 21    |
|                      |                                | 6               | ZMLDG6-25          | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 28     | 4 1/8                                | 24    |
| 2500 y menores       | Todas las salidas              | 1               | ZMLDW1-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | -     |                             | 9/16   | 11 5/8                               | 4 1/8 |
|                      |                                | 2               | ZMLDW2-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 | Orden ZMDR25W Separadamente | 15 1/8 | 4 1/8                                | 13.3  |
|                      |                                | 3               | ZMLDW3-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 18 5/8 | 4 1/8                                | 15.9  |
|                      |                                | 4               | ZMLDW4-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 22 1/8 | 4 1/8                                | 18.5  |
|                      |                                | 5               | ZMLDW5-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 25 5/8 | 4 1/8                                | 21    |
|                      |                                | 6               | ZMLDW6-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 2 3/8 | 3 1/2 |                             | 29 1/8 | 4 1/8                                | 24    |
|                      | B                              | 1               | ZMLDG1-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | -     |                             | 5/8    | 10 1/2                               | 4 1/8 |
|                      |                                | 2               | ZMLDG2-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 | Orden ZMDR25G Separadamente | 14     | 4 1/8                                | 13.3  |
|                      |                                | 3               | ZMLDG3-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 17 1/2 | 4 1/8                                | 15.9  |
|                      |                                | 4               | ZMLDG4-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 21     | 4 1/8                                | 18.5  |
|                      |                                | 5               | ZMLDG5-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 24 1/2 | 4 1/8                                | 21    |
|                      |                                | 6               | ZMLDG6-25B         | 1 1/2                   | 12                    | 1 1/4 | 3 1/2 |                             | 28     | 4 1/8                                | 24    |

\* Puede ser proporcionado con más de 6 salidas



● Conector de Presión Aislado  
Tipo Z4MD



| Número de catálogo | Calibre del Conductor | A              |                      | Peso Aproximado del Embarque en LBS. |
|--------------------|-----------------------|----------------|----------------------|--------------------------------------|
|                    |                       | Conector Diám. | Milésimas de Pulgada |                                      |
| Z4MD6729T12        | 250 MCM               | 1 1/2          | 12                   | 15.4                                 |
| Z4MD6734T12        | 500 MCM               | 1 1/2          | 12                   |                                      |
| Z4MD5834T12        | 500 MCM               | 2              | 12                   |                                      |

INDICE ALFABETICO

A

|   |  |
|---|--|
| <p>Aislamientos, 66, 178<br/>básicos de impulso, niveles de, 66<br/>clasificación térmica de los, alambre magneto, 178</p> <p>Aislantes, 116-120, 188<br/>barnices, 188<br/>de conductores eléctricos, 116-120<br/>de aluminio, desnudo, 133</p> <p>Alambre, de cobre desnudo, especificaciones, 124-126<br/>carga de ruptura a la tensión, 126<br/>de cobre estañado suave, 132<br/>magneto, 178-188<br/>barnices aislantes, 188<br/>barnices compatibles, 186<br/>clasificación térmica de los aislamientos, 178<br/>con capa de barniz doble, 181<br/>con capa de barniz sencilla, 180<br/>con capa de barniz triple, 182<br/>con capa doble de algodón, 184<br/>con capa sencilla de algodón, 183<br/>formadure sencilla y capa sencilla de algodón, 183<br/>redondo desnudo, 179<br/>solera cuadrada con doble forro de algodón, 186<br/>solera cuadrada rectangular, 185<br/>solera rectangular con doble capa de algodón, 185</p> <p>Alargamiento en %, de aluminio, 20<br/>de cobre, 20</p> <p>Alimentadores, 60<br/>por locales, factor de demanda, 60<br/>principales y de servicio, factores de demanda comunes para el cálculo, 60</p> <p>Altitudes, ciudades más importantes de la República Mexicana, 11</p> <p>Altura de montaje de fuentes luminosas, 82</p> <p>Altura mínima de la conexión entre cables aéreos y subterráneos, 262</p> <p>Alumbrado, 81-106<br/>cálculo por el método de cavidad por zonas, 83-87<br/>cálculo por el método de los lúmenes, 81<br/>cálculo por el método de punto por punto, 81<br/>coeficientes de utilización, 102-106<br/>diseño general, fórmulas para, 81<br/>general por locales, 87<br/>industrial, guía para selección de fuentes de luz, 82<br/>niveles mínimos de iluminación recomendados para interiores, 88-93<br/>público de calles y carreteras, 100-101</p> <p>Aluminio, alambre desnudo de, 133<br/>propiedades del, 20</p> <p>Ampere (s), conociendo HP, 22<br/>KW, 22<br/>KVA, 22</p> <p>Apartarrayos, 251-252<br/>especificaciones, 251<br/>pruebas de aislamientos, 252<br/>tipo valvulares, 252</p> <p>Aplicación de los interruptores de potencia a pleno voltaje y servicio de operación en los motores de inducción, 238</p> <p>Aplicación en electricidad de las fórmulas mecánicas, 34-36</p> <p>apoyos de ángulos con tornapuntas o riostra, 35<br/>apoyos de madera, 35<br/>flecha del conductor, 35<br/>líneas aéreas, 34<br/>soporte de aisladores, 36</p> <p>81</p> <p>Area por lámpara, 81</p> <p>Area por unidad de alumbrado, 81</p> <p>Armaduras, tipos de, 138</p> <p>Arrancadores, 234, 241<br/>de motores, 234<br/>magnéticos, 241</p> <p>Arranque, a pleno voltaje, aplicación de los interruptores</p> | <p>en los motores de inducción, 238<br/>reóstatos de, 24, 30</p> <p>Arreglo (s), eléctrico de la subestación, 208<br/>de instrumentos en tableros de distribución, 215<br/>en la puerta de los interruptores, 215</p> <p>Ascensores o montacargas, potencia de máquinas eléctricas, 36</p> <p>Asignaciones NEMA para motores horizontales a prueba de goteo, 233</p> <p>Asociación de resistencias, en serie, en paralelo, 23</p> <p>Atomo, 21</p> <p>Autoinducción, resistencia y capacidad en serie, 27<br/>unidad de, 22<br/>y capacidad más resistencia en derivación, 28</p> <p>Avisos y protección de cables enterrados directamente, 146</p> <p style="text-align: center;">B</p> <p>Baja tensión, 32, 249-250<br/>dimensiones de tableros, 249-250<br/>líneas de c.c. de, 32</p> <p>Barnices, 186-189<br/>aislantes, 188-189<br/>cuadro de propiedades, 188<br/>compatibles, 186-187</p> <p>Barras, 115<br/>rectangulares de cobre, corrientes admisibles, 115<br/>separación para diferentes voltajes, 115</p> <p>Bombas elevadoras, potencia de máquinas eléctricas, 36</p> <p style="text-align: center;">C</p> <p>C, capacitancia, 23</p> <p>Cables, 127-129, 134-148, 170-177, 190-196<br/>de cobre desnudo, 127-129<br/>cargas de ruptura, 129<br/>de fabricación común y sus aplicaciones, 137<br/>en ductos, 140<br/>en trincheras o túneles, 147<br/>enterrados directamente, 145<br/>tensión, recomendaciones para su instalación, 139-148<br/>en canaletas, 148<br/>en ductos, 140-145<br/>en trincheras y túneles, 147-148<br/>enterrados directamente, 145-146<br/>radios de curvatura, 144</p> <p>Cables de energía, selección, 134-138<br/>aplicaciones, 137<br/>capacidad de conducción de corriente, 136<br/>pantallas eléctricas, 138<br/>propiedades de aislamientos, 135<br/>propiedades de cubiertas, 135<br/>selección de voltajes, 138<br/>tipos de armaduras, 138<br/>triplex, tripolares, tripolares con neutro, unipolares, 134</p> <p>Cables para distribución subterránea, 190-196<br/>poliphel primario 5 Kv neutro a tierra, 190<br/>15 Kv neutro a tierra, 191<br/>25 Kv neutro a tierra, 192<br/>28 Kv neutro a tierra, 193<br/>35 Kv neutro a tierra, 194<br/>poliphel secundario o de servicio, 600 volts directamente enterrado, 195<br/>poliphel tipo USE ó RHH ó RHW, 196</p> <p>Cables telefónicos, 170-177<br/>papel y plomo con armadura de fleje tipo TAF, 172-173<br/>papel y plomo sin armadura tipo TA, 170-171<br/>para centrales tipo EKC, 176-177<br/>plástico, para uso exterior autosoportado, 176-176<br/>plástico, para uso interior tipo EKI, 173-174</p> <p>Cálculo de, 62, 67-69<br/>de 3%, distancias de un circuito, 62<br/>efecto de cargas no lineales, 68</p> |
|---|--|

INDICE ALFABETICO

fórmulas aproximadas, 67  
 fórmulas exactas, 67  
 incluyendo la reactancia del conductor, 68  
 ley de Ohm, 69

**Cajas, conduit,**  
 50  
 normales, 50  
 profundas, 50

**Cálculo**  
 de alumbrado por el método de cavidad por zonas, 83-87  
 de alumbrado por el método de los lúmenes, 81  
 de alumbrado por el método de punto por punto, 81  
 de factores para redes eléctricas, 59  
 de flecha del conductor, líneas aéreas, 34, 35  
 de la caída de tensión, 67-69  
 — constante, 67  
 — ejemplo, 69  
 fórmulas aproximadas, 67  
 fórmulas aproximadas más comúnmente usadas, 68  
 fórmulas exactas, 67  
 incluyendo la reactancia del conductor, 68  
 de tensión de líneas aéreas, 34, 35  
 gráfico de conductores por caída de tensión, 61

Calor específico de materiales comunes, 19  
 Cantidad de electricidad, 23  
 Cantidad eléctrica, unidad de, 22

**Capacidad (es)**  
 de corriente permisible en conductores aislados, 123  
 de transporte de corriente, permisible en amperes, en conductores con aislamiento de cobre o de aluminio, 123  
 en amperes de los fusibles usados para protección de transformadores, 226, 227  
 — monofásicos, 226  
 — trifásicos, 227  
 interruptiva y valores de corriente en transformadores a plena carga, 228  
 — resistencia y autoinducción en serie, 27  
 unidad de, 22  
 y resistencia en derivación, 27

**Capacitiva, reactancia,** 23

**Características**  
 de conductores eléctricos, 116-120  
 de diversos métodos de arranque de motores, 234  
 de funcionamiento en apartarrayos tipo autovalvulares, 252  
 eléctricas de alambre y cable de cobre duro, 130-131

**Carga de alimentadores por locales, cálculo de,** 60

**Centros de control de motores, tablas,** 242

**C.g.s., sistema de medida (centímetro, gramo, segundo)**

**Circuito (s)**  
 alimentados y ramal de un motor, 237  
 de control, diagramas para, 253-255  
 de transmisión trifásicos, de longitud corta, despreciándose la capacitancia, ecuaciones para calcular, 36  
 69-74  
 corrientes permisibles para cables de alta tensión, con aislamiento seco, 71-74  
 — conductor de aluminio, aislamiento de polietileno natural, 72  
 — conductor de aluminio, aislamiento de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLP), 74  
 — conductor de cobre, aislamiento de polietileno natural, 71  
 — conductor de cobre, aislamiento de polietileno vulcanizado de cadena cruzada (XLP), 73  
 estudio para determinar la corriente de, 69-70  
 — fórmulas para el, 69-70

**Circuitos de corriente alterna, 23, 27-28**  
 fórmulas aproximadas, 67  
 fórmulas exactas, 67  
 incluyendo la reactancia del conductor, 68  
 ley de Ohm, 69

autoinducción y resistencia en serie, 27  
 capacidad y autoinducción más resistencia en derivación, 28  
 capacidad y resistencia en serie, 27  
 con capacidad pura, 27  
 con inductancia pura, 27  
 con resistencia pura, 27  
 defasaje entre tensiones e intensidades, 27  
 fórmulas eléctricas, 23  
 resistencia, autoinducción y capacidad en serie, 27  
 resistencia y capacidad en derivación, 27

**Ciudades más importantes de la República Mexicana,** 11  
 altitudes sobre el nivel del mar, 11  
 frecuencias usuales en las redes eléctricas, 11  
 temperaturas medias anuales, 11

**Clases**  
 de construcción requerida para líneas suministradoras y de comunicación, 273  
 de entriamiento en transformadores, 225

**Clasificación**  
 de lugares peligrosos, 50-52  
 térmica de los aislamientos, alambre magneto, 178

**Cobre**  
 coeficientes de corrección de su resistencia, 115  
 desnudo, 124-129  
 — alambre, 124-126  
 — cable, 127-129  
 propiedades del, 20

**Codos, tubo conduit,** 49

**Coefficiente (s)**  
 de corrección de la resistencia del cobre, 115  
 de histéresis, 26  
 de utilización, lámparas, 102-106  
 lineal de dilatación, 20  
 — del aluminio, 20  
 — del cobre, 20

**Colocación ideal de condensadores,** 77

**Compatibles, barnices,** 186

**Comunicación, separación de líneas de,** 266

**Condensadores,** 25, 79  
 capacidad de los, 25  
 conexión de los, 25  
 plano de dos láminas (un dieléctrico), 25  
 plano de N láminas, (N-1) dieléctrico, 25  
 unitarios normales, 79

**Conductancias en paralelo,** 23

**Conductividad**  
 eléctrica del aluminio, 20  
 eléctrica del cobre, 20  
 térmica de materiales comunes, 19  
 unidad de, 22

**Conductores eléctricos,** 23, 46, 61, 111-196, 241, 261, 262  
 aislados con amianto y batista barnizada, 122  
 aislantes de, 116-120  
 alambre de aluminio desnudo, 133  
 alambre de cobre desnudo, 124-126  
 alambre de cobre estañado suave, 132  
 alambre magneto, 178-186  
 alambre y cable desnudos 97.5% conductividad IACS, 130-131  
 altura mínima sobre el piso o rieles, 261  
 bajo plomo, 122  
 barras rectangulares de cobre, corrientes admisibles, 115  
 cable de alta tensión, aislamiento con papel impregnado, forro de plomo, corrientes admisibles, 133  
 cable de cobre desnudo, 127-129  
 cable de cobre desnudo concéntrico semi-duro, duro y suave, 128-129  
 cable telefónico, 170-177  
 cables de energía de alta tensión, recomendaciones para su instalación, 139-148  
 cables de energía, selección, 134-138  
 cables para distribución subterránea, 190-196  
 cables subterráneos a líneas aéreas, altura mínima sobre el piso de la conexión, 262  
 cálculo del calibre por caída de tensión, 61

INDICE ALFABETICO

capacidad de transporte de corriente, de cobre o de aluminio aislados, 123  
 características de, 116-117  
 características de cordones flexibles, 119-120  
 características de, para conexión de aparatos eléctricos, 118  
 con cubierta de plomo, número máximo en tubería conduit, 47  
 conectores para, 168-169  
 cubiertos de goma y cubiertos de termoplásticos, 121

**Conductores eléctricos,** 23, 46, 61, 111-196, 241, 261, 262  
 de conexión a tierra, tamaños de, 109  
 de tierra, tamaños de, 109  
 empalmes en, 156-167  
 nombre comercial de los, 116-120  
 número máximo de, en tuberías conduit, 46  
 resistencia de, 23  
 separación entre barras para diferentes voltajes, 115  
 símbolo o letra de, 116-120  
 temperatura de operación de, en trincheras, 147  
 temperaturas de operación de, 116-118  
 terminales para, 149-155  
 utilización de, 116-120  
 y protección contra sobre cargas, motores, 241

**Conduit,** 49, 50  
 cajas, 50  
 tuberías, 49  
 168-169, 290-296  
 accesorios de seguridad, enchufe de terminales, 294  
 de presión, 295-296  
 equipo de unión aislado, 293  
 para alumbrado de calles, 292  
 para aluminio o cobre, 291  
 para cables, 169  
 para transformadores subterráneos y cables, 290  
 tipo soldables, 168

**Conectores,** 168-169, 290-296  
 accesorios de seguridad, enchufe de terminales, 294  
 de presión, 295-296  
 equipo de unión aislado, 293  
 para alumbrado de calles, 292  
 para aluminio o cobre, 291  
 para cables, 169  
 para transformadores subterráneos y cables, 290  
 tipo soldables, 168

**Conexión (es)**  
 a tierra, de cables, 144  
 a tierra, tamaños de conductores, 109  
 de condensadores, 25  
 de inductancias, 25  
 de resistencia a tierra, 107  
 normales de los transformadores trifásicos, 230

**Constantes de uso frecuente, valores de,** 19

**Constitución de la materia, partículas elementales,** 21

**Control**  
 de motores, centros de, 242  
 diagramas elementales para circuitos de, 253-255

**Corrección del factor de potencia,** 80

**Corriente (s)**  
 admisibles en barras rectangulares de cobre, 115  
 alterna, líneas de baja tensión, 33  
 — monofásica abierta, 33  
 — trifásica abierta, 33  
 continua, líneas de baja tensión, 32, 33  
 — abiertas, 32  
 — con dos puntos de alimentación, 33  
 — con finales ramificados, 32  
 — en anillo, 33  
 de circuito corto, estudio para determinarla, 69-70  
 de Foucault, pérdidas de energía por, 26

**Coulomb, unidad de,** 22

**Cuadro de propiedades de los barnices aislantes,** 188

**Curie, energía nuclear, medida de,** 21

**CH**

**D**

Defasaje entre tensiones e intensidades, 26  
 Deflexión de bus tubular, nomograma, 202  
 Demanda, factores de, 59  
 Densidad, calor, datos de, 19  
 Descargas eléctricas, primeros auxilios, 53

Deslizamiento de un motor asíncrono, 30

**Determinación de**  
 la capacidad y tipo de transformador para subestaciones de distribución, 225  
 la corriente asimétrica en circuito corto, 70  
 la corriente simétrica en circuito corto, 70  
 los KVA base de circuito corto, 70  
 los KVA base de motores, 70

**Diagrama (s)**  
 de circuitos en corriente alterna, 23  
 para circuitos de control, 253-255  
 unifilar, 44

**Diámetro máximo de un cable en un ducto,** 141

**Dilatación**  
 coeficiente lineal, 20  
 — del aluminio, 20  
 — del cobre, 20

**Dimensiones**  
 de alambre de cobre estañado, 132  
 de alambre desnudo, de aluminio, 133  
 de los conductores aislados con amianto y batista barnizada, 122  
 de los conductores bajo plomo, 122  
 de los conductores cubiertos de goma y termoplásticos, 121  
 de trincheras, 147  
 horizontales mínimas del espacio para subir, 268  
 mínimas para subestaciones, 201  
 normales NEMA para motores horizontales a prueba de goteo, 233  
 típicas de transformadores, 230  
 y equipos típicos, 216-223  
 — de subestaciones compactas, 216-217  
 — en una planta diesel eléctrica, 221  
 — en una planta diesel eléctrica de emergencia, 223  
 — para subestación interior abierta, 219  
 y por ciento de área útil en conduit, 49

**Dinamo,** 28  
 rendimiento eléctrico, 28  
 rendimiento industrial, 28  
 tensión en los bornes, 28  
 tensión producida por una, 28

**Diseño de líneas, basado sobre esfuerzos directos,** 63-65

**Disposición**  
 de cables en ductos, 141  
 de ductos, 140

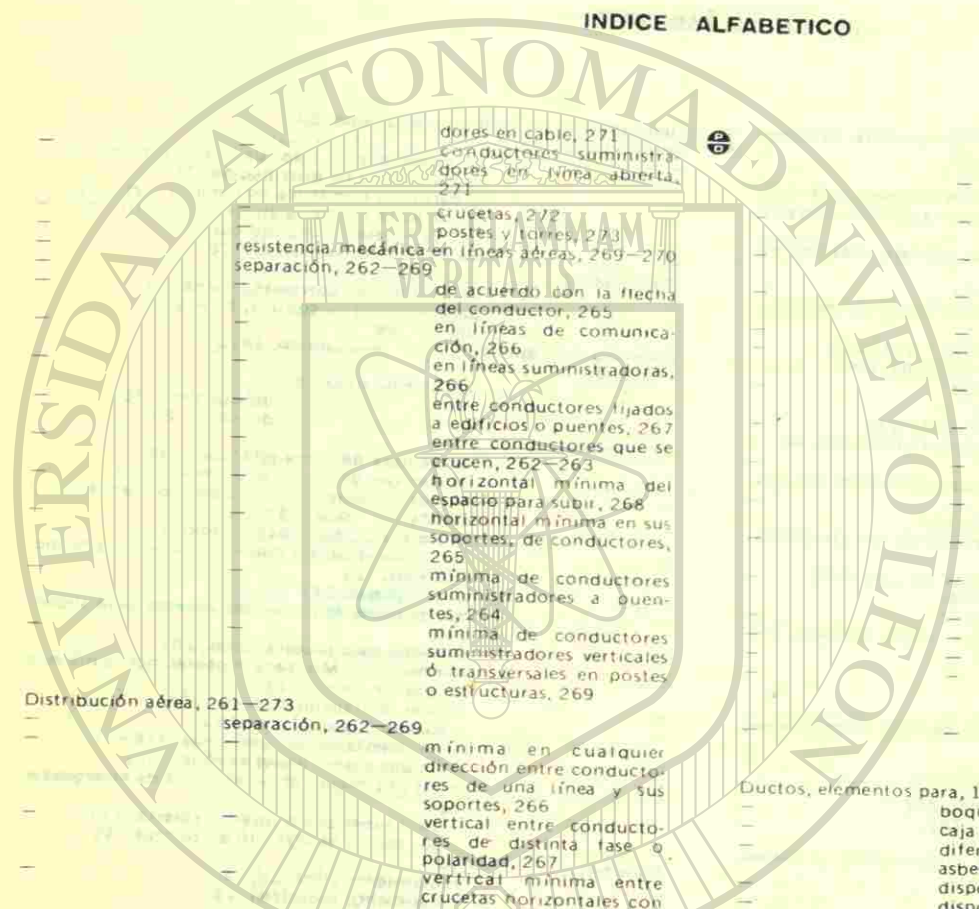
**Distancia (s)**  
 de un circuito en metros para una caída de tensión de 3%, 62  
 mínima entre cubierta y partes vivas desnudas, 203

**Distribución**  
 como seleccionar en tableros de, 207  
 de la energía eléctrica, circuitos básicos, 204  
 tableros de, 207

**Distribución aérea,** 261-273  
 altura mínima de conductores sobre el piso o rieles, 261  
 altura mínima sobre el piso de la conexión de las subidas de cables subterráneos a líneas aéreas, 262  
 clases de construcción de líneas aéreas y sus requisitos, 270  
 clases de construcción para líneas suministradoras y de comunicación, 273  
 dimensiones horizontales mínimas del espacio para subir, 268  
 requisitos mínimos para cada clase de construcción de líneas aéreas, 271-273  
 — aisladores para conductores, 272  
 — alfileres, amarres y herrajes para fijar conductores, 272  
 — conductores de comunicación en cable, 271  
 — conductores de comunicación en línea abierta, 271  
 — conductores suministradores



INDICE ALFABETICO



...dores en cable, 271  
 ...conductores suministrados en línea abierta, 271  
 ...crucetas, 272  
 ...postes y torres, 273  
 ...resistencia mecánica en líneas aéreas, 269-270  
 ...separación, 262-269  
 ...de acuerdo con la flecha del conductor, 265  
 ...en líneas de comunicación, 266  
 ...en líneas suministradoras, 266  
 ...entre conductores fijados a edificios o puentes, 267  
 ...entre conductores que se crucen, 262-263  
 ...horizontal mínima del espacio para subir, 268  
 ...horizontal mínima en sus soportes, de conductores, 265  
 ...mínima de conductores suministrados a puentes, 264  
 ...mínima de conductores suministrados verticales o transversales en postes o estructuras, 269  
 ...Distribución aérea, 261-273  
 ...separación, 262-269  
 ...mínima en cualquier dirección entre conductores de una línea y sus soportes, 266  
 ...vertical entre conductores de distinta fase o polaridad, 267  
 ...vertical mínima entre crucetas horizontales con conductores, 268  
 ...Distribución subterránea, 274-296  
 ...cables para, 190-196  
 ...conectores, 290-296  
 ...accesorios de seguridad para enchufe de terminales, aluminio o cobre, 294  
 ...conector y herramientas para derivaciones, 290  
 ...de presión aislado, 296  
 ...de presión, para conexión de cables de cobre a terminales nuevas, 295  
 ...equipo de unión aislado para aluminio o cobre / combinaciones de aluminio, 293  
 ...para alumbrado de calles, para aluminio o cobre, 292  
 ...para aluminio o cobre, 291  
 ...elementos para ductos, 282-289  
 ...boquilla de porcelana, 282  
 ...caja cs 4500, 283  
 ...ductos, 285-286, 289  
 ...marco 84, 284  
 ...opresor sello ducto, 287  
 ...pozos de visita, 288  
 ...sistemas de distribución comercial y residencial, esquema, 274  
 ...Distribución subterránea, 274-296  
 ...transformadores de distribución, 275-281  
 ...sumergidos en aceite, modelo lectura frontal I, monofásico 25-167 KVA, 280  
 ...sumergidos en aceite, <sup>Ⓢ</sup>

...monofásicos y trifásicos, tipos S y CP, 275  
 ...tamaños de los registros de inspección, 275  
 ...tanque principal, 275  
 ...tipo seco especial, dimensiones, 276  
 ...a prueba de explosión, 276  
 ...empotrado, 276  
 ...marinos 3 a 37 1/2 KVA, 276  
 ...tipo EP, alta tensión, 276  
 ...tipo EP, flex-1-volt, 276  
 ...tipo EP, 2 KVA y menores, 276  
 ...tipo EP, 3 a 50 KVA, 276  
 ...tipo EPT, 600 volts y menores, 276  
 ...tipo sumergible SPB-III, 277-279  
 ...aplicaciones, 277  
 ...características, 277  
 ...dimensiones, 278  
 ...gráfica para coordinación de fusible y eslabones de protección, 279  
 ...tipo UCT, trifásicos 75-500 KVA, dimensiones, 281  
 ...Ductos, elementos para, 140, 141, 282-289  
 ...boquilla de porcelana 4, 282  
 ...caja CS 4500, 283  
 ...diferentes tipos de construcción en ductos de asbesto cemento, 289  
 ...disposición de, 140  
 ...disposición de cables, 141  
 ...ducto A4, 285  
 ...ducto C4, 286  
 ...factor de lugar, 141  
 ...marco 84, 284  
 ...opresor sello ducto, 287  
 ...pozos de visita, 288  
 ...Dureza Rockwell, cobre, 20  
 ...E, voltaje, 23  
 ...Ecuaciones para calcular circuitos de transmisión trifásicos, de longitud corta, despreciándose la capacitancia, 36  
 ...Efecto (s)  
 ...caloríficos de la corriente, 24  
 ...de la temperatura en la resistencia del terreno, 107  
 ...de las variaciones de voltaje y frecuencia en los motores de inducción, 238  
 ...del contenido de agua o humedad en la resistencia del terreno, 107  
 ...Elasticidad, módulo de, 20  
 ...del aluminio, 20  
 ...del cobre, 20  
 ...Eléctricas y magnéticas, unidades, 22  
 ...Electroimán o imán, fuerza de, 25  
 ...Electrón, 21  
 ...Elementos para ductos, 282-289  
 ...Empalmes, 156-167  
 ...con derivación en cable con aislamiento seco hasta 5 Kv, 158  
 ...en cables con aislamiento seco sin pantalla metálica individual hasta 6 KV, 160  
 ...en cables trifásicos con aislamiento seco y pantalla individual hasta 25 KV, 161  
 ...en cables trifásicos para cables papel y plomo, con pantalla metálica individual hasta 23 KV, 167  
 ...EPV, 159  
 ...rectos, 164  
 ...rectos en cables con aislamiento seco y forro de plomo de 13 a 23 KV, 162

INDICE ALFABETICO

...Empalmes, 156-167  
 ...rectos en cables de 5 a 23 KV con pantalla metálica, 157  
 ...rectos en cables hasta 6 KV, sin pantalla metálica, 156  
 ...rectos entre cable con aislamiento seco y cable de papel impregnado con forro de plomo para 15 KV, 163  
 ...tipo epoxidur para cables de aislamiento, 165  
 ...tipo epoxidur para cables monofásicos sin pantalla y aislamiento de V.C. o de papel impregnado con cubierta de plomo, 166  
 ...Energía nuclear, 21  
 ...de una radiación, 21  
 ...total de la masa de un cuerpo, 21  
 ...Enfriamiento de transformadores, clases de, 225  
 ...Equivalentes, 12-15, 17  
 ...Equivalentes (s)  
 ...calorífico de la energía eléctrica, 24  
 ...decimales y métricos de fracciones comunes de pulgada, 16  
 ...Esfuerzo de tensión, 20  
 ...en el aluminio, 20  
 ...en el cobre, 20  
 ...Especificaciones  
 ...de alambre de cobre desnudo, 124-126  
 ...de apartarrayos, 251  
 ...para cable de cobre desnudo, 127-129  
 ...conexiones de transformadores, 231  
 ...Esquema vectorial de conexiones de transformadores, 231  
 ...Estado, alambre de cobre, 132  
 ...F, frecuencia, 23  
 ...Factor (es)  
 ...cálculo de, para redes eléctricas, 59  
 ...de agrupamiento, 123  
 ...de corrección para reflexiones efectivas de la cavidad del piso, diferentes del 20%, 86  
 ...de demanda aproximadamente usuales, 59  
 ...de demanda comunes para el cálculo de alimentadores principales y de servicio, 60  
 ...de demanda de alimentadores por locales, 60  
 ...de potencia, 76-80  
 ...condensadores unitarios normales, 79  
 ...corrección, tablas de, 80  
 ...fórmulas para determinar los KVAC para corrección del, 76-79  
 ...KVAC aproximados para motores y transformadores, 79  
 ...monograma para el cálculo de KVAC, 78  
 ...de servicio, motores eléctricos, 236  
 ...Farad, 22  
 ...Faraday, ley de, 45  
 ...Flameo en seco, 60  
 ...Flujo magnético, 22, 26  
 ...de inducción, 26  
 ...unidades de, 22  
 ...Foot-candies promedio en el plano de trabajo, 81  
 ...Fórmulas  
 ...de aplicación práctica, 23  
 ...de alumbrado de diseño general, 81  
 ...de Steinmetz, 23  
 ...eléctricas, 22, 23  
 ...para circuitos de corriente alterna, 23  
 ...para circuitos de corriente continua, 23  
 ...mecánicas de aplicación en electricidad, 34-36  
 ...apoyos de ángulo con tornapuntas o riostra, 35  
 ...apoyos de madera, 35  
 ...flecha del conductor, 35  
 ...líneas aéreas, 34  
 ...soportes aisladores, 36  
 ...para determinar diagramas en circuitos de corriente alterna, 23  
 ...para determinar los KVAC para corregir el factor de potencia, 76  
 ...para el cálculo de resistencia a tierra, 108  
 ...Foucault, pérdidas de energía por corrientes de, 26

...Fracciones comunes de pulgada, equivalentes decimales y métricos, 16  
 ...Frecuencia, 11, 25  
 ...de la corriente de un alternador, 29  
 ...en las ciudades más importantes en la República Mexicana, 11  
 ...82, 93-97  
 ...Fuentes luminosas,  
 ...altura de montaje de, 82  
 ...fluorescentes, 82, 95  
 ...incandescentes, 82, 93, 94  
 ...vapor de mercurio, 82, 96, 97  
 ...Fuerza  
 ...contraelectromotriz, 29  
 ...de un imán o electroimán, 25  
 ...magnetomotriz, 22  
 ...máxima de circuito corto en buses, nomograma, 75  
 ...Funciones trigonométricas naturales, 18  
 ...205, 226, 227  
 ...limitadores de corriente, cerrados, combinados con interruptores en aire tipo LVP, 205  
 ...para protección de transformadores, 226, 227  
 ...monofásicos, 226  
 ...trifásicos, 227  
 ...Fusibles,  
 ...Fusión, punto de,  
 ...del aluminio, 20  
 ...del cobre, 20  
 ...G  
 ...Gabinets interruptores, 213-214  
 ...de enlace, 214  
 ...interruptores alimentadores, 213-214  
 ...interruptores principales, 213  
 ...unidad auxiliar, 213  
 ...22  
 ...Gauss, Gilbert,  
 ...Grados de temperatura, 18  
 ...absolutos (Kelvine), 18  
 ...absolutos (Rankine), 18  
 ...centígrados (Celsius), 18  
 ...fahrenheit, 18  
 ...Gráfica para calcular el calibre de conductores por caída de tensión, 61  
 ...Gravedad, aceleración de la, 19  
 ...Guía para selección de fuentes de luz en el alumbrado industrial, 82  
 ...H  
 ...Henry, 22  
 ...Histéresis, pérdidas de energía por, 26  
 ...HP, potencia en horse power, 22  
 ...I, corriente, 23  
 ...Identificación de motores de corriente alterna, 236  
 ...Iluminación,  
 ...81, 205  
 ...horizontal, 81  
 ...eléctrico, intensidad de, 203  
 ...normal al rayo de luz, 81  
 ...vertical, 81  
 ...imán o electroimán, fuerza de, 25  
 ...Impedancia,  
 ...23, 225  
 ...normal en transformadores de potencia, 225  
 ...Incremento de temperatura límite para motores de uso general, abiertos a prueba de goteo, 189  
 ...para motores totalmente cerrados, enfiados por ventilación exterior, 189  
 ...98-99  
 ...Indice del local, Inducción  
 ...magnética, 26  
 ...magnética, unidad de, 22  
 ...25, 27  
 ...conexión de, 25  
 ...de una bobina con núcleo, 25  
 ...de una bobina larga sin núcleo, 25  
 ...pura, circuito de, 27  
 ...Inductancias,  
 ...Inductiva, reactancia, 23  
 ...Intensidad  
 ...de campo en el interior de un solenoide, 26  
 ...de campo magnético, unidad de, 22  
 ...de corriente a plena carga para motores, 239, 240  
 ...de corriente alterna, 240

INDICE ALFABETICO

de corriente continua, 239  
 de disparo del interruptor para motores, 235  
 de iluminación mínima en lugares donde se instale equipo eléctrico, 203  
 unidades de, 22  
 201, 204-206, 207, 209-215  
 AK, rango de aplicación, 207  
 alimentadores, gabinetes, 213-214  
 de enlace, gabinete, 214  
 en alta tensión, subestaciones unitarias, 204-206  
 fusibles de potencia, distancias mínimas recomendadas para el montaje, 201  
 puerta de los, arregios en, 215  
 tablas de aplicación, 209-212  
 208 volts, 3 fases, 209  
 240 volts, 3 fases, 210  
 480 volts, 3 fases, 211  
 600 volts, 3 fases, 212  
 unidad auxiliar, gabinete, 213

**Joule,**  
 22, 24, 45  
 efectos caloríficos de la corriente, ley de, 24, 45

**Kelvin, ley de,**  
 45  
 Kirchhoff, leyes de, 45  
 KVAC aproximados para motores y transformadores, 79

**L, inductancia,**  
 23  
 93-95, 97, 102-106  
 de vapor de mercurio, 97  
 fluorescentes, designación y datos referentes, 95  
 incandescentes de alumbrado general, para una tensión de operación normal, 93  
 incandescentes reflectoras y proyectoras, 94

**Letras clave de identificación de motores de corriente alterna, 236**

**Leyes de:**  
 Faraday, 45  
 Joule, efectos caloríficos de la corriente, 24, 45  
 Kelvin, 45  
 Kirchhoff, 45  
 Ohm, 24, 45

**Líneas**  
 aéreas, 34-36  
 apoyos, 35  
 flecha en el conductor, 35  
 soporte de aisladores, cálculo, 36  
 tensión en el conductor, 34, 35  
 de alta tensión, corriente alterna, 33  
 pérdida de potencia en una línea trifásica, 34  
 pérdida de tensión en una línea trifásica, 34  
 de baja tensión, corriente alterna, 33  
 — monofásica abierta, 33  
 — trifásicas abiertas, 33  
 de baja tensión, corriente continua, 32-33  
 — abiertas, 32  
 — con dos puntos de alimentación, 33  
 — con finales ramificados, 32  
 — en anillo, 33  
 diseño de, basado sobre esfuerzos directos, 63-65  
 en postes de madera, datos generales, 66  
 en torres estructurales, datos generales, 66

**Local (es)**  
 alumbrado general de, 87  
 índice de, 98-99

**Logaritmos naturales,**  
 base de, 19

**Lugares peligrosos,**  
 50-52  
 clase I, 50  
 — división 1, 50  
 — división 2, 51

clase II, 51  
 — división 1, 51  
 — división 2, 51  
 clase III, 51  
 — división 1, 52  
 — división 2, 52  
 — ubicaciones especiales, 50  
 Lúmenes promedio obtenidos en el plano de trabajo, 81

**M**  
 Magnética, inducción, 26  
 Magnéticas y eléctricas, unidades, 22  
 Magnético, flujo, 26  
 Magnéticos, arrancadores, 241  
 Magnetismo y electromagnetismo, 25-26  
 Magneto, alambre, 178-188  
 barnices aislantes, 188  
 barnices combatibles, 186  
 clasificación térmica de los aislamientos, 178  
 con capa de barniz doble, 181  
 con capa de barniz sencilla, 180  
 con capa de barniz triple, 182  
 con capa doble de algodón, 184  
 con capa sencilla de algodón, 183  
 formadure sencillo y capa sencilla de algodón, 183  
 redondo desnudo, 179  
 solera cuadrada con doble forro de algodón, 186  
 solera cuadrada rectangular, 185  
 solera rectangular con doble capa de algodón, 185

**Máquinas de corriente alterna, 29-31**  
 desizamiento de un motor asíncrono, 30  
 frecuencia de la corriente de un alternador, 29  
 rendimiento de motores de c.a., 31  
 rendimiento de un alternador, 30  
 reóstato de arranque, 30  
 tensión que produce un alternador, 30  
 velocidad de un motor síncrono, 30

**Máquinas de corriente continua, 28-29**  
 fuerza contraelectromotriz de un motor, 29  
 motores de c.c., 29  
 rendimiento eléctrico de un motor de c.c., 29  
 rendimiento eléctrico de una dinamo, 28  
 rendimiento industrial de un motor de c.c., 29  
 rendimiento industrial de una dinamo, 28  
 tensión disponible de los bornes, 28  
 tensión producida por una dinamo, 28  
 velocidad de un motor de c.c., 29

**Máquinas eléctricas,**  
 potencia de, 36  
 ascensores o montacargas, 36  
 bombas elevadoras, 36  
 saltos de agua, 36  
 bombas elevadoras, factores de servicio, 236  
 constitución de la, 21

**Materia,**  
 Maxwell, 22

**Medida, sistemas de**  
 C.G.S. (centímetro, gramo, segundo)  
 M.K.S. (metro, kilogramo, segundo)  
 21

**Mesotrón,**  
 Método de  
 cavidad por zonas, cálculo de alumbrado, 83-87  
 los lúmenes, cálculo de alumbrado, 81  
 para seleccionar las terminales CAP, 149  
 punto por punto, cálculo de alumbrado, 81  
 sistemas de conexión a tierra, 109

**Módulo de elasticidad, 20**

**Molécula,**  
 del aluminio, 20  
 del cobre, 20

**Motores eléctricos,**  
 29-31, 189, 232-241, 242  
 arrancadores magnéticos, 241  
 arranque de, características de métodos para el, 234  
 asíncrono, desizamiento de, 30  
 centros de control de, 242  
 circuitos alimentados y ramal de un, 237  
 conductores y protección contra sobrecargas, 241  
 de corriente alterna, 31, 236, 240

INDICE ALFABETICO

— intensidad de corriente a plena carga, 240  
 — letras clave de identificación, 236  
 — rendimiento de, 31  
 de corriente continua, 29, 239  
 — intensidad de corriente a plena carga, 239  
 — rendimiento eléctrico, 29  
 — rendimiento industrial, 29  
 — velocidad de, 29  
 de inducción, 239  
 — aplicación de los interruptores de potencia para el arranque a pleno voltaje y servicios de operación, 238  
 — efecto de las variaciones de voltaje y frecuencia, 238  
 factores de servicio de máquinas impulsoras, 236  
 fuerza contraelectromotriz, 29  
 horizontales a prueba de goteo, 233  
 incremento de temperatura límite en, 189  
 29-31, 189, 232-241, 242  
 intensidad de régimen o de disparo máxima de los dispositivos protectores de derivaciones de, 235  
 posición y número de las unidades de sobre corriente en operación, 239  
 protectores de derivaciones de, 235  
 — marcados con letra de código, 235  
 — no marcados con letra de código, 235  
 síncrono, velocidad de, 30  
 tabla para selección de, 232  
 tabla para seleccionar fusibles, interruptores de fusibles, interruptores en el aire automáticos y conductores para circuitos alimentadores de, 237

**N**  
 21  
 21

**Neutrino,**  
 Neutrón,  
 Nivel (es)

**Nivel (es)**  
 básico de aislamiento en transformadores de potencia, 225  
 de aislamiento básicos de impulso, 66  
 de impulso básico estándar, 66  
 mínimos de iluminación recomendados para el alumbrado general de interiores, 88-93

**Nomograma**  
 para determinar la fuerza máxima de circuito corto en buses, 75  
 para el cálculo de KVAC, 78  
 sección de, 31

**Núcleo de un transformador, sección de, 31**

**Número de aisladores**  
 en postes de madera, 66  
 en torres estructurales, 66

**Número de espiras por volt de primarios y secundarios, 31**

**Número máximo de conductores**  
 en tubería conduit, 46, 47  
 en tubo metálico flexible, 47

**O**  
 22, 45  
 ley de, 45  
 sumario de la ley de, 45

**Oersted,**  
 22

**Pantallas eléctricas, 138**

**Partes vivas descubiertas, separación mínima, 203**

**Partes vivas desnudas, distancia entre cubiertas y, 203**

**Partículas elementales de la materia, 21**

**Pérdidas**  
 aproximadas en las reactancias, 96  
 de energía por corrientes de Foucault, 26  
 de energía por histéresis, fórmula de Steinmetz, 26  
 de potencia en una línea trifásica, alta tensión c.a., 34  
 de tensión en una línea trifásica, alta tensión c.a., 34  
 en el cobre de un transformador, 31  
 en el hierro de un transformador, 31

**Peso**  
 — de interruptores, 215  
 — de interruptores con fusibles, 215  
 — específico de materiales comunes, 19  
 Plena carga, intensidad de corriente en motores de c.c., 239  
 Poder de moderación, energía nuclear, 21  
 Posición y número de unidades de sobrecorriente en operación, motores eléctricos, 239  
 Positron, 21  
 Postes de madera, líneas en, datos generales, 66  
 Potencia  
 — de algunas máquinas eléctricas, 36  
 — ascensores o montacargas, 36  
 — bombas elevadoras, 36  
 — saltos de agua, 36  
 eléctrica, 22  
 — en la flecha HP, 22  
 — factor de, 22  
 — unidad de, 22  
 reactor lento, energía nuclear, 21  
 trifásica transmitida en KW, con un factor de potencia de 0.8, 62

**Prácticas de seguridad, 53**  
 Presentación de planos, requisitos mínimos, 52  
 Primarios y secundarios, número de espiras por volt, 31  
 Primeros auxilios a los accidentados por descargas eléctricas, 53-54  
 método de respiración artificial, 54

**Propiedades**  
 de aislantes, cables de energía, 135  
 de cubiertas, cables de energía, 135  
 del aluminio, 20  
 del cobre, 20

**Protón,**  
 Prueba de goteo, motores horizontales a, 233  
 asignaciones NEMA, 233  
 dimensiones NEMA, 233  
 para apartarrayos, 252

**Pruebas de aislamiento**  
 del aluminio, 20  
 del cobre, 20

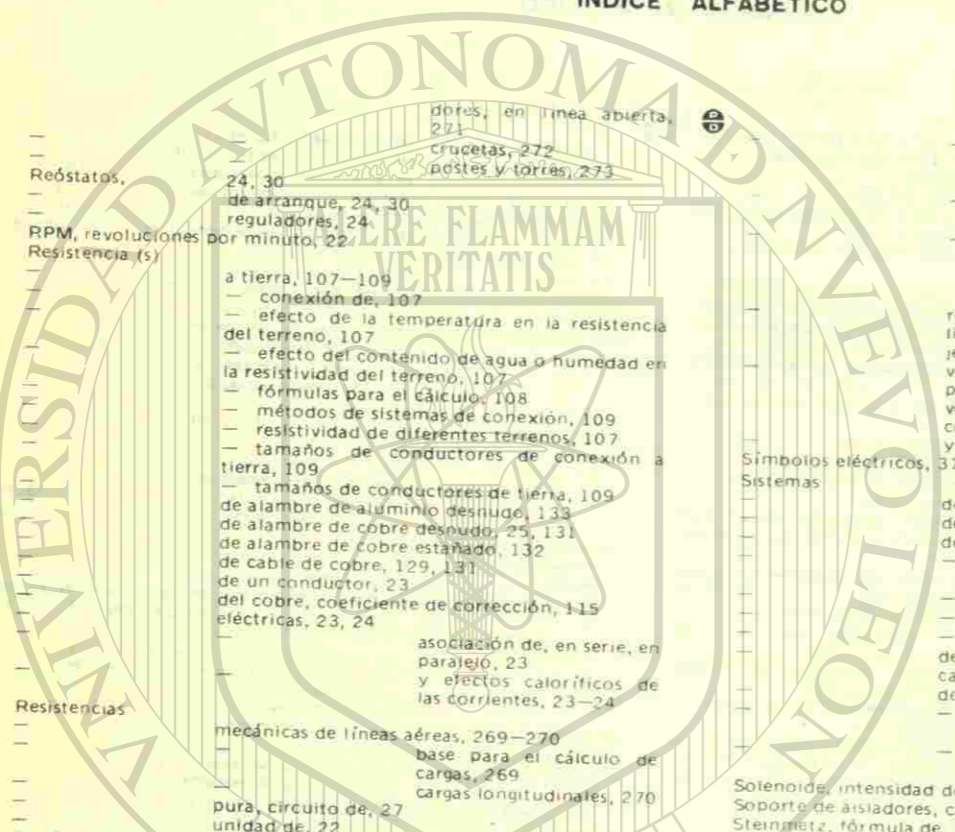
**Punto de fusión,**  
 del aluminio, 20  
 del cobre, 20

**Q**  
 23  
 19

**R, resistencia,**  
 Radián,  
 Radios de curvatura en cables, 144  
 Reactancia (s)  
 capacitiva, 23  
 inductiva, 23  
 pérdidas aproximadas de, 96  
 Recomendaciones para instalación de cables de energía, 139-148  
 Reflexión efectiva del piso o techo en por ciento, 85  
 Registros en instalaciones subterráneas, 142-143  
 Relación de transformación, 31  
 Rendimiento  
 de motores de c.a., 31  
 de un alternador, 30  
 de un transformador, 32  
 eléctrico de un motor de c.c., 29  
 eléctrico de una dinamo, 28  
 industrial de un motor de c.c., 29  
 industrial de una dinamo, 28

**Requisitos mínimos**  
 necesarios para la presentación de planos de electrificación de fraccionamientos, 52  
 para cada clase de construcción de líneas aéreas, 271-273  
 aisladores para conductores, 272  
 afilleres, amarres y herrajes para fijar conductores, 272  
 conductores de comunicación, en cable, 271  
 conductores de comunicación, en línea abierta, 271  
 conductores suministrados, en cable, 271  
 conductores suministrados

INDICE ALFABETICO



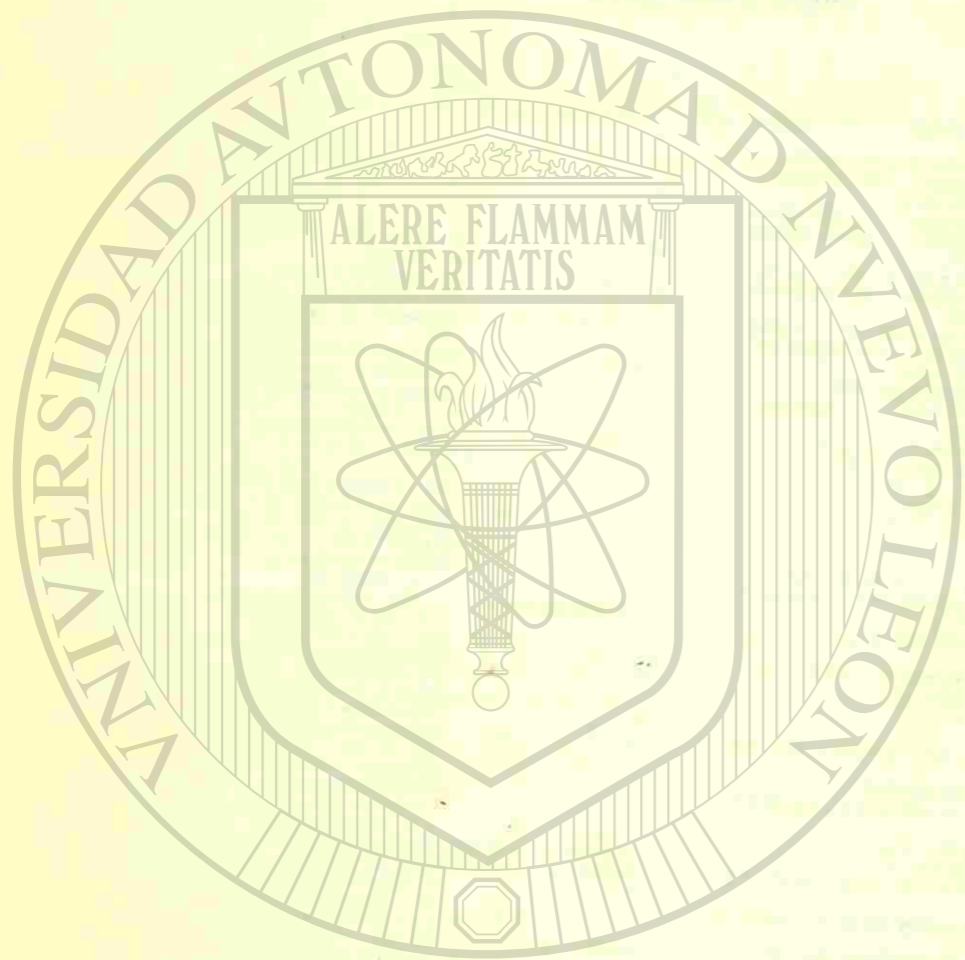
Reóstatos, 24, 30  
de arranque, 24, 30  
reguladores, 24  
RPM, revoluciones por minuto, 22  
Resistencia (s)  
a tierra, 107-109  
conexión de, 107  
efecto de la temperatura en la resistencia del terreno, 107  
efecto del contenido de agua o humedad en la resistividad del terreno, 107  
fórmulas para el cálculo, 108  
métodos de sistemas de conexión, 109  
resistividad de diferentes terrenos, 107  
tamaños de conductores de conexión a tierra, 109  
tamaños de conductores de tierra, 109  
de alambre de aluminio desnudo, 133  
de alambre de cobre desnudo, 25, 131  
de alambre de cobre estañado, 132  
de cable de cobre, 129, 131  
de un conductor, 23  
del cobre, coeficiente de corrección, 115  
eléctricas, 23, 24  
asociación de, en serie, en paralelo, 23  
y efectos caloríficos de las corrientes, 23-24  
Resistencias  
mecánicas de líneas aéreas, 269-270  
base para el cálculo de cargas, 269  
cargas longitudinales, 270  
para, circuito de, 27  
unidad de, 22  
variación con la temperatura, 24  
y autoinductancia en serie, 27  
y capacitancia en serie, 27  
Resistividad  
de diferentes terrenos, 107  
efecto de la temperatura en la, 107  
efecto del contenido de agua en la, 107  
eléctrica, 20  
del aluminio, 20  
del cobre, 20  
unidad de, 23  
S  
Saltos de agua, potencia de máquinas eléctricas, 36  
Sección de un núcleo de un transformador, 31  
Secundarios y primarios de un transformador, 31  
Seguridad, prácticas de, 53  
Selección de  
cables de energía, 134-138  
fuentes de luz en el alumbrado industrial, guía para, 82  
motores eléctricos, tabla, 232  
voltaje, cables de energía, 138  
Separación (es)  
de acuerdo con la flecha del conductor, 265  
en líneas de comunicación, 266  
en líneas suministradoras, 266  
entre barras para diferentes voltajes, 115  
entre conductores fijados a edificios o puentes, 268  
entre conductores que se cruzan, 262-263  
mínima, 203, 263, 264, 266, 269  
de alimentadores a puentes, 264  
de conductores suministradores a edificios, 263  
de conductores suministradores verticales o transversales en postes o estructuras, 269  
de partes vivas descubier-

tas, 203  
de un conductor y sus soportes, cables de suspensión, etc., 265  
entre conductores en sus soportes, 264  
horizontal en sus soportes de conductores del mismo o diferentes circuitos, 263  
recomendadas entre conductores, partes metálicas desnudas y partes vivas a diferentes voltajes, 48  
vertical entre conductores de distinta fase o polaridad, 267  
vertical mínima entre crucetas horizontales con conductores, 268  
y profundidad de los cables, 145  
Simbolos eléctricos, 37-44  
Sistemas  
de conexión a tierra, métodos, 109  
de diagramas, 44  
de distribución de la energía eléctrica, 204  
de red o malla de puntos, 204  
radial o simple, 204  
selectivo primario, 204  
selectivo secundario, 204  
de distribución subterránea de energía eléctrica, 274  
de medida  
cgs (centímetro, gramo, segundo)  
M K S (metro, kilogramo, segundo)  
Solenoides, intensidad de campo en el interior, 26  
Soporte de aisladores, cálculo de, 36  
Steinmetz, fórmula de, 26  
Subestaciones, 201-223  
arreglo eléctrico, 208  
compactas, dimensiones mínimas, típicas, 201, 216, 217  
convencionales hasta 15,000 volts, dimensiones mínimas, 201  
convencionales para servicio interior 23,000 volts, dimensiones mínimas, 201  
coordinadas selectivamente, 208  
de carga plena, 208  
deflexión del tubo de cobre empleado en, tipo abiertas, 202  
distancia mínima entre cubierta y partes vivas desnudas, 203  
en cascada, 208  
fusibles limitadores de corriente, cerrados, combinados con interruptores en aire tipo LVP, 205  
intensidad de iluminación, lugares de instalación, 203  
201-223  
planos tipo para presentación entre la SIC-DGN, para la instalación de, 217-223  
separación mínima para partes vivas descubiertas, 203  
tabla de dimensiones de interruptores en aire, 206  
unitarias, 201, 204-216  
espacio mínimo requerido, 23,000 volts, 201  
interruptores en alta tensión, 204-206  
interruptores en baja tensión, 207-216  
Tabla (s)  
de dimensiones de interruptores en aire, 206  
de equivalencias, 12-17  
para selección de motores eléctricos, 232  
para seleccionar fusibles, interruptores de fusibles, interruptores en el aire automáticos y conductores para circuitos alimentadores de un motor, 237

INDICE ALFABETICO

Tableros, 207, 215, 243-250  
de alta tensión, equipo de tablero de distribución para, 243-248  
alimentador típico de entrada o de transformación, 243  
arranque del motor de inducción a voltaje pleno, 247  
arranque del motor síncrono a voltaje pleno, 245  
arranque del motor síncrono por reactor neutral, 246  
arreglos de, 248  
generador y excitador, 244  
de baja tensión, dimensiones, 249-250  
de distribución, como seleccionarios, 207  
de instrumentos, arreglos de, 215  
de conexión a tierra, 109  
Tamaños de conductores de tierra, 109  
Temperatura  
conversión de, 18  
de operación de cables en trincheras, 147  
media anual de las ciudades más importantes de la República Mexicana, II  
variación de la resistencia con la, 24  
Tensión  
disponible en los bornes de una dinamo, 28  
que produce un alternador, 30  
unidad de, 22  
Terminales en cables, 149-155  
con aislamiento seco sin pantalla 0 a 5 KV, 150  
método para seleccionarlas, 149  
monofásicos con aislamientos secos 5 a 25 KV, 151  
tipo cinturón hasta 6 KV, 154  
tipo cinturón hasta 10 KV, 155  
trifásicos con aislamientos secos 5 a 23 KV, 153  
trifásicos con aislamientos secos sin pantalla, hasta 6 KV, 152  
Termoplásticos, dimensiones de conductores cubiertos con, 121  
Tipos de armaduras, 138  
Torres estructurales, líneas en, datos generales, 66  
Trabajo eléctrico, unidad de, 22  
Transformación, relación de, 31  
Transformadores, 31, 32, 225-231, 275-281  
a plena carga, valores de corriente y capacidad interruptiva, 228  
clases de enfriamientos, 225  
de distribución subterránea, 275-281  
sumergidos en aceite, modelo lectura frontal I, monofásicos 25-167 KVA, dimensiones, 280  
sumergidos en aceite, monofásicos y trifásicos, tipos S y CP, 275  
cámara de terminales en alta tensión, 275  
tamaños de los registros de inspección, 275  
tanque principal, 275  
31, 32, 225-231, 275-281  
tipo seco especial, dimensiones, 276  
a prueba de explosión, 276  
empotrado, 276  
marinos, 3 a 37½ KVA, 276  
tipo EP, alta tensión, 276  
tipo EP, flex-1 - volt, 276  
tipo EP, 2 KVA y menores, 276  
tipo EP, 3 a 50 KVA, 276  
tipo EPT, 600 volts y

menores, 276  
tipo sumergible SPB III, 277-279  
aplicaciones, 277  
características, 277  
dimensiones, 278  
gráfica para coordinación de fusible y estaciones de protección, 279  
tipo UCT, trifásicos 75-500 KVA, dimensiones, 281  
derivaciones estándar, 229  
determinación de la capacidad y tipo de transformador en subestaciones de distribución, 225  
dimensiones típicas, 230  
elevación de temperaturas, 229  
esquema de conexiones de los, 231  
esquema vectorial de conexión de los, 231  
impedancia estándar de, 229  
impedancia normal de, 225  
monofásicos, capacidad de los fusibles comúnmente usados para su protección, 226  
nivel básico de aislamiento en transformadores de potencia, 225  
niveles estándar de sonido, 229  
número de espiras por volt de primarios y secundarios, 31  
31, 32, 225-231, 275-281  
pérdidas en el cobre, 31  
pérdidas en el hierro, 31  
porcentaje de incremento de capacidad por ventilación, 229  
pruebas dieléctricas, 229  
relación de transformación, 31  
rendimiento de, 32  
sección del núcleo, 31  
trifásicos, capacidad de los fusibles comúnmente usados para su protección, 227  
trifásicos, conexiones normales de, 231  
funciones trigonométricas naturales, 18  
Trigonometría, 18  
Trincheras, dimensiones de, 147  
Tubería conduit, tamaños comerciales, 46, 47, 49  
codos, 49  
dimensiones y por ciento de área útil para combinaciones de conductores, 49  
número máximo de conductores, cables con cubierta de plomo, tipos RL y RHL, 600 V, 47  
número máximo de conductores, instalación nueva, 46  
soporte de conduit rígido no metálico, 49  
tramos de, 49  
Tubo metálico flexible de 3/8", número máximo de conductores, 47  
Ubicaciones especiales, lugares peligrosos, 50-52  
Unidades de temperatura, 18  
Unidades eléctricas y magnéticas, 22  
Utilización, coeficientes de, 102-106  
Valores  
de corriente y capacidad interruptiva en transformadores a plena carga, 228  
de n (coeficiente de histéresis), 228  
Velocidad  
de un motor de c.c., 29  
de un motor síncrono, 30  
Ventilación y drenaje de ductos, 142  
Volt, 22  
Watt, 22  
Watts totales por pie, 81  
Xc, reactancia capacitiva, 23  
Xl, reactancia inductiva, 23  
Z, impedancia, 23



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA

DEPTO. DE IMPRESOS  
(BIBLIOTECA)



MONTERREY, N. L.

# JUAN

DAD AUTÓNOMA DE NUEVO

CIÓN GENERAL DE BIBLIOTEC

