

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?

$$\eta = \frac{10\,000}{10\,000 + 222 + 287} = 0.95$$

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 mm^2 .

ρ = 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 mm^2 = 2 AWG.

2. Líneas con finales ramificados.

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

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

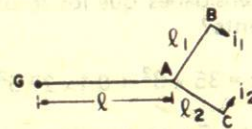
$$s_{AC} = \frac{2\rho}{\delta_{AC}} i_2 \ell_2$$

s sección en mm^2 .

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

i intensidad en amperes.

δ 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 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 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 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:

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

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

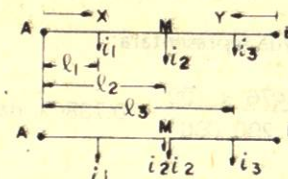
Para mayor exactitud, pondríamos $\delta_{GA} = 2.3$ volts en lugar de 2.2 que hemos fijado arbitrariamente, siendo $\delta_{AC} = \delta_{AB} = 3.3 - 2.3 = 1$ volt.

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:

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

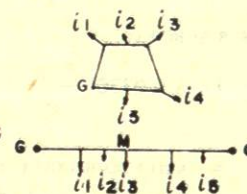
siendo

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

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 mm^2 .

i intensidad en amperes.

ℓ distancia en metros.

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

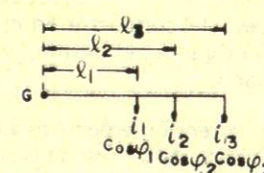
Calcular la línea monofásica representada en la figura, sabiendo que $V = 220$ volts;

$i_1 = 10$ 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 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 mm^2

i intensidades en amperes.

ℓ 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 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 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.

φ defasaje entre la tensión y la intensidad.

ω 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.

ℓ 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^2 .

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

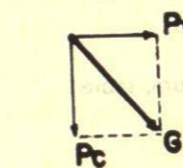
θ_2 = temperatura en grados centígrados, en el momento de tensado.

θ_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^2 de sección) si los vanos son de 30 m, la tensión de montaje de 3 Kg/mm^2 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:

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

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

Y aplicando ahora la ecuación para el cobre:

$$3^2 \left\{ 3 + 0.0423 \frac{30^2 \times 1.98^2}{t_1^2} + 0.217 (15 - 6.9) - t_1 \right\} = 0.0423 \times 30^2 \times 12.$$

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^2), 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^2 .

t_1 tensión específica a considerar en kg/mm^2

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^2 .

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^2 .

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^2 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^2 .

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

s sección empotramiento en mm^2 .

ℓ longitud libre del poste en m

I momento inercia mínimo sección empotramiento en cm^4 .

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^2 .

s sección conductor en mm^2 .

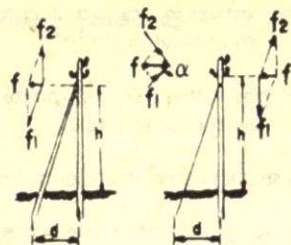
α ángulo que forman la dirección de los conductores en los vanos contiguos.

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^2 , la distancia $d = 15 \text{ m}$, y la altura $h = 7.5 \text{ m}$.

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

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/mm².

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

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

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

Suele tolerarse un esfuerzo de trabajo de hasta 15 kg/mm².

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_g = Volts de la línea al neutro en el lado del generador

e_r = 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

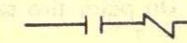


ARRANCADORES

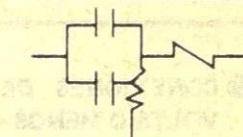
arrancador



a tensión completa

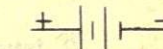


a tensión reducida



BATERIAS

batería

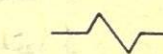


BOBINAS

en derivación

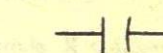


en serie

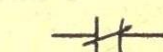


CAPACITORES

fijo

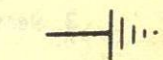


ajustable



CONEXIONES

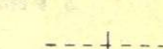
a tierra



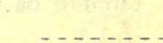
caja de conexiones



enlace mecánico



mecánica



CONEXIONES DE FUERZA Y CONTROL 600 VOLTS O MENOS - ARRANCADORES A TRAVES DE LA LINEA

Marcas de línea

1 fase	L1, L2
2 fases	L1, L3 fase 1 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 

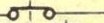
un circuito, normalmente cerrado 

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 contínua		Automáticos con sobrecarga		de operación en grupo	
conmutador ampérmetro		armadura		magnética		de operación en carga	
conmutador vóltmetro		campo compensado		térmica		fusibles	
equipo de medición en alta tensión		campo en derivación		térmica y magnética		De nivel para líquidos	
frecuencímetro		campo serie		De flujo (aire, agua, etc.)		normalmente abierto	
generador		FUSIBLES		normalmente abierto		normalmente cerrado	
horno de resistencia		fuerza o control		normalmente cerrado		De pie	
medidor de KWH en baja tensión		INDUCTORES		De navajas		normalmente abierto	
medidor en derivación		núcleo de aire		1 polo, simple tiro		normalmente cerrado	
Motores corriente alterna		núcleo de hierro		1 polo, doble tiro		De temperatura	
bifásico, 4 hilos		INTERRUPTORES		con elemento fusible		normalmente abierto	
monofásico		en aceite		desconectador		normalmente cerrado	
rotor devanado		termomagnético		de circuito		De vacío y presión	
trifásico, jaula de ardilla						normalmente abierto	

normalmente cerrado

De velocidad

(enchufable)

antienchufable

Límite

normalmente abierto

normalmente abierto,
cierre mantenido

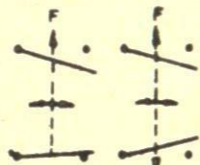
normalmente cerrado

normalmente cerrado,
de apertura mantenida

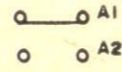
Selector

dos posiciones

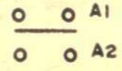
tres posiciones



A1	X	
A2		X
	Bajo	Alto

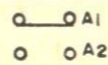


A1	X		
A2			X
	Man.	Fuerg	Auto



estación de botones selectores de posiciones

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



LAMPARAS

arbotante

fluorescente

incandescente

Piloto - color indicado por la letra

contacto a prueba

no contacto a prueba

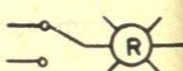
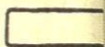
LINEAS

cruce, conectadas

cruce, no conectadas

de acometida

de tierra



mufa

terminal de,

RECTIFICADORES

de media onda

de onda completa

RELEVADORES

De sobrecarga

magnético

térmico

RESISTENCIAS

ajustable por derivaciones fijas

fija

reóstato de potencial o derivación

SALIDAS

especial teléfono

especial trifásica o monofásica

TABLEROS

de fuerza

TERMOCOPLES

termocople

TRANSFORMADORES

autotransformador

de corriente

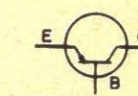
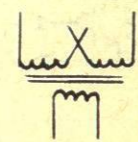
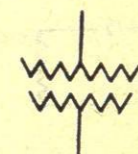
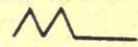
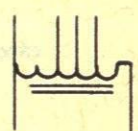
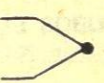
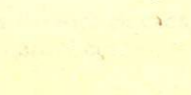
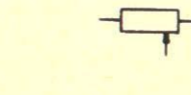
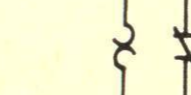
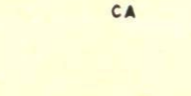
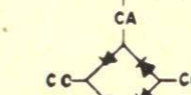
de distribución

de potencial

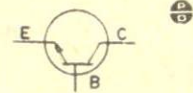
voltaje dual

TRANSISTORES

tipo P-N-P



tipo N-P-N



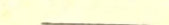
E - Emisor
C - Colector
B - Base

TUBERIAS

para teléfono



por muro o techo



por piso



vertical



B ó S

TUBOS ELECTRONICOS

cátodo frío



Reg. de Volt

diodo



fotocelda



ignitrón



péntodo



tétrodo

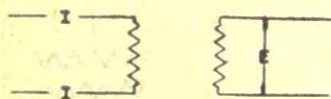


triодо

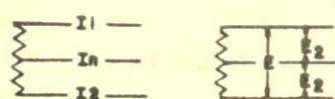


Sistema de Diagramas

Una fase, dos alambres



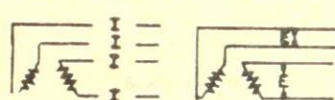
Una fase, tres alambres



Dos fases, tres alambres

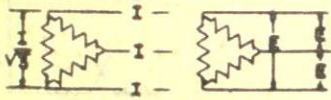


Dos fases, cuatro alambres



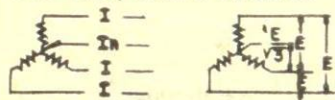
Delta

Tres fases, tres alambres



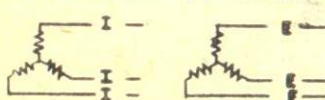
Estrella

Tres fases, cuatro alambres



Estrella

Tres fases, cuatro alambres



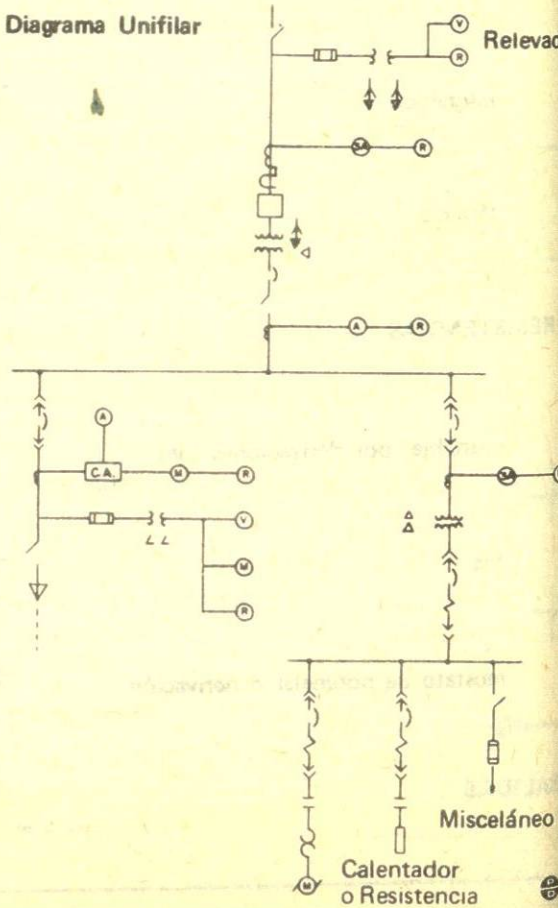
I = Línea de corriente

In = Corriente neutral

E = Voltage, línea a línea

(Basado en circuitos balanceados)

Diagrama Unifilar



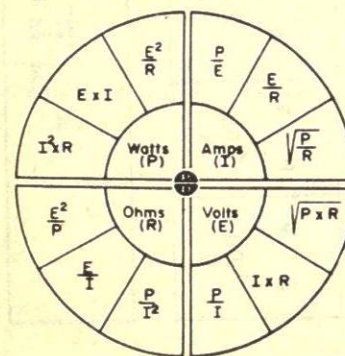
Relevado

R = resistencia en ohms

I = corriente en amperes

E = fuerza electromotriz en volts

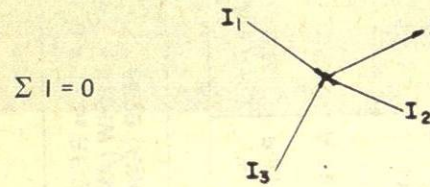
SUMARIO DE LAS FORMULAS DE LA LEY DE OHM



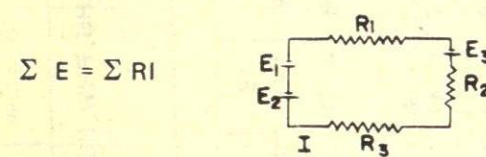
Las expresiones que se encuentran en la parte exterior de cada cuadrante, son iguales a la cantidad mostrada para el cuadrante correspondiente.

LEYES DE KIRCHHOFF

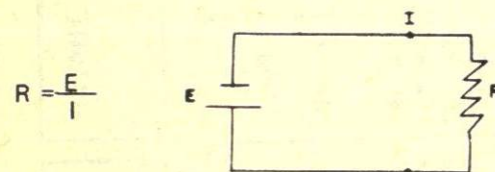
1a En una red, la suma algebraica de las corrientes que llegan a un nodo es igual a cero.



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.-



LEY DE KELVIN

para selección de un conductor económico.

$$A = 59.3I \sqrt{PH/CN}$$

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

∂φ = variación del flujo magnético en maxwells

∂t = variación del tiempo en segundos