

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE UNA
SUBESTACION

PROYECTO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MARIO HECTOR GONZALEZ GONZALEZ
ASESOR: ING. ALBERTO RIOS MARTINEZ

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 1996

T

TK175

G66

1996

c.1

4751

66

996

1



1080097032

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



DISEÑO Y MANTENIMIENTO DE UNA
SUBESTACION

PROYECTO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

PRESENTA

MARIO HECTOR GONZALEZ GONZALEZ

ASESOR: ING. ALBERTO RIOS MARTINEZ

CD. UNIVERSITARIA

OCTUBRE DE 1996

T
TK1751
666
1996



I N T R O D U C C I O N

En la época actual es imposible encontrar un objeto que no haya requerido para su elaboración de la electricidad.

Debido a esto, la demanda de energía crece con el aumento de la industria; la distribución de energía eléctrica se está incrementando rápidamente en el campo, industrias y servicios públicos que demandan las grandes ciudades.

En toda industria pequeña, mediana o grande, así como centros comerciales grandes y medianos donde la carga por alimentar es grande, la alimentación de energía eléctrica se lleva a cabo en alta tensión, debido a que se tiene un gran ahorro en los conductores, además que se tiene que reducir el voltaje en el punto de utilización, para lograr el objetivo se hace indispensable la instalación de una subestación.

Según C.F.E. las instalaciones de mediana y pequeña capacidad son las que ocupan el primer lugar en cantidad de subestaciones instaladas en cuyo caso cada una de ellas requiere de una protección adecuada contra corto circuito.

Una subestación eléctrica es un conjunto de dispositivos que forma parte del sistema eléctrico de potencia y que necesitan medición y control y sirven para transformar tensiones, además derivan circuitos de potencia.

DEFINICION Y CLASIFICACION DE SUBESTACIONES

Como se ha visto con anterioridad, una subestación eléctrica no es más que una de las partes que intervienen en el proceso de generación-consumo de energía eléctrica, por lo cual podemos dar la siguiente definición:

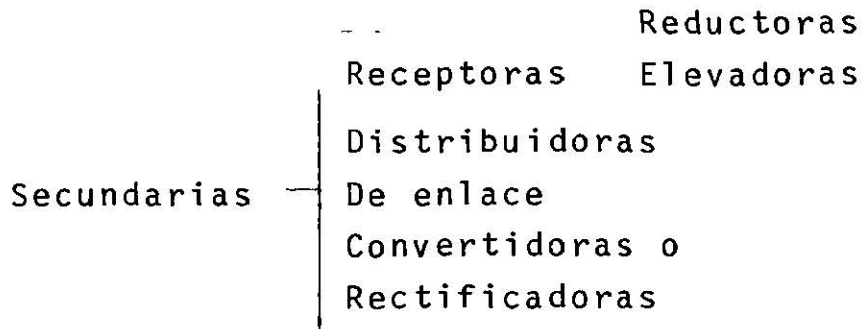
Una subestación eléctrica es un conjunto de elementos o dispositivos que nos permiten cambiar las características de energía eléctrica (voltaje, corriente, frecuencia, etc.), tipo C.A. a C.C., o bien conservarle dentro de ciertas características.

CLASIFICACION DE LAS SUBESTACIONES ELECTRICAS

Es difícil hacer una clasificación precisa de las subestaciones eléctricas, pero de acuerdo con lo que ya hemos estudiado, podemos hacer la siguiente clasificación:

- a) Por su operación
 - 1. De corriente alterna,
 - 2. De corriente continua.
- b) Por su servicio.

	Elevadoras
	Receptoras reductoras
	De enlace o distribución
Primarias	De switcheo o de maniobra
	Convertidoras o
	Rectificadoras



c) Por su construcción

1. Tipo intemperie
2. Tipo interior
3. Tipo blindado.

MEDICION DE UNA SUBESTACION

La medición dependera de la capacidad del transformador - a partir de 300 KVA hacia arriba la medición será en el lado de alta y de 300 KVA hacia abajo la medición se hará en el lado de baja.

CAPACIDAD DE UNA SUBESTACION

La capacidad se fija tomando en cuenta la demanda actual- en KVA, más un 20 ó 30 porciento para un incremento al futuro,- previniendo el espacio necesario para las futuras ampliaciones.

CORRIENTES EN UNA SUBESTACION

Se consideran dos tipos de corrientes:

1. Corriente nominal máxima y 2. corriente de corto circuito máxima.

Corriente Nominal Máxima.-

Nos fija los esfuerzos térmicos que debe soportar una instalación eléctrica, en las condiciones más desfavorables sirve-

determinar las barras colectoras y las características de desconexión de corriente, de interruptores, cuchillas, transformadores de corriente, etc.

Corriente de Corto Circuito

Determinan los esfuerzos electrodinámicos máximos que pueden soportar las barras colectoras y los tramos de conexión. Es también un parámetro importante en el diseño de la red de tierras de la instalación.

MANTENIMIENTO DE UNA SUBESTACION

Aunque el mantenimiento de una subestación es sencillo - tiene gran importancia, ya que cualquier falla repercute parcial o totalmente en la paralización de la empresa, por lo tanto una subestación debe estar al 100 por ciento en su mantenimiento.

Para darle mantenimiento a una subestación se siguen los siguientes pasos:

1. Libranza por parte de C.F.E. en las cuchillas principales
2. Puesta fuera de servicio la subestación, todo se efectúa librando la carga existente.
3. Limpieza general al tablero principal y cada uno de sus elementos.
4. Inspección y mantenimiento preventivo a interruptor PVA.
5. Reapriete de tornillería de barras, aisladores, desconectadores y transformadores de medición.
6. Pruebas de MEGGER a líneas aisladas de alta tensión, reapriete de sujecciones, tornillería y limpieza a aislado-

res:

7. Limpieza general exterior al gabinete.
8. Conexión de cuchillas principales por C.F.E.
9. Conexión del interruptor principal.

PLANOS PRINCIPALES A ELABORAR EN EL PROYECTO DE UNA SUBESTACION

a) Diagrama unifilar

Tiene por objeto indicar la forma de conexión de la subestación y señalar las características de los elementos que la constituyen, tales como capacidades de transformadores de potencia, generadores, interruptores, etc. Por otra parte, el reglamento expresa que la presentación de una instalación debe hacerse en diagrama unifilar para su aprobación.

b) Disposición del equipo

La disposición más conveniente de los elementos de la subestación en un proyecto constituye una de las tareas más difíciles, por lo que es preciso trazar una "vista en planta" donde aparezcan en forma trifásica (si es trifásica la instalación) las conexiones de los aparatos. También debe hacerse una "vista de elevación", con varios cortes, con objeto de indicar entre otras cosas la altura de seguridad entre el conductor y el suelo o entre el conductor y la estructura, a fin de que éstas no tengan valores peligrosos para el personal; sirve además para indicar la altura de la cimentación donde se alojan los aparatos.

c) Herrajes y conectores

Este plano sirve para indicar las conexiones físicas y la nomenclatura de los conectores empleados en dichas conexiones.

d) Localización general de la subestación.

El objeto de este plano es indicar la ubicación de la subestación.

e) Estructura metálica.

Tiene por objeto indicar la forma que se adopta para el diseño de la estructura metálica.

f) Sistema de tierra.

Este plano es con el fin de mostrar la forma en que está distribuida la red de tierras y las características de los elementos que la componen.

g) Sistema de alumbrado.

Tiene por objeto indicar las características del alumbrado normal y de emergencia, así como la distribución del mismo.

h) Trayectoria de cables de control.

Aquí se señalan las trayectorias que siguen los cables de control y las características de los mismos.

i) Caseta o sala de tablero de control.

Sirve para indicar su localización y la forma en que está distribuida.

RESISTENCIA DE TIERRA

Este valor, que deberá ser el más bajo posible, dependerá de la resistividad del terreno en el cual está embebido o enterrado el sistema de dispersión; también de sus características-

particulares (forma geométrica, extensión, tipo de dispersor - usado, etc.)

La resistividad de los terrenos, de los cuales las resistencias de los sistemas de dispersión de tierra es función directa, está representada aproximadamente en la siguiente tabla:

TIPO DE TIERRA	ohms/m
Arcilla, marga, fósil, mantillo húmedo	10
Arcilla, marga, fósil, mantillo seco	10^2
Arena húmeda	10^2
Arena fina y yeso seco	10^3
Basaltos	10^4
Roca compacta	10^5

La resistencia de los dispersores tubulares enterrados verticalmente, cuando están suficientemente distantes entre sí (interesa la distancia entre ellos) es aproximadamente igual a la relación entre la resistencia unitaria del terreno (resistividad) y la longitud en metros. Para los dispersores constituidos por conductores enterrados horizontalmente a 1 m de profundidad la resistencia es dada aproximadamente por la relación entre el doble de la resistividad del terreno y su longitud.

ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE UNA SUBESTACION

Los elementos que constituyen una subestación se pueden clasificar en elementos principales y elementos secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES

1. Transformador
2. Interruptor de potencia
3. Restaurador
4. Cuchillas fusible
5. Cuchillas desconectadoras y cuchillas de prueba
6. Apartarrayos
7. Tablero Duplex de control
8. Condensadores
9. Transformadores de instrumento

ELEMENTOS SECUNDARIOS

1. Cables de potencia
2. Cables de control
3. Alumbrado
4. Estructura
5. Herrajes
6. Equipo contra incendio
7. Equipo de filtrado de aceite
8. Sistema de tierras
9. Carrier
10. Intercomunicación
11. Trincheras, ductos, conducto, drenajes
12. Cercas

TRANSFORMADOR

Un transformador es un dispositivo que:

- a) Transfiere energía eléctrica de un circuito a otro - conservando la frecuencia constante.
- b) Lo hace bajo el principio de inducción electromagnética.
- c) Tiene circuitos eléctricos que están eslabonados magnéticamente y aislados eléctricamente.
- d) Usualmente lo hace con un cambio de voltaje, aunque - esto no es necesario.

ELEMENTOS QUE CONSTITUYEN UN TRANSFORMADOR

1. Núcleo de circuito magnético
2. Devanados
3. Aislamiento
4. Aislantes
5. Tanque o recipiente
6. Boquillas
7. Ganchos de sujeción
8. Válvula de carga de aceite
9. Válvula de drenaje
10. Tanque conservador
11. Tubos radiadores
12. Base para rolar
13. Placa de tierra
14. Placa de características

15. Termómetro
16. Manómetro
17. Cambiador de derivaciones o taps.

CLASIFICACION DE TRANSFORMADORES

Los transformadores se pueden clasificar por:

- a. La forma de su núcleo
 1. Tipo columnas.
 2. Tipo acorazado
 3. Tipo envolvente
 4. Tipo radial.
- b. Por el número de fases.
 1. Monofásico.
 2. Trifásico.
- c. Por el número de devanados.
 1. Dos devanados.
 2. Tres devanados.
- d. Por el medio refrigerante
 1. Aire.
 2. Aceite.
 3. Líquido inerte.
- e. Por el tipo de enfriamiento.
 1. Enfriamiento OA
 2. Enfriamiento OW
 3. Enfriamiento OW/A
 4. Enfriamiento OA/AF
 5. Enfriamiento OA/FA/FA

6. Enfriamiento FOA
 7. Enfriamiento OA/FA/FOA
 8. Enfriamiento FOW
 9. Enfriamiento A/A
 10. Enfriamiento AA/FA
- f) Por la regulación.
1. Regulación fija.
 2. Regulación variable con carga.
 3. Regulación variable sin carga.
- g) Por la operación.
1. De potencia.
 2. Distribución.
 3. De instrumento.
 4. De horno eléctrico.
 5. De ferrocarril.

CONTROL DE TEMPERATURA DEL TRANSFORMADOR

La temperatura de un transformador se lee por medio de - termómetros de mercurio y, en algunos casos, por medio de termo pares colocados en los devanados que alimentan a milivólm₂metros-calibrados en °C.

El milivólm₂metro se conecta por medio de un puntero a un - relevador T.R.O. que consiste de 3 micro-switch; el primero ope ra a una temperatura determinada y acciona una alarma el segun do lo hace a una temperatura límite y acciona a la bobina de dis paro del interruptor, quedando el transformador fuera de servi cio.

CONEXION DE TRANSFORMADORES

CONEXION DELTA-DELTA

La conexión delta-delta en transformadores trifásicos se emplea normalmente en lugares donde existen tensiones relativamente bajas; en sistemas de distribución se utiliza para alimentar cargas trifásicas a 3 hilos.

CONEXION DELTA-ESTRELLA

Esta conexión se emplea en aquellos sistemas de transmisión en que es necesario elevar voltajes de generación. En sistemas de distribución es conveniente su uso debido a que se pueden tener 2 voltajes diferentes (entre fase y neutro).

CONEXION ESTRELLA-ESTRELLA

Esta conexión se emplea en tensiones muy elevadas, ya que se disminuye la cantidad de aislamiento. Tiene la desventaja de no presentar oposición a las armónicas impares; en cambio puede conectarse a hilos de retorno.

CONEXION ESTRELLA-DELTA

Se utiliza esta conexión en los sistemas de transmisión de las subestaciones receptoras cuya función es reducir voltajes. En sistemas de distribución es poco usual; se emplea en algunas ocasiones para distribución rural a 20 kv.

CONEXION DELTA ABIERTA-DELTA ABIERTA

Esta puede considerarse como una conexión de emergencia en transformadores trifásicos, ya que si en un transformador se quema o sufre una avería de sus fases, se puede seguir alimentando carga trifásica operando el transformador a dos fases,

sólo que su capacidad disminuye a un 58.8% aprox.

PUESTA EN SERVICIO Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES

Antes de poner en operación un transformador dentro de una subestación eléctrica conviene efectuar una revisión de lo siguiente:

1. Rigidez dieléctrica del aceite.

Una lectura baja de rigidez dieléctrica del aceite nos indicará suciedad, humedad en el aceite. Para corregir esto se filtra el aceite las veces que sea necesario hasta obtener un valor correcto.

2. Resistencia de aislamiento.
3. Secuencia de fases correctas (polaridad).
4. Tener cuidado de que las lecturas de parámetros (v, i, w) sean las adecuadas.

MANTENIMIENTO

Es el cuidado que se debe tener en cualquier tipo de máquinas durante su operación, para prolongar su vida y obtener un funcionamiento correcto.

En el caso particular de los transformadores se requiere poco mantenimiento, en virtud de ser máquinas estáticas. Sin embargo, conviene que periódicamente se haga una revisión de algunas de sus partes, como son:

1. Inspección ocular de su estado externo en general, para observar fugas de aceite, etc.
2. Revisar si las boquillas no están flameadas por sobretensiones de origen externo o atmosférico.

3. Cerciorarse de que la rigidez dieléctrica del aceite sea la correcta, de acuerdo con las normas.

4. Observar que los aparatos indicadores funcionen debidamente.

5. Tener cuidado que los aparatos de protección y control operen en forma correcta.

INTERRUPTORES DE POTENCIA

Un interruptor es un dispositivo cuya función es interrumpir y restablecer la continuidad en un circuito eléctrico.

Si en cambio la operación de apertura o cierre la efectúa con carga (corriente nominal) o con corriente de corto circuito (en caso de alguna perturbación), el interruptor recibe el nombre de DISYUNTOR O INTERRUPTOR DE POTENCIA.

Si la operación se efectúa sin carga (corriente), el interruptor recibe el nombre de DESCONECTADOR O CUCHILLA DESCONECTADORA.

Los interruptores, en caso de apertura, deben asegurar el aislamiento eléctrico del circuito.

Los interruptores de potencia, como ya se mencionó interrumpen y restablecen la continuidad de un circuito eléctrico. La interrupción la deben efectuar con carga o corriente de corto circuito.

Se construyen en dos tipos generales:

- a) Interruptores de aceite
- b) Interruptores neumáticos

INTERRUPTOR DE ACEITE

Los interruptores en aceite se pueden clasificar en 3 - grupos:

1. Interruptores de gran volumen de aceite.
2. Interruptores de gran volumen de aceite con cámara de extinción.
3. Interruptores de pequeño volumen de aceite.

INTERRUPTORES DE GRAN VOLUMEN DE ACEITE

Estos interruptores reciben ese nombre debido a la gran - cantidad de aceite que contienen; generalmente se construyen - en tanques cilíndricos y pueden ser monofásicos y trifásicos.

Los trifásicos son para operar a voltajes relativamente - pequeños y sus contactos se encuentran contenidos en un reci--- piente común, separados entre sí por separadores (aislante).

Por razones de seguridad, en tensiones elevadas se em--- plean interruptores monofásicos (uno por fase en circuitos tri fásicos).

INTERRUPTORES EN GRAN VOLUMEN DE ACEITE CON CAMARA EX- TINCION

Los interruptores de grandes capacidades con gran volumen de aceite originan fuertes presiones internas que en algunas - ocasiones pueden ocasionar explosiones. Para disminuir estos - riesgos se idearon dispositivos donde se forman las burbujas de gas, reduciendo las presiones a un volumen menor. Estos dispo- sitivos reciben el nombre de "camaras de extracción" y dentro - de estas cámaras se extingue el arco. El procedimiento de ex--

tinción es el siguiente:

1. Al ocurrir una falla se separan los contactos que se encuentran dentro de la cámara de extinción.
2. Los gases que se producen tienden a escapar, pero como se hallan dentro de la cámara que contienen aceite originan una violenta circulación de aceite que extingue el arco.
3. Cuando el contacto móvil sale de la cámara, el arco residual se acaba de extinguir, entrando nuevamente aceite frío a la cámara.
4. Cuando los arcos se han extinguido, se cierran los elementos de admisión de la cámara.

INTERRUPTORES DE PEQUEÑO VOLUMEN DE ACEITE

Los interruptores de reducido volumen de aceite reciben este nombre debido a que su cantidad de aceite es pequeña en comparación con los de gran volumen. (Su contenido de aceite varía entre 1.5 y 2.5% del que contienen los de gran volumen.)

INTERRUPTOR NEUMATICO

El aire a presión se obtiene por un sistema de aire comprimido que incluye una o varias compresoras, un tanque principal, un tanque de reserva y un sistema de distribución en caso de que sean varios interruptores. Se fabrican monofásicos y trifásicos, para uso interior o uso exterior.

PRUEBAS A INTERRUPTORES

Las pruebas que generalmente se efectúan a los interruptores o antes de poner en servicio un sistema, son las siguientes.

1. Prueba de prestación.

Sirve para determinar el valor de la corriente de apertura o de la corriente de cierre en algunos casos (corriente de falla).

2. Prueba de sobrecarga.

Sirve para comprobar si el interruptor soporta la corriente de sobrecarga fijada.

3. Prueba de temperatura.

Sirve para observar el comportamiento del interruptor con temperaturas elevadas o con corrientes mayores que la nominal.

4. Pruebas de aislamiento.

Sirve para verificar el comportamiento del interruptor a la tensión nominal y comprobar la calidad de los aislamientos empleados.

5. Prueba mecánica.

Nos permite observar si el interruptor es lo suficientemente fuerte de acuerdo con su capacidad de diseño en (MVA).

6. Prueba de presión.

Nos permite comprobar la resistencia del tanque a las presiones internas originadas en una falla.

7. Prueba de funcionamiento.

Es la última prueba y nos permite comprobar el funcionamiento correcto de los dispositivos de control y mecánico.

RESTAURADORES

En los sistemas de distribución, además del problema de la protección de los equipos eléctricos, se presenta el de la "continuidad" del servicio, es decir, la protección que se planea en las redes de distribución se hace pensando en los dos factores mencionados anteriormente. Para satisfacer esta necesidad se ideó un interruptor de operación automática que no necesita de accionamiento manual para sus operaciones de cierre o apertura (la operación manual se refiere al mando por control remoto), es decir, construido de tal manera que un disparo o un cierre está calibrado de antemano y opera bajo una secuencia lógica predeterminada y constituye un interruptor operación automática con características de apertura y cierre regulables de acuerdo con las necesidades de la red de distribución que se va a proteger. Este interruptor recibe por tales condiciones el nombre de restaurador.

Un restaurador no es más que un interruptor de aceite con sus tres contactos dentro de un mismo tanque y que opera en capacidades interruptivas relativamente bajas y tensiones no muy elevadas.

Los restauradores normalmente están contruidos para funcionar con tres operaciones de recierre y cuatro aperturas, con

un intervalo entre una y otra calibrado de antemano en la última apertura el cierre debe ser manual, ya que indica que la falla es permanente.

OPERACION DE UN RESTAURADOR

El restaurador opera en forma semejante a un interruptor-trifásico, ya que sus contactos móviles son accionados por un vástago común, conectando y desconectando en forma simultánea.

El proceso de apertura y recierre se puede describir brevemente como sigue:

1. Cuando ocurre una falla la bobina de disparo se energiza y actúa sobre un trinquete mecánico que hace caer a los contactos móviles.
2. Los contactos móviles disponen de resortes tensionados de tal forma que la apertura es rápida. Al caer los contactos móviles energizan la bobina de recierre que se encuentra calibrada para operar con un cierto intervalo.
3. La bobina de recierre acciona un dispositivo mecánico que opera los contactos móviles, conectándose nuevamente con los contactos fijos.
4. Si la falla es transitoria, el restaurador queda conectado y preparado para otra falla; si la falla es permanente, repetirá todo el proceso anterior hasta quedar fuera según sea el número de recierres para el cual se ha calibrado.

La interrupción del arco tiene lugar en una cámara de ex-

tinción que contiene a los contactos.

Los restauradores que más se emplean son de los tipos - R y W.

Restaurador tipo R

El restaurador tipo R es semejante en su construcción al tipo W, pero se emplea para capacidades menores. A continuación se dan algunos datos de este tipo de restaurador.

Voltaje nominal	2.4-14.4 KV
Corriente nominal	25-400 amp.
Voltaje de diseño	15.5 KV

Restaurador tipo W

Se construye trifásico, en forma parecida al tipo R, pero es un poco más robusto.

Voltaje nominal	2.4-14.4KV
Corriente nominal	100-560 amp.
Voltaje de diseño	15.5 KV

CUCHILLA FUSIBLE

La cuchilla fusible es un elemento de conexión y desconexión de circuitos eléctricos. Tiene dos funciones: como cuchilla desconectadora, para lo cual se conecta y desconecta, y como elemento de protección.

El elemento de protección lo constituye el dispositivo fusible, que se encuentra dentro del cartucho de conexión y desconexión. El dispositivo fusible se selecciona de acuerdo con el valor de corriente nominal que va a circular por él pero los fabricantes tienen el correspondiente valor de corriente de ruptu

tura para cualquier valor de corriente nominal.

Los elementos fusibles se construyen fundamentalmente de plata (en casos especiales), cobre electrolítico con aleación de plata, o cobre aleado con estaño.

CUCHILLAS DESCONECTADORAS

La cuchilla desconectadora es un elemento que sirva para desconectar físicamente un circuito eléctrico.

Por lo general se operan sin carga, pero con algunos aditamentos se puede operar con carga, hasta ciertos límites.

CLASIFICACION DE CUCHILLAS DESCONECTADORAS

Por su operación:

- a) Con carga (con tensión nominal).
- b) Sin carga (con tensión nominal).

Por su tipo de accionamiento:

- a) Manual
- b) Automático.

Por su forma de desconexión:

- a) Con tres aisladores, dos fijos y un giratorio al centro (horizontal), llamado también de doble arco.
- b) Con dos aisladores (accionados con pértiga), operación vertical.
- c) Con dos aisladores, uno fijo y otro giratorio en el plano horizontal.
- d) Pantógrafo o separador de tijera.
- e) Cuchillas tipo "AV".
- f) Cuchillas de tres aisladores, el del centro movable

- g) Cuchillas desconectadoras con cuernos de arqueo.
- h) Cuchilla tripolar de doble aislador giratorio.

APARTARRAYOS

Las sobretensiones que se presentan en las instalaciones de un sistema pueden ser de dos tipos:

1. Sobretensiones de origen atmosférico.
2. Sobretensiones por fallas en el sistema.

En el estudio que ahora nos ocupa trataremos la protección contra sobretensiones de origen atmosférico.

Apartarrayos.- El apartarrayos es un dispositivo que nos permite proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico.

Las ondas que se presentan durante una descarga atmosférica viajan a la velocidad de la luz y dañan el equipo si no se tiene protegido correctamente; para la protección del mismo se deben tomar en cuenta los siguientes aspectos:

1. Descargas directas sobre la instalación.
2. Descargas indirectas.

De los casos anteriores el más interesante, por presentarse con mayor frecuencia, es el de las descargas indirectas.

El apartarrayos, dispositivo que se encuentra conectado permanentemente en el sistema, opera cuando se presenta una sobretensión de determinada magnitud, descargando la corriente a tierra.

Su principio general de operación se basa en la formación de un arco eléctrico entre dos explosores cuya separación esta

determinada de antemano de acuerdo con la tensión a la que va a operar.

Se fabrican diferentes tipos de apartarrayos, basados en el principio general de operación; por ejemplo, los más empleados son los conocidos como "apartarrayos tipo autovalvular" y "apartarrayos de resistencia variable".

El apartarrayos tipo autovalvular consiste de varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencia variables cuya función es dar una operación más sensible y precisa. Se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones, ya que representa una gran seguridad de operación.

El apartarrayos de resistencia variable funda su principio de operación en el principio general, es decir, con dos explosores, y se conecta en serie a una resistencia variable. Se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en sistemas de distribución.

La función del apartarrayos no es eliminar las ondas de sobretensión presentadas durante las descargas atmosféricas sino limitar su magnitud a valores que no sean perjudiciales para las máquinas del sistema.

Las sobretensiones originadas por descargas indirectas se deben a que se almacenan sobre las líneas cargas electrostáticas que al ocurrir la descarga se parten en dos y viajan en ambos sentidos de la línea a la velocidad de la luz.

Los apartarrayos protegen también a las instalaciones contra descargas directas, para lo cual tienen un cierto radio de protección. Para dar mayor seguridad a las instalaciones con--

tra descargas directas se instalan unas varillas conocidas como bayonetas e hilos de guarda semejantes a los que se colocan en las líneas de transmisión.

La tensión a que operan los apartarrayos se conocen técnicamente como tensión de cebado del apartarrayos.

El condensador se emplea como filtro con los apartarrayos de los generadores.

TRANSFORMADORES PARA INSTRUMENTO

Se denominan transformadores para instrumento los que se emplean para alimentación de equipo de medición, control o protección. Los transformadores para instrumento se dividen en dos clases:

1. Transformadores de corriente.
2. Transformadores de potencia.

Transformadores de corriente

Se conoce como transformador de corriente a aquél cuya función principal es cambiar el valor de la corriente de uno más o menos elevado a otro con el cual se pueden alimentar instrumentos de medición, control o protección, como ampérmetros, wattmetros, instrumentos registradores, relevadores de sobrecorriente, etc.

Su construcción es semejante a la de cualquier tipo de transformador, ya que fundamentalmente consiste de un devanado primario y un devanado secundario. La capacidad de estos transformadores es muy baja, se determina sumando las capacidades de

los instrumentos que se van a alimentar.

Estos transformadores son generalmente de tamaño reducido y el aislamiento que se emplea en su construcción tiene que ser de muy buena calidad, pudiendo ser en algunos casos resinas sintéticas (compound), aceite o líquidos no inflamables (pyranol, clorextol, etc.)

Como estos transformadores normalmente van a estar conectados en sistemas trifásicos, las conexiones que pueden hacerse con ellos son las conexiones normales trifásicas entre transformadores (delta delta, delta estrella, etc.). Es muy importante en cualquier conexión trifásica que se haga conectar correctamente los devanados de acuerdo con sus marcas de polaridad, y siempre conectar el lado secundario a tierra.

Hay transformadores de corriente que operan con corriente relativamente baja; estos transformadores pueden construirse sin devanado primario, ya que el primario lo constituye la línea a la que van a conectarse.

Transformadores de potencial

Se denomina transformador de potencial a aquél cuya función principal es transformar los valores de voltaje sin tomar en cuenta la corriente. Estos transformadores sirven para alimentar instrumentos de medición, control o protección que requieren señal de voltaje.

Los transformadores de potencial se construyen con un devanado primario y otro secundario; su capacidad es baja, ya que se determina sumando las capacidades de los instrumentos de me-

dición que se van a alimentar, y varían de 15 a 60 VA. Los aislamientos empleados son de muy buena calidad y son en general los mismos que se usan en la fabricación de los transformadores de corriente.

Se construyen para diferentes relaciones de transformación, pero el voltaje en el devanado secundario es normalmente 115 volts. Para sistemas trifásicos se conectan en cualquiera de las conexiones trifásicas conocidas, según las necesidades. Debe tenerse cuidado de que sus devanados estén conectados correctamente de acuerdo con sus marcas de polaridad.

ESPECIFICACIONES PARA TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTO

a) Transformador de corriente.

1. Función a desempeñar.
2. Relación de transformación (corriente primaria).
3. Tensión de operación.
4. Clase de precisión y tolerancia.

b) Transformador de potencial.

1. Función a desempeñar.
2. Relación de transformación (voltaje primario).
3. Colocación de las boquillas (en caso de subestación a la intemperie).
4. Clase de precisión y tolerancia.

RELEVADORES

Los relevadores son dispositivos de protección que sirven para retirar del servicio cualquier elemento de un sistema de

potencia, cuando se presentan desperfectos.

Están formados por contactos N.A. y N.C. que son accionados magnéticamente y contruidos para funcionar cuando se presentan variaciones de voltaje o corriente.

Se clasifican según aumente o disminuya el potencial o intensidad como: sobrevoltajes o sobrecorrientes.

Los principales relevadores que se utilizan en los sistemas de potencia son:

a) Relevadores de bajo voltaje.

Se utilizan para abrir o cerrar circuitos de disparo cuando el voltaje aplicado a sus bobinas de operación es menor al predeterminado.

b) Relevadores de corriente balanceada o fase reversible. Está formado por 3 relevadores mecánicamente separados pero interconectados electricamente. Se utiliza para proteger máquinas y líneas trifásicas contra fallas - debidas a desbalances de fases y operación monofásicas.

c) Relevador de bajo voltaje y de secuencia de fase.

Se utiliza para proteger máquinas de C.A. de bajo voltaje cuando arrancan debido a la apertura de fase con traria.

d) Relevadores de sobrecorriente con tiempo instantaneo.

Es de tipo de atracción electromagnética en el que una armadura es atraída por una bobina, cuando la corrien te alcanza un valor predeterminado, se utiliza para - protección contra sobrecorrientes en circuitos alimentadores.

e) Relevadores de subcorrientes con retardo de tiempo. Es del tipo de inducción electromagnética, es el más importante porque proporciona protección primaria y secundaria contra todo tipo de fallas entre fases o a tierra. El retardo de tiempo se realiza con un magnetismo permanente de arrastre que actúa como freno del disco de operación; estos relevadores pueden ser de tiempo largo e inverso.

f) Relevadores de protección diferencial.

Es del mismo tipo que el anterior y se utiliza para proteger máquinas de C.A. contra fallas entre fases y fallas a tierra. Opera cuando hay variaciones de corriente para una misma fase en la entrada y la salida de una máquina eléctrica, si la diferencia excede un cierto valor debido a una falla interna, entonces se cierran sus contactos abriendo el circuito. Para la protección de fase a tierra se requiere que el neutro de la máquina esté conectado a tierra.

Los relevadores se dividen en cuatro grupos:

1. Relevador de protección.

La función de este relevador es la de detectar falla en línea o aparatos, o bien otro tipo de condiciones indeseables, e incitar o permitir una apropiada desconexión al dar una adecuada señal de alarma.

2. Relevador auxiliar.

El relevador auxiliar es usado para asistir en el desarrollo de sus funciones a los relevadores de protec-

ción pueden agruparse en tres clasificaciones generales.

- Energizar circuitos de control múltiple.
- Proporcionar la capacidad de los contactos para circuitos de control que necesitan corrientes de mayor intensidad que las que pueden manejarse con seguridad.
- Proporcionar flexibilidad a los arreglos de contactos.

3. Relevador regulador.

Es un regulador cuya función es detectar la variación no deseada de la cantidad medida o variable controlada, y restaurar la cantidad dentro de los límites deseados o establecidos con anterioridad.

4. Relevador verificador.

Es aquel cuya función es verificar las condiciones del sistema de fuerza con respecto a límites prescritos, indicando operaciones automáticas o permitiéndolas, además de abrir un interruptor durante las condiciones de falla.

Los relevadores y otros aparatos para protección de corto circuito, excepto fusibles y elementos de acción térmica en interruptores de bajo voltaje, se basan fundamentalmente en dos principios de operación:

- Atracción electromagnética.
- Inducción electromagnética.

EQUIPO CARRIER DE COMUNICACION

Algunas líneas largas llevan equipo carrier para comunicación, que es más confiable, más económico que el alambre piloto de comunicación, aun cuando el equipo terminal es más complicado que el requerido para intercomunicación con alambre piloto.

En las mismas instalaciones, la ayuda de los capacitores de acoplamiento requeridos para el canal carrier pueden ser usados también como capacitores de potencial, tomando su poder expansivo de los transformadores, los cuales pueden ser otra vez utilizados para muestras de voltaje a través de los relevadores de protección.

Contrariamente a la práctica común, el alambre piloto de comunicación toma una comparación cuantitativa de las corrientes en las dos terminales, lo cual no sucede en la comunicación por equipo carrier, existiendo la simple posibilidad de la señal transmitida, esto es, el carrier puede estar en una de las dos posiciones: apagado o encendido.

DISEÑO DE UNA SUBESTACION ELECTRICA

Diseño de una subestación para una escuela industrial que consta con las siguientes características del equipo.

UNIDAD	CAPACIDAD	VOLTAJE	DISTANCIA
M-01	3 HP	220 V	10 M
M-02	5 HP	220 V	15 M
M-03	10 HP	220 V	18 M
M-04	7.5 HP	220 V	20 M
M-05	15 HP	220 V	25 M
S-01	10 KVA	220 V	40 M
S-02	15 KVA	220 V	35 M
TA-1	45 KW	220 V	35 M
TA-2	45 KW	220 V	40 M
TA-3	60 KW	220 V	42 M
CL-1	10 TON	220 V	50 M
CL-2	15 TON	220 V	60 M

Cálculo y selección del equipo de los motores de C.A. -
 3Ø, con una eficiencia del 90% y un factor de potencia del 0.85.
 Cálculo de la corriente nominal a plena carga (INPC).

$$INPC = \frac{HP * 746}{\sqrt{3} * VL * EF * FP}$$

Para un motor de 3 HP tenemos lo siguiente:

$$INPC = \frac{3 \text{ HP} * 746}{\sqrt{3} * 220 * 0.90 * 0.85}$$

$$INPC = 7.70 \text{ Amp.}$$

Una vez obtenida la corriente nominal se selecciona el in
 terruptor tomando en cuenta un factor de seguridad que depende
 de la potencia del motor y se clasifica como sigue:

1	-	7.5	HP	- - - - -	200% In
10	-	25	HP	- - - - -	165% In
30	-	En adelante		- - - - -	140% In

Para el motor de 3 HP le va a corresponder un factor de -
 seguridad del 200% por lo tanto la máxima corriente por sobre-
 carga (Isc) sería la siguiente:

$$Isc = INPC * F.S.$$

$$Isc = 7.70 * 200\%$$

$$Isc = 15.5 \text{ Amp.}$$

El interruptor termomagnético que le va a corresponder es

de 3 X 20 Tipo FA
 100

Para el cálculo del calibre del conductor utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Corriente del conductor} = \frac{1.25 * \text{INPC}}{\text{Fa} * \text{Ft}}$$

Fa = Factor por agrupamiento
Ft = Factor por temperatura

Valores encontrados en tablas.

Para el motor de 3 HP le corresponde una corriente de conductor (Icond) de:

$$\text{Icond} = \frac{1.25 * 7.70}{1.00 * 0.87}$$

$$\text{Icond} = 11.0 \text{ Amp.}$$

Con el valor de la corriente de conductor, con una temperatura máxima de aislamiento de 90°C y en la columna de tubería o cable en las tablas encontraremos el valor del calibre a usar, como el valor de la corriente de conductor es de 11 Amp. y no aparece en las tablas se va a tomar el próximo inmediato a esta corriente y sería de 25 Amp. por lo tanto el calibre a usar sería de 14 AWG.

Para seleccionar el tubo conduit nos basamos en las tablas y con el calibre de 14 AWG resulta que el tubo conduit a usar sería de 1/2" ó 13 mm.

La caída de tensión se produce por la resistencia que tiene el conductor en su trayectoria, la caída máxima es del 3% de caída de tensión y se siguen los siguientes pasos:

$$V = \frac{\text{FC} * \text{Ip/cable} * L}{1000}$$

FC = Factor de caída (Dato de tablas).

$I_p/\text{cable} = 1.25 * INPC$ (No es afectada por F_a y F_t).

L = Long. del interruptor al motor.

1000 = constante

$$V = \frac{10.76 * 9.6 * 10}{1000}$$

$$V = 1.03 \text{ volts}$$

El porcentaje de caída de tensión es:

$$\%V = \frac{V * \sqrt{3}}{V_L} * 100$$

$$\%V = \frac{1.03 * \sqrt{3}}{220}$$

$$\%V = 1.0\%$$

Para el motor de 3 HP le va a corresponder lo siguiente:

3 - 14 - 13

Para un motor de 5 HP con un voltaje de 220 V y una longitud de 15 M. le va a corresponder lo siguiente:

1. INPC - 12.8 Amp (Corriente nominal a plena carga)
2. Isc - 25.6 Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le corresponde sería -
de $\frac{3 * 30}{100}$ Tipo FA

4. $I_{cond} = 18.39 \text{ Amp}$ (Corriente de conductor).
5. El calibre que le corresponde seria de 14 AWG
6. La tubería conduit que le corresponde según las tablas seria de 1/2" ó 13 mm.
7. $V = 2.58 \text{ volts}$
8. $\%V = 2.03\%$ (Porcentaje de caída de tensión).

Para el motor de 5 HP le corresponde lo siguiente:

3 - 14 - 13

Para un motor de 10 HP con un voltaje de 220v y una longitud de 18 m. le va a corresponder lo siguiente:

1. $I_{NPC} = 25.6$ Amp (Corriente nominal a plena carga)
2. $I_{sc} = 42.22$ Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le corresponde seria de $\frac{3 \times 50}{100}$ Tipo FA
4. $I_{cond} = 36.78$ Amp (Corriente de conductor)
5. El calibre que le corresponde segun las tablas seria de 10 AWG.
6. La tuberia conduit que le corresponde segun tablas seria de 1/2" ó 13 mm.
7. $V = 2.45$ volts
8. $\%V = 1.92\%$ (Porciento de caida de tensión)

Para el motor de 10 HP le corresponde lo siguiente:

3 - 10 - 13

Para un motor de 7.5 HP con un voltaje de 220v y una longitud de 20 m le va a corresponder lo siguiente:

1. INPC = 19.19 Amp (Corriente nominal a plena carga)
2. Isc = 38.38 Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le corresponde según las tablas sería de $\frac{3 \times 40}{100}$ Tipo FA
4. Icond = 27.57 Amp (Corriente de conductor)
5. El calibre que le corresponde según las tablas sería de 12 AWG.
6. La tubería conduit que le corresponde según tablas sería de 1/2" ó 13 mm.
7. V = 3.24 volts
8. %V = 2.5% (Porcentaje de caída de tensión)

Para el motor de 7.5 HP le corresponde lo siguiente:

3 - 12 - 13

Para un motor de 15 HP con un voltaje de 220v y una longitud de 25 m. le va a corresponder lo siguiente:

1. INPC = 38.38 Amp (Corriente nominal)
2. Isc = 63.33 Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le corresponde según las tablas sería de $\frac{3 \times 70}{100}$ Tipo FA
4. Icond = 55.14 Amp (Corriente de conductor)
5. El calibre que le corresponde según las tablas sería de 6 AWG.
6. La tubería conduit que le corresponde según tablas sería de 1" ó 25 mm.
7. V = 2.01 volts
8. %V = 1.58% (Porcentaje de caída de tensión)

Para el motor de 15 HP le corresponde lo siguiente:

3 - 6 - 25

Cálculo y selección del equipo de las máquinas de soldar considerando un factor de seguridad del 250 al 300% de la corriente nominal ya que consumen demasiada corriente.

Cálculo de la corriente nominal (I_n)

$$I_n = \frac{KVA}{\sqrt{3} * VL}$$

Para una máquina de soldar de 10 KVA

$$I_n = \frac{10 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 0.220 \text{ kv}}$$

$$I_n = 26.24 \text{ Amp}$$

Para la máquina de soldar de 10 KVA vamos a tomar un factor de seguridad del 280% por lo tanto le va a corresponder una corriente por sobrecarga de:

$$I_{sc} = I_n * FS$$

$$I_{sc} = 26.24 * 280\%$$

$$I_{sc} = 73.47 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético que le va a corresponder es de $\frac{3 * 100}{100}$ Tipo FA

Para el cálculo del calibre del conductor utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Corriente del conductor} = \frac{1.25 * I_n}{F_a * F_t}$$

Para la máquina de soldar de 10 KVA le va a corresponder una corriente de conductor (I_{cond}) de:

$$I_{cond} = \frac{1.25 * 26.24}{1 * 0.87}$$

$$I_{cond} = 37.70 \text{ Amp}$$

Con el valor de la corriente de conductor nos vamos a las tablas y encontramos que el calibre a usar es de 10 AWG.

La tubería conduit a usar según datos de las tablas es de: 1/2" ó 13 mm.

Para calcular la caída de tensión la cual no debe exceder del 3% se siguen los siguientes pasos:

$$\%V = \frac{FC * I_n * L}{10 * V_L}$$

FC = Factor de caída (Datos de tablas).

I_n = Corriente nominal.

L = Longitud del interruptor a la máquina de soldar.

V_L = Voltaje de línea.

10 = Constante.

$$\%V = \frac{4.26 * 26.24 * 40}{10 * 220}$$

$$\%V = 2.03\%$$

Para la máquina de soldar de 10 KVA le va a corresponder lo siguiente:

$$3 - 10 - 13$$

Para una máquina de soldar de 15 KVA con un voltaje de 220 V y una longitud de 35 m. le va a corresponder lo siguiente:

1. $I_n = 39.36 \text{ Amp}$ (Corriente nominal)
2. $I_{sc} = 110.22 \text{ Amp}$ (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le va a corresponder según las tablas es de: $\frac{3 \times 125}{225}$ Tipo KA
4. $I_{cond} = 56.55 \text{ Amp}$ (Corriente de conductor)
5. El calibre que le corresponde según datos de tablas es de: 6 AWG.
6. La tubería conduit que le corresponde según las tablas - sería de 1" ó 25 mm.
7. $\%V = 1.05\%$ (Porcentaje de caída de tensión)

Para la máquina de soldar de 15 KVA le va a corresponder lo siguiente:

3 - 6 - 25

Cálculo y selección del equipo de los climas considerando un factor de seguridad del 150% de la corriente nominal y un factor de potencia de 0.85.

Para encontrar la corriente nominal del clima utilizamos la siguiente fórmula:

$$I_n = \frac{\text{Ton} * 1900}{\sqrt{3} * V_L * F_p}$$

Ton = Capacidad del clima en toneladas

1900 = Factor de conversión Ton a Watts.

V_L = Voltaje de línea.

F_p = Factor de potencia.

Para un clima de 10 Ton tenemos lo siguiente:

$$I_n = \frac{10 \text{ Ton} * 1900}{\sqrt{3} * 220 * 0.85}$$

$$I_n = 59 \text{ Amp}$$

Para el clima de 10 toneladas vamos a tomar un factor de seguridad del 150% por lo tanto le va a corresponder una corriente de sobrecarga de:

$$I_{sc} = I_n * FS$$

$$I_{sc} = 59 * 150\%$$

$$I_{sc} = 83.5 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético que le va a corresponder es de: $\frac{3 * 100}{100}$ Tipo FA

Para el cálculo del calibre del conductor utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Corriente de conductor} = \frac{1.25 * I_n}{F_a * F_t}$$

Para el clima de 10 toneladas le va a corresponder una co
rriente de conductor de:

$$I_{\text{cond}} = \frac{1.25 * 59.0}{1 * 0.87}$$

$$I_{\text{cond}} = 84.77 \text{ Amp}$$

Con el valor de la corriente de conductor nos vamos a las
tablas y encontramos que el calibre a usar es de 4 AWG.

La tubería conduit a usar según los datos de las tablas -
sería de 1" ó 25 mm.

Para calcular la caída de tensión la cual no debe exceder
del 3% se siguen los siguientes pasos:

$$\%V = \frac{FC * I_n * L}{10 * VL}$$

$$\%V = \frac{1.06 * 59 * 50}{10 * 220}$$

$$\%V = 1.42\%$$

Para el clima de 10 toneladas le va a corresponder lo
siguiente:

3 - 4 - 25

Para un clima de 15 toneladas con un voltaje de 220 v y una longitud de 60 m. le va a corresponder lo siguiente:

1. $I_n = 88 \text{ Amp}$ (Corriente nominal)
2. $I_{sc} = 132 \text{ Amp}$ (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le va a corresponder - según las tablas sería de $\frac{3 \times 150}{225}$ Tipo KA
4. $I_{cond} = 126.43 \text{ Amp}$ (Corriente de conductor)
5. El calibre que le va a corresponder según datos de tablas es de 1 AWG, pero como este calibre no es muy común se va a utilizar el calibre 1/0.
6. La tubería conduit que le corresponde según dato de las - tablas es de 1 1/2" ó 38 mm.
7. $\%V = 1\%$ (Porcentaje de caída de tensión).

Para el clima de 15 toneladas le va a corresponder lo siguiente:

3 - 1/0 - 38

Cálculo y selección del equipo de los tableros de alumbrado considerando un factor de seguridad del 125% de la corriente nominal y considerando un factor de potencia de 0.92.

Para encontrar la corriente nominal del tablero de alumbrado utilizamos la siguiente fórmula:

$$I_n = \frac{Pot}{\sqrt{3} * VL * Fp}$$

Para un tablero de alumbrado de 45 KW tenemos lo siguiente:

$$I_n = \frac{45 \text{ KW}}{\sqrt{3} * .220 * 0.92}$$

$$I_n = 128.36 \text{ Amp}$$

Para el tablero de 45 KW vamos a tomar un factor de seguridad del 125% por lo tanto le va a corresponder una corriente - por sobrecarga de:

$$I_{sc} = I_n * FS$$

$$I_{sc} = 128.36 * 125\%$$

$$I_{sc} = 160.45 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético que le va a corresponder según las tablas sería de $\frac{3 \times 175}{225}$ Tipo KA

Para el cálculo del calibre del conductor utilizamos la siguiente fórmula:

$$\text{Corriente del conductor} = \frac{1.25 * I_n}{F_a * F_t}$$

Para el tablero de alumbrado de 45 KW le va a corresponder una corriente de conductor de:

$$I_{cond} = \frac{1.25 * 128.36}{1 * 0.87}$$

$$I_{\text{cond}} = 134.42 \text{ Amp}$$

Con el valor de la corriente de conductor nos vamos a las tablas y encontramos que el calibre a usar es de 2/0 AWG.

La tubería conduit a usar según los datos de las tablas - sería de 1 1/2" ó 38 mm.

Para calcular la caída de tensión la cual no debe exceder del 3% se siguen los siguientes pasos:

$$\%V = \frac{FC * I_n * L}{10 * VL}$$

$$\%V = \frac{0.333 * 128.36 * 35}{10 * 220}$$

$$\%V = 0.70\%$$

Para el tablero de alumbrado de 45 KW le va a corresponder lo siguiente:

$$3 - 2/0 - 38$$

Para un tablero de alumbrado de 45 KW con un voltaje de 220v y una longitud de 40m. le va a corresponder lo siguiente:

1. $I_n = 128.36$ Amp (Corriente nominal)
2. $I_{sc} = 160.45$ Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le va a corresponder según las tablas sería de $\frac{3 \times 175}{225}$ Tipo KA
4. $I_{cond} = 184.42$ Amp (Corriente de conductor)
5. El calibre que le va a corresponder según datos de tablas es de 2/0 AWG.
6. La tubería conduit a usar según datos de tablas sería de 1 1/2" ó 38 mm.
7. $\%V = 0.77\%$ (Porcentaje de caída de tensión).

Para el tablero de alumbrado de 45 KW le va a corresponder lo siguiente:

3 - 2/0 - 38

Para un tablero de alumbrado de 60 KW con un voltaje de -
220v y una longitud de 42m le va a corresponder lo siguiente:

1. $I_n = 171.15$ Amp (Corriente nominal)
2. $I_{sc} = 213.93$ Amp (Corriente por sobrecarga)
3. El interruptor termomagnético que le va a corresponder -
según datos de tablas es de $\frac{3 \times 225}{225}$ Tipo KA
4. $I_{cond} = 245.90$ Amp (Corriente de conductor)
5. El calibre que le va a corresponder según datos de tabla
es de: 250 MCM.
6. La tubería conduit a usar según datos de tablas sería de
2 1/2" ó 63 mm.
7. %V = 0.60% (Porcentaje de caída de tensión)

Para el tablero de alumbrado de 60 KW le va a corresponder
lo siguiente:

3 - 250 - 63

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS MOTORES

UNIDAD	INTERRUPTOR	# CALIBRE	TUBO CONDUIT	%C.TENSION
M-01	3 X 20	14 AWG	13 mm.	1.00%
M-02	3 X 30	14 AWG	13 mm.	2.03%
M-03	3 X 50	10 AWG	13 mm.	1.92%
M-04	3 X 40	12 AWG	13 mm.	2.50%
M-05	3 X 70	6 AWG	25 mm.	1.58%

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS CLIMAS

CL-1	3 X 100	4 AWG	25 mm.	1.42%
CL-2	3 X 150	1/0 AWG	38 mm.	1.00%

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS SOLDADORAS

S-01	3 X 100	10 AWG	13 mm.	2.03%
S-02	3 X 125	6 AWG	25 mm.	1.05%

RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS TABLEROS

DE ALUMBRADO

TA-1	3 X 175	2/0 AWG	38 mm.	0.70%
TA-2	3 X 175	2/0 AWG	38 mm.	0.77%
TA-3	3 X 225	250 MCM	63 mm.	0.60%

CALCULO DE LA CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR

Para determinar la capacidad tenemos que convertir todas - las cargas en KVA utilizando las siguientes fórmulas:

Para motores:

$$\sum \text{HP} = 3 + 5 + 10 + 7.5 + 15 = 40.5 \text{ HP}$$

$$\text{KW} = 0.746 * \text{HP} = 0.746 * 40.5$$

$$\text{KW} = 30.21$$

$$\text{Fp} = \cos \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \text{Fp} = \cos^{-1} 0.85 = 31.78$$

$$\text{KVAR} = \tan \theta * \text{KW} = \tan 31.78 * 30.21$$

$$\text{KVAR} = 18.71$$

$$\text{KVA} = \sqrt{(30.21)^2 + (18.71)^2}$$

$$\text{KVA} = 35.33$$

Para los climas:

$$\sum \text{Ton} = 10 + 15 = 25 \text{ Ton.}$$

$$\text{KW} = 1.900 * \text{Ton} = 1.900 * 25 \text{ Ton.}$$

$$\text{KW} = 47.5$$

$$\text{Fp} = \cos \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} \text{Fp} = \cos^{-1} 0.85 = 31.78$$

$$\text{KVAR} = \tan \theta * \text{KW} = \tan 31.78 * 47.5$$

$$\text{KVAR} = 29.42$$

$$\text{KVA} = \sqrt{(47.5)^2 + (29.42)^2}$$

$$\text{KVA} = 55.87$$

Para las máquinas soldadoras:

$$\text{KVA} = 10 + 15 = 25 \text{ KVA}$$

Para los tableros de alumbrado:

$$\text{KW} = 45 + 45 + 60 = 150 \text{ KW}$$

$$F_p = \cos \theta$$

$$\theta = \cos^{-1} F_p = \cos^{-1} 0.92 = 23.07$$

$$\text{KVAR} = \tan \theta * \text{KW} = \tan 23.07 * 150$$

$$\text{KVAR} = 63.89$$

$$\text{KVA totales} = 35.53 + 55.87 + 25 + 163$$

$$\text{KVA totales} = 279.5 \text{ KVA}$$

Los KVA totales instalados son: 279.5 KVA

Se determina la capacidad del transformador utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{KVA transformador} = \text{KVA inst.} * \text{FD} + (20-30\%) \text{ KVA inst.}$$

FD = Factor de demanda, se determina por medio de una tabla ya que depende de el tipo de establecimiento en que se va a usar el transformador. En este caso se va a usar un factor de demanda para una escuela y le va a corresponder de 0.70.

$$\text{KVA transformador} = 279.5 * 0.70 + 0.30 * 279.5$$

$$\text{KVA transformador} = 279.5 \text{ KVA}$$

Tomando el valor comercial del transformador será de 300 KVA.

CALCULO DE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y CONDUCTORES
PRINCIPALES

Para determinar los interruptores y los conductores necesitamos las corrientes totales de los circuitos principales.

Corriente total de motores = 103.67 Amp

Corriente total de climas = 147 Amp

Corriente total de máquinas de soldar = 65.6 Amp

Corriente total de tableros de alumbrado = 427.87 Amp

CALCULO PARA LA SELECCION DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE
LOS MOTORES

$$I_{cond} = \frac{(1.25 * I_n \text{ motor mayor}) + \sum (I_n \text{ de los demas motores})}{F_a * F_t}$$

Fa = Factor de agrupamiento = 1.00

Datos de tablas

Ft = Factor de temperatura = 0.87

$$I_{cond} = \frac{1.25 * 38.38 + 65.29}{1.00 * 0.87}$$

Icond = 130.18 Amp

El calibre que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 1 AWG. pero como este calibre no es muy comun se va a utilizar el calibre 1/0 AWG. y la tubería conduit que le va a corresponder según datos de tablas sería de 1.5 ó 38 mm.

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LOS MOTORES

$$I_{prot} = I_{int. mayor} + \sum (I_n \text{ de las demas cargas})$$

$$I_{prot} = 70 + 65.29 = 135.29 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético principal que le corresponde a los motores sería de: $\frac{3 \times 150}{225}$ Tipo KA

CALCULO PARA LA SELECCION DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE LAS MAQUINAS DE SOLDAR

$$I_{cond} = \frac{(1.25 * I_n \text{ soldadura mayor}) + \sum (I_n \text{ de las demas soldadoras})}{F_a * F_t}$$

$$F_a = \text{Factor de agrupamiento} = 1.00$$

Datos de tablas

$$F_t = \text{Factor de temperatura} = 0.87$$

$$I_{cond} = \frac{1.25 + 39.36 + 26.24}{1.00 * 0.87}$$

$$I_{cond} = 86.71 \text{ Amp}$$

El calibre que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 4 AWG. y la tubería conduit que le va a corresponder según datos de tabla sería de: 1" ó 25 mm.

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LAS MAQUINAS DE SOLDAR

$$I_{prot} = I_{int. mayor} + \sum (I_n \text{ de las demas cargas})$$

$$I_{prot} = 125 + 26.24 = 151.24 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético principal que le corresponde a las soldadoras sería de:

$$\frac{3 \times 175}{225} \text{ Tipo KA}$$

CALCULO PARA LA SELECCION DEL CONDUCTOR PRINCIPAL
DE LOS CLIMAS

$$I_{cond} = \frac{(1.25 * I_{n \text{ clima mayor}}) + \sum (I_{n \text{ de los demas climas}})}{F_a * F_t}$$

$$F_a = \text{Factor de agrupamiento} = 1.00$$

Datos de tablas

$$F_t = \text{Factor de temperatura} = 0.87$$

$$I_{cond} = 194.25 \text{ Amp}$$

El calibre que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 3/0 AWG. y la tubería conduit que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 2" ó 51 mm.

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LOS CLIMAS

$$I_{prot} = I_{int. \text{ mayor}} + \sum (I_{n \text{ de las demas cargas}})$$

$$I_{prot} = 150 + 59 = 209 \text{ Amp}$$

El interruptor termomagnético principal que le corresponde a los climas sería de: $\frac{3 \times 225}{225}$ Tipo KA

CALCULO PARA EL CONDUCTOR PRINCIPAL DE LOS TABLEROS
DE ALUMBRADO

$$I_{cond} = \frac{(1.25 * I_{n \text{ t. alum. mayor}}) + \sum (I_{n \text{ de los demas t.alum.}})}{F_a * F_t}$$

$$F_a = \text{Factor de agrupamiento} = 1.00$$

$$F_t = \text{Factor de temperatura} = 0.87$$

$$I_{cond} = 540.98 \text{ Amp}$$

El calibre que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 2 (3#250 MCM). y la tubería conduit que le va a corresponder será de: 2(2.5 ó 63 mm.)

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL DE LOS TABLEROS
DE ALUMBRADO

$$I_{prot} = I_{int. \text{ mayor}} + \sum (I_{n \text{ de las demas cargas}})$$

$$I_{prot} = 225 + 256.72 = 481.72$$

El interruptor termomagnético principal que le corresponde a los tableros de alumbrado sería de: $\frac{3 \times 500}{1000}$ Tipo MA

CALCULO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL DE BAJA TENSION

$$InTransf. B.T. = \frac{KVA}{\sqrt{3} * KV}$$

$$InTransf. B.T. = \frac{300}{\sqrt{3} * 0.220}$$

$$InTransf. B.T. = 787.29 \text{ Amp}$$

$$Icond = \frac{1.25 * InB.T.}{Fa * Ft}$$

$$Fa = \text{Factor de agrupamiento} = 1.00$$

Datos de tablas

$$Ft = \text{Factor de temperatura} = 0.87$$

$$Icond = 1131.16 \text{ Amp}$$

El calibre que le va a corresponder según datos de tablas sería de: 4(3#300 MCM).

La tubería conduit que le va a corresponder sería la siguiente: 4(2.5 ó 63 mm.).

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL EN BAJA TENSION

$$Iprot = 1.25 * InTransf. B.T.$$

$$Iprot = 1.25 * 787.29$$

$$Iprot = 984.11 \text{ Amp}$$

El interruptor que le va a corresponder según datos de tablas

$$\text{es de: } \frac{3 \times 1000}{1000} \text{ Tipo MA}$$

CALCULO DEL CONDUCTOR PRINCIPAL EN ALTA TENSION

$$I_{nA.T.} = \frac{KVA \text{ transf.}}{\sqrt{3} * KVA.T.}$$

$$I_{nA.T.} = \frac{300 \text{ KVA}}{\sqrt{3} * 13.2 \text{ Kv}}$$

$$I_{nA.T.} = 13.12 \text{ Amp}$$

$$I_{cond} = \frac{1.25 * I_{nA.T.}}{F_a * F_t}$$

$$I_{cond} = 18.85 \text{ Amp}$$

Con el valor de la corriente de conductor en las tablas - encontramos que el calibre a usar sería de 14 AWG. Pero por - cuestiones de diseño mecánico el mínimo calibre a usar en el - lado de alta tensión sería de 4 AWG (cobre desnudo).

CALCULO DEL INTERRUPTOR PRINCIPAL EN ALTA TENSION

$$I_{prot} = I_{nA.T.} * 200\%$$

$$I_{prot} = 13.12 * 200\%$$

$$I_{prot} = 26.24 \text{ Amp}$$

La cuchilla desconectadora que le corresponde sería de - 100 Amp y un fusible de 30 Amp.

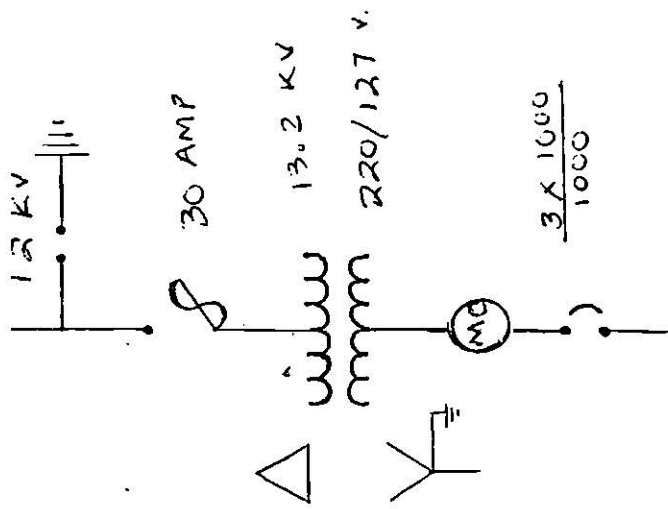
SELECCION DEL APARTARRAYOS

El voltaje de fase a tierra en alta tensión es de 7.62 Kv. $(13.2 / \sqrt{3})$. El voltaje en el apartarrayo debe de accionarse - al 150% del voltaje de fase a tierra por lo tanto tenemos lo - siguiente:

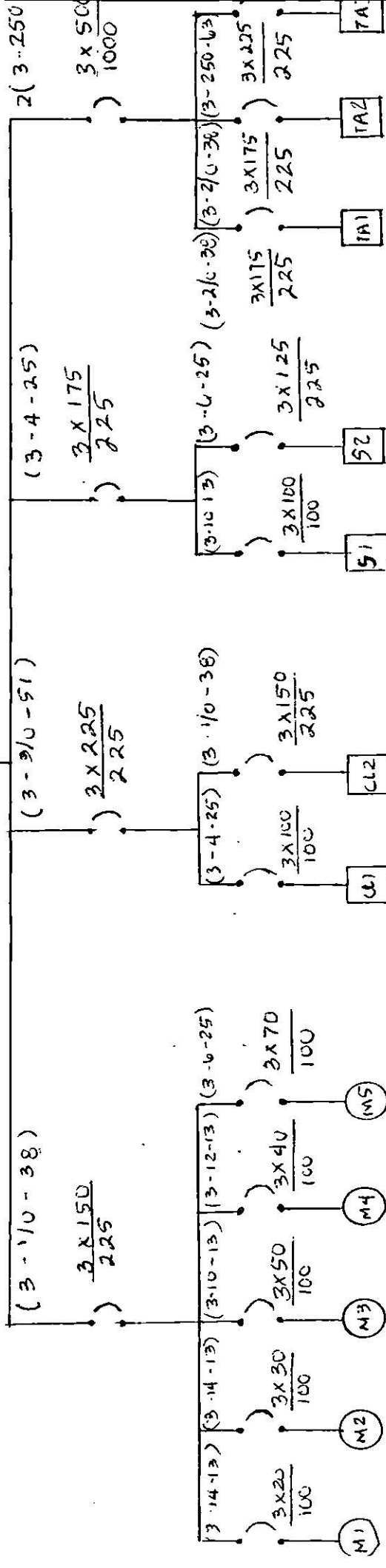
$$V \text{ apartarrayos} = 150\% * 7.62 \text{ Kv}$$

$$V \text{ apartarrayos} = 11.43 \text{ Kv}$$

Por lo tanto seleccionaremos un apartarrayos de 12 Kv.



500 kVA, 3F, 0A, 1000 MVA, 65°C



FACTORES DE CORRECCION POR TEMPERATURA AMBIENTE (NTIE-81, TABLA 302.4b)

Temperatura ambiente °C	Temperatura máxima permisible en el aislamiento, °C						
	60	75	85	90	110	125	200
31 - 40	0.82	0.88	0.90	0.91	0.94	0.95	—
✓ 41 - 45	0.71	0.82	0.85	0.87	0.90	0.92	—
46 - 50	0.58	0.75	0.80	0.82	0.87	0.89	—
51 - 55	0.41	0.67	0.74	0.76	0.83	0.86	—
56 - 60	—	0.58	0.67	0.71	0.79	0.83	0.91
61 - 70	—	0.35	0.52	0.58	0.71	0.76	0.87
71 - 80	—	—	0.30	0.41	0.61	0.68	0.84
81 - 90	—	—	—	—	0.50	0.61	0.80
91 - 100	—	—	—	—	—	0.51	0.77
101 - 120	—	—	—	—	—	—	0.69
121 - 140	—	—	—	—	—	—	0.59

* Para ampacidades a temperatura ambiente de 30 °C

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO PARA CABLES EN TUBERIA CONDUIT

(SEGUN NTIE-81)

Número de Conductores	Factor
✓ 1 a 3	1.00
4 a 6	0.80
7 a 24	0.70
25 a 42	0.60
43 y más	0.50

(NTIE-81
TABLA 302.4a)

Nota estos factores se aplican en el caso de ser todos conductores para alumbrado o fuerza. Los conductores neutro que transportan tan sólo la corriente de desequilibrio de otros conductores o tierras no se toman en cuenta para los factores de corrección por agrupamiento (Según NTIE-81)

Factores de corrección por variación en la temperatura ambiente

Cables directamente enterrados o en ductos subterráneos

Máxima temperatura del conductor (°C)	Temperatura del terreno (°C)				
	15	20	25	30	35
60	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85
75	1.10	1.05	1.00	0.95	0.88
80	1.09	1.04	1.00	0.96	0.90
90	1.07	1.03	1.00	0.97	0.92

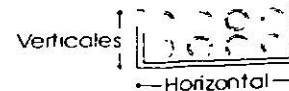
Cables instalados al aire

Máxima temperatura del conductor (°C)	temperatura ambiente (°C)							
	15	20	25	30	35	40	45	50
60	1.50	1.41	1.32	1.22	1.12	1.00	0.87	0.71
75	1.31	1.25	1.20	1.13	1.07	1.00	0.93	0.85
80	1.27	1.22	1.17	1.12	1.06	1.00	0.94	0.87
90	1.22	1.18	1.14	1.10	1.05	1.00	0.95	0.89

FACTORES DE CORRECCION POR AGRUPAMIENTO DE CABLES EN CHAROLAS

Cables con separación mantenida de 1/4 a 1 vez el diámetro del cable

Número de Cables Verticalmente	Número de Cables Horizontalmente					
	1	2	3	4	5	6
1	1.00	0.93	0.87	0.84	0.83	0.82
2	0.89	0.83	0.79	0.76	0.75	0.74
3	0.80	0.76	0.72	0.70	0.69	0.68
4	0.77	0.72	0.68	0.67	0.66	0.65
5	0.75	0.70	0.66	0.65	0.64	0.63
6	0.74	0.69	0.64	0.63	0.62	0.61



Ej. 4 horizontal y 2 vertical

Factor = 0.76

CAIDA
 MTS LONGITUD
 WIRE
 500 KCM
 AMP.
 ALADO ENTUBERIA
 METALICA
 VOLTS

Calcular la caída de tensión para un conductor de cobre, calibre 500 kCM, el cual transporta una corriente de 405 amperes a una temperatura en el conductor de 90°C. El cable se encuentra instalado dentro de una tubería no metálica y forma parte de un circuito trifásico que opera a una tensión de 440 Volts entre fases y un factor de potencia igual a la unidad.

De la tabla de factores de caída de tensión unitario para cables de cobre se tiene que:

$F_p = 0.094$

Por lo que: RES. AMP LONG

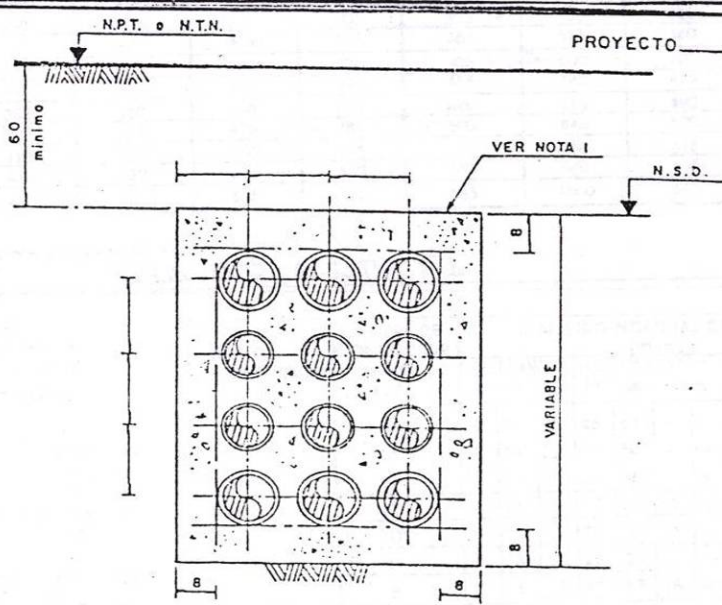
$e = 0.094 \times 405 \times 75$
 $e = 2853$ millivolt
 $e = 2.86$ volts al neutro
 $e = 4.95$ volts entre fases

El porcentaje de caída de tensión al punto será:

$\% R = \frac{2.86 \times \sqrt{3}}{440} \times 100$

$\% R = 1.13\%$

Calibre	Fc = 75°C		Fc = 90°C	
	Fp= 80%	Fp= 100%	Fp= 80%	Fp= 100%
	Metálico	No metálico	Metálico	No metálico
20	33.13	33.12	41.30	41.30
18	20.36	20.85	26.00	26.00
16	13.14	13.14	16.30	16.30
14	8.31	8.31	10.30	10.30
12	5.25	5.25	6.47	6.47
10	3.32	3.32	4.06	4.06
8	2.12	2.12	2.55	2.55
6	1.35	1.35	1.60	1.60
4	0.874	0.874	1.01	1.01
2	0.574	0.570	0.637	0.637
1/0	0.398	0.391	0.400	0.401
2/0	0.320	0.312	0.316	0.317
3/0	0.268	0.260	0.261	0.253
4/0	0.225	0.217	0.210	0.202
250	0.201	0.193	0.178	0.171
300	0.178	0.170	0.151	0.144
350	0.162	0.154	0.131	0.124
400	0.151	0.142	0.116	0.110
500	0.145	0.125	0.095	0.090
600	0.124	0.114	0.081	0.076
750	0.144	0.103	0.068	0.064
1000	0.105	0.093	0.054	0.052



SIN ESCALA

ACOTACIONES EN cm.

NOTAS:

- 1.- CONCRETO PIGMENTADO DE ROJO
- 2.- EL BANCO DE DUCTOS TENDRA UN MAXIMO DE 12 TUBOS, DEBIENDOSE DEJAR MINIMO UN TUBO DE RESERVA.
- 3.- ESTOS VALORES ESTAN EN cm.

Ø	(3/4")	(1")	(1 1/4")	(1 1/2")	(2")	(2 1/2")	(3")	(4")
mm	19	25	32	38	51	64	76	101
(3/4")	6	-	-	-	-	-	-	-
(1")	6	6	-	-	-	-	-	-
(1 1/4")	8	8	8	-	-	-	-	-
(1 1/2")	10	10	10	10	-	-	-	-
(2")	10	10	10	10	12	-	-	-
(2 1/2")	13	13	13	14	14	15	-	-
(3")	15	15	15	16	16	17	17	-
(4")	18	19	19	19	20	20	21	21

VER NOTA 3

SEPARACION MINIMA ENTRE CENTROS DE TUBERIA CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO.

mm	DIAMETRO EXTERIOR mm	KILOS POR TRAMO
19	25.40	2.741
25	31.75	4.290
32	40.49	5.548
38	46.38	6.396
51	58.88	9.765
64	73.00	18.028
76	88.90	22.141
101	114.30	31.779

DATOS DE TUBO CONDUIT DE ACERO GALVANIZADO TIPO SEMIPESADO

CAPACIDAD DE CORRIENTE DE CONDUCTORES DE COBRE AISLADOS (AMPERES) *

Temperatura máxima del aislamiento	60 °C		75 °C		85 °C		90 °C	
Tipos	THWN, RHW, T, TW, TWD, MTW		RH, RHW, RHE, THW, THWN, DF, XHHW		PILC, V, MI		TA, TBS, SA, AVB, SIS, FEP, THW, RHH, THHN, MTW, EP, XHHW *	
Calibre AWG MCM.	En tubería o cable	AJ aire	En tubería o cable	AJ aire	En tubería o cable	AJ aire	En tubería o cable	AJ aire
14	15	20	15	20	25	30	25	30
12	20	25	20	25	30	40	30	40
10	30	40	30	40	40	55	40	55
8	40	55	45	65	50	70	50	70
6	55	80	65	95	70	100	70	100
4	70	105	85	125	90	135	90	135
3	80	120	100	145	105	155	105	155
2	95	140	115	170	120	180	120	180
1	110	165	130	195	140	210	140	210
1/0	125	195	150	230	155	245	155	245
2/0	145	225	175	265	185	285	185	285
3/0	165	260	200	310	210	330	210	330
4/0	195	300	230	360	235	385	235	385
250	215	340	255	405	270	425	270	425
300	240	375	285	445	300	480	300	480
350	260	420	310	505	325	530	325	530
400	280	455	335	545	360	575	360	575
500	320	515	380	620	405	660	405	660
600	355	575	420	690	455	740	455	740
700	385	630	460	755	490	815	490	815
750	400	655	475	785	500	845	500	845
800	410	680	490	815	515	880	515	890
900	435	730	520	870	555	940	555	940
1000	455	780	545	935	585	1000	585	1000

* Datos obtenidos de las NTE-81.
Ta = 30 °C

Tabla 302.4 NTE-81

Número máximo de conductores que puede alojarse en tubo conduit.

En general, al instalar conductores en una canalización, debe haber suficiente espacio libre, tal que permita la disipación del calor generado, así como una fácil instalación y remoción de éstos en función de los factores de relleno permitidos.

En el Diario Oficial del día lunes 22 de abril de 1985 se publicó la expedición de adiciones, modificaciones y aclaraciones a las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas, edición 1981, en las que mencionan los siguientes factores de relleno:

Artículo 304.4 Número de conductores (factor de relleno)

- a) Todos los conductores que se alicien en un tubo, sean portadores de corriente o no, incluyendo su aislamiento y otros toros, no deben ocupar más del 40% de la sección transversal del tubo en el caso de 3 conductores o más; no más del 30% cuando sean 2 conductores o más; del 55% cuando se trate de un solo conductor.

En las tablas a continuación se menciona el número máximo de conductores que pueden alojarse en tubo conduit, en función del tipo de conductor, calibre y diámetro del tubo a utilizar.

TIPO DE CONDUCTOR	CALIBRE DE CONDUCTOR AWG KCM	DIAMETRO NOMINAL DE TUBO (mm)											
		(1/2) 13	(3/4) 19	(1) 25	(1 1/4) 32	(1 1/2) 38	(2) 51	(2 1/2) 63	(3) 76	(3 1/2) 89	(4) 102		
T, TW y THW	14	9	16	25	45	61	-	-	-	-	-	-	-
	12	8	14	22	39	54	-	-	-	-	-	-	-
	10	7	12	20	35	48	78	-	-	-	-	-	-
	8	6	11	17	30	41	68	-	-	-	-	-	-
	6	5	10	15	27	37	61	-	-	-	-	-	-
	4	4	8	13	23	32	52	-	-	-	-	-	-
RHW y RHH (sin cubierta exterior)	14	2	4	7	13	17	28	40	-	-	-	-	-
	12	5	9	15	26	36	59	-	-	-	-	-	-
	10	4	8	13	24	33	54	-	-	-	-	-	-
	8	4	7	12	21	29	47	-	-	-	-	-	-
	6	4	7	11	19	26	43	51	-	-	-	-	-
	4	3	6	9	17	23	38	53	-	-	-	-	-
T, TW y THW? RHW y RHH (sin cubierta exterior)	10	1	3	5	10	13	22	32	49	-	-	-	-
	8	1	2	4	7	10	16	23	36	48	-	-	-
	6	1	1	3	5	7	12	17	27	36	47	-	-
	4	1	1	2	4	5	9	13	20	27	34	-	-
	1/0	-	1	1	2	3	5	8	12	16	21	-	-
	2/0	-	-	1	1	1	3	5	7	10	14	18	-
Alambres	13/0	-	-	1	1	1	2	4	6	9	12	15	-
	14/0	-	-	-	1	1	1	3	5	7	10	13	-
	250	-	-	-	1	1	1	2	4	6	8	10	-
	300	-	-	-	-	1	1	2	3	5	7	9	-
	350	-	-	-	-	1	1	1	3	4	6	8	-
	400	-	-	-	-	1	1	1	2	4	5	7	-

← PULGADAS
← MILIMETROS

FACTORES DE DEMANDA

COMERCIAL

INDUSTRIAL

COMERCIO

F.D.

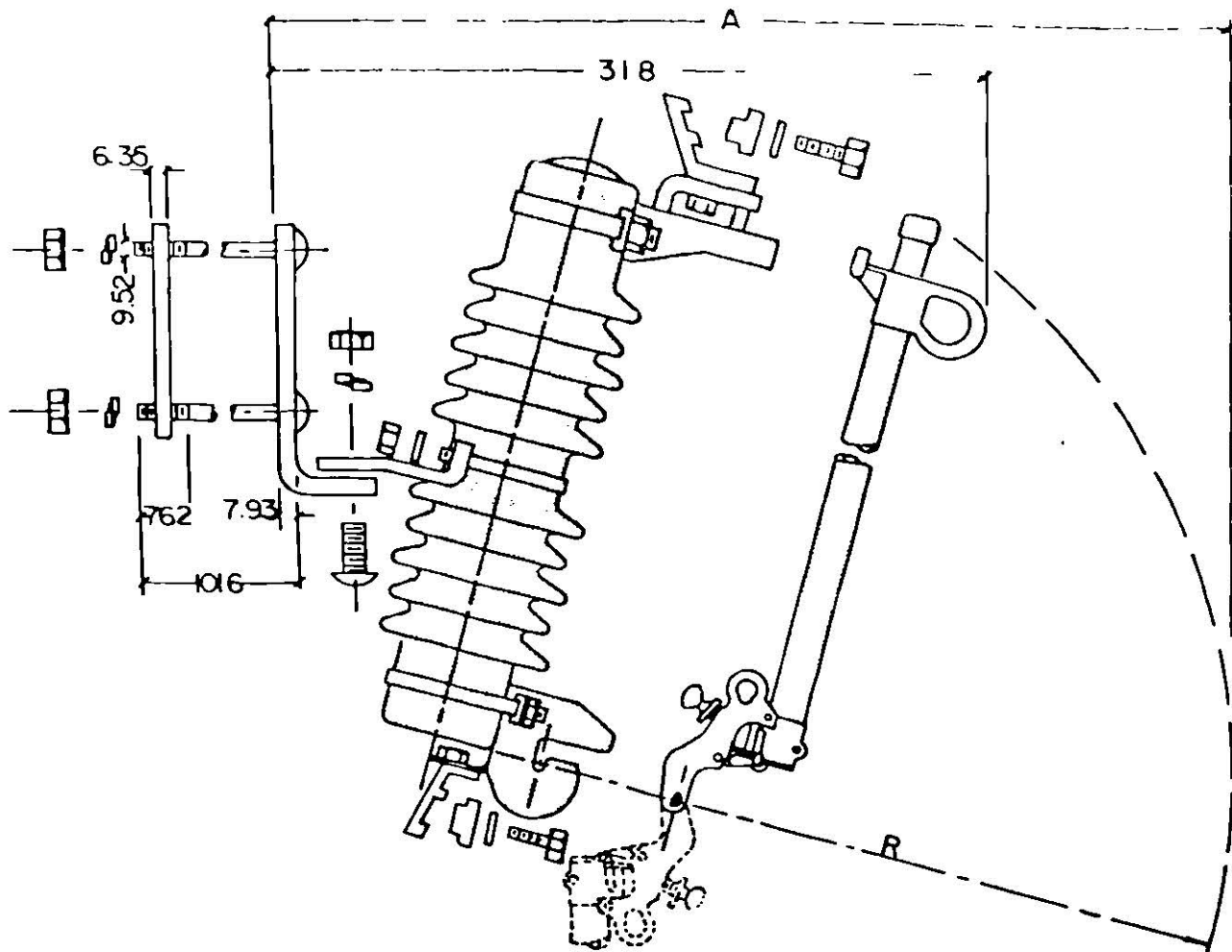
INDUSTRIA

F.D.

ALUMBRADO PUBLICO	1.00	ACETILENO (FABRICA DE)	0.70
APARTAMENTOS	0.35	ARMADORAS DE AUTOS	0.70
BANCOS	0.70	CARPINTERIAS (TALLERES DE)	0.65
BODEGAS	0.50	CARNE (EMPACADORAS)	0.80
CASINOS	0.85	CARTON (PRODUCTOS DE)	0.50
CORREOS	0.30	CEMENTO (FABRICA DE)	0.65
ESCUELAS	0.70	CIGARROS (FABRICA DE)	0.60
GARAGES	0.60	DULCES (FABRICA DE)	0.45
HOSPITALES	0.40	FUNDICION (TALLERES DE)	0.70
HOTELES CHICOS	0.50	GALLETAS (FABRICA DE)	0.55
HOTELES GRANDES	0.40	HIELO (FABRICA DE)	0.90
IGLESIAS	0.60	HERRERIA (TALLERES DE)	0.50
MERCADOS	0.80	IMPRENTAS	0.60
MULTIFAMILIARES	0.25	JABON (FABRICA DE)	0.60
OFICINAS	0.65	LAMINA (FABRICA, ARTICULOS)	0.70
RESTAURANTES	0.65	LAVANDERIA MECANICA	0.80
TEATROS	0.60	NIQUELADO (TALLERES DE)	0.75
TIENDAS	0.65	MADERERIA	0.65
		MARMOLERIA (TALLERES DE)	0.70
		MECANICO (TALLER)	0.75
		MUEBLES (FABRICA DE)	0.65
		PAN (FABRICA MECANICA DE)	0.55
		PAPEL (FABRICA DE)	0.75
		PERIODICOS (ROTATIVAS)	0.75
		PINTURAS (FABRICA DE)	0.70
		QUIMICA (INDUSTRIA)	0.50
		REFINERIAS (PETROLEO)	0.60
		REFRESCOS (FABRICA DE)	0.55
		TEXTILES (FABRICA DE TELAS)	0.65
		VESTIDOS (FABRICA DE)	0.45
		ZAPATOS (FABRICA DE)	0.65

FACTORES DE DEMANDA MAS USUALES PARA EL CALCULO DE TRANSFORMADORES EN INSTALACIONES ELECTRICAS.

Cortacircuitos fusible descubierto clase distribución para 100 amp.



CATALOGO	VOLTAJE MAXIMO (KV.)	NIVEL BASICO DE IMPULSO (KV.)	CORRIENTE CONTINUA (AMP.)	RANGO DE INTERRUPCION AMP.		TAPON	A	R	PESO KG.
				SIMETRICOS	ASIMETRICOS				
C.C.- 7.8/15	15	95	100	5600	8000	NO EXPANSIBLE	638	320	9
C.C.- 15/27	27	125	100	4000	6000	NO EXPANSIBLE	698	470	10
C.C.- 27/34.5	38	150	100	1300	2000	NO EXPANSIBLE	778	580	11.2

Tabla 403.93
Corriente a plena carga en amperes, de motores de corriente directa

C.P.	Tensión nominal de armadura		
	120 V.	240 V.	500 V.
1/4	3.1	1.6	
1/3	4.1	2.0	
1/2	5.4	2.7	
3/4	7.6	3.8	
1	9.5	4.7	
1 1/2	13.2	6.6	
2	17.0	8.5	
3	25.0	12.2	
5	40.0	20.0	
7 1/2	58.0	29.0	13.6
10	76.0	38.0	18.0
15		55.0	27.0
20		72.0	34.0
25		89.0	43.0
30		106.0	51.0
40		140.0	67.0
50		173.0	83.0
60		206.0	99.0
75		255.0	123.0
100		341.0	164.0
125		425.0	205.0
150		506.0	246.0
200		675.0	330.0

Los valores dados en esta tabla son para motores funcionando a su velocidad normal.

Tabla 403.94
Corriente a plena carga en amperes, de motores monofásicos de corriente alterna

Los siguientes valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

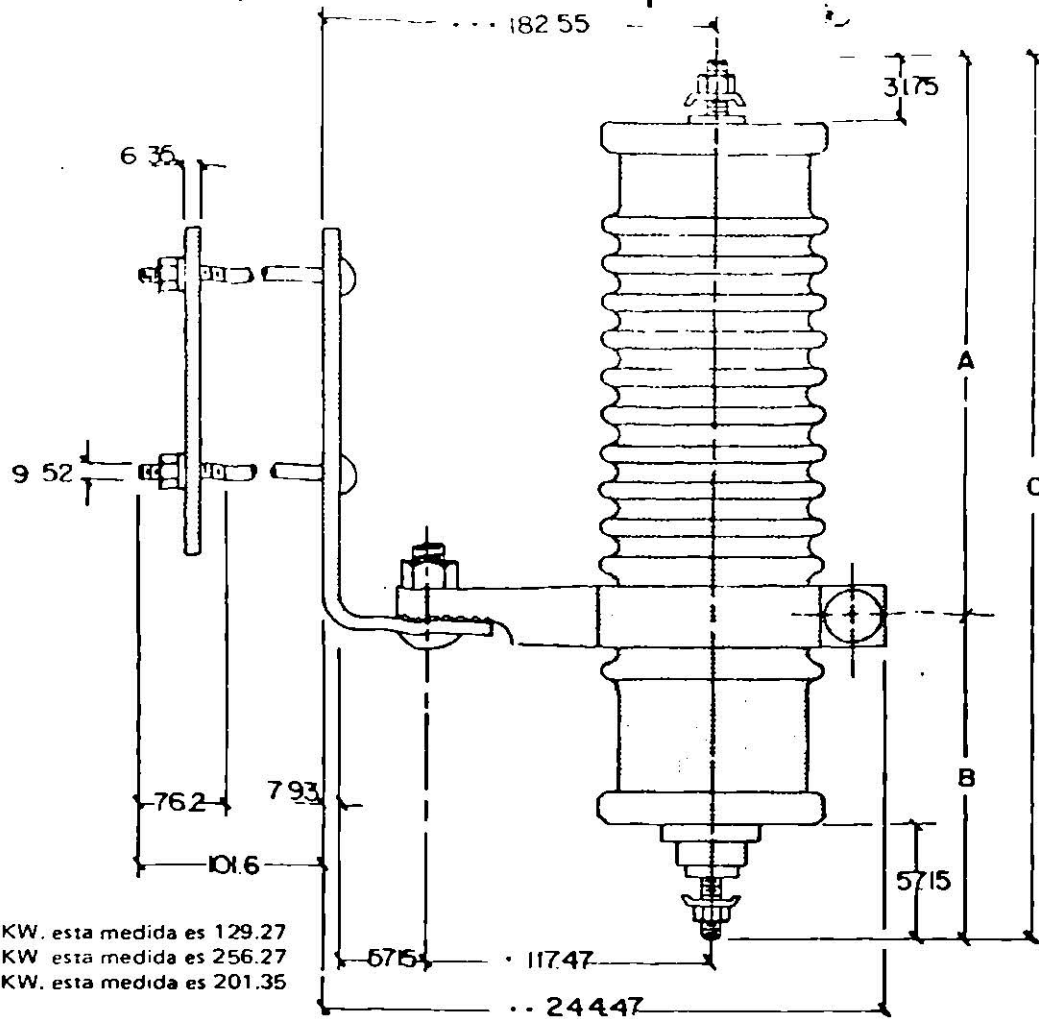
C.P.	127 V.	220 V.
1/6	4.0	2.3
1/4	5.3	3.0
1/3	6.5	3.8
1/2	8.9	5.1
3/4	11.5	7.2
1	14.0	8.4
1 1/2	18.0	10.0
2	22.0	13.0
3	31.0	18.0
5	51.0	29.0
7 1/2	72.0	42.0
10	91.0	52.0

Tabla 403.95
Corriente a plena carga de motores trifásicos de corriente alterna

C.P.	Motor de inducción de jaula de ardilla y rotor devanado (amperes)			Motor síncrono, con factor de potencia unitario (amperes)		
	220 V.	440 V.	2 400 V.	220 V.	440 V.	2 400 V.
1/2	2.1	1.0				
3/4	2.9	1.5				
1	3.8	1.9				
1 1/2	5.4	2.7				
2	7.1	3.6				
3	10.0	5.0				
5	15.9	7.9				
7 1/2	23.0	11.0				
10	29.0	15.0				
15	44.0	22.0				
20	56.0	28.0				
25	71.0	36.0		54	27	
30	84.0	42.0		65	33	
40	109.0	54.0		86	43	
50	136.0	68.0		108	54	
60	161.0	80.0	15	128	64	11
75	201.0	100.0	19	161	81	14
100	259.0	130.0	25	211	106	19
125	326.0	163.0	30	264	132	24
150	376.0	188.0	35	-	158	29
200	502.0	251.0	47	-	210	38

Estos valores de corriente a plena carga son para motores que funcionen a velocidades normales para transmisión por banda y con características de par también normales. Los motores de velocidad especialmente baja o de alto par motor pueden tener corrientes a plena carga mayores, y los de velocidades múltiples tendrán una corriente a plena carga que varía con la velocidad; en estos casos debe usarse la corriente a plena carga indicada en la placa de datos.

Apartarrayos Autovalvular distribución serie "B" para 5000 Amp.



CLASE	VOLTAJES					DIMENSIONES EN M.M.			PESO (Kg.)
	NOMINAL K.V.	DESCARGA 60 Hz. (KV. CRESTA/V2)		DESCARGA F. D. O. (KV. CRESTA)	DESCARGA 1.2 x 50 (KV. CRESTA)	A	B	C	
		MIN.	MAX.						
AR-3	3	5.5	9.5	14	12	112.87	123.63	236.5	2.5
AR-6	6	10	17	27	23	141.48	123.63	265.11	2.8
AR-7.5/8	7.5/8	13.5	21	35	31	209.55	138.11	347.66	3.8
AR-9/10	9/10	18	29	43	39	209.55	138.11	347.66	3.8
AR-12	12	20	33	51	44	238.13	173.03	411.16	4.4
AR-15	15	25	41	62	53	292.12	187.30	479.49	5.0
AR-18	18	30	49	73	62	293.71	204.76	498.47	5.2
AR-21	21	35	56	83	71	349.28	215.87	565.15	5.8
AR-24	27	38	63	93	80	382.65	244.41	627.06	6.4
AR-27	27	41	70	103	89	428.64	274.46	703.1	7.5
AR-30	30	45	79	115	99	468.10	301.51	769.68	9.3

NOTA: El peso del apartarrayos es neto

Símbolos más usados en diagramas unifilares

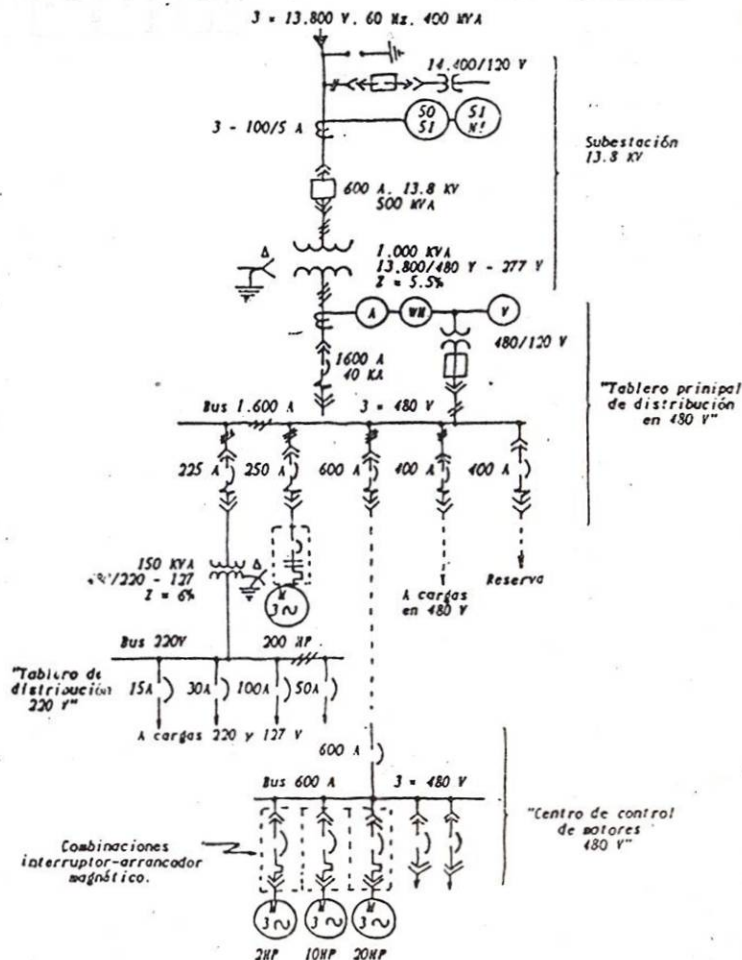
Equipo	Símbolo	Equipo	Símbolo
Aparatos		Cuchillas desconectoras sin carga, doble tiro	
Mufa terminal		Cuchillas desconectoras con carga	
Capacitor		Cuchillas desconectoras fusibles	
Interruptor de potencia (montaje fijo)		Fusible	
Interruptor de potencia (montaje removible)		Fusible enchufable	
Interruptor de potencia con cuchillas desconectoras		Generador (en general)	
Interruptor en aire (termostático o electromagnético, montaje fijo)		Generador de corriente alterna	
Interruptor en aire (montaje removible)		Motor en general	
Interruptor en aire con bobina de operación (montaje removible)		Motor de inducción trifásico	
Cuchillas desconectoras sin carga		Motor de inducción monofásico	
Acumulador (batería)		Motor de corriente continua	
Rectificador		Autotransformador	
Resistor		Transformador de corriente constante	
Resistor variable		Regulador de voltaje de inducción, monofásico	
Reactor		Regulador de voltaje de inducción, trifásico	
Transformador de potencial		Transformador con cambiador de derivaciones (taps) bajo carga	
Transformador de corriente		Contacto magnético con relevador de sobrecarga	
Transformador de 2 devanados (en general)		Instrumentos de medición:	
Transformador de 2 devanados con taps		A Ampérmetro	Para indicar el tipo de instrumento, se escribe dentro del círculo la letra o letras correspondientes
Transformador de 3 devanados		D Medidor de demanda	
		F Frecuencímetro	
		GD Detector de tierra	
		MA Milliampérmetro	
		PF Medidor de factor de potencia	
		RD Registrador de demanda	
		S Sincronoscopio	
		T Temperatura	
		V Voltmetro	
		VAR Varímetro	
		VARR Varímetro	
		W Wátmetro	
		WN Watímetro	

Símbolos más usados en diagramas unifilares (cont.)

Equipo	Símbolo	Conexión de devanados en transformadores	Símbolo
Relevadores más usuales:		Delta 3 fases-3hilos	
21 De impedancia		Delta a tierra 3 fases-3 hilos	
25 De sincronización		Delta a tierra 3 fases-4 hilos	
27 De bajo voltaje C.A.		Estrella 3 fases-3 hilos	
32 De potencia inversa C.D.		Estrella neutro a tierra 3 fases-4 hilos	
37 De baja corriente		Zig Zag 3 fases	
40 De cepto		Zig Zag 3 fases aterrizado	
45 De sobrevoltaje C.D.		Estrella de 6 fases	
49 Térmico C.A.		Delta abierta	
50 Instantáneo de sobrecorriente		Delta abierta aterrizado en punto común	

Para indicar el tipo de relevador, se escribe dentro del círculo el número correspondiente (según norma americana ASA - C 37.2)

Ejemplo de diagrama unifilar de un sistema industrial.



TRANSFORMADORES TRIFASICOS DE POTENCIA - DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS.

Vale Voltaje Nominal	Dato Voltaje Nominal	KVA	Dimensiones en Cms				Tipo de Material			Total
			A	B	C	D	Bolinas	Tanque y Accesorios	Acrylic	
2400	480	750	261	154	185	216	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
4160	832	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
10000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
12000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
15000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
21000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
27000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
34000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820
41000	480/717T	750	261	154	185	236	1785	1431	1340	4566
	480/717T	1000	281	151	181	230	2045	1448	1401	5070
	600	1200	282	161	200	260	2613	1608	1795	6218
	600	1500	282	171	213	294	2813	1795	1820	6820

TRANSFORMADORES PERFECCIONADOS VOLTAJE DEL SISTEMA

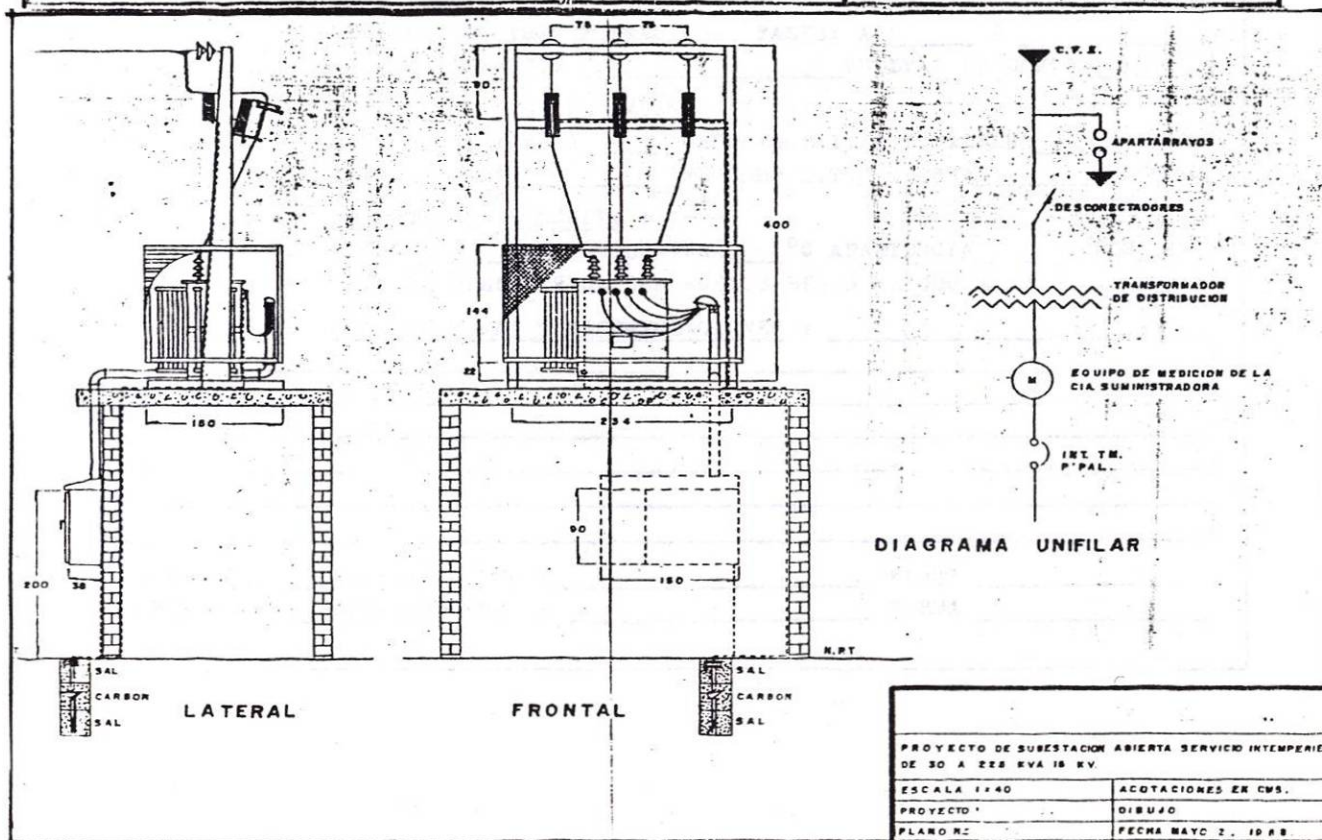
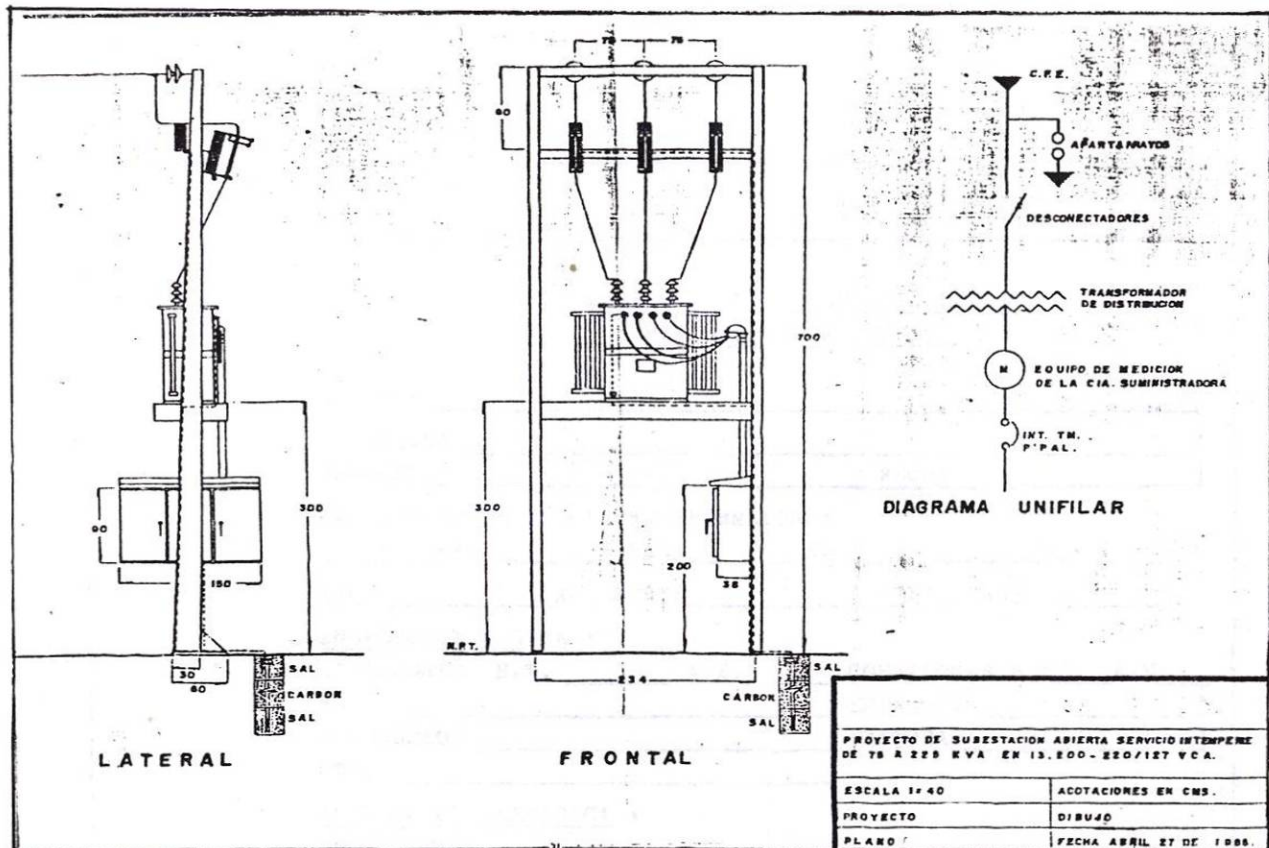
KVA DE TRANSFORMADOR	2300 VOLTS		4000 VOLTS		6900 VOLTS		11500 VOLTS		13200 VOLTS		22000 VOLTS		33000 VOLTS	
	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES
4.5	1.13	3	.65	2	.38	1	.23	1	.2	1	.12	1	.16	1
7.5	1.88	5	1.09	3	.63	1 1/2	.38	1	.33	1 1/2	.24	1	.16	1
9	2.26	5	1.3	3	.75	2	.45	1 1/2	.39	1 1/2	.26	1	.17	1
10	2.5	5	1.45	5	.84	2	.50	1 1/2	.44	1 1/2	.26	1	.17	1
15	3.77	7	2.18	5	1.26	3	.75	2	.65	2	.39	1 1/2	.26	1
22.5	5.65	10	3.27	7	1.88	5	1.13	3	.98	3	.59	1 1/2	.39	1 1/2
25	6.3	15	3.64	7	2.09	5	1.26	3	1.09	3	.66	2	.44	1 1/2
30	7.54	15	4.33	10	2.51	5	1.51	5	1.31	3	.79	2	.52	1 1/2
37.5	9.43	15	5.42	10	3.14	7	1.88	5	1.64	5	.99	3	.66	2
45	11.3	20	6.5	15	3.77	7	2.26	5	1.97	5	1.18	3	.79	2
50	12.6	25	7.24	15	4.18	10	2.51	7	2.19	5	1.31	3	.87	2
75	18.8	30	10.9	20	6.28	10	3.77	7	3.28	7	1.97	5	1.31	3
100	25.1	40	14.5	25	8.37	15	5.02	10	4.37	10	2.63	5	1.75	5
112.5	26.2	40	16.3	25	9.41	15	5.65	10	4.92	10	2.95	7	1.97	5
150	37.7	50	21.8	30	12.5	20	7.53	15	6.56	15	3.94	7	2.62	5
200	50.3	65	28.9	40	16.7	25	10.0	20	8.75	15	5.25	10	3.5	7
225	56.5	60	32.7	50	18.8	30	11.3	20	9.84	20	5.9	10	3.94	10
300	75.4	100	43.3	65	25.1	40	15.1	25	13.1	20	7.9	15	5.25	10
450			65.0	100	37.7	50	22.6	30	19.7	30	11.8	20	7.87	15
500					41.8	55	25.1	40	21.9	40	13.1	20	8.74	15
650					50.2	65	30.1	40	26.2	40	15.8	25	10.5	20
750					62.8	80	30.1	40	33.9	40	18.5	30	13.5	20
1000							30.1	40	43.1	40	28.3	30	19.2	20
1500							30.1	40	53.6	40	39.4	50	26.2	20
2000							30.1	40	52.5	40	52.5	65	35.0	50

CAPACIDAD EN AMPERES DE LOS FUSIBLES
 CORRIENTE USADOS PARA PROTECCION DE
 LOS TRANSFORMADORES MONOFASICOS
 VOLTAJE DEL SISTEMA

KVA DE TRANSFORMADOR	2300 Volt		4000 VOLTS		6900 VOLTS		11500 VOLTS		13200 VOLTS		22000 VOLTS		33000 VOLTS	
	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES	App. CARGA	FUSI BLES
1 1/2	.65	2	.38	1	.22	1	.13	1	.11	1	.06	1	.08	1
2 1/2	1.09	3	.63	1 1/2	.36	1	.22	1	.19	1	.12	1	.15	1
3	1.3	3	.75	2	.43	1 1/2	.26	1	.23	1	.14	1	.18	1
5	2.18	5	1.25	3	.72	2	.43	1 1/2	.38	1	.23	1	.23	1
7 1/2	3.26	7	1.87	5	1.09	3	.65	2	.57	1 1/2	.34	1	.30	1
10	4.35	10	2.5	7	1.45	3	.87	3	.76	2	.46	1 1/2	.46	1 1/2
15	6.53	15	3.75	10	2.17	5	1.3	3	1.14	3	.68	2	.76	2
25	10.9	20	6.25	15	3.62	7	2.17	5	1.89	5	1.14	3	.76	2
37 1/2	16.3	25	9.37	20	5.43	10	3.26	7	2.84	7	1.7	5	1.14	3
50	21.8	30	12.5	25	7.25	15	4.35	10	3.79	7	2.27	5	1.52	5
75	32.6	50	18.7	30	10.9	20	6.52	13	5.68	10	3.41	7	2.27	5
100	43.5	65	25.0	40	14.5	25	8.7	15	7.58	15	4.55	10	3.03	7
150	65.3	100	37.5	50	21.7	30	13.0	20	11.4	20	6.82	15	4.55	10
200			50.0	65	29.0	40	17.4	25	15.2	25	9.10	15	6.06	15
250			62.5	80	36.3	50	21.7	30	18.9	30	11.4	20	7.58	15
333					48.0	65	29.0	40	25.2	40	15.2	25	10.1	20
500					72.5	100	43.5	65	37.9	50	23.0	40	15.1	25

1.- EL USO DE LOS FUSIBLES DE LA CAPACIDAD MINIMA INDICADA ASEGURA LA PROTECCION DEL TRANSFORMADOR CONTRA FALLAS EN EL SECUNDARIO PROXIMAS A EL.

NOTAS



MANTENIMIENTO A SUBESTACIONES
REPORTE DE INSPECCION

CLIENTE _____
DIRECCION _____
CIUDAD _____ FECHA _____

CARACTERISTICAS DEL TRANSFORMADOR :
_____ KVA _____ FASES _____ HZ _____ V. _____ °C
MARCA _____ No. SERIE _____ LTS. ACEITE _____

INSPECCION FISICA :
AISLADORES B.T. _____ A.T. _____ CONEXIONES B.T. _____ A.T. _____
FUGAS _____ EMPAQUES _____
ACCESORIOS _____ PINTURA _____
OTROS _____

INSPECCION ELECTRICA :
PRUEBA TTR
RELACION DE TRANSFORMACION. FASES: A _____ B _____ C _____
FALSOS CONTACTOS _____ VUELTAS EN CORTO _____

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO :
A.T./B.T. + TIERRA _____ MEGOHMS B.T./A.T.+TIERRA _____ MEGOHMS
A.T./ TIERRA _____ MEGOHMS B.T./ TIERRA _____ MEGOHMS

INSPECCION DE ACEITE :
NIVEL _____ TEMPERATURA _____ °C APARIENCIA _____ COLOR _____
RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE SEGUN METODO ASTM 877 _____ KV

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES :

H. INICIO _____ ELABORADO POR : _____ FIRMA _____
H. FIN _____ RECIBIDO POR : _____ FIRMA _____

ACCESORIOS ESPECIALES

No.	Descripción	No.	Descripción
1	Termómetro con contactos de alarma	12	Válvula de alivio para sobre presiones anormalmente altas tipo mecánico
2	Indicador de nivel del líquido con contactos de alarma	13	Caja de boquillas en el lado de alta tensión
3	Tanque conservador	14	Brida en el lado de alta tensión
4	Indicador de temperatura en el punto más caliente	15	Caja de boquillas en el lado de baja tensión
5	Relevador Buchholz	16	Brida en el lado de baja tensión
6	Cambiador de derivaciones de 5 posiciones	17	Conectores en el lado de baja tensión
7	Cambiador de derivaciones operado bajo carga	18	Conectores en el lado de alta tensión
8	Provisión para ventiladores	19	Pintura especial
9	Ventiladores	20	Líquido aislante de alto punto de ignición, silicón o similar
10	Base con ruedas para rodar en dos sentidos	21	Equipo automático para gas inerte con contactos de alarma
11	Relevador térmico de sobrecarga	22	Relevador de presión súbita con contactos de alarma

PRUEBAS ELECTRICAS DE ACUERDO A NORMAS

1	Resistencia-Medición hecha en todos los devanados en su conexión de tensión nominal	6	Corriente de Excitación-Medición hecha a tensión nominal
2	Relación-Medición en la tensión nominal y en las derivaciones	7	Impedancia y pérdidas de carga a corriente nominal
3	Polaridad o secuencia de fases	8	Prueba de potencial aplicado
4	Pérdidas en vacío-Medición hecha en la tensión nominal	9	Prueba de potencial Inducido
5	Megger	10	Rigidez dieléctrica del aceite

CARACTERISTICAS ESPECIALES

Eléctricas		Mecánicas	
1	Pérdidas vacío: Watts	1	Largo: Mts.
2	Pérdidas totales: Watts	2	Ancho: Mts.
3	% Corriente excitación	3	Alto: Mts.
4	Impedancia: %	4	Peso total: Kgs.
5	Eficiencia: %	5	Acete: Lts.
6	Nivel de ruido		
7	Nivel básico de impulso		

Recomendaciones para la Inspección y mantenimiento de transformadores arriba de 300 KVA; en vista de que los transformadores son los eslabones vitales para la operación de las grandes empresas industriales y comerciales, es necesario que para su funcionamiento continuo y confiable deba proporcionarse una

atención adecuada. Esto se logra solamente a través de un programa regular de inspecciones, pruebas y mantenimiento de rutina. A continuación presentamos una serie de recomendaciones hechas para un transformador crítico en su operación y que una falla de él ocasionará problemas de alto costo a la empresa.

No. Renglon a Inspeccionar

1. Corriente de carga (amperes)
2. Voltaje
3. Temperatura ambiente
4. Temperatura de los devanados
5. Temperatura del líquido
6. Presión del gas (tanque)
7. Nivel del líquido
8. Equipo de sellado automático de gas
 - a). Indicador de presión de gas del transformador
 - b). Contenido de gas del cilindro
 - c). Circuito de alarma de baja presión
 - d). Equipo externo de gas y herrajes
9. Equipo de enfriamiento por agua
 - a). Temperatura del agua dentro y fuera
 - b). Velocidad del gasto de agua
 - c). Bombas de agua
 - d). Bombas de circulación de aceite
10. Equipo de enfriamiento FOA o FA
 - a). Ventiladores-aspas y motores por acumulación de suciedad
 - b). Cojinetes de ventiladores, Lubricación
 - c). Intercambiador de calor (núcleo del radiador)
11. Transformadores tipo seco (enfriados con aire forzado) Temperatura del aire dentro y fuera.

Programa Recomendado

- Cada hora o usar amperímetro registrado
 Cada hora
 Cada hora
 Cada hora
 Cada hora
 Cada hora
 Diario
 Diario
 Diario
 Trimestral
 Semestral
 Semestral
 Semanal
 Semestral
 Mensual
 Mensual
 Mensual
 Mensual
 Cada dos años o después de 6,000 horas de operación, lo primero que ocurra
 Anual
 Anual
 Cada hora

Tabla II - Programa de Inspección recomendada para los accesorios auxiliares que requieren que el transformador sea desconectado

No. Renglon a Inspeccionar

1. Tanque, accesorios y empaques por fugas, herrumbre, etc.
2. Dispositivos de liberación de presión
3. Boquillas
4. Apartarrayos
5. Cambiadores de derivación
6. Equipo de Control, Relevadores y Circuitos
7. Conexiones de tierra
8. Alarmas de protección
9. Análisis de gas
10. Prueba de presión de bobinas de enfriamiento o intercambiador de calor externo

Programa

- Semestral
 Trimestral
 Semestral
 Semestral
 Semestral
 Mensual
 Mensual
 Semestral
 Mensual
 Anual
 Mensual
 Anual

INFORMACION GENERAL
PRUEBAS ELECTRICAS
MANTENIMIENTO PREVENTIVO



Tabla III - Programa recomendado para pruebas eléctricas y frecuencia para un transformador crítico

PROGRAMA RECOMENDADO DE PRUEBAS DE MANTENIMIENTO

No. Prueba de Mantenimiento	Programa
1. Líquido aislante <ol style="list-style-type: none"> a). Resistencia dieléctrica b). Número de neutralización c). Color 	Anual Anual Anual
2. Resistencia de aislamiento	Anual
3. Índice de polarización	Anual
4. Factor de Potencia	Anual
5. Alto potencial de CA (Hi-Pot)	Cada 5 años
6. Prueba de voltaje inducido	Cada 5 años

LIMITES DE PRUEBA PARA ACEITE TIPO MINERAL

Prueba	Satisfactorio	Debe ser Filtrado	Descartese y Reemplácese
Resistencia dieléctrica (ASTM D 877)	23 KV	Menos de 22 KV	—
Número de neutralización	0.4 Máx.	0.4 a 1.0	Mayor de 1.0
Color	3½ Máx.	Arriba de 3½	—

FORMULAS ELECTRICAS

	Corriente Continua	CORRIENTE ALTERNA		
		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	_____	$\frac{KVA \times 1000}{E}$	$\frac{KVA \times 1000}{2E}$	$\frac{KVA \times 1000}{1.73 \times E}$
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	_____	$\frac{I \times E}{1000}$	$\frac{I \times E \times 2}{1000}$	$\frac{I \times E \times 1.73}{1000}$
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 decimales
HP - Potencia en Horse Power

f.p. - Factor de potencia
KW - Potencia en Kilowatts
KVA - Potencia aparente en 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.

$$R.P.M. = \frac{f \times 120}{p}$$

SIMBOLOS GENERALES PARA DIBUJOS EN PLANTA PROYECTO	
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	TABLERO DE ALUMBRADO
	TABLERO DE EMERGENCIA
	TABLERO DE INSTRUMENTOS.
	TABLERO DE TRANSFERENCIA
	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
	INTERRUPTOR DE SEGURIDAD TIPO NAVAJA
	CONTACTOR PARA ALUMBRADO
	TRANSFORMADOR TIPO SECO
	ARRANCADOR MANUAL
	ARRANCADOR MAGNETICO
	MOTOR HORIZONTAL ALTA TENSION
	MOTOR VERTICAL ALTA TENSION
	MOTOR HORIZONTAL
	MOTOR VERTICAL
	UNIDAD DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA
	CONTROL FOTOELECTRICO
	CAJA DE LAMINA O FIERRO FUNDIDO
	CONDULET
	TUBO CONDUIT VISIBLE
	TUBO CONDUIT OCULTO
	TUBO CONDUIT BAJO PLATAFORMA
	DUCTO SUBTERRANEO BAJA TENSION
	DUCTO SUBTERRANEO ALTA TENSION
	CHAROLA DE 61cm. DE ANCHO (ILUMINAR DE AZUL LAS CHAROLAS)
	CHAROLA DE 30cm DE ANCHO (ILUMINAR DE AZUL LAS CHAROLAS)
	DUCTO CUADRADO DE LAMINA
	CABLE DE COBRE DESNUDO PARA SISTEMA DE TIERRAS
	CABLE PARA PARARRAYOS
	VARILLA PARA TIERRAS
	REGISTRO CON VARILLA
	PUNTA DE PARARRAYOS

TRANSFORMADORES MONOFASICOS DE DISTRIBUCION - DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

Uto Voltaje Nominal	KVA	Dimensiones en Cm					Peso en Kilogramos			Total
		A	B	C	D	Núcleo y Bobinas	Tanque y Accesorios	Arcebr		
480	10	55	55	45	52	39	80	45	185	
	15	65	65	48	65	42	111	48	253	
	25	80	80	50	85	50	140	54	338	
	37.5	95	95	55	110	60	165	60	425	
	50	110	110	55	130	70	200	75	510	
2400/4187	10	103	103	60	110	48	170	52	192	
	15	104	104	64	115	53	184	60	204	
	25	105	105	70	120	63	194	65	214	
	37.5	107	107	75	125	70	200	70	224	
	50	110	110	80	130	75	210	75	234	
6180	10	130	130	75	140	60	230	65	260	
	15	135	135	80	145	65	240	70	270	
	25	140	140	85	150	70	250	75	280	
	37.5	145	145	90	155	75	260	80	290	
	50	150	150	95	160	80	270	85	300	
10000	10	160	160	100	170	85	290	90	330	
	15	165	165	105	175	90	300	95	340	
	25	170	170	110	180	95	310	100	350	
	37.5	175	175	115	185	100	320	105	360	
	50	180	180	120	190	105	330	110	370	
15000	10	190	190	125	200	110	340	115	380	
	15	195	195	130	205	115	350	120	390	
	25	200	200	135	210	120	360	125	400	
	37.5	205	205	140	215	125	370	130	410	
	50	210	210	145	220	130	380	135	420	
20000	10	220	220	150	230	135	390	140	430	
	15	225	225	155	235	140	400	145	440	
	25	230	230	160	240	145	410	150	450	
	37.5	235	235	165	245	150	420	155	460	
	50	240	240	170	250	155	430	160	470	
25000	10	250	250	175	260	160	440	165	480	
	15	255	255	180	265	165	450	170	490	
	25	260	260	185	270	170	460	175	500	
	37.5	265	265	190	275	175	470	180	510	
	50	270	270	195	280	180	480	185	520	

TRANSFORMADORES TRIFASICOS DE DISTRIBUCION - DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

Uto Voltaje Nominal	KVA	Dimensiones en Cm					Peso en Kilogramos			Total
		A	B	C	D	Núcleo y Bobinas	Tanque y Accesorios	Arcebr		
480	15	83	75	50	80	80	90	57	187	
	30	95	85	53	95	90	110	64	238	
	45	110	90	55	110	105	130	76	306	
	75	135	115	60	135	135	160	110	406	
	112.5	160	140	65	160	160	190	140	526	
2400	15	108	78	50	80	90	90	60	204	
	30	115	80	51	85	95	100	65	214	
	45	120	85	52	90	100	110	70	224	
	75	130	90	55	100	110	130	80	274	
	112.5	145	100	60	110	120	150	100	354	
6180	15	118	74	52	90	95	95	65	220	
	30	123	80	53	95	100	100	70	230	
	45	128	85	54	100	105	105	75	240	
	75	138	95	57	110	115	120	85	290	
	112.5	150	105	60	120	125	140	100	370	
10000	15	125	80	52	95	100	100	70	230	
	30	130	85	53	100	105	105	75	240	
	45	135	90	54	105	110	110	80	250	
	75	145	100	57	115	120	130	90	300	
	112.5	160	110	60	125	130	150	110	380	
15000	15	135	85	53	100	105	105	75	240	
	30	140	90	54	105	110	110	80	250	
	45	145	95	55	110	115	115	85	260	
	75	155	105	57	120	125	135	95	310	
	112.5	170	115	60	130	135	155	110	390	
20000	15	140	90	54	105	110	110	80	250	
	30	145	95	55	110	115	115	85	260	
	45	150	100	56	115	120	120	90	270	
	75	160	110	59	125	130	140	100	320	
	112.5	175	120	60	135	140	160	110	400	
25000	15	150	95	55	110	115	115	85	260	
	30	155	100	56	115	120	120	90	270	
	45	160	105	57	120	125	125	95	280	
	75	170	115	59	130	135	145	105	330	
	112.5	185	125	60	140	145	165	115	410	

Altura total B es Frecia. C = Fondo. D = Altura a la tapa. Todas estas medidas son aproximadas y no deben usarse para construcción. Se que a 1/3 de la altura de la tapa.

