Ente Provincial de Energía del Neuquén
EPEN

ATENCIÓN: esta guía es solo material adicional. Para el examen también se deberá tener en cuenta los conocimientos que se mencionan como requisitos en las Bases y Condiciones.

Guía de contenidos básicos
Operativo Nivel III

CAPITULO 1

Nociones de Electricidad

Conceptos – Definiciones - Magnitudes

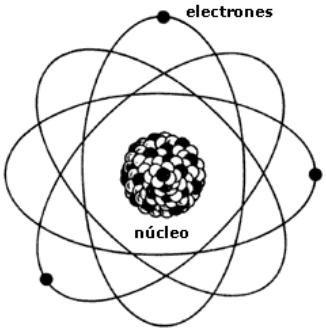
Para poder entender los fenómenos eléctricos, y antes de llegar a las definiciones de tensión y corriente eléctrica, debemos conocer cómo está compuesta la materia, y ver qué pasa en su interior.

Materia

Todo lo que nos rodea está compuesto por algo que adquiere muy diversas formas y características, y que en general llamamos materia.
La materia está compuesta de partículas muy pequeñas, indivisibles al ojo humano, llamadas **moléculas**. A su vez, las moléculas están compuestas por agrupaciones de partículas más pequeñas aún, llamadas **átomos**. Por lo tanto, los átomos y moléculas son la mínima porción de materia existente en estado natural, y que conserva todas sus características y propiedades. O sea son los **elementos** más pequeños de la naturaleza.

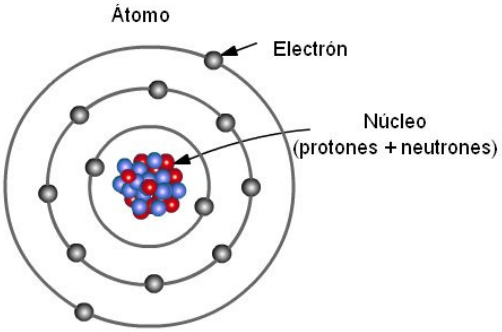
Atomo

Tal como lo indican las Figs., el átomo está formado por un núcleo, y partículas subatómicas que giran a su alrededor a diferentes distancias, describiendo órbitas circulares o elípticas, llamadas **electrones (e^-).**



El núcleo, es el que concentra casi toda la masa del átomo, y a su vez, está compuesto por partículas llamadas **neutrones (N)** y **protones (p^+)**. Los neutrones concentran la mayor parte de la masa del átomo (su peso, aunque masa y peso no es lo mismo, pero a fin de su entendimiento). Los protones se encuentran en la periferia del núcleo.

El diámetro del núcleo es 10.000 veces mayor que el de los electrones, y su masa 1840 veces mayor.



Cada elemento de la naturaleza posee un número determinado de neutrones, que son los que determinan su masa, y la misma cantidad de protones y electrones. La variación en la cantidad de estas últimas partículas, es lo que nos dice de qué elemento se trata. Por ejemplo, el aluminio tiene 13 protones y 13 electrones (Al:13p^+, y 13e^-); el silicio (Si) tiene 14, el cobre (Cu) 29, y el zinc (Zn) 30.

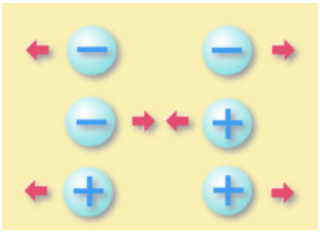
Una de las propiedades que posee el átomo, es que existen en su interior distintas fuerzas. Podemos citar en orden de intensidad, a las de baja intensidad, las gravitatorias, que son las que mantienen a los electrones girando; a las de mediana

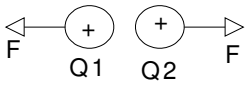
intensidad, las eléctricas, que determinan las cargas eléctricas; a las de gran intensidad, las atómicas (solamente dentro del núcleo), que son las responsables de la cohesión del núcleo; etc..

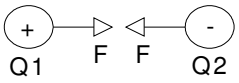
Nos ocuparemos aquí solamente de las características eléctricas de los átomos, ya que de ello se desprende todo nuestro estudio.

Propiedades Eléctricas del Atomo – Fuerzas Interatómicas

Dentro del átomo existen fuerzas de atracción y de repulsión. Estas fuerzas se explican adjudicándoles una propiedad llamada **carga eléctrica** o **electricidad.**
Experimentando se determino que los protones se repelen entre sí al igual que los electrones, pero los protones y electrones se atraen entre ellos. Esto dio lugar a la designación arbitraria de los tipos de carga. Se les asignaron a los protones carga positiva **(p^+)**, y a los electrones carga negativa **(e^-). Los neutrones no poseen carga eléctrica.**







Así todos los protones tienen la misma carga positiva, y todos los electrones tienen la misma carga negativa, y como cada átomo tiene la misma cantidad de protones y electrones, se dice que **el átomo es eléctricamente neutro, o está en equilibrio eléctrico.** Por ejemplo, el aluminio tiene $13p^+$ y $13e^-$, significa: +13 -13 = 0. Esto significa que la materia no presenta normalmente efectos eléctricos.

No habiéndose detectado cargas inferiores a las de un protón o un electrón, se deduce que estas son las unidades fundamentales de carga eléctrica, siendo su unidad el culombio [coulombio] o [coulomb].

Cuando por alguna razón se altera el equilibrio atómico, sea por ganancia o pérdida de uno o más electrones, el átomo y la materia en sí, queda cargada eléctricamente. Hablamos de ganancia o perdida electrónica y NO DE PROTONES, porque es lo más factible que ocurra. Lo mismo puede suceder con los protones, pero al estar unidos al núcleo muy fuertemente, involucrarían conceptos más profundos y fuerzas más intensas.
Hay muchos medios para lograr este desequilibrio, siendo el más antiguo el de frotamiento. Así al frotar un elemento contra otro, ambos se cargan con cargas de igual magnitud, uno lo hace positivamente y el otro negativamente. Lo que significa que el elemento que quedó cargado positivamente perdió electrones, mientras el que quedó cargado negativamente ganó electrones.
A su vez, estas cargas pueden transferirse a otros cuerpos por contacto. En el traspaso de cargas, los elementos siempre tenderán al equilibrio eléctrico, por lo que la transferencia de cargas será la necesaria y del signo correcto para lograrlo.

Campo Eléctrico

Cuando una partícula (o átomo) cargada eléctricamente, por la influencia de otra carga opuesta en su cercanía, genera fuerzas de origen eléctrico (fuerzas Interatómicas), modifica el espacio que las rodea, se dice que se genera o se crea un campo eléctrico entre ambas. Es decir que su presencia y/o cercanía modifica las cualidades del medio que las rodea.

Al campo eléctrico se lo representa con la letra "E", y es el cociente entre la fuerza ejercida por un cuerpo y la cantidad de carga del mismo: E = F / Q

Esto mide su intensidad, y su unidad es el [Newton/coulomb = Nw/Coul] o [V/m = Volt/metro].

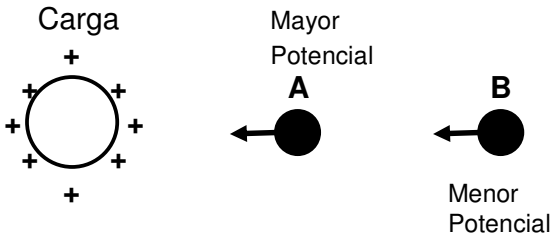
Trabajo eléctrico

Sabemos que el trabajo es la fuerza necesaria que hay que aplicar a un cuerpo para que este se desplace una determinada distancia.

En forma equivalente, el trabajo eléctrico es la fuerza que hay que aplicar a una carga eléctrica, a través de un campo eléctrico, para que esta de desplace una determinada distancia.

Potencial Eléctrico

Más allá de su correcta definición, y para un entendimiento más básico, diremos que el potencial eléctrico es la intensidad que tiene un campo eléctrico en un determinado lugar. Se lo mide en [Voltios = Joul/Coulomb]



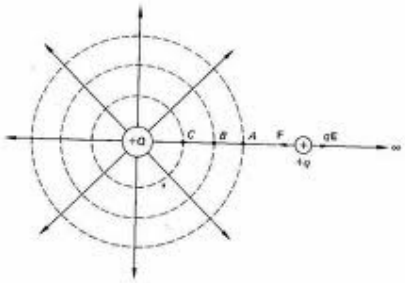


Figure 25-5 La energía potencial debida a una carga colocada en un campo eléctrico es igual al trabajo realizado contra las fuerzas eléctricas que transportan la carga desde el infinito hasta el punto en cuestión.

Fig 25-5: "La energía potencial debida a una carga colocada en un campo eléctrico es igual al trabajo realizado contra las fuerzas eléctricas que transportan la carga desde el infinito hasta el punto en cuestión."

Diferencia de Potencial

Se denomina diferencia de potencial (ddp) entre dos puntos "A" y "B" de un campo eléctrico, al trabajo eléctrico necesario para desplazar una unidad de carga desde el punto "A" hasta el punto "B" de ese campo. Se mide en Voltios o Volts .

$$V_{AB} = V_A - V_B = \text{Trabajo} / \text{Carga} \quad [\text{Volts} = V]$$

La diferencia de potencial es independiente del camino recorrido por la carga, y depende exclusivamente del potencial eléctrico de los puntos A y B en el campo.

Llegamos así a lo planteado inicialmente, que es definir los parámetros fundamentales de la electricidad: Tensión y Corriente Eléctricas.

Circuito Eléctrico

Un circuito, es una red eléctrica que contiene al menos una trayectoria **cerrada**. Es una interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, capacitores, fuentes, interruptores y semiconductores.

Los circuitos que contienen solo fuentes, componentes lineales (resistores, capacitores, inductores), y elementos de distribución lineales (líneas de transmisión o cables) pueden analizarse por métodos algebraicos para determinar su comportamiento en corriente continua (directa) o en corriente alterna.
Un circuito que tiene componentes electrónicos es denominado un circuito electrónico. Estas redes son generalmente NO lineales y requieren diseños y herramientas de análisis mucho más complejos.

Tensión Eléctrica

Es la diferencia de potencial existente dentro de un circuito eléctrico, o sea el trabajo por unidad de carga necesario para desplazar electrones dentro del circuito. Como la diferencia de potencial, se expresa en Volts, y se puede medir con un voltímetro. [Volts = V]
La tensión, voltaje o diferencia de potencial es una magnitud física que impulsa a los electrones a lo largo de un conductor en un circuito eléctrico cerrado, provocando el flujo de una corriente eléctrica.
La tensión es independiente del camino recorrido por la carga, y depende exclusivamente del potencial eléctrico de los puntos A y B en el campo.
Cuando se habla sobre una diferencia de potencial en un sólo punto, o potencial, se refiere a la diferencia de potencial entre este punto y algún otro donde el potencial sea cero.

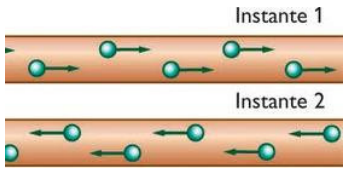
Corriente Eléctrica

Si dos puntos que tienen una diferencia de potencial se unen mediante un conductor, se producirá un flujo (circulación) de electrones. Parte de la carga que crea el punto de mayor potencial se trasladará a través del conductor al punto de menor potencial y, en ausencia de una fuente externa (generador), esta corriente cesará cuando ambos puntos igualen su potencial eléctrico (ley de Henry). Este traslado de cargas es lo que se conoce como corriente eléctrica.
Podemos decir entonces que, la corriente eléctrica es un flujo de electrones que se desplazan de átomo en átomo impulsados por una tensión eléctrica.

Intensidad de la corriente eléctrica

A la cantidad de carga eléctrica que pasa por una determinada sección de un material conductor por cada unidad de tiempo, se la denomina Intensidad de la corriente eléctrica. Se la mide en Amperios o Amperes [A]

Si en una determinada sección de un conductor circula la carga eléctrica de un coulomb por cada segundo, decimos que la intensidad de la corriente eléctrica en esa sección del conductor es de un ampere.



1 Ampere = 1 Coulomb / 1 segundo : [Ampere = Coul /seg] [A = C/s]

Cantidad de Electricidad

Otra forma de medir la circulación de electrones, es la cantidad de electricidad.
Por un conductor por donde circula una corriente eléctrica, puede pasar una cantidad determinada de electricidad o cantidad de electrones.

La cantidad de electricidad se llama coulombio. (Culombio)

1 coulombio = 6,25 trillones de electrones

Ejemplo

Un circuito Eléctrico que tiene una intensidad de corriente de 2A. ¿Qué cantidad de electricidad ha pasado por el circuito al cabo de 3 horas?.

$I = Q \times t$ = (Amperes) => $Q = I \times t$: (A x seg =coul)

3 x 60 = 180 minutos
180 x 60 = 10800 segundos

$Q = I \times t = 2 \times 10800 = 21600$ coul.

Nota

Para medir cantidades mayores de electricidad, se estableció otra unidad denominada Ampere – Hora, y es la cantidad de electricidad que pasa durante una hora por un conductor.

1 hora = 3600 coulombios
1 Ampere – Hora = 3600 coulombios

Conductores y Aisladores

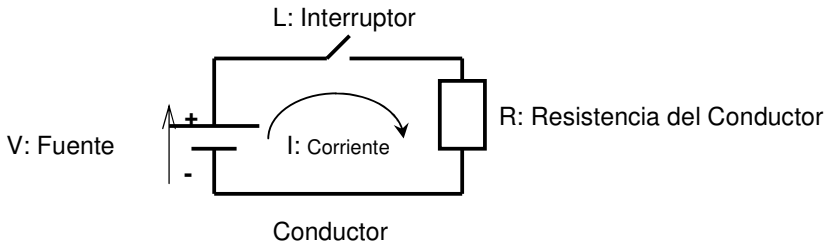
En las distintas sustancias, los electrones de cada átomo pueden estar más o menos intensamente ligados a su respectivo núcleo.
A las sustancias en las que los electrones permanecen más o menos fuertemente ligados a sus núcleos se las denomina aisladores.
A las sustancias en las que los electrones permanecen débilmente ligadas a sus núcleos se las llamas conductores.
Los metales se caracterizan por poseer electrones libres. Estos electrones se mueven libremente de átomo en átomo, no perteneciendo a uno en particular.

Resistencia Eléctrica

Se denomina así a la mayor o menor dificultad que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica a través de él.
Los materiales conductores presentan baja resistencia al paso de la corriente a través de ellos, por el contrario los malos conductores o aisladores, presentan una gran resistencia al paso de la corriente eléctrica.

Si en el circuito de la figura cerramos el interruptor, se establecerá una corriente de electrones que recorrerá el circuito.

Circuito Eléctrico Simple



La intensidad de corriente que se establezca, dependerá de la diferencia de potencial de la fuente "V" y de la resistencia "R" del circuito.
Aunque en la práctica todo conductor posee determinada resistencia, a los efectos de simplificar los estudios se supone que los conductores no poseen resistencia eléctrica.

La resistencia eléctrica se mide en Ohm (Ω); siendo sus múltiplos.

1.000 Ω = 1 kΩ (KiloOhm) 1.000.000 = 1 MΩ (MegaOhm)

Resistencia en función de las dimensiones del conductor – Resistencia Especifica o Resistividad

Puede comprobarse experimentalmente que el valor de la resistencia eléctrica de un conductor es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección transversal. Es decir a mayor longitud mayor resistencia, a mayor sección transversal, menor resistencia.

La resistencia de un conductor en función de sus dimensiones, puede expresarse de la siguiente manera:

$$R = (\rho * L) / S, \text{ dada en Ohmios } (\Omega)$$

Donde:
R – Resistencia de un conductor
ρ – Coeficiente de resistividad en por ($\Omega mm^2/m$)
L – Longitud en metros
S – Sección en mm^2

El factor de proporcionalidad "ρ" se denomina resistencia especifica o resistividad y caracteriza al material del conductor. A la resistividad se la representa con la letra griega rho "ρ"; y se mide en [$\Omega.mm^2/ m$]

En Electricidad, los Materiales mas utilizados por su bajo coeficiente de resistividad son: el cobre, el Aluminio y la Plata.

La resistencia de un conductor es tanto mayor cuando mayor es la longitud del mismo. Por ejemplo, un hilo conductor de un metro de largo y un mm^2 de sección tiene un

OHM de resistencia, uno similar de dos metros tendrá dos OHM y otro similar pero de tres metros tendrá tres OHM, y así sucesivamente.

Por el contrario la resistencia de un conductor es tanto menor, cuanto mayor sea la sección del mismo. Por ejemplo, un conductor de un mm^2 de sección tiene una resistencia de 4 OHM, otro conductor de la misma longitud y material pero de 2 mm^2 de sección tendrá una resistencia de 2 OHM.

Se deberá tener siempre presente que la resistividad de los materiales varía al variar la temperatura. A título informativo se muestra cómo se obtiene este valor.

$$R_T = R_{20} [1 + \alpha (t-20)]$$

Donde:
R_T – Resistencia del material a la temperatura tº
R_{20} - Resistencia del material a 20ºC
t – Temperatura final
α - Incremento de la Resistencia con la Temperatura

Valores de los Coeficientes de Resistividad "ρ" y Temperatura "T" de los conductores más empleados

CONDUCTOR	Resistividad a 20°C	Aumento de la resistencia con la temperatura
Aluminio (Al)	0,028	0,0037
Cobre (Cu)	0,0172	0,0039
Hierro (Fe)	0,120	0,0047
Plata (Ag)	0,016	0,0037
Platino	0,109	
Estaño (Sb)	0,130	
Niquelina (Cu - Ni - Zn)	0,440	0,0002
Manganina (Cu - Mn - Ni)	0,460	0,0000
Nichrome (Ni - Fe - Cr - Mn)	1,120	0,0002
Constantan (Cu - Ni)	0,500	0,0000
Maillechort (Cu - Zn - Ni)	0,400	0,0036
Níquel (Ni)	0,123	
Mercurio (Hg)	0,940	
Plomo	0,203	
Oro (Au)	0,022	
Cinc (Zn)	0,057	
Cadmio (Cd)	0,100	
Magnesio	0,043	
Ferroníquel	0,860	
Tungsteno	0,055	

Conductancia

Se da el nombre de conductancia, a la facilidad con que un conductor deja pasar la corriente eléctrica a través de él.
Esta propiedad es la inversa de la resistencia, es decir que cuanto menor es la resistencia, mayor es la conductancia. Se la representa con la letra "G".
La unidad de conductancia se llama siemens, y es la conductancia de un conductor que tiene un OHMIO de resistencia.

El valor de la conductancia de un conductor se obtiene dividiendo la unidad (uno), por el valor de la resistencia, o sea:

$$G = 1 / R$$ ("Siemens = Si", o el símbolo ohm al revés: ℧)

Por ejemplo, un conductor que tenga 4 Ω de resistencia, tendrá una conductancia de: G = 1 / R = 1 / 4 = 0,25 Siemens

De la misma manera que la resistividad, se obtiene la conductividad o conductancia especifica, representada por la letra "γ"(letra griega gamma), y es el valor inverso de la resistividad o resistencia especifica.

$$\gamma = 1 / \rho$$ y está dada en [m / Ω.mm^2]

Por ejemplo en el cobre el valor de conductividad es:

$$\gamma = (1 / \rho) = (1 / 0{,}0172) = 58 \text{ Siemens}$$

El concepto de conductancia es muy útil para simplificar los cálculos de electricidad.

Cálculo de Resistencias

Se desea conocer la resistencia de un hilo conductor de cobre de 2 Km de longitud y 16 mm^2 de sección. Teniendo en cuenta que la resistividad del cobre es de 0,0172 OHM por metro y mm2 de sección, se tendrá:

Valor de ρ = 0,0172 Ω
Valor de L = 2 km = 2000 mts
Valor de S = 16 mm^2

$$R = (\rho * L) / S = (0{,}00172 * 2000) / 16 = 2{,}15\ \Omega$$

Ley de OHM

OHM postulo la ley que lleva su nombre, y permite establecer la relación que existe entre las tres magnitudes mas importantes (Tensión – Intensidad – Resistencia), refiriéndose precisamente a la dificultad que opone un cuerpo a la circulación. Dificultad que como se definió anteriormente, se denomina Resistencia Eléctrica.
Esta ley constituye la base y el fundamento de toda la electricidad, por lo que deberá tenérsela siempre presente, pues la práctica requiere de su aplicación casi constantemente.

Tiene tres enunciados a saber:

1º Enunciado

En un circuito eléctrico, la intensidad de la corriente eléctrica es directamente proporcional a la tensión aplicada, e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica del circuito.

$$I = V / R$$ (Ammpere = Volt / Ω)

2º Enunciado

En un circuito eléctrico, la tensión aplicada es directamente proporcional a la intensidad de corriente que lo atraviesa, y a la resistencia eléctrica del mismo.

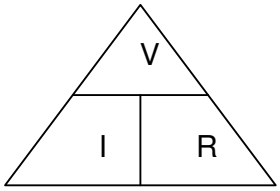
$$V = I.R \qquad (\text{Volt} = \text{Ammpere} / \Omega)$$

3º Enunciado

En un circuito eléctrico, la resistencia eléctrica es directamente proporcional a la tensión aplicada, e inversamente proporcional a la intensidad de la corriente.

$$R = V / I \qquad (\Omega = \text{Volt} / \text{Ammpere})$$

Concluyendo, se puede decir que la tensión se obtiene multiplicando las otras dos magnitudes, mientras que cualquiera de ellas, se obtiene dividiendo la tensión por la otra magnitud.



En este símbolo se resumen las tres formulas enunciadas, de manera tal que memorizándolo, sea de fácil y correcta aplicación.

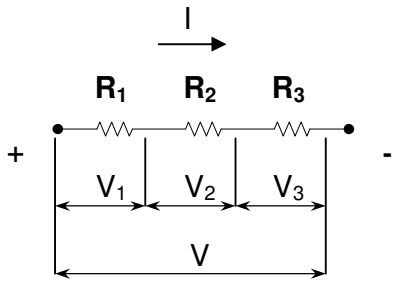
Acoplamiento de Circuitos

Circuito Serie y Paralelo

Todos los elementos que componen un circuito eléctrico, pueden estar acoplados entre si de dos maneras distintas: En serie y en paralelo (o derivación).
Estos elementos pueden ser Generadores de Energía (Generadores – Pilas – Acumuladores – etc.), o Receptores de Energía (estufa – lámparas – motores – etc.).

Acoplamiento en Serie

En este acoplamiento, los elementos (resistencias – generadores – pilas – acumuladores – etc.) se conectan uno a continuación del otro, cuyas característica son, una sola intensidad de corriente y varias tensiones (tantas como elementos que la componen).



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \qquad I = V / R_T \text{ (Ley de Ohm)}$$

En este circuito, todos los elementos (resistencias) son atravesados por la misma intensidad de corriente. La resistencia total, es la suma de las resistencias parciales, o sea: $R_T = R_1 + R_2 + R_3$

Como hemos dicho, cada elemento (resistencia) que compone este circuito produce una caída de tensión.

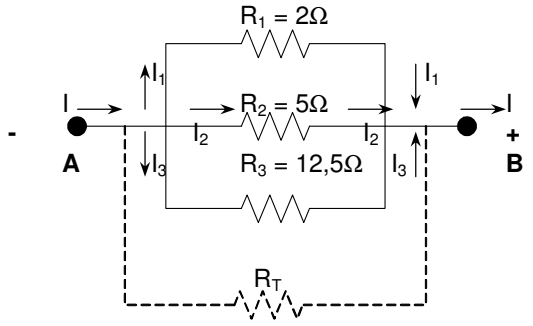
$$V1 = I.R_1$$
$$V2 = I.R_2$$
$$V3 = I.R_3$$

Por lo tanto la caída de tensión total, será la suma de las caídas individuales:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

<u>Acoplamiento en Paralelo o Derivación</u>

En este acoplamiento, todos los elementos (generadores – resistencias – pilas – acumuladores – etc.) se conectan a la misma entrada, que es una entrada común, y la salida, también en una salida común, cuyas características son una sola tensión y varias intensidades (tantas como elementos que la componen).



$$I_1 = V/R_1; \qquad I_2 = V/R_2; \qquad I_3 = V/R_3$$

$$R_T = \left(\frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \right)$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \qquad I = V/R_T$$

Para calcular la resistencia total en un acoplamiento en paralelo o derivación, se debe hallar una resistencia R_T, cuyo efecto sea el mismo que las resistencias parciales R1, R2, R3, conectadas en paralelo. Es decir que estas resistencias pueden sustituirse por la resistencia R_T, sin que varíen las condiciones del circuito.
En el dibujo se la ha representado con líneas de trazos.
A esta resistencia se la denomina RESISTENCIA EQUIVALENTE, y estará atravesada por la corriente total del circuito "I".
Volviendo al dibujo, para hallar la resistencia R_T (equivalente) debemos encontrar primero las conductancias parciales:

$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} =$ 0,5 siemens

$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{5} =$ 0,2 siemens

$\frac{1}{R_3} = \frac{1}{12,5} =$ 0,08 siemens

La Conductancia total será:

G = 0,5 + 0,2 + 0,08 = 0,78 siemens

Por lo tanto R_T será: $\frac{1}{G} = \frac{1}{0,78} = 1,28\Omega$

Debemos tener en cuenta que la resistencia equivalente (R_T), es menor que la menor de las resistencias en derivación. Esto es **general** para todos los circuitos acoplados en paralelo.

En este circuito como hemos dicho, todas las resistencias están conectadas a una misma tensión.

Sabemos que la intensidad total será: $I = I1 + I2 + I3$

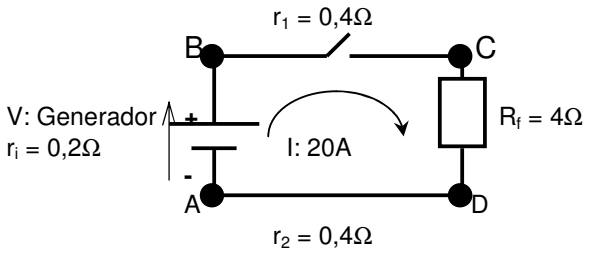
Sabemos también que la tensión entre los puntos A y B vale V (tensión aplicada), y es la misma para las tres resistencias.

Podemos entonces ahora, hallar el valor de las intensidades parciales:

$I_1 = \frac{V}{R_1}$; $I_2 = \frac{V}{R_2}$; $I_3 = \frac{V.}{R_3}$

Caída de Tensión

Observemos el siguiente circuito:



G: Generador de energía eléctrica
R_f: Receptor (estufa eléctrica)

Mediante la ley de OHM determinaremos las diferentes tensiones que se presentan en este circuito, teniendo en cuenta que el mismo, es atravesado por una corriente eléctrica cuya intensidad es de 20 A.

La resistencia interna del generador la denominamos "r_i", siendo: $r_i = 0,2\Omega$; la del conductor de ida $r_1 = 0,4\Omega$; la del conductor de retorno $r_2 = 0,4\Omega$; y finalmente la resistencia del receptor (estufa) $R_f = 4\Omega$

La resistencia total del circuito será:

$$R = r_i + r_1 + r_2 + R_f = 0,2 + 0,4 + 0,4 + 4 = 5\Omega$$

La tensión aplicada entonces (ley de OHM) será:

$$V = I \times R = 20 \times 5 = 100V$$

En este caso la estufa aprovechará una parte de la tensión, debido a que como tiene su propia resistencia (4Ω), entre sus bornes C y D y, aplicando la ley de OHM, tendremos una tensión utilizada de:

$$V = I \times R_f = 20 \times 4 = 80V$$

Podemos deducir entonces que la diferencia entre la tensión original y la tensión utilizada, se llama CAIDA DE TENSION.

O sea: $100V - 80V = 20V$

La caída de tensión representa una pérdida, que en este ejemplo se debe a las siguientes causas:

a- Caída de tensión en el interior del generador:

$$Vi = I \times r_i = 20 \times 0,2 = 4V$$

b- Caída de tensión en el conductor de ida:

$$V1 = I \times r_1 = 20 \times 0,4 = 8V$$

c- Caída de tensión en el conductor de retorno:

$$V2 = I \times r_2 = 20 \times 0,4 = 8V$$

Finalmente podemos decir que la tensión total, será igual a la suma de la tensión utilizada, más las sucesivas caídas de tensiones que se presentan en el circuito, o sea:

$$80 + 4 + 8 + 8 = 100V$$

Potencia Eléctrica

La potencia por definición, es el trabajo realizado en la unidad de tiempo, o sea en un segundo.

Por lo tanto podemos definir a la Potencia Eléctrica como, el trabajo necesario que habrá de desarrollar un generador, para mantener la tensión y corriente constantes en un circuito, durante un segundo, cuando a este se le conecta una carga.

De esta definición se deduce que la Potencia Eléctrica será directamente proporcional a la tensión y la intensidad de la corriente eléctrica que circula por el circuito.

$$P = V.I$$

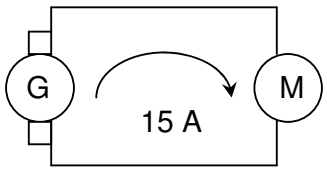
La potencia eléctrica se expresa en Watts (W), llamada también vatios, que es por consiguiente, la unidad de potencia eléctrica, equivalente al producto de $1V_{x}1A$, o sea:

$$1W = 1V_{x}1A$$

En muchas aplicaciones, el Vatio resulta una unidad muy pequeña, entonces se utiliza una mayor denominada kilovatio o kilowatt (kw), que vale 1000 watts o vatios, o sea:

$$1KW = 1000W$$

Ejemplo



Suponiendo que la tensión en este circuito es de 100V, el motor consumirá una potencia de:

$$P = V.I = 100 \times 15 = 1500\ W$$

Expresado en KW, tendremos:

$$P = 1500 / 1000 = 1{,}5\ KW$$

Relación entre Potencia, Tensión e Intensidad

La potencia eléctrica P es: $P = V.I$

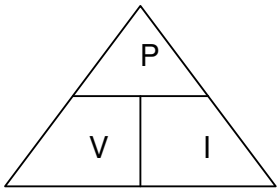
Si en un circuito eléctrico conocemos la potencia consumida en Watts (vatios) y la intensidad en Amperes (amperios), y deseamos conocer la tensión, ésta será:

$$V = P / I$$

Y si conocemos la potencia en Watts (vatios) y la tensión en Voltios, y deseamos conocer la intensidad en Amperes (amperios), ésta será:

$$I = P / V$$

Al igual que en la ley de OHM, estas tres formulas se resumen en un símbolo, donde la potencia en la parte superior, se obtiene multiplicando la tensión (U) por la intensidad (I) ubicadas en la parte inferior; para obtener la tensión (U) o la intensidad (I), se divide la potencia por cualquiera de estas (U o I).



Otras expresiones diferentes resultan si se reemplazan sucesivamente la V y la I, por sus equivalentes, resultando:

$$P = I^2 \times R \quad (W) \qquad ;y \qquad P = V^2 / R \quad (W)$$

Donde la potencia es igual al cuadrado de la intensidad por la resistencia.

y la otra, donde la potencia es igual al cuadrado de la tensión, dividido por la resistencia.

Relación Entre Potencia Mecánica y Potencia Eléctrica

La unidad empleada para medir la potencia mecánica, es el kilográmetro por segundo, pero en la práctica se utiliza frecuentemente otra unidad mas grande, que vale 75 kilográmetros por segundo, que se llama CAVALLO VAPOR (C.V., o también HP, aunque existe una leve diferencia entre ambas).

Sabemos pues que los motores eléctricos transforman la potencia eléctrica en potencia mecánica, y los motores mecánicos a su vez accionan generadores eléctricos.

Por lo tanto la unidad práctica de potencia mecánica es:

1 C.V. = 736 W		1 C.V. = 0,736 KW
	y	
1 HP = 746 W		1 HP = 0,746 KW

Obteniéndose además que:

$$1\ KW = 1{,}36\ C.V \qquad 1\ KW = 1{,}34\ HP$$

De esta manera, si deseamos obtener la potencia eléctrica de un motor eléctrico de 10 C.V., resulta:

$$10 \times 0{,}736 = 7{,}36\ KW$$

Trabajo Eléctrico

El trabajo eléctrico esta referido al consumo de energía eléctrica en un tiempo determinado.

Evidentemente, como unidad de medida correspondería utilizar el watt – segundo, o sea el trabajo efectuado por 1watt de potencia, en 1 segunde tiempo, es decir:

$$1\ Watt – segundo = 1\ Watt \times 1\ segundo$$

Pero el watt – segundo también resulta una unidad muy pequeña en las aplicaciones prácticas, es por eso que se utiliza entonces el watt – hora (W-H o Wh), que es la energía suministrada por 1 watt durante 1 hora.

1 Hora = 3600 segundos

1 Watt – Hora = 3600 Watts - segundos

En los cálculos prácticos, que utilizan las Empresas Distribuidoras, para determinar los consumos de energía eléctrica de sus usuarios, se utiliza como unidad el Kilowatt–Hora (Kwh) por ser esta mucho mayor, y cuyo valor es:

1 Kilowatt – Hora = 1000 Watts - Hora

Por ejemplo una lámpara de 250 Watts, en 4 Horas consumirá:

250 x 4 = 1000 Watts – Hora = 1Kwh

Un motor eléctrico de 10 C.V., en 8 Horas de funcionamiento, consumirá:

10 x 0,736 x 8 = 58,88 Kwh

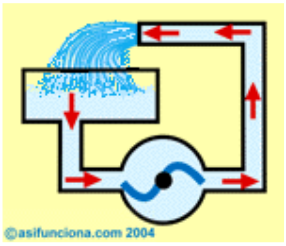
Podemos resumir y concluir que, para expresar el trabajo total de un generador o receptor eléctrico, se multiplica la potencia expresada en KW, por el tiempo de funcionamiento expresado en horas, para de ese modo, obtener el trabajo total en Kwh.

CORRIENTE CONTINUA

La corriente continua (CC) es aquella cuyas cargas eléctricas o electrones fluyen siempre en el mismo sentido en un circuito eléctrico cerrado, moviéndose del polo negativo hacia el polo positivo de una fuente de fuerza electromotriz (FEM), tal como ocurre en las baterías, las dinamos o en cualquier otra fuente generadora de ese tipo de corriente eléctrica.

Fuentes suministradoras de corriente continua. A la izquierda, una batería de las comúnmente utilizada en los coches y todo tipo de vehículo motorizado. A la derecha, pilas de amplio uso, lo mismo en linternas que en aparatos y dispositivos eléctricos y electrónicos.

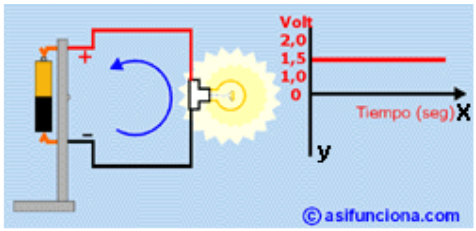
Es importante conocer que ni las baterías, ni los generadores, ni ningún otro dispositivo similar crea cargas eléctricas pues, de hecho, todos los elementos conocidos en la naturaleza las contienen, pero para establecer el flujo en forma de corriente eléctrica es necesario ponerlas en movimiento.



El movimiento de las cargas eléctricas se asemeja al de las moléculas de un líquido, cuando al ser impulsadas por una bomba circulan a través de la tubería de un circuito hidráulico cerrado.

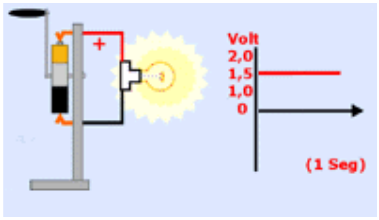
Las cargas eléctricas se pueden comparar con el líquido contenido en la tubería de una instalación hidráulica. Si la función de una bomba hidráulica es poner en movimiento el líquido contenido en una tubería, la función de la tensión o voltaje que proporciona la fuente de fuerza electromotriz (FEM) es, precisamente, bombear o poner en movimiento las cargas contenidas en el cable conductor del circuito eléctrico. Los elementos o materiales que mejor permiten el flujo de cargas eléctricas son los metales y reciben el nombre de "conductores".

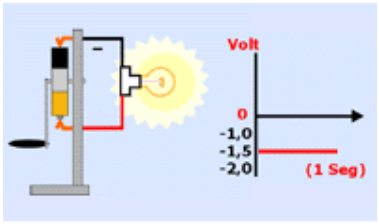
Como se habrá podido comprender, sin una tensión o voltaje ejerciendo presión sobre las cargas eléctricas no puede haber flujo de corriente eléctrica. Por esa íntima relación que existe entre el voltaje y la corriente generalmente en los gráficos de corriente continua, lo que se representa por medio de los ejes de coordenadas es el valor de la tensión o voltaje que suministra la fuente de FEM.



Circuito eléctrico compuesto por una pila o fuente de suministro de FEM; una bombilla, carga o consumidor conectada al circuito y los correspondientes conductores o cables por donde fluye la corriente eléctrica. A la derecha aparece la representación gráfica del suministro de 1,5 volt de la pila (eje de coordenadas "y") y el tiempo que permanece la pila suministrando corriente a la bombilla (representado por el eje de coordenadas "x").

La coordenada horizontal "x" representa el tiempo que la corriente se mantiene fluyendo por circuito eléctrico y la coordenada vertical "y" corresponde al valor de la tensión o voltaje que suministra la fuente de fem (en este caso una pila) y se aplica circuito. La representación gráfica del voltaje estará dada entonces por una línea recta horizontal continua, siempre que el valor de la tensión o voltaje se mantenga constante durante todo el tiempo.





Normalmente cuando una pila se encuentra completamente cargada suministra una FEM, tensión o voltaje de 1,5 volt. Si representamos gráficamente el valor de esa tensión o voltaje durante el tiempo que la corriente se mantiene fluyendo por el circuito cerrado, obtenemos una línea recta.

Si después hacemos girar la pila invirtiendo su posición y representamos de nuevo el valor de la tensión o voltaje, el resultado sería el mismo, porque en ambos casos la corriente que suministra la fuente de FEM sigue siendo continua. Lo único que ha cambiado es el sentido del flujo de corriente en el circuito, provocado por el cambio de posición de la pila, aunque en ambos casos el sentido de circulación de la corriente seguirá siendo siempre del polo negativo al positivo.

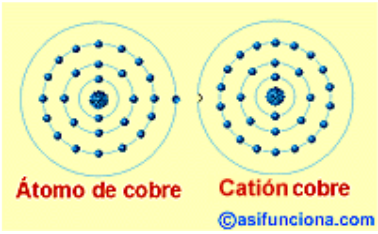
VOLTAJE, TENSIÓN O DIFERENCIA DE POTENCIAL

El voltaje, tensión o diferencia de potencial es la presión que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica o fuerza electromotriz **(FEM)** sobre las cargas eléctricas o electrones en un circuito eléctrico cerrado, para que se establezca el flujo de una corriente. Eléctrica.

A mayor diferencia de potencial o presión que ejerza una fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones contenidos en un conductor, mayor será el voltaje o tensión existente en el circuito al que corresponda ese conductor.

Las cargas eléctricas en un circuito cerrado fluyen del polo negativo al polo positivo de la propia fuente de fuerza electromotriz.

La diferencia de potencial entre dos puntos de una fuente de FEM se manifiesta como la acumulación de cargas eléctricas negativas *(iones negativos o aniones)*, con exceso de electrones en el polo negativo (–) y la acumulación de cargas eléctricas positivas *(iones positivos o cationes)*, con defecto de electrones en el polo positivo (+) de la propia fuente de FEM.



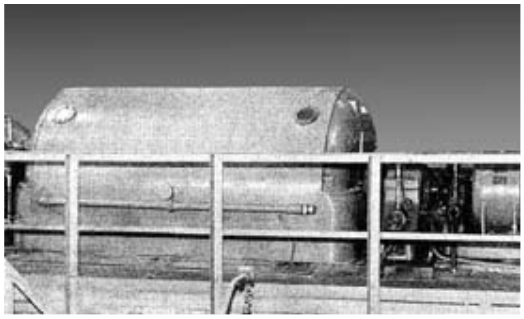
A la izquierda podemos apreciar la estructura completa de un átomo de cobre (Cu) en estado "neutro" con un solo electrón girando en su última órbita y a la derecha un "ión" cobre, después que el átomo ha perdido el único electrón que posee en su órbita más externa. Debido a que en esas condiciones la carga positiva de los protones supera a las cargas negativas de los electrones que aún continúan girando en el resto de las órbitas, el ión se denomina en este caso "catión", por tener carga positiva

En otras palabras, el voltaje, tensión o diferencia de potencial es el impulso que necesita una carga eléctrica para que pueda fluir por el conductor de un circuito eléctrico cerrado. Este movimiento de las cargas eléctricas por el circuito se establece a partir del polo negativo de la fuente de FEM hasta el polo positivo de la propia fuente.

FUENTES DE FUERZA ELECTROMOTRIZ (FEM)

Como fuente de fuerza electromotriz se entiende cualquier dispositivo capaz de suministrar energía eléctrica dinámica, ya sea utilizando medios químicos, como las baterías, o electromecánicos, como ocurre con los generadores de corriente eléctrica.

Batería como las comúnmente utilizadas en coches y vehículos motorizados.



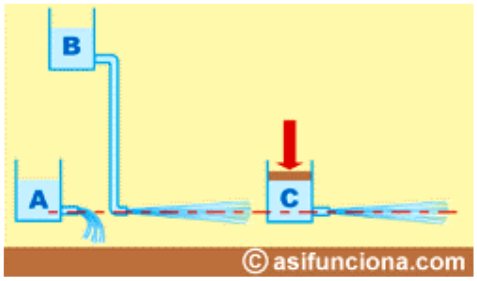
Generador sincrónico empleado para producir corriente alterna en centrales termoeléctricas de pequeño tamaño.

Existen también otros tipos de dispositivos como, por ejemplo, las fotoceldas o celdas solares, que convierten la luz en electricidad; los termopares, cuyos alambres transforman la alta temperatura que reciben en el punto de unión de dos de sus extremos en voltajes muy bajos, y los dispositivos piezoeléctricos, que también producen voltajes muy bajos cuando se ejerce una presión sobre ellos.

Mediante el uso de celdas solares se puede suministrar energía eléctrica a viviendas situadas en lugares muy apartados donde es imposible o poco rentable transmitirla por cables desde una central eléctrica.

Los termopares se utilizan como sensores en instrumentos electrónicos de precisión, como los destinados a medir, por ejemplo, temperatura en hornos y calderas. Los dispositivos piezoeléctricos constituyen, por su parte, la pieza fundamental para convertir las vibraciones mecánicas que capta dicho dispositivo en pulsaciones eléctricas, como ocurre en algunos tipos de micrófonos y en las cápsulas de tocadiscos o giradiscos.

ANALOGÍA HIDRÁULICA CON REFERENCIA A UN CIRCUITO ELÉCTRICO



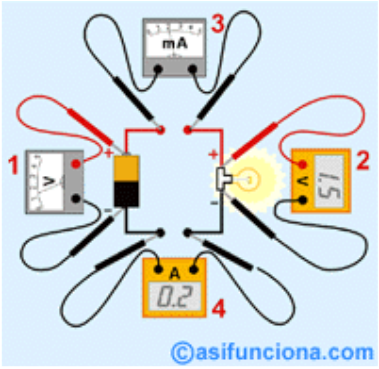
Analogía hidráulica con respecto a la tensión o voltaje. En la figura aparecen tres recipientes llenos de líquido, cuyos tubos de salida se encuentran todos al mismo nivel. Por la tubería del recipiente "B", el líquido saldrá con mayor presión que por la tubería del recipiente "A", por encontrarse el "B" a mayor altura. Lo mismo ocurre con el recipiente "C", que, aunque se encuentra al mismo nivel que el recipiente "A", cuando se ejerce presión con un émbolo sobre la superficie del líquido, éste saldrá también a mayor presión por el tubo.
De forma parecida a esta analogía hidráulica actúa la fuente de fuerza electromotriz (FEM) para mover las cargas eléctricas por un conductor. A mayor presión que ejerza la fuente de FEM sobre las cargas eléctricas o electrones, mayor será también el voltaje, tensión o diferencia de pontencial que estará presente en un determinado cicuito eléctrico.

Si comparamos el circuito eléctrico con un sistema hidráulico, el voltaje sería algo similar a la presión que se ejerce sobre el líquido en una tubería para su bombeo. Si la presión del sistema hidráulico aumenta, la fuerza de la corriente del líquido que fluye por la tubería también aumenta. De igual forma, cuando se incrementa el voltaje, la intensidad de la corriente de electrones que fluye por el circuito eléctrico también aumenta, siempre que el valor de la resistencia se mantenga constante.

MEDICIÓN DE LA TENSIÓN O VOLTAJE

Para medir tensión o voltaje existente en una fuente de fuerza electromotriz (FEM) o e un circuito eléctrico, es necesario disponer de un instrumento de medición llamado voltímetro, que puede ser tanto del tipo analógico como digital.

El voltímetro se instala de forma paralela en relación con la fuente de suministro de energía eléctrica. Mediante un multímetro o *"tester"* que mida voltaje podemos realizar también esa medición. Los voltajes bajos o de baja tensión se miden en **volt** y se representa por la letra **(V)**, mientras que los voltajes medios y altos (alta tensión) se miden en **kilovolt**, y se representan por las iniciales **(kV)**.



1. Voltímetro analógico. 2. Voltímetro digital. 3. Miliamperímetro analógico. 4. Amperímetro digital. El voltímetro siempre se conecta en paralelo con la fuente de suministro de fuerza electromotriz, mientras que el amperímetro y el miliamperímetro se colocan en serie.

DIFERENCIA ENTRE LA ALTA, BAJA Y MEDIA TENSION

Alta tensión. Se emplea para transportar altas tensiones a grandes distancias, desde las centrales generadoras hasta las subestaciones de transformadores. Su transportación se efectúa utilizando gruesos cables que cuelgan de grandes aisladores sujetos a altas torres metálicas. Las altas tensiones son aquellas que superan los 25 kV (kilovolt).

Media tensión. Son tensiones mayores de 1 kV y menores de 25 kV. Se emplea para transportar tensiones medias desde las subestaciones hasta las subestaciones o bancos de transformadores de baja tensión, a partir de los cuales se suministra la corriente eléctrica a las ciudades. Los cables de media tensión pueden ir colgados en torres metálicas, soportados en postes de madera o cemento, o encontrarse soterrados, como ocurre en la mayoría de las grandes ciudades.

Baja tensión. Tensiones inferiores a 1 kV que se reducen todavía más para que se puedan emplear en la industria, el alumbrado público y el hogar. Las tensiones más utilizadas en la industria y en los hogares son 220, 380 volt de corriente alterna. Hay que destacar que las tensiones que se utilizan en la industria y la que llega a nuestras casas son alterna (C.A.), cuya frecuencia en Argentina es de 50 ciclos o hertz (Hz), y en otros países puede ser de 60 ciclos o hertz.

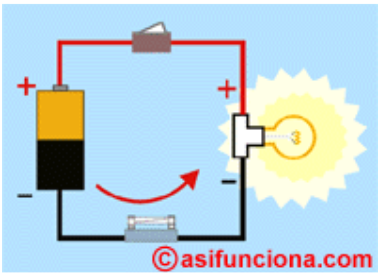
OTROS DATOS

Aunque desde hace años el Sistema Internacional de Medidas (SI) estableció oficialmente como **"volt"** el nombre para designar la unidad de medida del voltaje, tensión eléctrica o diferencia de potencial, en algunos países de habla hispana se le continúa llamando "voltio".

El volt recibe ese nombre en honor al físico italiano Alessandro Volta (1745 – 1827), inventor de la pila eléctrica conocida como "pila de Volta", elemento precursor de las actuales pilas y baterías eléctricas.

LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Lo que conocemos como corriente eléctrica no es otra cosa que la circulación de cargas o electrones a través de un circuito eléctrico cerrado, que se mueven siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de suministro de fuerza electromotriz (FEM).



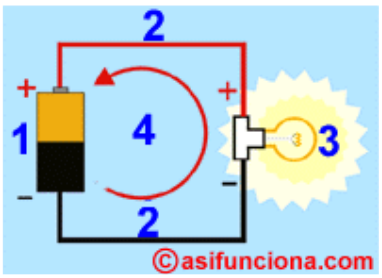
En un circuito eléctrico cerrado la corriente circula siempre del polo negativo al polo positivo de la fuente de fuerza electromotriz (FEM).

Quizás hayamos oído hablar o leído en algún texto que el sentido convencional de circulación de la corriente eléctrica por un circuito es a la inversa, o sea, del polo positivo al negativo de la fuente de FEM. Ese planteamiento tiene su origen en razones históricas y no a cuestiones de la física y se debió a que en la época en que se formuló la teoría que trataba de explicar cómo fluía la corriente eléctrica por los metales, los físicos desconocían la existencia de los electrones o cargas negativas.

Al descubrirse los electrones como parte integrante de los átomos y principal componente de las cargas eléctricas, se descubrió también que las cargas eléctricas que proporciona una fuente de FEM (Fuerza Electromotriz), se mueven del signo negativo **(–)** hacia el positivo **(+)**, de acuerdo con la ley física de que "cargas distintas se atraen y cargas iguales se rechazan". Debido al desconocimiento en aquellos momentos de la existencia de los electrones, la comunidad científica acordó que, convencionalmente, la corriente eléctrica se movía del polo positivo al negativo, de la misma forma que hubieran podido acordar lo contrario, como realmente ocurre. No obstante en la práctica, ese "error histórico" no influye para nada en lo que al estudio de la corriente eléctrica se refiere.

REQUISITOS PARA QUE CIRCULE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Para que una corriente eléctrica circule por un circuito es necesario que se disponga de tres factores fundamentales:



1. *Fuente de fuerza electromotriz (FEM).* ***2.*** *Conductor.* ***3.*** *Carga o resistencia conectada al circuito.* ***4.*** *Sentido de circulación de la corriente eléctrica*

1. Una fuente de fuerza electromotriz (FEM) como, por ejemplo, una batería, un generador o cualquier otro dispositivo capaz de bombear o poner en movimiento las cargas eléctricas negativas cuando se cierre el circuito eléctrico.

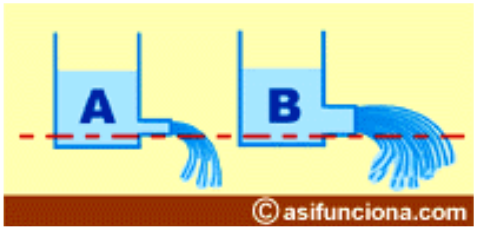
2. Un camino que permita a los electrones fluir, ininterrumpidamente, desde el polo negativo de la fuente de suministro de energía eléctrica hasta el polo positivo de la propia fuente. En la práctica ese camino lo constituye el conductor o cable metálico, generalmente de cobre.

3. Una carga o consumidor conectada al circuito que ofrezca resistencia al paso de la corriente eléctrica. Se entiende como carga cualquier dispositivo que para funcionar consuma energía eléctrica como, por ejemplo, una bombilla o lámpara para alumbrado, el motor de cualquier equipo, una resistencia que produzca calor (calefacción, cocina, secador de pelo, etc.), un televisor o cualquier otro equipo electrodoméstico o industrial que funcione con corriente eléctrica.

Cuando las cargas eléctricas circulan normalmente por un circuito, sin encontrar en su camino nada que interrumpa el libre flujo de los electrones, decimos que estamos ante un **"circuito eléctrico cerrado"**. Si, por el contrario, la circulación de la corriente de electrones se interrumpe por cualquier motivo y la carga conectada deja de recibir corriente, estaremos ante un **"circuito eléctrico abierto"**. Por norma general todos los circuitos eléctricos se pueden abrir o cerrar a voluntad utilizando un **interruptor** que se instala en el camino de la corriente eléctrica en el propio circuito con la finalidad de impedir su paso cuando se acciona manual, eléctrica o electrónicamente.

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La intensidad del flujo de los electrones de una corriente eléctrica que circula por un circuito cerrado depende fundamentalmente de la tensión o voltaje (V) que se aplique y de la resistencia (R) en ohm que ofrezca al paso de esa corriente la carga o consumidor conectado al circuito. Si una carga ofrece poca resistencia al paso de la corriente, la cantidad de electrones que circulen por el circuito será mayor en comparación con otra carga que ofrezca mayor resistencia y obstaculice más el paso de los electrones.



Analogía hidráulica. *El tubo del depósito **"A"**, al tener un diámetro reducido, ofrece más resistencia a la salida del líquido que el tubo del tanque **"B"**, que tiene mayor diámetro. Por tanto, el caudal o cantidad de agua que sale por el tubo "B" será mayor que la que sale por el tubo "A".*

Mediante la representación de una analogía hidráulica se puede entender mejor este concepto. Si tenemos dos depósitos de líquido de igual capacidad, situados a una misma altura, el caudal de salida de líquido del depósito que tiene el tubo de salida de menos diámetro será menor que el caudal que proporciona otro depósito con un tubo de salida de más ancho o diámetro, pues este último ofrece menos resistencia a la salida del líquido.

De la misma forma, una carga o consumidor que posea una resistencia de un valor alto en ohm, provocará que la circulación de los electrones se dificulte igual que lo hace el tubo de menor diámetro en la analogía hidráulica, mientras que otro consumidor con menor resistencia (caso del tubo de mayor diámetro) dejará pasar mayor cantidad de electrones. La diferencia en la cantidad de líquido que sale por los tubos de los dos tanques del ejemplo, se asemeja a la mayor o menor cantidad de electrones que pueden circular por un circuito eléctrico cuando se encuentra con la resistencia que ofrece la carga o consumidor.

La intensidad de la corriente eléctrica se designa con la letra (**I**) y su unidad de medida en el Sistema Internacional (**SI**) es el **ampere** (llamado también "amperio"), que se identifica con la letra (**A**).

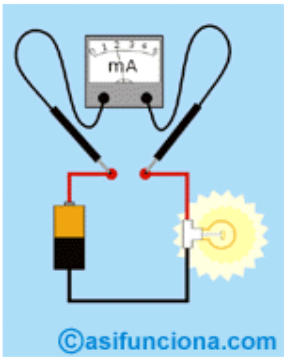
EL AMPERE

De acuerdo con la Ley de Ohm, la corriente eléctrica en ampere (**A**) que circula por un circuito está estrechamente relacionada con el voltaje o tensión (**V**) y la resistencia en ohm (Ω) de la carga o consumidor conectado al circuito.

Definición de ampere

Un ampere (1 A) se define como la corriente que produce una tensión de un volt (1 V), cuando se aplica a una resistencia de un ohm (1 Ω)

MEDICIÓN DE LA INTENSIDAD DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA O AMPERAJE



La medición de la corriente que fluye por un circuito cerrado se realiza por medio de un amperímetro o un miliamperímetro, según sea el caso, conectado en serie en el propio circuito eléctrico. Para medir ampere se emplea el "amperímetro" y para medir milésimas de ampere se emplea el miliamperímetro.

La intensidad de circulación de corriente eléctrica por un circuito cerrado se puede medir por medio de un amperímetro conectado en serie con el circuito o mediante inducción electromagnética utilizando una pinza amperímetro. Para medir intensidades bajas de corriente se puede utilizar también un multímetro que mida miliampere (mA).

Amperímetro de gancho

Multímetro digital

Multímetro analógico

El ampere como unidad de medida se utiliza, fundamentalmente, para medir la corriente que circula por circuitos eléctricos de fuerza en la industria, o en las redes eléctricas doméstica, mientras que los submúltiplos se emplean mayormente para medir corrientes de poca intensidad que circulan por los circuitos electrónicos.

TIPOS DE CORRIENTE ELÉCTRICA

En la práctica, los dos tipos de corrientes eléctricas más comunes son: corriente continua (**CC**) y corriente alterna (**CA**). La corriente continua circula siempre en un solo sentido, es decir, del polo negativo al positivo de la fuente de fuerza electromotriz (**FEM**) que la suministra. Esa corriente mantiene siempre fija su polaridad, como es el caso de las pilas, baterías y dinamos.

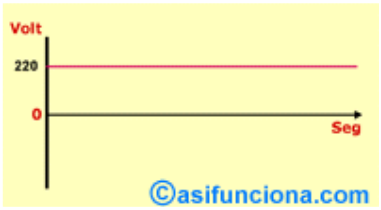


Gráfico de una corriente directa (C.D.) o continua (C.C.).

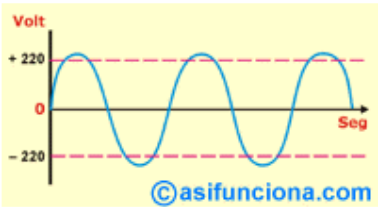


Gráfico de la sinusoide que posee una corriente alterna (C.A.).

La corriente alterna se diferencia de la continua en que cambia su sentido de circulación periódicamente y, por tanto, su polaridad. Esto ocurre tantas veces como frecuencia en hertz (**Hz**) tenga esa corriente.

La corriente alterna es el tipo de corriente más empleado en la industria y es también la que consumimos en nuestros hogares. La corriente alterna de uso doméstico e industrial cambia su polaridad o sentido de circulación 50 ó 60 veces por segundo, según el país de que se trate. Esto se conoce como frecuencia de la corriente alterna.

En los países de Europa la corriente alterna posee 50 ciclos o hertz (Hz) por segundo de frecuencia, mientras que los en los países de América la frecuencia es de 60 ciclos o hertz.

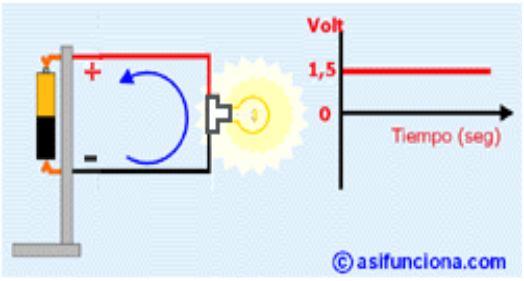
OTROS DATOS

Aunque desde hace años el Sistema Internacional de Medidas (SI) estableció oficialmente como **"ampere"** el nombre para designar la unidad de medida del amperaje o intensidad de la corriente eléctrica, en algunos países de habla hispana se le continúa llamando "amperio".

El **ampere** recibe ese nombre en honor al físico y matemático francés André-Marie Ampère (1775 – 1836), quién demostró que la corriente eléctrica, al circular a través de un conductor, producía un campo magnético a su alrededor. Este físico formuló también la denominada "Ley de Ampere".

LA CORRIENTE ALTERNA (C.A.)

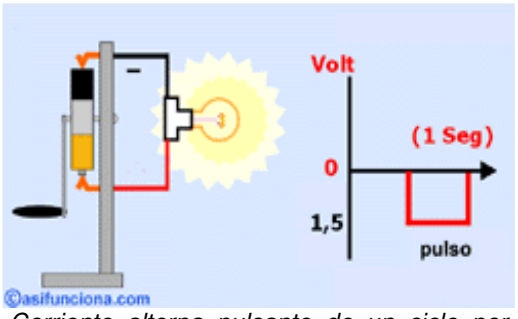
Además de la existencia de fuentes de FEM de corriente continua (C.C.) (como la que suministran las pilas o las baterías, cuya tensión o voltaje mantiene siempre su polaridad fija), se genera también otro tipo de corriente denominada alterna (C.A.), que se diferencia de la directa por el cambio constante de polaridad que efectúa por cada ciclo de tiempo.



Una pila o batería constituye una fuente de suministro de corriente continua, porque su polaridad se mantiene siempre fija.

La característica principal de una corriente alterna es que durante un instante de tiempo un polo es negativo y el otro positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o hertz posea esa corriente. No obstante, aunque se produzca un constante cambio de polaridad, la corriente siempre fluirá del polo negativo al positivo, tal como ocurre en las fuentes de FEM que suministran corriente directa.

Veamos un ejemplo práctico que ayudará a comprender mejor el concepto de corriente alterna:



Corriente alterna pulsante de un ciclo por segundo o hertz (Hz)

MONTAJES

HERRAMIENTAS

Un operario del sistema de distribución principiante deberá conocer las herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos de montaje de líneas aéreas y subterráneas, como así también, para qué se usan cada una de ellas, aunque no le corresponda usarlas.

Palas corazón, corta y larga: se utiliza para la ejecución de los pozos necesarios para el empotramiento de los postes, columnas, cuerpos de anclaje, etc.

Barreta: son de hierro de aproximadamente de 2 mts, se utilizan para terrenos duros, donde con la pala solamente no se puede ejecutar el pozo.

Pizón: se utiliza para apisonar, cuando la estructura de madera u hormigón ya esta en el pozo, hecho para tal fin.

Pico: herramienta que se utiliza para el movimiento de terreno donde se ejecutara una zanja para enterrar un cable subterráneo, donde se utiliza una pala plana para la ejecución de la zanja y el tapado de la misma.

Arco de sierra: herramienta utilizada para el corte de hierro, con hojas de acero rápido.

Mazas: herramienta de aproximadamente de 1,1/2 kg. Utilizada para distintos trabajos que requieran su utilización.

Pinzas de electricista: herramienta que se utiliza para múltiples trabajos es fundamental, para un operario de redes y un oficial de servicio.-

Llaves francesas: herramienta que se utiliza para el ajuste de los herrajes, que componen una estructura, tanto sea de media tensión o baja tensión.

Llaves estriadas y de boca: herramientas utilizadas comúnmente en la rama automotriz, y que se utiliza en nuestro medio para ajustar tuercas de morsetos, herrajes, etc.

Linga: si bien no es una herramienta, es un elemento necesario para el montaje de redes, utilizándosela, para el izado de columnas y postes, (con grúa); pueden ser de cable de acero o fajas de tela sintética reforzada para este fin.

Aparejo: herramienta que se utiliza para el tensado de conductores, tanto de baja tensión como media tensión.

Rana: herramienta que se utiliza para la sujeción del cable con el aparejo, para su tensado.

Estrobo: al igual que la linga, **no** es una herramienta, es un anillo de cable de acero flexible que se utiliza para vincular el aparejo a la estructura terminal.

TRABAJOS DEL OPERARIO

Un operario principiante deberá saber que su tarea consiste en lo siguiente:

1º: Preparación de herramientas: en el comienzo de la jornada laboral deber preparar todas las herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos que se fueren ha realizar.

2º: acatar las instrucciones del capataz u oficial a cargo.

3º: **Ejecución de pozos**: el operario debe saber que: el pozo a ejecutar para montar una estructura de madera deberá tener una profundidad de lo que resulte del 10% de la altura del poste + 0,60m, y no excederá su diámetro de 15 cm. de las paredes del poste, en todo su diámetro.
En el caso de pozos para las bases de hormigón, el mismo será de acuerdo a las especificaciones que el capataz u oficial a cargo ordene, y en el caso de los muertos de hormigón para anclaje de riendas los mismos serán de las dimensiones + 20cm por lado del muerto, con una profundidad de 1,6m.

4º Apisonado de estructuras: una vez parado y aplomado el poste por el oficial a cargo, el operario principiante deberá llenar el pozo y apisonar, de la siguiente manera: rellenar el pozo con aproximadamente *20cm* de tierra y apisonar con el pisón hasta que se note que la tierra esta firme, echar una capa de piedra o cascote (que se encuentre en la zona) y apisonar nuevamente y así repetir la operación cuantas veces sea necesario hasta llenar el pozo a nivel de terreno (esta operación es muy importante por que un buen apisonado redundará en que la estructura no se incline con el paso del tiempo o las inclemencias del mismo).

5º Apertura de zanjas para cable subterráneo: deberá marcar junto con el oficial a cargo, el lugar ha zanjear, seguidamente con las herramientas necesarias procederá ha hacer la zanja que debe ser aproximadamente del ancho de una pala plana (30cm) por una profundidad de 60cm aproximadamente, seguidamente se debe hacer una cama de 10cm de arena en toda la zanja en la que pasara el cable, una vez depositado el cable, se procederá ha cubrirlo con arena y seguidamente cubrirlo con ladrillos o con media cañas hechas para tal fin.

TRANSPORTE MEDIA TENSIÓN

En los círculos profesionales se emplea el término "Media Tensión" para referirse a instalaciones con tensiones nominales entre 1 KV y 66 kV (kilovoltios). Dichas instalaciones son frecuentes en líneas de distribución que finalizan en las Sub Estaciones Transformadoras (Centros de Carga), siendo esta la última etapa del suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros de carga es de baja tensión 400 Volt o 220 Volt según lo requiera el usuario.

Baja tensión. Tensiones inferiores a 1 kV que se reducen todavía más para que se puedan emplear en la industria, el alumbrado público y el hogar. Las tensiones más utilizadas en la industria y en los hogares son 220 y 380 volt de corriente alterna. Hay que destacar que las tensiones que se utilizan en la industria y la que llega a nuestras casas son alterna (C.A.), cuya frecuencia en América es de 60 ciclos o hertz (Hz), y en Europa de 50 ciclos o hertz.

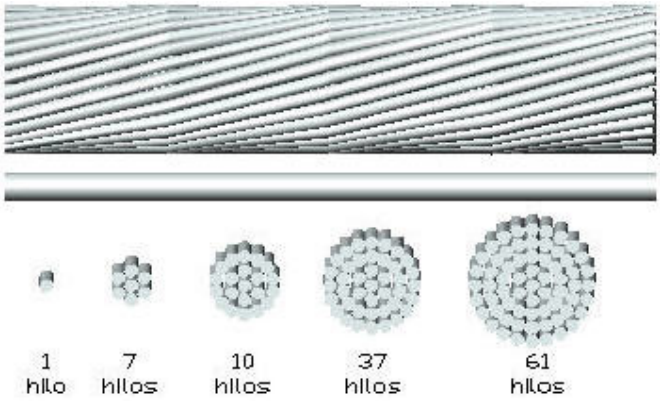
CONDUCTORES DE ALUMINIO DESNUDO (1)

Los conductores de Aluminio Desnudo son usados para transmisión y distribución de energía eléctrica en líneas aéreas.

Para este tipo de conductores se utilizan diferentes metales tales como:
• Aluminio 1350-H19.
• Aleación de aluminio 6201-T81.
• Acero recubierto con zinc o con aluminio.

Los conductores que podemos encontrar con estas aleaciones y metales son:

• AAC están formados en su totalidad por alambres de aluminio
• AAAC por alambres de aleación de aluminio
• ACSR están formados por alambres de aluminio 1350-H19 reforzados con alambres de acero recubierto con zinc
• ACSR/AW por alambres de aluminio 1350-H19 reforzados con alambres de acero recubierto con aluminio
• ACAR se construyen de alambres de aluminio 1350-H19, reforzados con alambres de aleación de aluminio 6201-T81.



Descripción:
Conductor de Aluminio Cableado Concéntrico.

Alambres de aluminio 1350-H19 cableados de forma concéntrica.

Usos y Aplicaciones:
Estos son utilizados el líneas aéreas de transmisión y de distribución de energía eléctrica en donde no se necesita una carga de rotura tan alta, se utiliza en vanos o tramos cortos, o como neutro en para cables de distribución tipo múltiplex con fases de aluminio aisladas y cableadas alrededor del neutro en AAC.

Conductores AAAC:

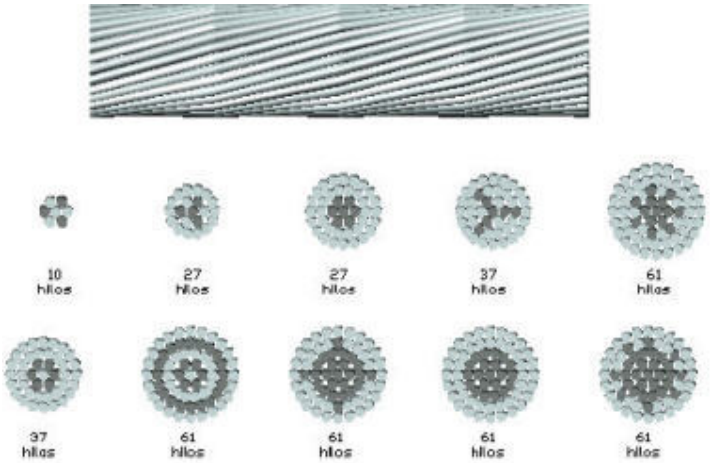
Descripción:
Conductor de Aleación de Aluminio All Aluminum Alloy Conductor.

Alambres de aleación de aluminio 6201-T81 cableados concéntricamente.

Usos y Aplicaciones:
Los conductores AAAC se usan en líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Como en el conductor anterior también se utilizan como neutro para cables de distribución tipo Múltiplex con fases de aluminio o aleación de aluminio aislado y cableado alrededor del neutro en AAAC.

Los conductores AAAC presentan una mayor capacidad de rotura además y una buena resistencia a la corrosión.

Conductores ACAR:

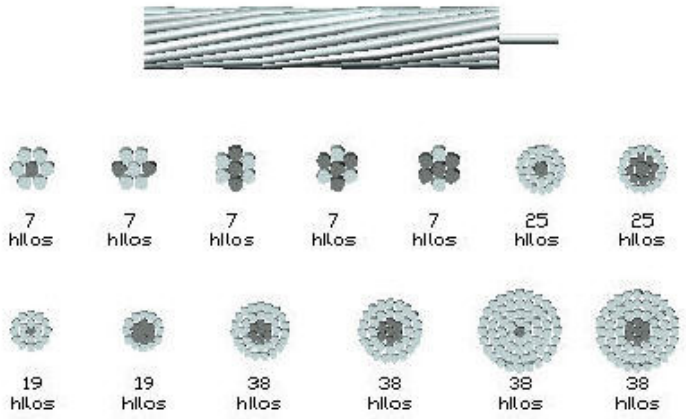


Descripción:
Conductor de Aluminio Reforzado con Aleación de Aluminio
(Aluminum Conductor Aluminum Alloy Reinforced)

Construidos con alambres de aluminio 1350-H19 cableados concéntricamente alrededor de un núcleo de aleación de aluminio. En algunos conductores los alambres de aleación de aluminio se encuentran distribuidos en capas, combinados con alambres de aluminio.

Usos y Aplicaciones:
Los conductores eléctricos ACAR se usan en líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica, la relación de carga de rotura a peso los hace excelentes para los sitios en donde se requieren buenas características de conducción de corriente.

Conductores ACSR/AW:



Descripción:
Conductor de Aluminio Reforzado con Acero recubierto con Aluminio.

Con un centro de acero y un recubrimiento de aluminio.

El núcleo puede ser un alambre de acero o puede ser un torón, conformado por 7 ó 19 alambres cableados en forma concéntrica.

En algunos cables ACSR/AW de 7 hilos, se encuentran alambres de acero distribuidos en la primera capa.

Usos y Aplicaciones:
Los conductores ACSR/AW se usan en líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Los cables ACSR/AW presentan muy buena carga de rotura,

Con diferentes cableados de núcleo de acero se pueden obtener diferentes cargas de rotura, sin sacrificar la capacidad de conducción de corriente.

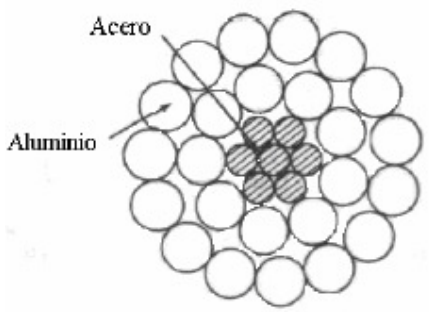


Figura 1.4 Sección transversal de un conductor con refuerzo de acero con 7 hilos de acero y 24 de aluminio

AISLADORES EN LÍNEAS AÉREAS (2)

Los aisladores se los puede clasificar en dos tipos:

a. Aisladores Rígidos o de un solo elemento: se utilizan para líneas de BT o MT, vinculando rígidamente el conductor a la estructura. En la figura 1 se muestran distintos tipos de aisladores rígidos.

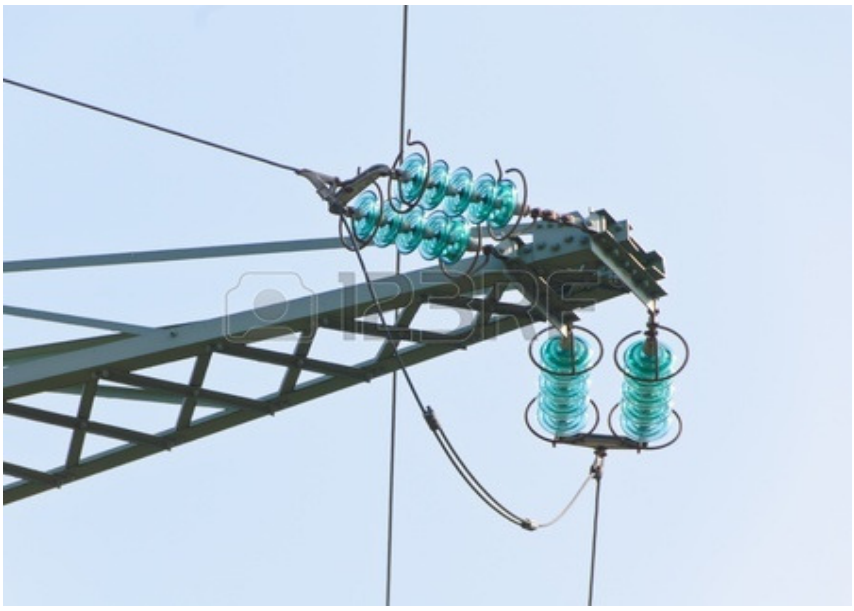
Estos aisladores suelen utilizarse para tensiones no superiores a 33kV, dado que en caso de avería mecánica o perforación eléctrica la línea queda puesta a tierra. Los aisladores pueden tener una rosca formada en la porcelana o bien un perno metálico sementado a la porcelana.

b. Aisladores de suspensión o de varios elementos: se utilizan para líneas de Alta Tensión aunque a veces por su mayor seguridad se los utiliza también en líneas de 33kV. Se utilizan casi con exclusividad las unidades con caperuza y vástago o badajo. El aislador trabaja a la tracción acoplándose entre si formando cadenas, las cuales pueden ser de suspensión o de retención en cuyo caso deben trabajar con un amplio factor de seguridad. En los casos de necesitarse incrementar la seguridad mecánica de la retención o suspensión se montan cadenas dobles.

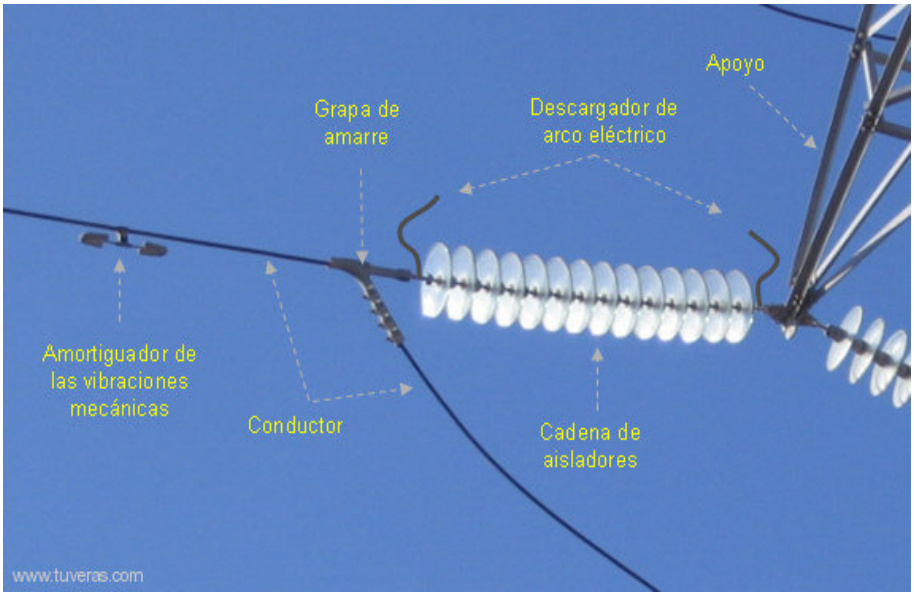
Los enlaces sucesivos se logran con un vástago metálico fijado en el centro del cuerpo principal del aislador y que se encaja en el hueco superior de la caperuza del siguiente aislador. Las caperuzas son de fundición maleable y van fijadas al cuerpo de porcelana por medio de cemento.

Para la sujeción del badajo se emplean diferentes métodos según el fabricante. En todos los casos el material utilizado debe poseer la elasticidad suficiente tal que permita compensar la diferencia que existe entre los coeficientes de dilatación de la porcelana, de la masilla y del limo de que está fabricado el badajo.

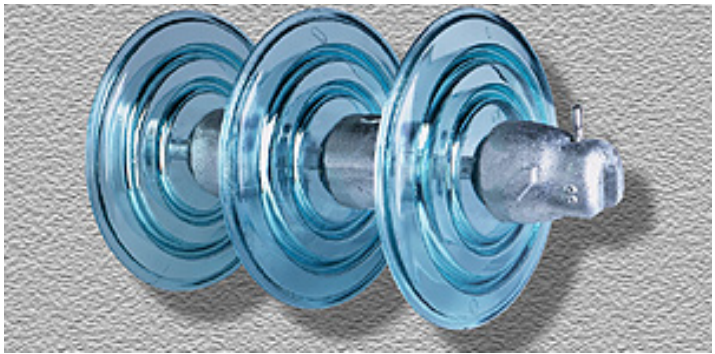
El número total de aisladores que integra la cadena depende de la tensión de servicio.



La cadena de aisladores está integrada por un conjunto de elementos de morsetería que son aquellas que fijan la cadena a la estructura y retiene el conductor en su otro extremo. La disposición que se adopta facilita el montaje de los elementos y un rápido cambio de las piezas defectuosas, incluyendo la realización de trabajos con tensión.



Resulta posible aumentar la tensión de la línea solamente con aumentar el número de platos que forman la cadena. Aumentando el número de platos se incrementa la seguridad contra la perforación dado que la descarga aumenta casi proporcionalmente al número de platos.

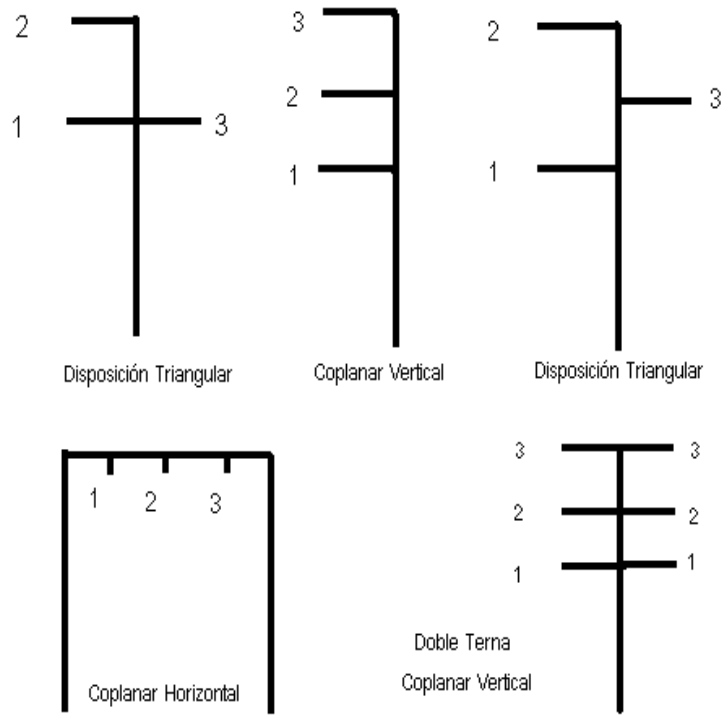


Aislador polimérico

Un **aislador polimérico** es un tipo de aislador empleado tanto en líneas eléctricas de transmisión y distribución, como en subestaciones, y que se caracterizan por estar constituidos por un núcleo central de material sólido, usualmente fibra de vidrio, y una cubierta exterior aislante de material polimérico, que además se caracteriza por ser flexible. Esto los diferencia de otro tipo de aisladores empleados más tradicionalmente en líneas y subestaciones eléctricas, que son de porcelana, vidrio o cerámica.

Las principales ventajas de este tipo de aislador son su resistencia mecánica frente a golpes derivada de su flexibilidad y mejor comportamiento ante la contaminación derivada de las características del material polimérico. Por ello han ido progresivamente reemplazando a los aisladores de cerámica o porcelana. En este tipo de aplicaciones, una cadena de aisladores de disco es ahora reemplazada por un único aislador polimérico, lo que además simplifica su instalación o reemplazo.

Disposición de fases



Se conviene en enumerar las fases en el sentido horario y desde abajo hacia arriba.

Distancias mínimas de los conductores al Terrenos

Se adoptan las siguientes distancias mínimas del conductor al terreno:

- Normal en zona rural (campos) para Un 13,2 kV.....5,50 m

- Normal en zona rural (campos) para Un 33 kV.....6,50 m

- Normal en zona rural (campos) para Un mayor de 33 kV.....7,00 m

- Normal en zona suburbana.....7,50 m

- Normal en zona urbana.....9,00 m

Al solo efecto de aplicación de las alturas mínimas indicadas, serán adoptadas las siguientes definiciones:

a) ZONA URBANA: Zonas o centros fraccionados en manzanas. A tal fin defínese como manzanas a las fracciones limitadas por calles con superficie no mayor de 1,5 hectáreas.

b) ZONA SUBURBANA: Se entiende por tal a las zonas subdivididas en macizos tipo barrio parque o fin de semana o fracciones limitadas por calles, de superficie no mayor de 5 hectáreas, adyacentes a las zonas urbanas.

c) ZONA RURAL: Quedan definidas como tal las zonas no comprendidas en las definiciones anteriores.

Para la determinación de la altura de los soportes se tomará en consideración la flecha obtenida para la temperatura máxima de 50º C.

AISLADORES PARA LÍNEAS AÉREAS

GENERALIDADES.

Los conductores de una línea aérea deben estar mecánicamente conectados y eléctricamente aislados de las estructuras. Los aisladores se utilizan para fijar los conductores a las estructuras y deben estar dimensionados de forma de soportar los esfuerzos mecánicos y eléctricos que produzcan.

Las solicitaciones eléctricas son por supuesto las de tensión nominal, debiendo soportar además la elevación de tensión de las fases al producirse cortocircuitos monofásicos, bifásicos, etc.

Los aisladores se los puede clasificar en dos tipos:

a. Aisladores Rígidos o de un solo elemento: se utilizan para líneas de BT o MT, vinculando rígidamente el conductor a la estructura. En la figura 1 se muestran distintos tipos de aisladores rígidos.

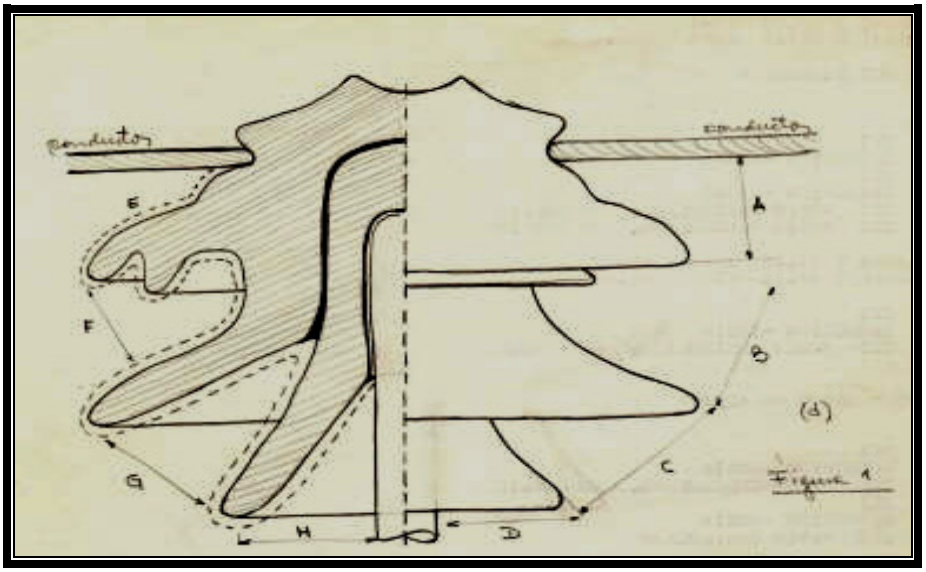


Figura 1

Estos aisladores suelen utilizarse para tensiones no superiores a 33kV, dado que en caso de avería mecánica o perforación eléctrica la línea queda puesta a tierra. Los aisladores pueden tener una rosca formada en la porcelana o bien un perno metálico sementado a la porcelana.

b. Aisladores de suspensión o de varios elementos: se utilizan para líneas de AT aunque a veces por su mayor seguridad se los utiliza también en líneas de 33kV. Se utilizan casi con exclusividad las unidades con caperuza y vástago o badajo. El aislador trabaja a la tracción acoplándose entre si formando cadenas, las cuales pueden ser de suspensión o de retención en cuyo caso deben trabajar con un amplio factor de seguridad. En los casos de necesitarse incrementar la seguridad mecánica de la retención o suspensión se montan cadenas dobles.

En la figura 2 se muestran distintos tipos de “platos de aisladores”.

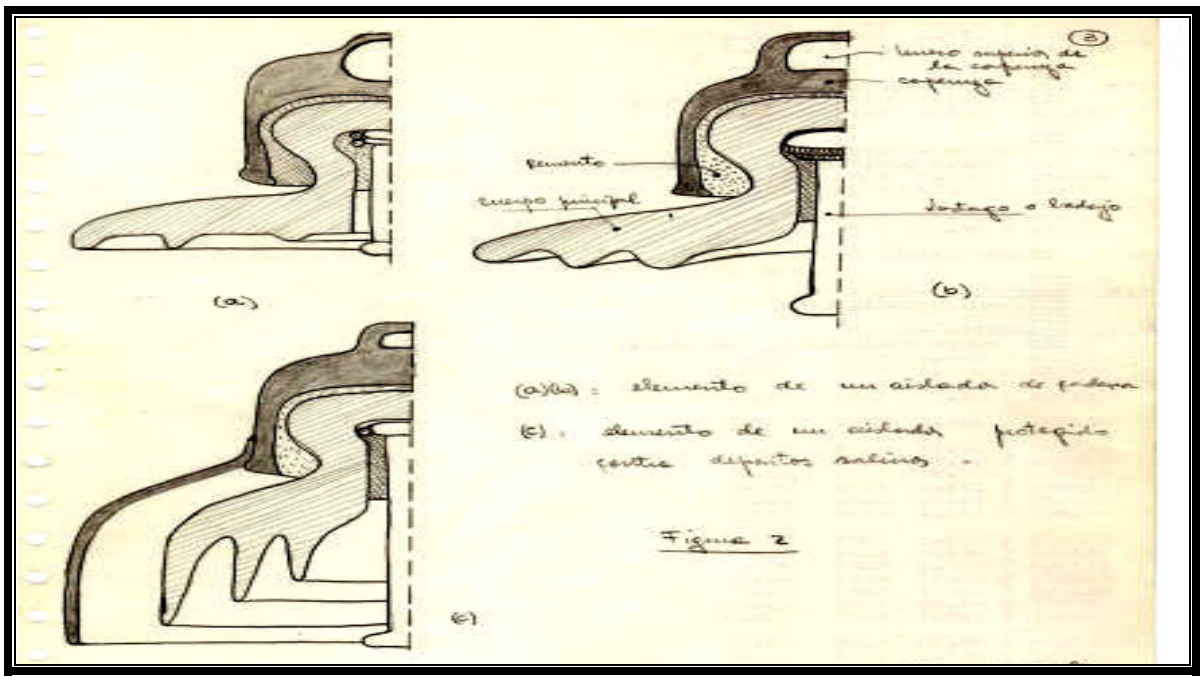
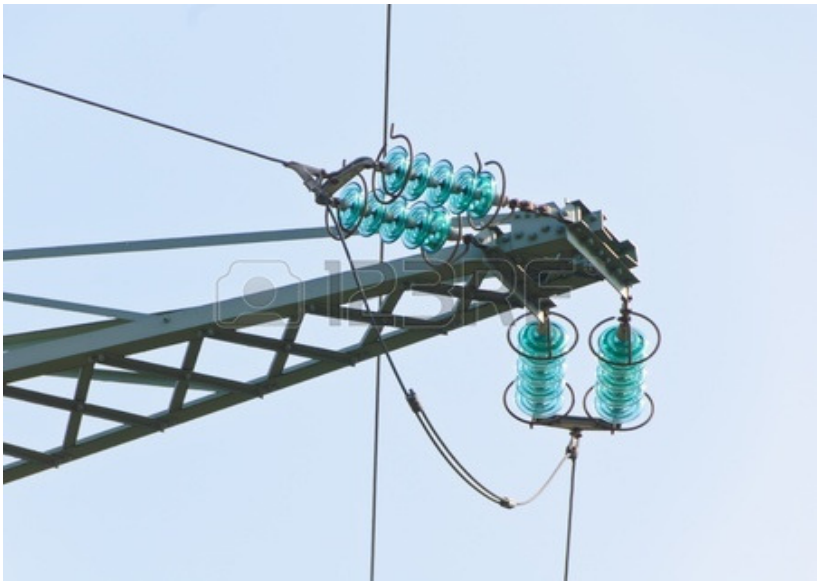


Figura 2

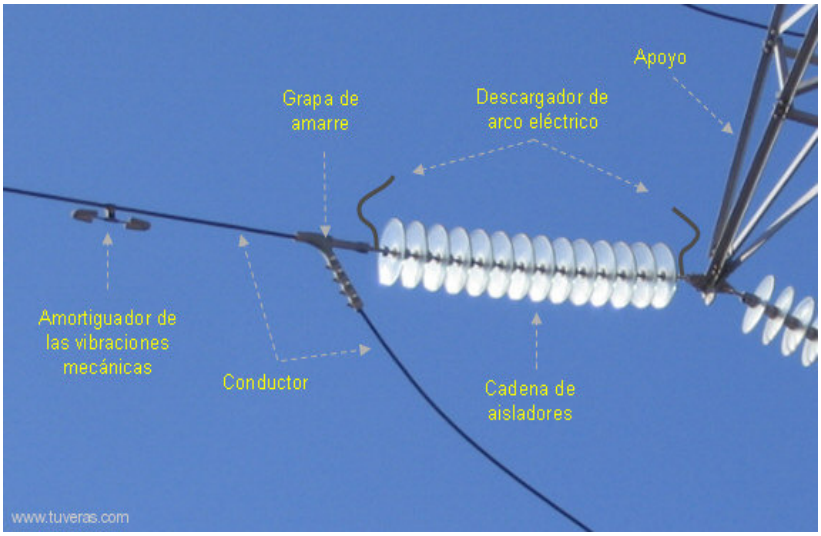
Los enlaces sucesivos se logran con un vástago metálico fijado en el centro del cuerpo principal del aislador y que se encaja en el hueco superior de la caperuza del siguiente aislador. Las caperuzas son de fundición maleable y van fijadas al cuerpo de porcelana por medio de cemento.

Para la sujeción del badajo se emplean diferentes métodos según el fabricante. En todos los casos el material utilizado debe poseer la elasticidad suficiente tal que permita compensar la diferencia que existe entre los coeficientes de dilatación de la porcelana, de la masilla y del limo de que está fabricado el badajo.

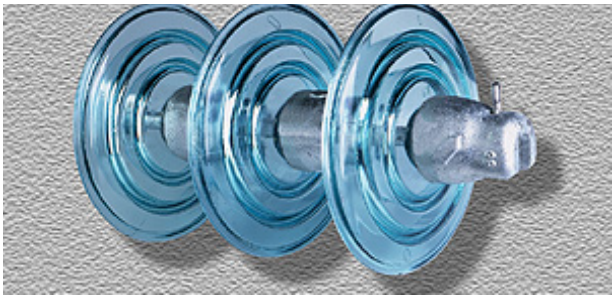
El número total de aisladores que integra la cadena depende de la tensión de servicio.



La cadena de aisladores está integrada por un conjunto de elementos de morsetería que son aquellas que fijan la cadena a la estructura y retiene el conductor en su otro extremo. La disposición que se adopta facilita el montaje de los elementos y un rápido cambio de las piezas defectuosas, incluyendo la realización de trabajos con tensión.



Resulta posible aumentar la tensión de la línea solamente con aumentar el número de platos que forman la cadena. Aumentando el número de platos se incrementa la seguridad contra la perforación dado que la descarga aumenta casi proporcionalmente al número de platos.



Aislador polimérico

Un **aislador polimérico** es un tipo de aislador empleado tanto en líneas eléctricas de transmisión y distribución, como en subestaciones, y que se caracterizan por estar constituidos por un núcleo central de material sólido, usualmente fibra de vidrio, y una cubierta exterior aislante de material polimérico, que además se caracteriza por ser flexible. Esto los diferencia de otro tipo de aisladores empleados más tradicionalmente en líneas y subestaciones eléctricas, que son de porcelana, vidrio o cerámica.

Las principales ventajas de este tipo de aislador son su resistencia mecánica frente a golpes derivada de su flexibilidad y mejor comportamiento ante la contaminación derivada de las características del material polimérico. Por ello han ido progresivamente reemplazando a los aisladores de cerámica o porcelana.

En este tipo de aplicaciones, una cadena de aisladores de disco es ahora reemplazada por un único aislador polimérico, lo que además simplifica su instalación o reemplazo.

Materiales Normalizados “MN”

Herrajes

Materiales normalizados (MN)	Descripción	Medidas (mm)
30	Arandela plana	30 x 13 x 2
31	Arandela plana	45 x 18 x 3
32 a	Arandela Grower	16 x 10 x 2
32 b	Arandela Grower	21 x 12 x 3
32 c	Arandela Grower	27 x 16.5 x 3
40	Brazo recto	1016 x 38 x 8
41	Brazo recto	710 x 38 x 6
42	Brazo diagonal	1525 x 45 x 45 x 5
43	Brazo doble	1066 x 45 x 38 x 5
44	Brazo soporte	1400 x 45 x 45 x 5
45	Brazo cruceta vela	1075 x 45 x 45 x 5
48	Bulón	12.5 x 38 x 25
49	Bulón	12.5 x 127 x 76
50	Bulón	12.5 x 178 x 76
51	Bulón	12.5 x 203 x 102
52	Bulón	12.5 x 254 x 102
53	Bulón	16 x 203 x 102
54	Bulón	16 x 254 x 102
55	Bulón	16 x 305 x 152
56	Bulón	16 x 356 x 152
57	Bulón	16 x 406 x 152
58	Bulón	16 x 457 x 152
59	Bulón	12.5 x 64 x 51
60	Bulón	12.5 x 89 x 76
61	Bulón	19 x 356 x 152
62	Bulón	19 x 406 x 152
63	Bulón	19 x 457 x 152
64	Bulón	16 x 89 x 41
64 a	Bulón	16 x 110 x 76
66	Bulón	16 x 152 x 51
67	Perno	16 x 194
67 r	Perno	16 x 340
69	Bulón	16 x 297
70	Bulón	10 x 115
80	Grampa NC3	53 x 40 x 15
81	Chapa curva de protección	150 x 100
83	Chapa cuadrada	5 x 75 x 28
84	Chapa cuadrada	3 x 50 x 20
87	Chapa de retención	155 x 38 x 18
87 L	Chapa de larga retención	257 x 38 x 18
105 a	Collar para trafo	290
105 b	Collar para trafo	113
110	Cruceta de HºGº	UPN 8 x 1820
111	Cruceta de HºGº	UPN 8 x 2440
112	Cruceta vela	1150 x 50 x 38
113	Cruceta central	1300 x 50 x 38
114	Cruceta vela	1350 x 50 x 38
115	Cruceta vela para soporte	1790 x 50 x 38
116	Ménsula de 4 agujeros	1100 x 50 x 38
117	Ménsula de 5 agujeros	1300 x 50 x 38
118	Ménsula de 6 agujeros	1500 x 50 x 38
120	Cruceta domiciliaria	Para 3 aisladores
121	Cruceta domiciliaria	Para 2 aisladores
154	Encaje ojo	60

Materiales normalizados (MN)	Descripción	Medidas (mm)
166	Grampa	105 x 15 x 4
173	Gancho para aislador cadena	114 x 33 x 18
176	Gancho para rienda o pared	215 x 15,7 x 25
178	Abrazadera	298 x 165 x 5 x 38
190	Grampa de 3 Bulónes para MN 101	150 x 42/ ⅝ x 48
191	Grampa de 3 Bulónes para MN 100	100 x 40/ ½ x 42
194	Grampa p/fijar c/neutro	51 x 38
200	Grampa unión p neutro y rienda	50 x 35 x 18 x ⅜
205	Gancho para rienda	100 x 45 x 18
210	Gancho para anclaje	1800 x 19 x 50
211	Gancho para anclaje	2400 x 19 x 50
215	Guardacabo	50 x 42 x 2
216	Guardacabo	84 x 54 x 3
222	Horquilla	125 x 40 x 43
226	Horquilla de retención	
251	Collar	210 x 38 x 5
270	Jabalina	50 x 50 x 5 x 2000
377	Ojal con Rosca	⅝ x 77 x 58 x 32
380	Ojal sin Rosca	84 x 51 x Ø18
381	Ojal con Rosca	½ x 66 x 53 x 28
405	Perno Recto para Amurar	½ x 170
406	Perno Curvo para Amurar	½ x 162 x 79
407	Perno Curvo con Tirafondo	½ x 142 x 79
411	Perno para aislador MN 3	⅝ x 260
411 b	Perno para aislador MN 3	⅝ x 300
411 e	Perno para poste de madera cuello de cisne	⅝ x 235 x 200
412	Perno recto para aislador	⅝ x 210
414	Perno forjado pilar 33 kv	¾ x 410
416 a	Perno soporte	380 x 37
416 b	Perno soporte	495 x 37
424	Perno pasante para MN 17	½ x 110 x 35
478	Rack para 5 aisladores	
479	Rack para 4 aisladores	705,2 x 112 x 38
480	Rack para 3 aisladores	502,4 x 112 x 38
481	Rack para 2 aisladores	306 x 112 x 38
482	Rack para 1 aisladores	96,8 x 112 x 38
506	Tilla recta	⅝ x 285 x 152
510	Tilla recta	⅝ x 305 x 127
511	Tilla recta	⅝ x 356 x 152
512	Tilla recta	⅝ x 406 x 178
513	Tilla recta	⅝ x 457 x 203
514	Tilla con ojal	⅝ x 406 x 330
515	Tilla con ojal	⅝ x 305 x 152
520	Tirafondo	½ x 102 x 76
521	Tirafondo	⅜ x 50
550	Tensor	⅝
550	Tensor	½
556	Jabalina	50 x 50 x 5 x 1500
556	Jabalina	50 x 50 x 5 x 1800
270	Jabalina	50 x 50 x 5 x 2000
556 a	Jabalina	50 x 50 x 5 x 2500
556 a	Jabalina	45 x 45 x 5 x 1500
556 a	Jabalina	45 x 45 x 5 x 1800
556 a	Jabalina	45 x 45 x 5 x 2000
556 a	Jabalina	45 x 45 x 5 x 2500
560	Argolla de retención	⅜ x 50
1101	Bloquete de ½ x 2”	½ x 2
	Planchuelas	2 agujero
	Planchuelas	3 agujero
	Planchuelas	5 agujero

Materiales normalizados (MN)	Descripción	Medidas (mm)
	Abrazaderas	Ø 110
	Abrazaderas	Ø 120
	Abrazaderas	Ø 140
	Abrazaderas	Ø 160
	Abrazaderas	Ø 200
	Estribo simple	
	Estribo doble	
	Apoya escalera monoposte	
	Apoya escalera biposte	

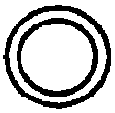
HERRAJES PARA PREENSAMBLADO

DENOMINACIÓN		DESCRIPCION
Anterior	Nueva	
PKR 10		Morsa de Retención
PKR 20	RP3-RP3/A-RP3/AF	Ménsula de Retención
PKR 30		Abrazadera 120 mm diam
PKR 31		Abrazadera 140 mm diam.
PKR 32		Abrazadera 160 mm diam.
PKR 40	RP5 - DT	Tensor Mecánico de Retención
PKR 50		Prolongación Ojo-Ojo
PKR 70		Horquilla de Retención
PKR 71		Horquilla Doble
PKR 80		Ménsula Fachada
PKS 10	SP1/1-SP1P- DMS-DM-DOA	Morsa de Suspensión
PKS 20	DMS-DM-DOA	Morsa de Cambio Direccional
PKS 30	SP2-SP2/A-SP2/AF	Ménsula de Suspensión
PKS 31	SP2-SP2/A-SP2/AF	Ménsula de Suspensión Chica
PKS 40	DMS-DM-DOA	Horquilla de Suspensión
PKS 50		Eslabón Abierto de Suspensión
PKS 60	SP3-SP4-SP3D-SP4D	Collar Sobre Fachada
PKS 70		Ménsula de Suspensión Fachada
PKD 14	DP5/6	Morseto Bajada
PKD 15	DP7	Morseto Derivación
PKD 16	DP16	Morseto Derivación Línea-Línea
PKD 20	DP1P-DR1500	Pinza de Anclaje
PKD 30		Collar Abrazadera de Poste diám. 120 a 160 mm
PKD 31		Collar Abrazadera de Pilar
PKA 30		Empalme para Neutro

Gráficos Orientativos

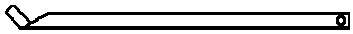
Mn 30-31-32
Arandela Plana

MN 32A-32N-32C
Arandela Grower



MN 38
Argolla

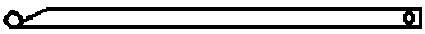
MN 40-41
Brazo



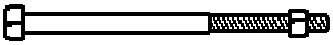
MN 42
Brazo

MN 43
Brazo

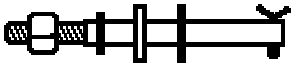
MN
44 Brazo



MN 45
Brazo



MN 48-66
Bulón



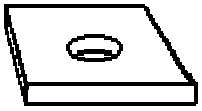
MN 67
Perno

MN 69
Bulón

MN 70
Bulón

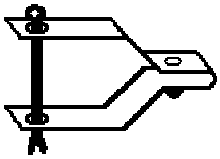
MN 80
Grampa Conexión

MN 81
Chapa Curva



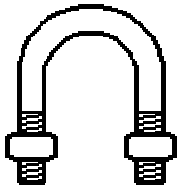
MN 83-84
Chapa

MN 87
Chapa Retención



MN 89
Gancho

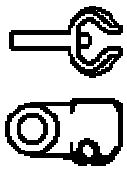
MN 100-101
Cable Acero



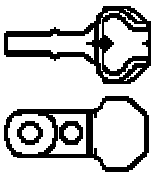
MN 106
Horquilla

MN 110-111
Cruceta

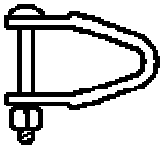
MN 112-113
Cruceta



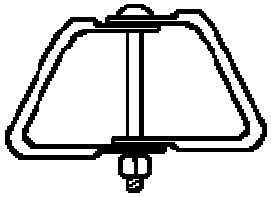
MN 154
Orbita Corta



MN 154
Orbita Larga



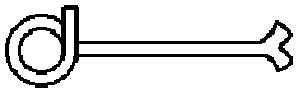
MN 158
Estribo Simple



MN 158
Estribo Doble

MN 166
Grampa

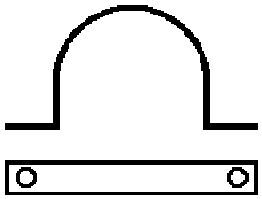
MN 173
Gancho



MN 176
Grampa Espárrago Conexión

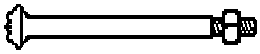
MN 177
Gancho

MN 178 - D
Espárrago Conexión



MN 178
Abrazadera

MN 190-191
Grampa



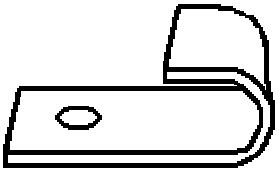
MN 193
Bulón p/amurar

MN 194
Grampa

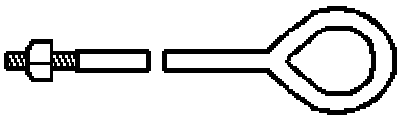
MN 197
Grampa

MN 198
Grampa

MN 200
Grampa Unión



MN 205
Gancho



MN 210
Gancho Anclaje

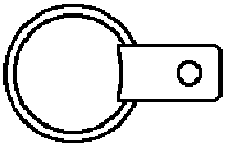
MN 215-216
Guardacabo

MN 221
Horquilla

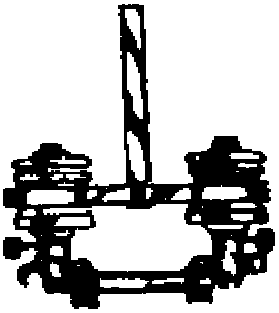
MN 222
Grillete

MN 223
Horquilla c/ojal - F2

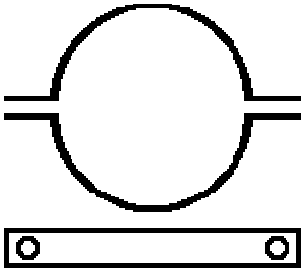
MN 224
Horquilla c/badajo



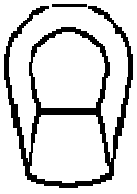
MN 226
Horquilla



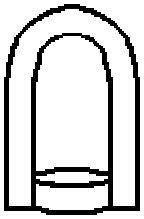
MN 230
Seccionador



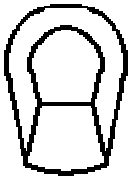
MN 251
Collar



MN 377
Ojal c/rosca

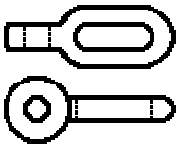


MN 380
Ojal s/rosca



MN 381
Ojal s/rosca

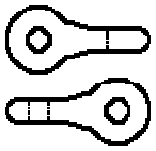
MN 382
Anillo c/badajo



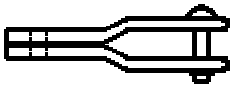
MN 386
Anillo c/ojal 02

MN 388
Anillo c/ojal

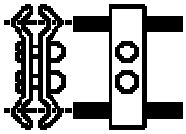
MN 398
Placa



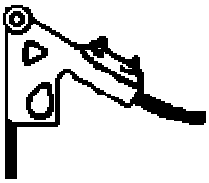
MN 400
Terminal



Prolongación

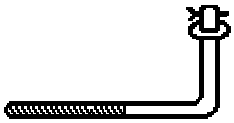


Separador



Morsa Retención

MN 406
Perno 90°

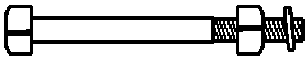


MN 407
Perno 90°

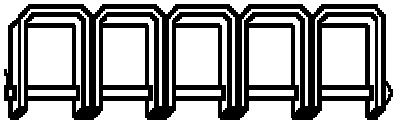
MN 411
Perno

MN 414
Perno

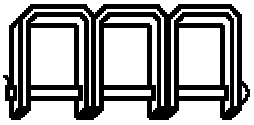
MN 416-416B
Perno



MN 424
Perno

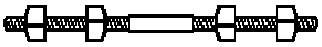


MN 480
Rack

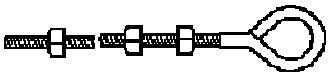


MN 481
Rack

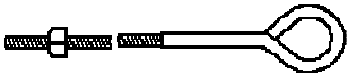
MN 482
Rack



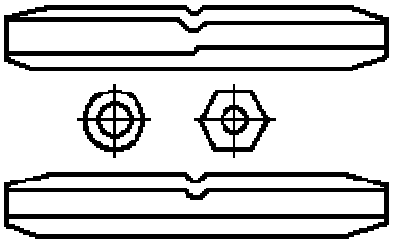
MN 510-513
Tiílla Recta



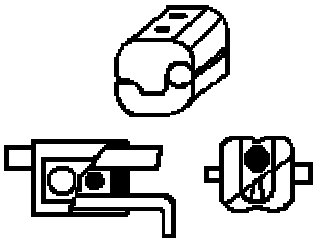
MN 514
Tiílla c/ojal



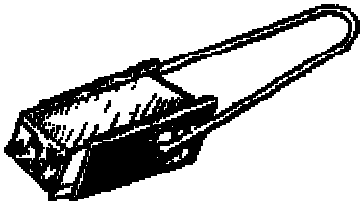
MN 515
Tiílla c/ojal



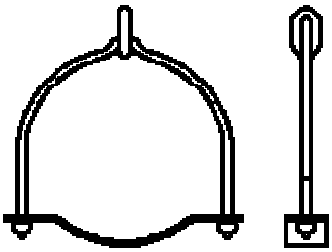
PKA 30
Empalme Normal



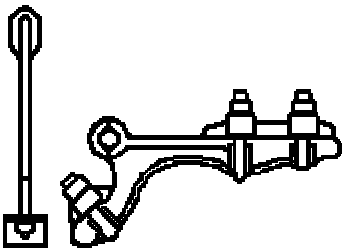
PKD 14-15-16
Morsetero de Derivación



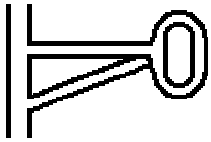
PKD 20
Conjunto de Retención



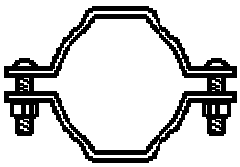
PKD 30
Abrazadera p/poste de madera



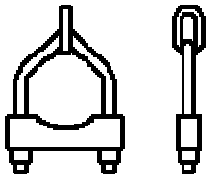
PKR 10
Morsa de retención



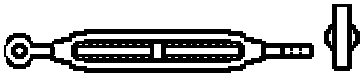
PKR 20 - RP
Ménsula de retención



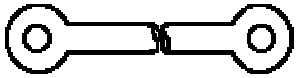
PKR 30-31-32
Abrazadera con escote



PKR 31
Abrazadera p/pilar domiciliario

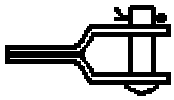


PKR 40 – RP5
Tensor Mecánico

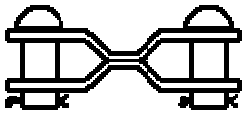


PKR 50
Prolongación

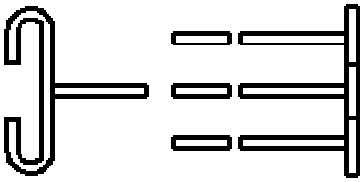
PKR 60
Grillete



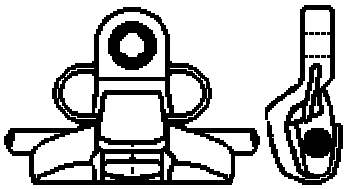
PKR 70
Horquilla de Retención



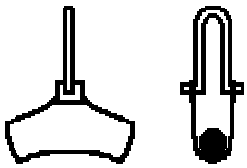
PKR 71
Horquilla Doble



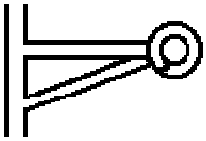
PKR 80
Ménsula p/autoportante de fachada



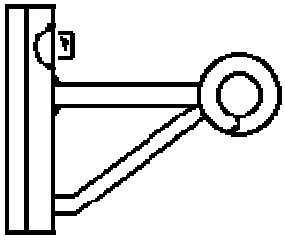
PKS 10
Grampa alineación con bloque de neutro



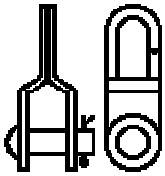
PKS 20
Morsa p/cambio de dirección



PKS 30
Ménsula de Suspensión

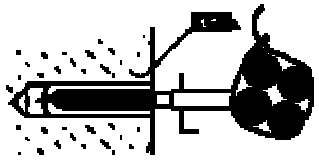


PKS 31
Ménsula de Suspensión

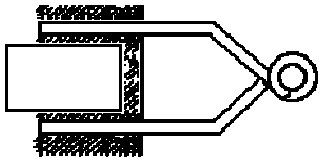


PKS 40
Horquilla de Suspensión

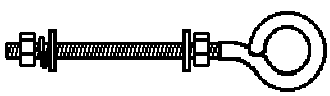
PKS 50
Eslabón abierto



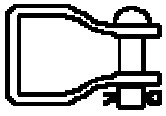
PKS 60
Collar para disposición sobre fachada



PKS 70
Ménsula p/autoportante de Fachada

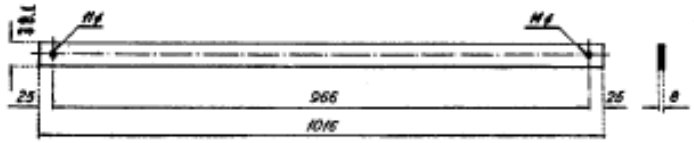


SP10
Tiílla para Suspensión

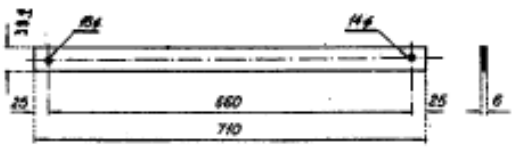


PKR 90
Grillete de Base Plana

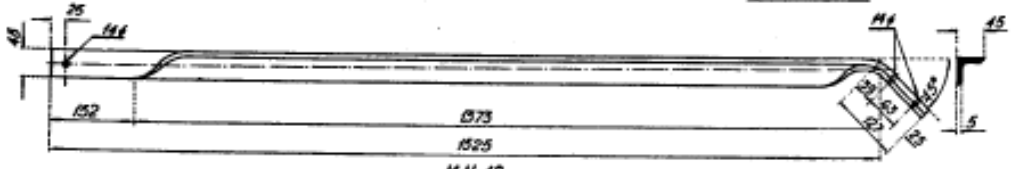
BRAZOS MN.40 AL 45



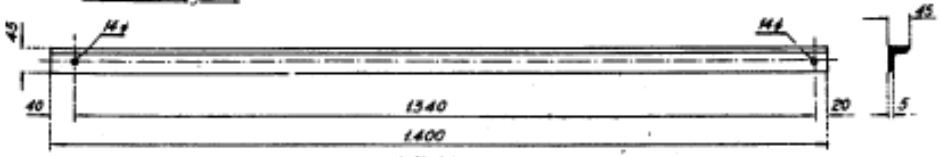
MN.40
Brazo recto pesado



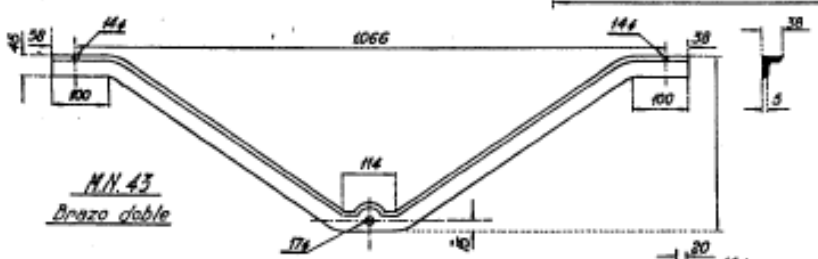
MN.41
Brazo recto



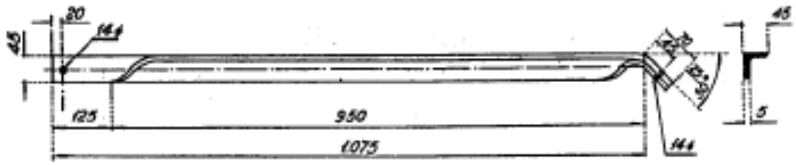
MN.42
Brazo diagonal



MN.44
Brazo para soportes II

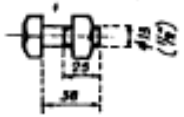


MN.43
Brazo doble

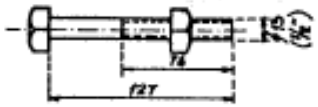


MN.45
Brazo para cruceta vela

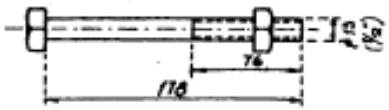
BULONES MN. 48 AL 62



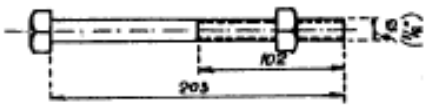
MN. 48



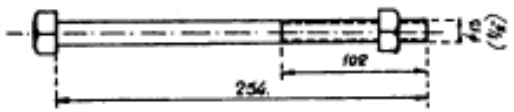
MN. 49



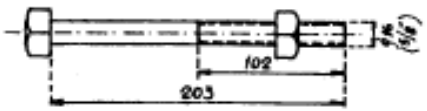
MN. 50



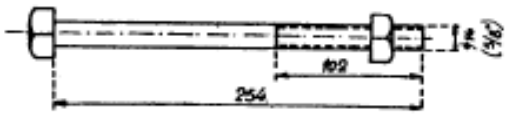
MN. 51



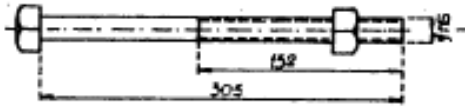
MN. 52



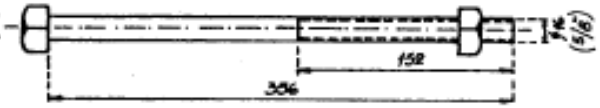
MN. 53



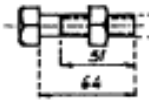
MN. 54



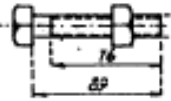
MN. 55



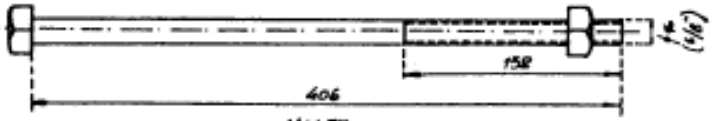
MN. 56



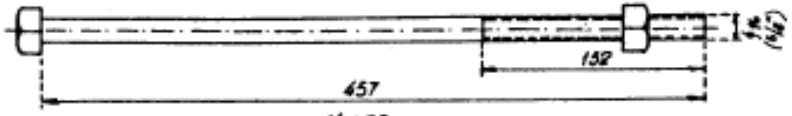
MN. 59



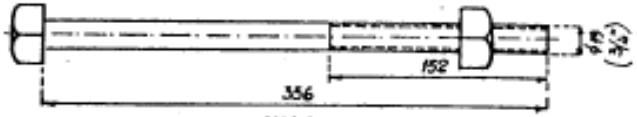
MN. 60



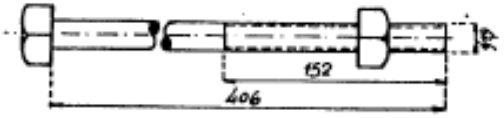
MN. 57



MN. 58

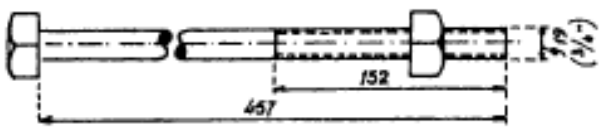


MN. 61

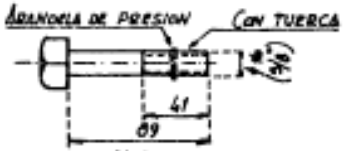


MN. 62

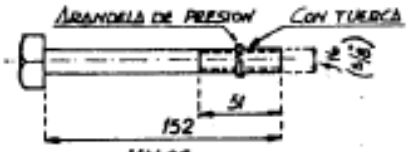
BULONES MN. 63 . 64 . 66 . 69 . 70 y 193
PERNOS MN. 67 . 424 TIRAFONDO MN. 520



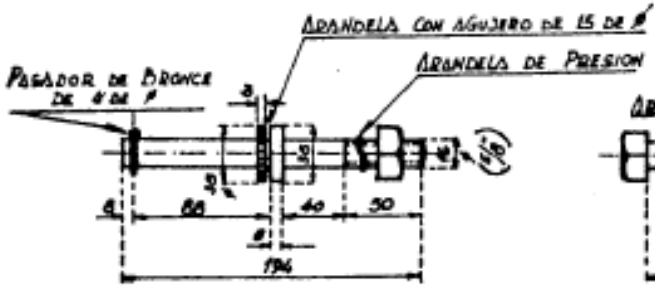
MN. 63



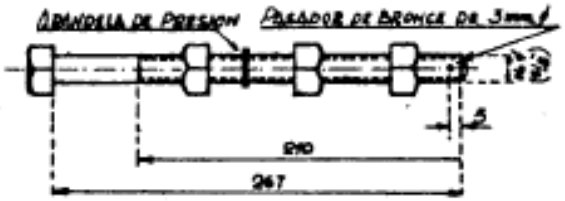
MN. 64



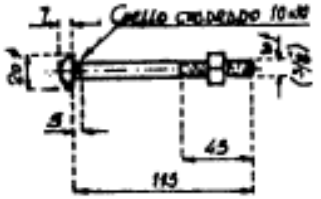
MN. 66



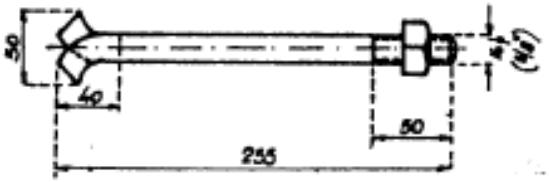
MN. 67



MN. 69

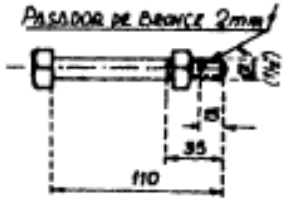


MN. 70



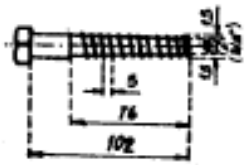
MN. 193

BULON PARA EMPALME



MN. 424

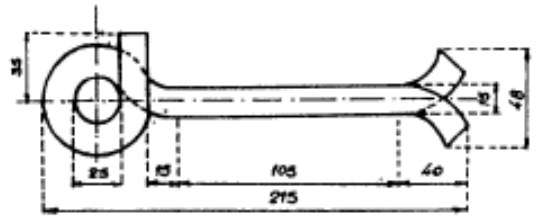
PERNO PASANTE

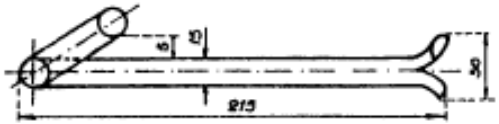


MN. 520

TIRAFONDO

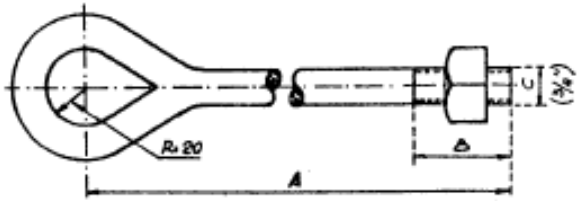
GANCHOS MN. 176 - 210 Y 211
TILLAS MN. 510 AL 515





MN. 176

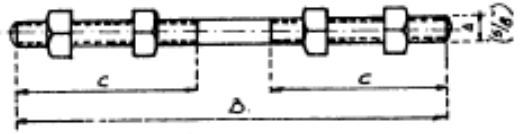
GANCHO PARA RIENDA A PARED



MN.	MEDIDAS		
	A	B	C
210	1800	50	19
211	2400	50	19

MN. 210 - 211

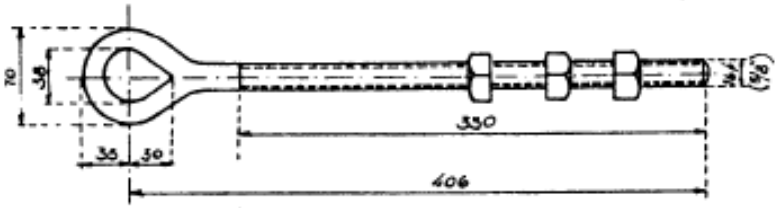
GANCHO DE ANCLAJE



MN. 510 AL 513

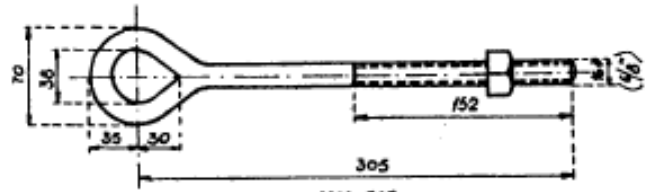
TILLAS

DIMENSIONES			
MAT. NORM.	MILIMETROS.		
	A	B	C
510	16	305	127
511	16	356	152
512	16	406	178
513	16	457	203



MN. 514

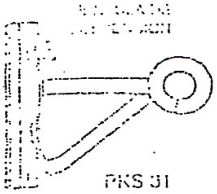
TILLA CON OJAL



MN. 515

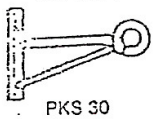
BULON CON OJAL

MATERIAL PREENSAMBLADO



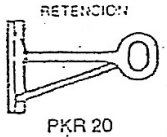
PKS 31

MENSULA DE SUSPENSION

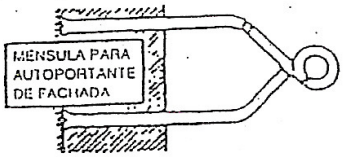


PKS 30

MENSULA DE RETENCION

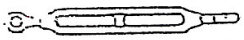


PKR 20



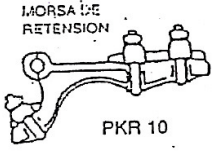
PKS 70

TENSOR MECANICO



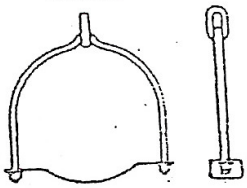
PKR 40

MORSA DE RETENSION



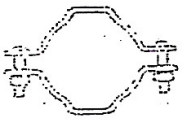
PKR 10

ABRAZADERA PARA POSTE DE MADERA



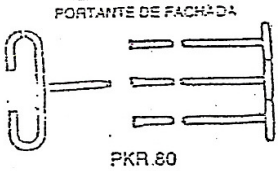
PKD 30

ABRAZADERA PARA POSTE

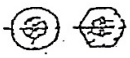


PKR 30 / 31 / 32

MENSULA PARA AUTO PORTANTE DE FACHADA

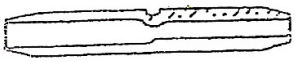


PKR 80

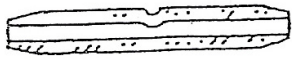


PKA 30

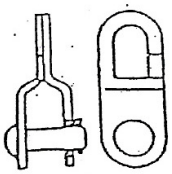
EMPALME DE REDUCCION



EMPALME NORMAL

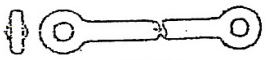


HORQUILLA DE SUSPENSION



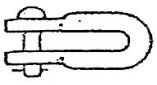
PKS 40

PROLONGACION

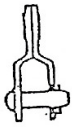


PKR 50

GRILLETE



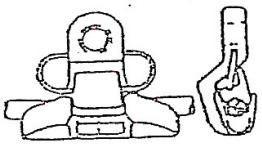
PKR 60



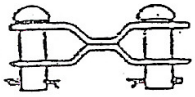
HORQUILLA DE RETENCION

PKR 70

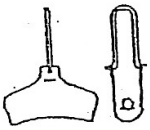
GRAMPA ALINEACION CON BLOQUEO DE NEUTRO



PKS 10

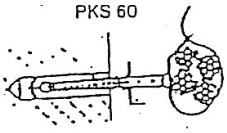


TIPO PKR 71



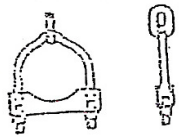
PKS 20

PKS 60

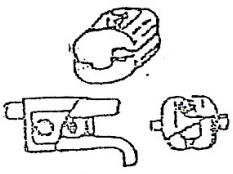


COLLAR PARA DISPOSICION SOBRE FACHADA

ABRAZADERA PARA PILAR DOMICILIARIO

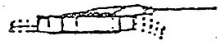


PKD 31



TIPO PKD 14, 15 y 16

PKS 50



PINZA DE ANCLAJE

TIPO PKD 20 ó DP 1/1

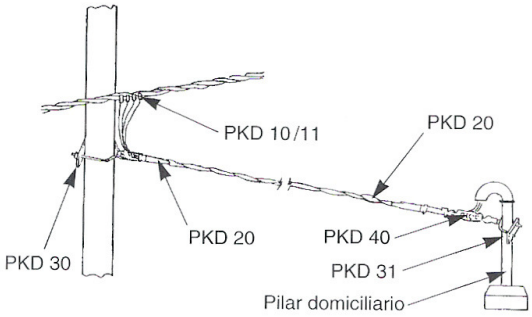
FIG. 44

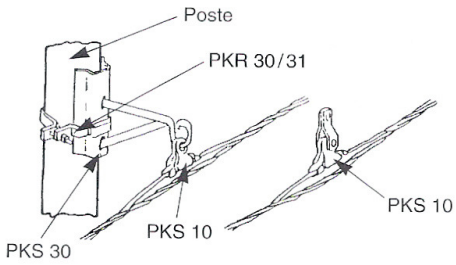
HERRAJES PARA PREENSAMBLADOS

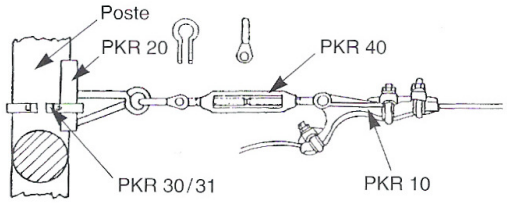
PKR	-	10	Morsa de Retención
PKR	-	20	Ménsula de Retención
PKR	-	30	Abrazadera 120 mm. diámetro
PKR	-	31	Abrazadera 140 mm. diámetro
PKR	-	32	Abrazadera 150 mm. diámetro
PKR	-	40	Tensor mecánico de retención.
PKR	-	50	Prolongación ojo-ojo
PKR	-	70	Horquilla de retención.
PKR	-	71	Horquilla doble
PKR	-	80	Ménsula fachada
PKC	-	10	Morsa de suspensión.
PKS	-	20	Morsa de cambio direccional
PKS	-	30	Ménsula de suspensión.
PKS	-	31	Ménsula de suspensión chica
PKS	-	40	Horquilla de suspensión.
PKS	-	50	Eslabón abierto de suspensión.
PKS	-	60	Collar sobre fachada.
PKS	-	70	Ménsula de suspensión fachada.
PKD	-	14	Morseto bajada
PKD	-	15	Morseto derivación.
PKD	-	16	Morseto derivación línea-línea
PKD	-	20	Pinza de anclaje
PKD	-	30	Collar abrazadera de poste diám. 120 a 160 m.
PKD	-	31	Collar abrazadera de pilar.
PKA	-	30	Empalme para neutro.

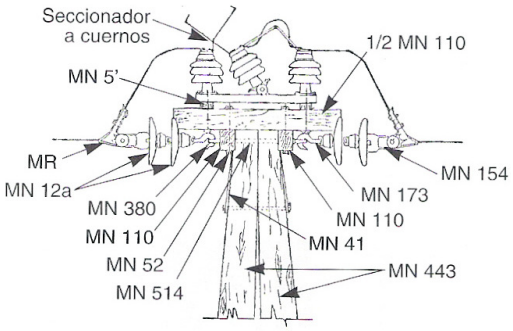
HERRAJES Y MORSETERIA - PREENSAMBLADO

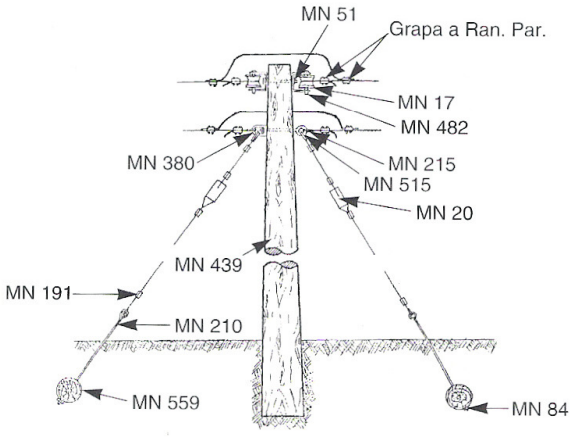
Para distribución de energía en baja y media tensión.

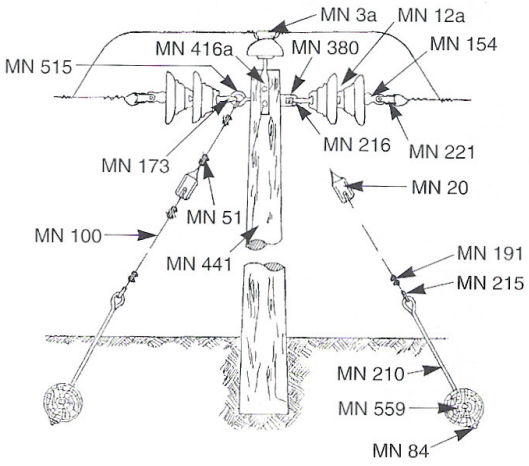












OBRAS

- Electrificación rural, líneas aéreas y subterráneas de baja y media tensión para distribución de energía.
- Cámaras de transformación.
- Montajes electromecánicos.

SISTEMA DE GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

OBJETIVOS

- Conocer y difundir la manera como está organizada la Seguridad en la empresa (Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional)
- Identificar los peligros, Evaluar y Controlar los riesgos laborales a los que están expuestos los empleados.
- Conocer las Medidas de Prevención y de Protección, que se adoptan, para hacer frente a los riesgos.
- Toma de conciencia del personal (Directivos, Mandos medios, operarios), para realizar un Trabajo Seguro.

DEFINICIONES

- Peligro: Causa o situación con el potencial de ocasionar perjuicios en términos de lesión o enfermedad a las personas, daños a bienes, al entorno laboral o la combinación de todos ellos.
- Riesgo: Combinación entre la probabilidad de ocurrencia de un evento peligroso especifico y sus efectos o consecuencias. Resume la secuela de los daños resultantes en base a la gravedad y frecuencia de los mismos.
- Identificación de peligro: Proceso para el reconocimiento de la presencia de situaciones que generan riesgo y la definición de sus características.
- Análisis y Evaluación de riesgo: Proceso global de estimación de la magnitud de las consecuencias de un peligro y decisión acerca de si el mismo es significativo y aceptable o no para la organización. Valoración de la peligrosidad de una determinada actividad que surge de un análisis ponderado.
- **Incidente:** Evento no planeado que no produce daños a personas pero que tiene la potencialidad de conducir a un accidente. Puede causar pérdidas materiales

- **Accidente**: Evento (suceso o cadena de sucesos) indeseado que afecta a personas y bienes. En caso de involucrar a las personas, provoca daños físicos, lesiones, enfermedad, incapacidad o muerte y/o en caso de involucrar a bienes, provoca pérdidas materiales.
- **Prevención**: Es un conjunto de actividades o medidas a adoptar, previstas en todas las fases de la actividades de la empresa u organización, con el fin de evitar o disminuir los riesgos derivados del trabajo.

PREVENCIÓN DE ACCIDENTES

Los accidentes no se producen por CASUALIDAD o "mala suerte" sino por CAUSAS determinantes, las cuales se definen como el origen o el principio de un suceso. Los accidentes obedecen a la Ley de Causalidad, es decir, para que ocurra un accidente siempre debe existir una causa que lo genera.

FACTORES QUE INCIDEN EN EL ACCIDENTE DE TRABAJO

- **CAUSAS**: Porque se producen
- **FUENTES**: Actividades comprometidas con el accidente
- **AGENTES**: Medios de trabajo participantes
- **TIPO:** Como se producen o desarrollan los accidentes

- "PREVENIR ES EVITAR EL ACCIDENTE"
- "PROTEGER ES REDUCIR SUS CONSECUENCIAS"

CAUSAS INMEDIATAS DE LOS ACCIDENTES

ACCIONES INSEGURAS: Provienen de las personas

- Realizar trabajos para los que no se está autorizado
- No dar aviso de las condiciones de peligro que se observen o no señalizadas.
- Utilizar equipos o herramientas defectuosos o en mal estado.
- No usar EPP
- Gastar bromas y juegos durante el trabajo.
- Colocarse debajo de cargas suspendidas.

CONDICIONES INSEGURAS: Que se radican en el ambiente físico

- Protecciones y resguardos inadecuados.
- Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.
- Escasez de espacio para trabajar y almacenar materiales.
- Almacenamiento incorrecto de materiales.
- Niveles de ruido excesivos.
- Iluminación inadecuada.
- Falta de señalización
- Pisos en mal estado, resbaladizos.

CAUSAS BASICAS DE LOS ACCIDENTES

FACTORES PERSONALES

- Falta de conocimiento o de capacidad para desarrollar el trabajo.
- Falta de motivación o motivación inadecuada.
- Tratar de ahorrar tiempo y esfuerzo y/o evitar incomodidades.
- Lograr la atención de los demás, expresar hostilidad.
- Existencia de problemas físicos o mentales.

FACTORES DEL TRABAJO

- Falta de normas de trabajo o normas de trabajo inadecuadas.
- Diseño o mantenimiento inadecuado de las máquinas, instalaciones o equipos.
- Hábitos de trabajos incorrectos.
- Uso y desgaste normal de equipos y herramientas.
- Uso anormal o incorrecto de equipos o instalaciones.

Medidas de Prevención
(Antes de Realizar la Tarea)

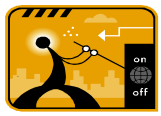
- Normas de Trabajo Seguro.

- Procedimientos de Trabajo.
- Instructivos Técnicos.

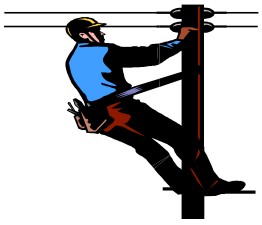
- Identificación del peligro/Evaluaciones de riesgos/ Control del Riesgo (SySO 003)
- Capacitaciones, Charlas de Inducción.

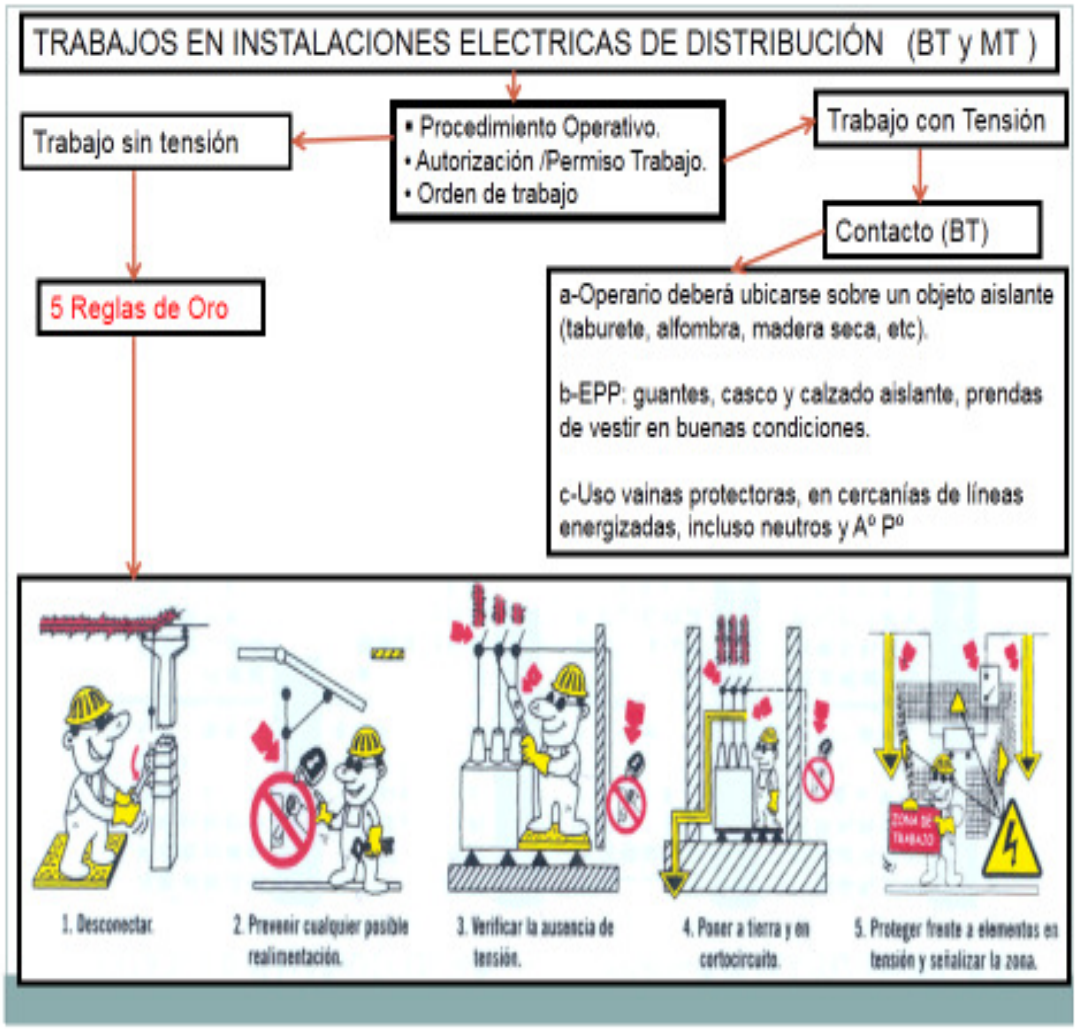
Medidas de Protección
(Durante la Tarea)

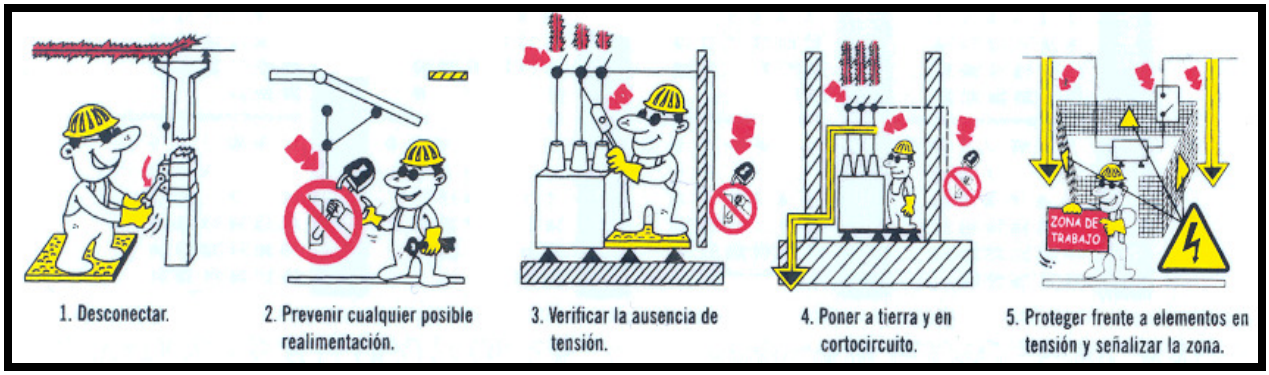
- **Métodos de trabajo adecuados.**



- **Protecciones colectivas: Arnés de seguridad, con cabo amarre y cabo de vida; Cinta demarcatoria, Conos reflectantes, etc.**
- **Uso de Elementos Protección Personal (EPP): Casco dieléctrico, botines dieléctricos, anteojos de seguridad, guantes de vaqueta, guantes aislantes, etc.**




TRABAJOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS DE DISTRIBUCIÓN (BT y MT)
Trabajo sin tensión
• Procedimiento Operativo.
• Autorización /Permiso Trabajo.
• Orden de trabajo
Trabajo con Tensión
Contacto (BT)
5 Reglas de Oro
a-Operario deberá ubicarse sobre un objeto aislante (taburete, alfombra, madera seca, etc).
b-EPP: guantes, casco y calzado aislante, prendas de vestir en buenas condiciones.
c-Uso vainas protectoras, en cercanías de líneas energizadas, incluso neutros y Aº Pº
1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos en tensión y señalizar la zona.


ZONA DE TRABAJO
1. Desconectar.
2. Prevenir cualquier posible realimentación.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito.
5. Proteger frente a elementos en tensión y señalizar la zona.

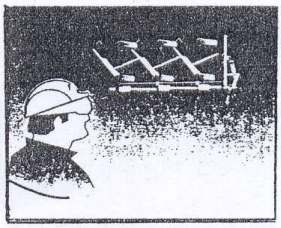
5 REGLAS DE ORO

PARA TRABAJOS ELECTRICOS

1 CORTE DE TODAS LAS FUENTES DE TENSION

Con el fin de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación en la que se operará, debe efectuarse la apertura de los circuitos en cada uno de los conductores incluyendo al neutro.

El corte efectivo puede ser visible, y cuando ello no es posible se lo indicará por medio de una señal luminosa u otra similar.



2 BLOQUEO DE LOS APARATOS DE CORTE

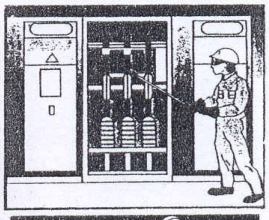
Se bloquearán los aparatos de corte en posición de apertura o cierre según la naturaleza del trabajo, colocándole a su vez, una señalización de prohibición de maniobras.

3 COMPROBACION DE AUSENCIA DE TENSION

Se comprobará, mediante los elementos adecuados para los distintos niveles de tensión, la ausencia de la misma, lo más cerca posible al punto de corte y en cada uno de los conductores.

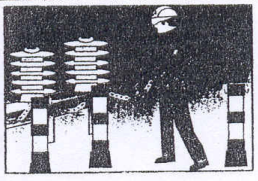
4 PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO

La puesta a tierra y en cortocircuito se colocará lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión incluyendo el neutro.



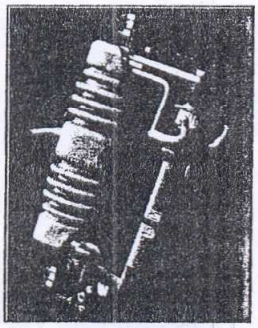
5 SEÑALIZAR LA ZONA DE TRABAJO

Debe señalizarse la zona de trabajo en forma adecuada, con el objeto de evitar errores en su identificación y penetrar en zonas colindantes con tensión.

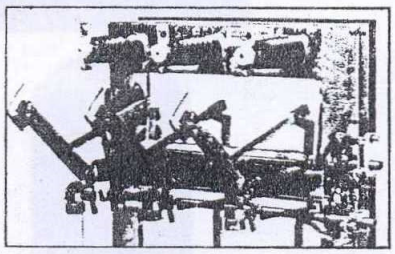


Primer punto: CORTE EFECTIVO DE TODAS LAS FUENTES DE TENSION

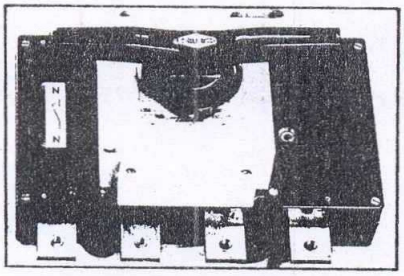
Con el fin de aislar todas las fuentes de tensión que puedan alimentar la instalación en la que se operó, debe efectuarse la apertura de los circuitos de cada uno de los conductores, incluyendo el neutro.



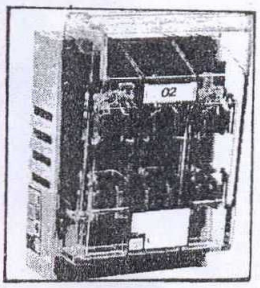
Seccionador Fusible de Media Tensión



Seccionador de Media Tensión y Baja tensión

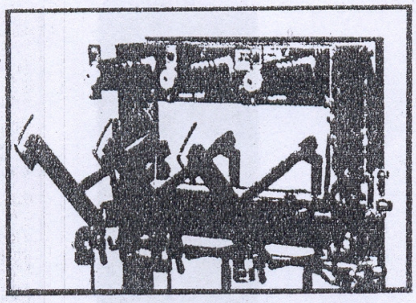


Fusible Baja Tensión



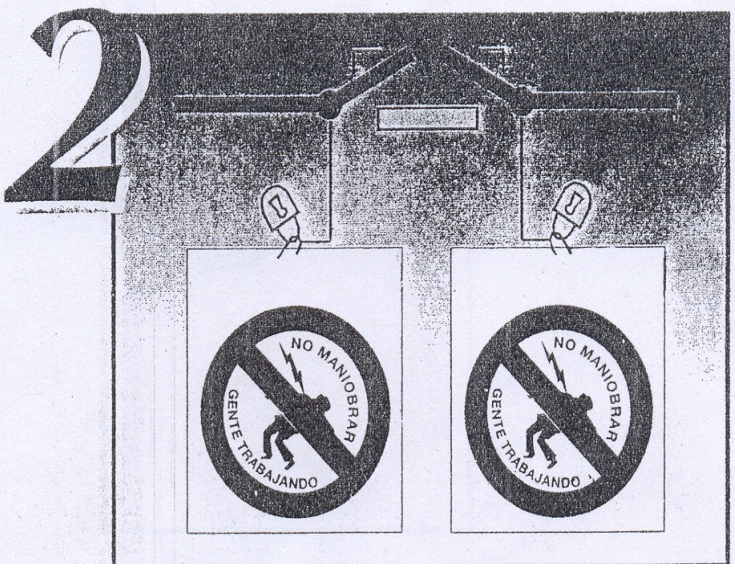
Interruptor de Baja Tensión

Segundo punto: **BLOQUEO DE LOS APARATOS**



Se bloquearán los aparatos de corte en posición de apertura o cierre según la naturaleza del trabajo, colocando a su vez una señalización de prohibición de maniobras.

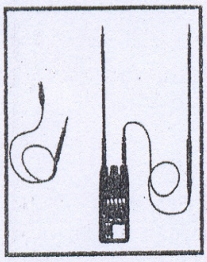
BLOQUEO de una instalación significa: el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicha instalación y mantenerla en una posición determinada (ya sea de apertura o de cierre) evitando su actuación intempestiva.

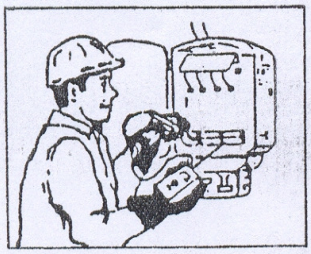


Tercer Punto: **COMPROBACION DE AUSENCIA DE TENSION**

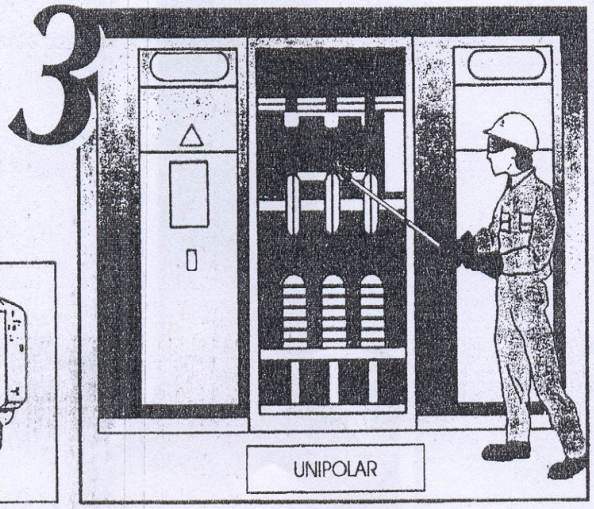
Es la operación necesaria para comprobar que una instalación, o parte de ella, no tiene tensión. Para tal efecto existen:

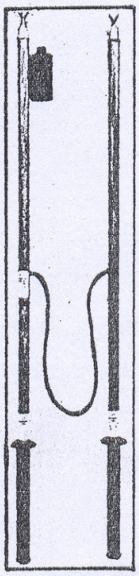
Detector para
Baja Tensión





Detector para
Media y Alta Tensión





BIPOLAR

<u>Procedimiento de Uso</u> :

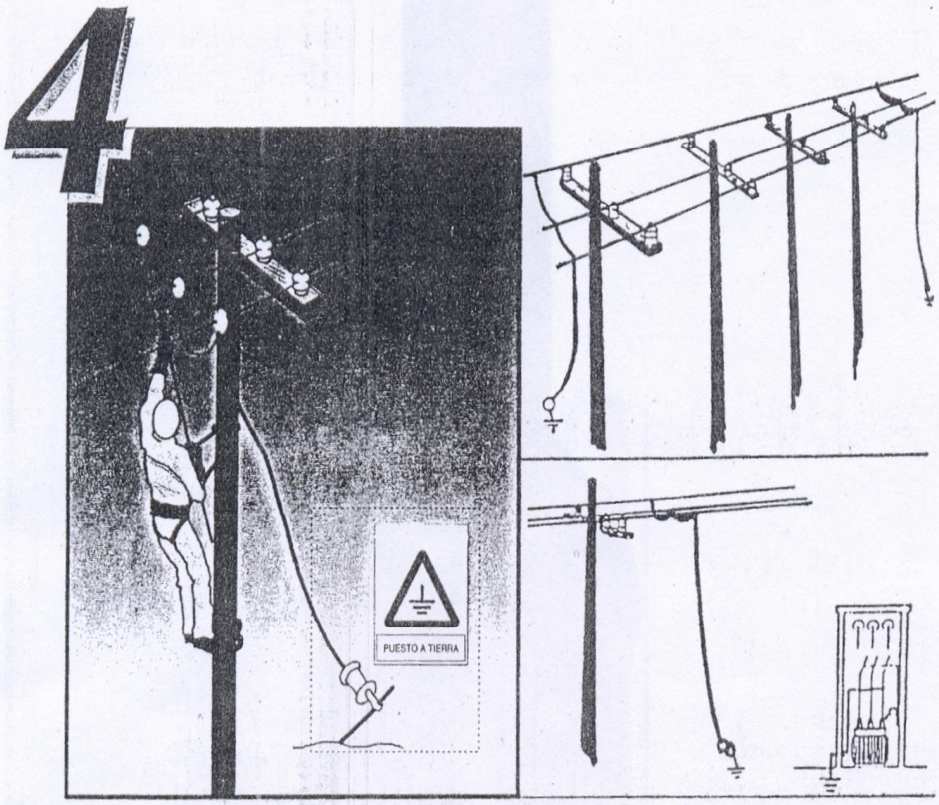
1) Conservar los elementos en buen estado.
2) Comprobar su funcionamiento antes de su uso.
3) Comprobar la ausencia de tensión.
4) **Comprobar su funcionamiento después de su empleo.**

<u>Consideraciones a tener en cuenta</u>:

a) Adoptar los dispositivos de verificación de tensión, correspondiente a la tensión de las instalaciones a probar.
b) Respetar las especificaciones y forma de empleo de los detectores de tensión.
c) Es obligatorio ponerse los guantes dieléctricos al utilizar los detectores.

Cuarto Punto: EQUIPO DE PUESTA ATIERRA Y CORTOCIRCUITO

Es la operación de unir entre si todas las fase de una instalación, mediante un elemento conductor que previamente ha sido conectado a tierra.

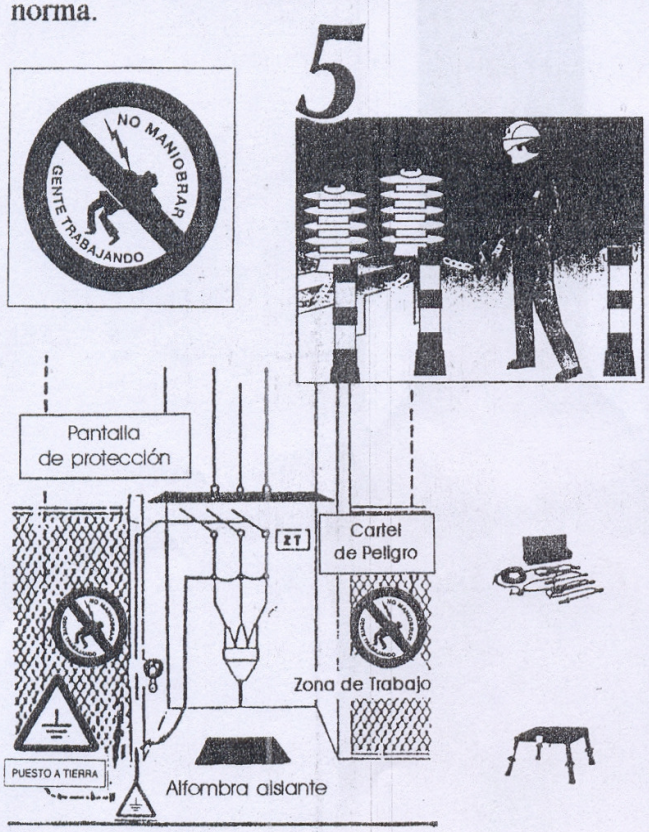


La puesta a tierra y en cortocircuito, se colocará lo mas cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión incluyendo el neutro.

Quinto Punto: SEÑALIZACION DE LA ZONA DE TRABAJO

Recordamos que debe señalizarse la zona de trabajo en forma adecuada con el objeto de evitar errores en su identificación para evitar penetrar en zonas colindantes con tensión.

La señalizaciones deberán ser muy visibles, utilizando los carteles de norma.



Ejemplos de Indicaciones para Señalización

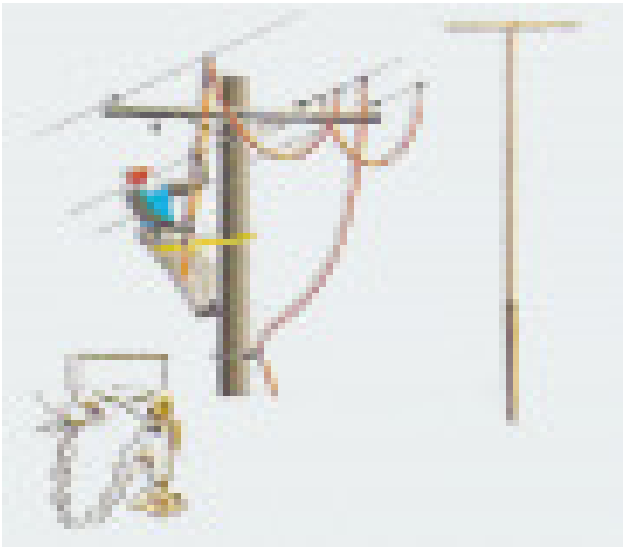
- NO MANIOBRAR ESTE CABLE SE ESTA PROBANDO
- NO MANIOBRAR " HAY PELIGRO "
- NO ENTRAR EN PARALELO
- PUESTA A TIERRA
- FUERA DE SERVICIO
- "PELIGRO" ALTA TENSION
- ALTA TENSION - CUIDADO
- PELIGRO DE MUERTE
- CUIDADO HAY TENSION
- CUIDADO - PRUEBE ANTES CON EL BASTON DETECTOR
- ZONA DE TRABAJO
- USE GUANTES DIELECTRICOS
- USE TABURETE AISLANTE
- USE ALFOMBRA AISLANTE

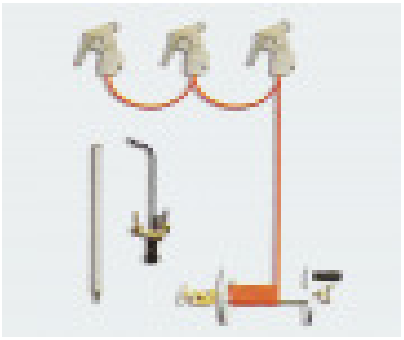
La puesta a tierra y en cortocircuito, se colocará lo mas cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión incluyendo el neutro.

EMPLEO Y MANTENIMIENTO DE EPP, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS DE SEGURIDAD

1 – **Puesta a Tierra Transitoria**:

- Asegurarse que todas las piezas de contacto, así como los conductores del dispositivo, se hallen en buen estado.
- Clavar la jabalina en el suelo, conectarla con el cable de tierra del dispositivo. En ET, se pueden conectar a las tierras de las instalaciones.
- Fijar la morsa sobre cada uno de los conductores, empleando para esto la pértiga de maniobras y guantes aislantes, comenzando la operación por el conductor más cercano.
- Para el retiro de la puesta a tierra, se operar **rigurosamente en orden inverso.**



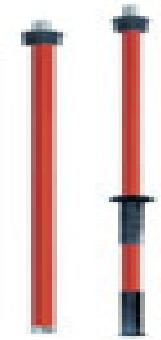


2- **Arnés de Seguridad, con cabo de amarre y cabo de vida.**

- Verificar que el material que compone el correaje del mismo se halle en buenas condiciones.
- Los arneses deben ser guardados y acondicionados en forma separada del resto de las herramientas manuales, al efecto de mantenerlos limpios y en condiciones de uso permanente.

2- Arnés de Seguridad, con cabo de amarre y cabo de vida.

3- Pértigas



4- Escaleras

5- Detectores de Tensión

6- Señalización

7- Banqueta

ELEMENTOS PROTECCIÓN PERSONAL (EPP)

EPP	Parte del Cuerpo que protege	Protege contra riesgos de	Verificación/Conservación/ Mantenimiento
Casco Dieléctrico (Tipo I, Clase B)	Cabeza	Choques, golpes, proyección de objetos, contacto eléctrico	▪ Comprobación visual del buen estado del casco y su arnés. ▪ Limpiarlo regularmente con agua tibia y jabón neutro (no detergente). ▪ Almacenarlos o guardarlos en lugares secos, ventilados, no exponerlos a focos de calor o químicos.
Calzado Seguridad (Botín dieléctrico con puntera de acero)	Pie	Caídas de objetos que pueden producir traumatismos. Aprisionamientos. Contacto eléctrico. Deslizamiento, resbalones.	▪ Inspección visual, que no presenten cortes, roturas, desgaste. ▪ Secado si se encuentran mojados o húmedos.
Guantes Dieléctrico	Manos	Contacto eléctrico	▪ Inspeccionar cuidadosamente antes de cada uso. ▪ Almacenar o guardar en lugar seco y oscuro, a temperatura entre 10-21 °c. ▪ N o exponerlos al contacto de grasas, aceites, hidrocarburos u otros agentes químicos.

EPP	Parte del Cuerpo que protegen	Protege contra riesgos de	Verificación/Conservación /Mantenimiento
Guantes de Vaqueta	Manos	Cortes, abrasiones	
Anteojos de Seguridad	Ojos	Impactos de partículas, polvo, salpicaduras. Deslumbramientos	
Protector Facial	Cara y ojos	Proyección de partículas fundidas. Deslumbramiento	• Comprobación visual del buen estado de la pantalla, adaptador y buen ajuste al casco. • Limpieza periódica con agua y jabón neutro.