

CONSEJO PROVINCIAL DE CAPACITACION DE BOMBEROS VOLUNTARIOS DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES



ASIGNATURA III-2 ELECTRICIDAD

ELECTRICIDAD

CONTENIDO DEL CURSO

Unidad: ELECTRICIDAD

Concepto. Riesgo en la extinción. Neutralización de carga eléctrica. Tipos de líneas de tensión. Tipos de instalaciones eléctricas. Carga estática. Descargas eléctricas. Importancia. Medidas preventivas.

Teoría Electrónica

Todos los efectos de la electricidad pueden explicarse y predecirse presumiendo la existencia de un diminuta partícula denominada "electrón". Aplicando esta Teoría Electrónica los hombres de ciencia han hecho predicciones y descubrimientos que pocos años atrás parecían imposibles. En vista de que la presunción de la existencia del electrón ha conducido a tantos descubrimientos importantes en el campo de la electricidad, la electrónica, la química y la física atómica, podemos suponer sin temor a equivocarnos que el electrón es una realidad. Todos los equipos electrónicos han sido diseñados basándose en la Teoría Electrónica.

El estudio de la electricidad se basará en la teoría electrónica. Esta teoría afirma que todos los efectos eléctricos y electrónicos, obedecen al desplazamiento de electrones de un lugar a otro, o a que en un lugar determinado hay una cantidad demasiado grande o demasiado pequeña de electrones.

Se dice que la electricidad es la acción que producen los electrones al trasladarse de un punto a otro, a la falta o al exceso de electrones en un material. Antes de trabajar con electricidad, se deberá saber con exactitud, qué es un electrón y por qué razón se desplaza en un material. Para que los electrones puedan moverse es necesario que alguna forma de energía se convierta en electricidad. Se pueden emplear seis formas de energía, cada una de las cuales podría considerarse como fuente independiente de electricidad.

Sin embargo, antes de estudiar los tipos de energía capaces de provocar el desplazamiento de un electrón, se deberá saber primero qué es un electrón. Pero como el electrón es una de las partículas del átomo tendremos que conocer algo de la estructura atómica de la materia.

La molécula

Se dice que los electrones son pequeñísimas partículas de electricidad, pero es probable que no se tenga una idea muy clara sobre la función que desempeñan los electrones en la formación de todos los materiales que nos rodean. Para adquirir una noción del electrón examinaremos cuidadosamente la composición de cualquier material común: Por ejemplo una gota de agua.

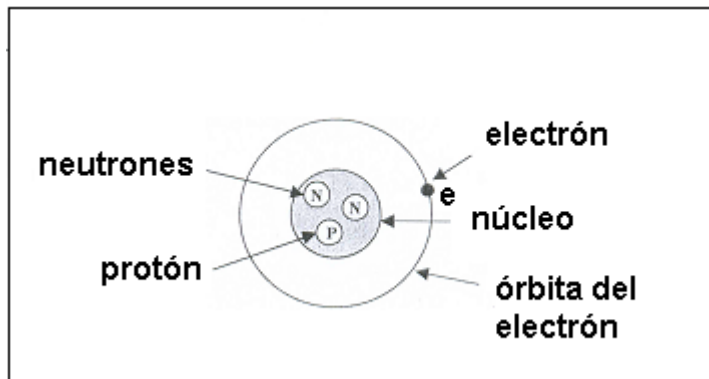
Si tomamos esta gota de agua y la dividimos en dos gotas y así sucesivamente unos cuantos miles de veces, obtendremos una gotita minúscula, tan pero tan pequeña que para observarla deberemos utilizar un potente microscopio.

Pero esta pequeñísima gotita de agua seguiría conservando todas las características químicas de agua. Pero si seguimos dividiendo llegará un momento en que la gotita será tan chica que toda nueva división le haría perder las características químicas del agua. Esta partícula de agua más pequeña posible se denomina "molécula".

Si pudiéramos lograr un mayor aumento, observaríamos que la molécula de agua consta de tres partes íntimamente unidas, a saber: dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O).

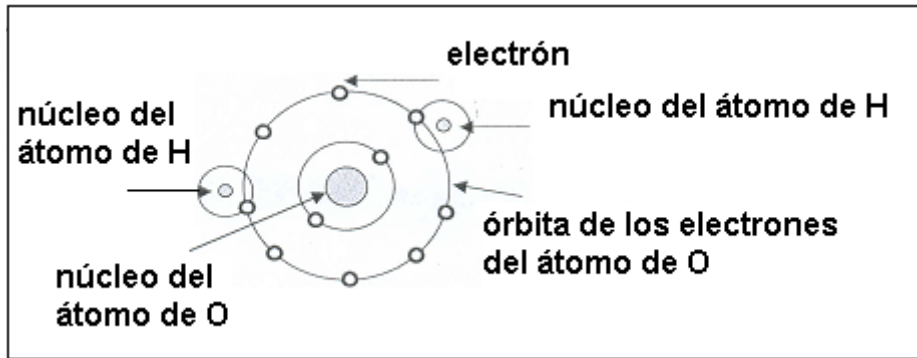
El átomo

Las partículas básicas de la composición química de la materia se denominan átomos, siendo sus dimensiones extremadamente reducidas. El átomo tiene un núcleo compacto, alrededor del cual giran en órbita los electrones, que son unidades de materia cargadas negativamente y neutrones que no poseen carga. Como modelo didáctico podemos graficar al átomo de la siguiente forma:



Todos los materiales están formados por moléculas consistentes en diversas combinaciones de sólo cien (100) tipos distintos de átomos, examinaremos ahora el átomo de hidrógeno de la molécula de agua.

Molécula de Agua



Los materiales están hechos por distintas combinaciones de átomos que forman las moléculas de éstos. Sólo existen unos 100 tipos distintos de átomos, a los cuales de los conoce con el nombre de elementos. Por ejemplo: el carbono, el oxígeno, el hidrógeno, el hierro, el oro, el nitrógeno, etcétera, son todos elementos. El cuerpo humano, con todos sus complicados tejidos, sólo está formado por 15 elementos, de los cuales únicamente 6 se encuentran en cantidades apreciables.

Los electrones de las órbitas más externas del átomo son atraídos por el núcleo con menor fuerza que los electrones cuyas órbitas están más cerca. A los electrones exteriores se los llama electrones "libres" y se los puede expulsar fácilmente de sus órbitas, mientras que a los electrones de las órbitas interiores se los denomina electrones "fijos" porque no se los puede expulsar de sus órbitas con facilidad. Lo que produce la corriente eléctrica es el movimiento de los electrones "libres".

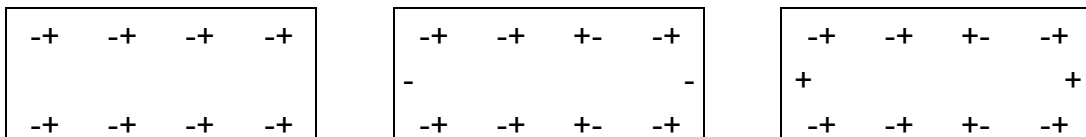
Corriente eléctrica

Se denomina así al efecto que producen los electrones al trasladarse de un punto a otro de un conductor, o al efecto que produce su exceso o su defecto en un material conductor.

Electricidad estática

Los electrones giran alrededor del núcleo del átomo y son mantenidos en sus órbitas por la atracción de la carga positiva del núcleo. Si de algún modo se pudiese expulsar al electrón de su órbita la acción de ese electrón se manifestaría el fenómeno que conocemos como electricidad.

Los electrones que son expulsados de sus órbitas por cualquier motivo, dejarán un déficit de electrones en el material que abandonan y producirán un exceso de electrones en el punto al cual se han trasladado. Este exceso de electrones en un material se denomina carga "negativa", mientras que la falta de electrones en el otro material se denomina carga "positiva". Cuando existen estas cargas se tiene lo que se denomina "electricidad estática".



La principal fuente de electricidad estática que habrá de utilizarse será el frotamiento. Si se frota dos materiales diferentes entre sí, los electrones de uno de ellos pueden ser expulsados de sus órbitas de carga negativa, mientras el material que capta los electrones tendrá entonces carga negativa, mientras el material que pierde electrones adquirirá carga positiva.

Los materiales cargados de electricidad estática se comportan de la siguiente

manera. Por ejemplo, si se coloca una esferita cargada positivamente cerca de otra cargada negativamente, ambas se atraen entre sí. Si las cargas son suficientemente grandes y las esferas son livianas y tienen libertad para moverse, se pondrán en contacto. Pueden moverse o no, siempre habrá fuerza de atracción entre cargas distintas.

Empleando dos bolitas de cargas iguales, sean positivas o negativas encontraremos que se repelen.

Conductores y aisladores

Se escucha muchas veces decir que el conductor es un mal aislador y que el aislador es un mal conductor. Si bien esta definición no explica exactamente qué es un conductor ni qué es un aislador no por eso deja de ser cierta. Los conductores son materiales que ofrecen muy poca oposición al paso de la corriente eléctrica y por lo tanto, se los emplea para transmitir o conducir electricidad. Los aisladores son materiales que ofrecen mucha oposición al paso de corriente y por tanto, se los utiliza para bloquear o aislar el paso de corriente. Tanto los conductores como los aisladores conducen corriente, pero en cantidades sumamente distintas. El paso de corriente por un aislador es tan pequeño que por lo general se lo considera equivalente a cero.

Los materiales que son buenos conductores tienen gran cantidad de electrones libres, mientras que los aislantes no, puesto que no ceden fácilmente los electrones de las órbitas externas de sus átomos. Los metales son los mejores conductores, empleándose comúnmente para transportar corriente eléctrica el alambre de cobre, aluminio, etc.

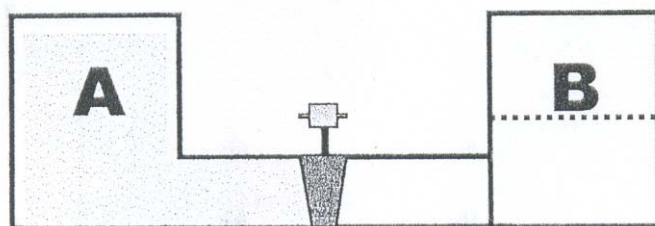
El vidrio, el papel, la goma, materiales cerámicos y ciertos plásticos se utilizan comúnmente como aisladores. Hasta los mejores conductores tienen cierta resistencia que limita el flujo de corriente eléctrica que pasa por ellos. La resistencia de cualquier objeto como un conductor de alambre, por ejemplo, depende de cuatro factores: la naturaleza del material; su longitud; su sección y su temperatura.

Diferencia de potencial o tensión

La fuerza que produce el movimiento de los electrones a través de un conductor en forma de corriente eléctrica se denomina, indistintamente:

- Diferencia de potencial,
- Tensión, o
- Fuerza electromotriz

Cuando existe una diferencia de potencial entre dos cuerpos cargados eléctricamente conectados por un conductor, los electrones fluirán a través del conductor desde el cuerpo cargado negativamente hacia el cargado positivamente, hasta que las dos cargas se equilibren y no exista más diferencia de potencial entre ellas. Una analogía de este proceso se ilustra en la figura siguiente.



Unidad de Tensión o Diferencia de Potencial

La unidad básica de diferencia de potencial, tensión o fuerza electromotriz, es el voltio, que representa la fuerza que hace mover a los electrones de un punto a otro del conductor. Cuando en un circuito eléctrico circula una intensidad de un (1) Amperio, y se le interpone una resistencia de un (1) Ohm, la diferencia de potencial aplicada es de un (1) voltio.

Intensidad

El caudal o intensidad de corriente está dado por el número de electrones que pasa por un material en un período de tiempo dado. Siendo el culombio, la medida que indica la

cantidad de electrones. Contando la cantidad de culombios que pasan en un período de tiempo dado se mide el caudal o intensidad de corriente. Ya que los Amperios significan culombios por segundo, el Amperio indica el caudal con que los electrones pasan por un material. El culombio representa $6,28 \times 10^{18}$ (6.280.000.000.000.000.000 trillones de electrones) electrones, o sea es una medida de cantidad.

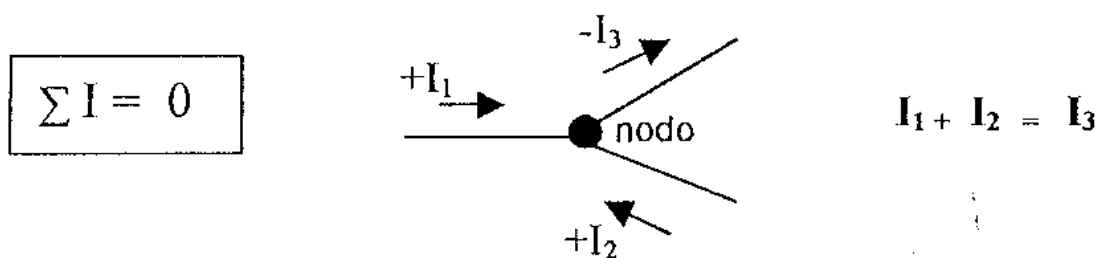
Un (1) culombio por segundo = Un (1) Amperio

Unidad de intensidad

La unidad de intensidad de corriente es el Amperio. La intensidad de corriente eléctrica es de un (1) Amperio cuando un culombio de electrones pasa por el material en un segundo. De tal modo de dos (2) Amperios cuando pasan dos (2) culombios por segundo, etc.

Ley de Kirchhoff

- a) Para las intensidades: La sumatoria de las corrientes que entran (+) y salen (-) de un nodo es igual a 0.



- b) Para las tensiones: En todo circuito eléctrico la sumatoria de las caídas de tensión es igual a la tensión aplicada.

$$\Sigma E = \Sigma I \times R$$

Resistencia

No todos los materiales se oponen por igual al paso de la corriente eléctrica. El flujo de corriente es por sí solo el movimiento de electrones "libres" a través de un material; la cantidad de electrones libres de un material determina su oposición al paso de corriente.

Los átomos de algunos materiales ceden fácilmente sus electrones externos y esos materiales ofrecen poca oposición al paso de la corriente; otros materiales, en cambio, retienen sus electrones externos y ofrecen considerable oposición al paso de la corriente. Todo material ofrece cierta oposición al flujo de corriente, oposición que puede ser grande o pequeña y a esta oposición se la denomina resistencia.

La resistencia depende de los electrones libres, los materiales de poca resistencia ceden muchos electrones libres, contrariamente los materiales de mucha resistencia ceden pocos electrones libres.

Por lo tanto, si tenemos una fuente de tensión podremos incrementar la intensidad de la corriente haciendo disminuir la resistencia y podrá disminuir la intensidad de la corriente aumentando la resistencia. Aumentando o disminuyendo la resistencia (oposición al paso de los electrones en un circuito eléctrico) puede ajustarse la cantidad de corriente que pasa de acuerdo con las necesidades de funcionamiento de un elemento eléctrico dado.

Unidad de resistencia:

Para medir corriente se utiliza como unidad el Amperio; para medir tensión se utiliza el voltio. Estas unidades son necesarias para comparar distintas intensidades de corriente y distintas tensiones. De idéntico modo también resulta necesario contar con una unidad de medida para comparar la resistencia de los distintos conductores. La unidad básica de resistencia es el Ohm, que equivale a la resistencia que permitirá exactamente el paso de una corriente de un Amperio, cuando se aplica una tensión de un voltio.

Fuentes de electricidad

Para producir electricidad se debe utilizar alguna forma de energía que ponga en movimiento a los electrones. Las seis (6) fuentes básicas de energía que se pueden utilizar son:

1. Frotamiento.
2. Presión.
3. Calor.
4. Luz.
5. Magnetismo.
6. Acción química

1. Frotamiento: ver título Electricidad estática.

2. Presión: Los cristales de ciertos materiales producen cargas eléctricas si se les aplica presión. El cuarzo, la turmalina y las sales de Rochelle, son materiales que ejemplifican el principio de la generación de cargas eléctricas a través de la presión. Si se coloca un cristal de estos materiales entre dos placas de metal y se ejerce presión entre las referidas placas, se producirá una carga eléctrica. La magnitud de la carga producida entre las placas dependerá de la intensidad de la presión ejercida.

3. Calor: Otro medio para la obtención de electricidad consiste en convertir el calor directamente en electricidad, calentando una unión de dos metales distintos. Por ejemplo, si se trenza un alambre de hierro con otro de cobre, formando una unión a la cual se le aplica calor, se producirá una carga eléctrica. Este tipo de unión se denomina termocupla y produce electricidad siempre que se le aplique calor. Si bien se pueden hacer termocuplas con alambres trenzados, las más eficaces se hacen con dos piezas de metales distintos remachadas o soldadas.

4. Luz: Se puede producir electricidad utilizando como fuente la energía lumínica, o dicho de otra manera utilizando el efecto fotovoltaico. Cuando la luz incide sobre ciertos materiales, éstos pueden conducir cargas eléctricas con mayor facilidad, desarrollar cargas eléctricas, emitir electrones libres o convertir luz en calor.

Un ejemplo de ello es la célula fotoeléctrica, que es un emparedado o disco metálico compuesto por tres capas de material. Una de las capas externas es de hierro, la otra externa es una película de material transparente o semitransparente, que permite el paso de la luz. La capa central consiste en una aleación de selenio.

Mientras que las dos capas externas ofician de electrodos, un haz de luz enfoca sobre la aleación de selenio a través del material transparente, produciéndose una carga eléctrica entre las dos capas externas. Una aplicación de este tipo de célula es el fotómetro común que se utiliza en fotografía para determinar la cantidad de luz presente en determinado ámbito.

5. Magnetismo: El método más común para producir la electricidad que se utiliza como corriente eléctrica, es el que emplea el magnetismo. La fuente de electricidad tiene que ser capaz de mantener una carga grande, debido a que esa carga se emplea para suministrar corriente eléctrica. Si bien el frotamiento, la presión, el calor y la luz son fuentes de electricidad, su empleo se limita a aplicaciones especiales porque no son capaces de mantener una carga suficientemente grande como para suministrar corriente eléctrica.

Toda corriente eléctrica que se utiliza, excepto la utilizada en equipos de emergencia y portátiles, proviene originariamente de un generador instalado en una planta eléctrica. El generador puede ser accionado por fuerza hidráulica, una turbina de vapor, un rotor eólico, o un motor de combustión interna, no importa la manera que se haga funcionar al generador la corriente eléctrica que produce es el resultado de la acción entre los alambres conductores y las piezas magnéticas que están dentro del generador.

Cuando los alambres se desplazan junto a un imán o el imán se desplaza junto a los

alambres, se produce electricidad en éstos debido al magnetismo, o sea al cortar los conductores líneas de fuerza magnéticas, se genera en ellos una diferencia de potencial, que es aprovechada finalmente, a través de una red de distribución, por los usuarios del servicio eléctrico.

Movimiento de un imán junto a un conductor

Uno de los métodos por los cuales el magnetismo produce electricidad es mediante el movimiento de un imán junto a un conductor estacionario. Si se conecta un instrumento de medición de intensidad (amperímetro o miliamperímetro) muy sensible, en los extremos de un conductor fijo y se hace pasar entonces un imán cerca del conductor, la aguja del instrumento se desviará.

Esta desviación indica que se ha producido electricidad en el conductor. Repitiendo el movimiento y observando atentamente el instrumento, se verá que la aguja sólo se desplaza cuando el imán pasa cerca del conductor.

Colocando el imán cerca del conductor y dejándolo en reposo, no se observará ninguna desviación en el instrumento, sin embargo, si se cambia de posición el imán la aguja indicadora se desvía, mostrando así que el imán y el conductor no son capaces de producir electricidad por sí solos. Para que la aguja se desvíe es necesario que el imán se mueva junto al conductor.

El movimiento es necesario porque el campo magnético que rodea al imán sólo produce corriente eléctrica en el conductor influido, cuando el campo se desplaza transversalmente al conductor. Cuando el imán y su campo están estacionarios, el campo no se desplaza a través del conductor y no se producirá movimiento de electrones.

Movimiento de un conductor junto a un imán

Si se mueve un conductor junto a un imán en reposo, también se observará una desviación en la aguja del instrumento. Esta desviación sólo se producirá mientras el conductor se esté moviendo a través del campo magnético.

Para emplear el magnetismo con el fin de producir electricidad se puede mover un campo magnético a través de un conductor o mover éste a través de un campo magnético. Sin embargo para obtener una fuente continua de electricidad tendrá que mantener un movimiento permanente entre el conductor y el campo magnético.

Ley de Faraday

Con relación a esta forma de obtener energía eléctrica a partir de un movimiento relativo entre un conductor y un campo magnético, la Ley de Faraday establece que "La fuerza electromotriz o tensión inducida en un circuito es directamente proporcional a la variación del flujo magnético e inversamente proporcional al tiempo".

$$e = \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} \quad \begin{matrix} (Mx) \\ (seg) \end{matrix}$$

6. Acción Química

Para comprender cómo funciona la acción química de las pilas se podría imaginar que se ven los electrones y qué les sucede en una pila eléctrica primaria. La fuente básica de electricidad producida por acción química es la pila eléctrica. Cuando se conectan dos pilas o más se tiene una batería.

Básicamente una pila se compone de un envase o recipiente con dos placas de metales distintos, separadas entre sí y sumergidas en un líquido que llena el recipiente.

Observando las partes de una pila y los electrones dentro de ella se vería que el líquido, que se denomina electrolito, lleva electrones a una placa y los saca de la otra. Esta acción da como resultado la acumulación de un exceso de electrones o carga negativa en una de las placas, de manera que al conductor adherido a esa placa se lo denomina terminal negativo (-). La restante placa pierde electrones y adquiere carga positiva, de modo que el conductor solidario a ella adquiere la denominación de terminal positivo (+).

La acción del electrolito al llevar electrones de una placa a otra es en realidad una reacción química entre el electrolito y las dos placas metálicas. Esta acción convierte la energía química en cargas eléctricas en las placas y terminales de la pila.

Mientras el electrolito transporte electrones, se verá que la placa negativa se va corroyendo. Eventualmente la placa negativa se disolverá por completo en el electrolito debido a la acción química y la pila quedará agotada, vale decir sin capacidad de suministrar carga hasta que se reemplace la placa negativa. Por este motivo a esta pila se la denomina primaria, justamente porque cuando se descargan por completo no se las puede volver a cargar sino se utilizan materiales nuevos.

Las pilas secas utilizan el mismo principio pero están constituidas por un recipiente de zinc que hace las veces de placa negativa, una varilla de carbón suspendida en el centro del recipiente como placa positiva y una solución de cloruro de amonio en pasta como electrolito. Cuando la pila seca suministra electricidad, el recipiente y el electrolito se van gastando gradualmente. Una vez-desaparecidos el cinc útil y el electrolito, la pila se agota y debe ser reemplazada.

Hay otro tipo de pilas denominadas secundarias que son las utilizadas en las baterías. En estas pilas el electrolito es ácido sulfúrico, mientras que la placa positiva es peróxido de plomo y la negativa de plomo. Durante la descarga de la pila, el ácido se va diluyendo y ambas placas se modifican químicamente, transformándose en sulfato de plomo.

Movimiento de electrones

Los electrones de las órbitas externas del átomo son atraídos hacia el núcleo con una fuerza menor que los electrones cuyas órbitas están más próximas a él. Estos electrones externos pueden ser expulsados de sus órbitas con facilidad mientras que los electrones de las órbitas internas se denominan electrones fijos, porque no se los puede expulsar de sus órbitas.

Los átomos y moléculas de un material están en movimiento disperso perpetuo, dependiendo la intensidad de este movimiento de la naturaleza del material. Este movimiento disperso hace que los electrones de los anillos exteriores abandonen sus órbitas, convirtiéndose en electrones libres. Los electrones libres que son expulsados de las órbitas externas son atraídos hacia otros átomos que han perdido electrones, dando como resultado un continuo paso de electrones de átomo a átomo, dentro del material.

Todos los efectos eléctricos se producen con los electrones libres que son expulsados de las órbitas externas. El átomo mismo no sufre ningún cambio por la pérdida de los electrones, excepto que adquiere carga positiva y captará los electrones libres que van a reemplazar a los que ha perdido.

El movimiento disperso de los electrones libres de un átomo a otro es normalmente igual en todas direcciones, de manera que ninguna parte del material en particular gana ni pierde electrones. Cuando la mayor parte del movimiento de los electrones se produce en la misma dirección, de manera que parte del material pierde electrones mientras que otra parte los gana, el movimiento neto o flujo se denomina flujo de corriente eléctrica.

Sentido del flujo de electrones v de corriente eléctrica

Según la teoría electrónica, el flujo de corriente siempre se produce desde una carga negativa (-) hacia una carga positiva (+). Así, si un conductor está conectado entre los terminales de una batería, la corriente pasará desde el terminal negativo (-) al positivo (+).

De acuerdo a los estudios realizados de electricidad se llega a la conclusión de que el flujo de corriente tiene el mismo sentido que el flujo de electrones, o sea de negativo (-) a positivo (+).

Electromagnetismo

Así como se pueden producir un flujo de corriente eléctrica cuando se mueve una bobina de alambre de manera tal que atraviere un campo magnético, también utilizando la electricidad se puede producir un campo magnético.

Cuando se estudia el hecho de la producción de electricidad por intermedio de una espira que gira dentro de un campo magnético, se hace referencia al uso de imanes permanentes. Se puede generar más electricidad si se aumenta el número de espiras, la velocidad del movimiento y la potencia del campo magnético.

Las primeras dos cosas son fáciles de hacer pero la última es sumamente difícil. Para poder producir grandes cantidades de electricidad se debe utilizar un campo magnético mucho más poderoso. Esto se logra mediante un electroimán.

Los electroimanes funcionan basándose en el sencillo principio basado en que se puede crear un campo magnético haciendo pasar una corriente eléctrica por una bobina de alambre.

Circuito eléctrico

Cuando se conectan dos cargas mediante un conductor eléctrico se crea un camino para el flujo de corriente. Si las cargas son distintas, la corriente fluye desde la carga negativa hacia la carga positiva. La intensidad del flujo de corriente depende de la diferencia de potencial (tensión) de las cargas y de la resistencia del conductor.

Si se conectan dos barras cargadas con un conductor de cobre, por ejemplo, la corriente pasará de la barra más negativa a la más positiva, pero sólo durante el tiempo necesario para que las cargas de las dos barras se igualen. Sin bien la corriente circula brevemente, este tipo de conexión no constituye un circuito eléctrico.

El circuito eléctrico es una trayectoria eléctrica completa que no sólo abarca al conductor por el cual la corriente fluye desde la carga negativa hasta la positiva, sino también una trayectoria o camino por dentro de la fuente de tensión, desde la carga positiva de nuevo a la carga negativa.

Una lámpara conectada con una pila seca, por ejemplo, forma un circuito simple. La corriente va desde el terminal negativo (-) de la pila hasta el terminal positivo (+), pasando por el filamento de la lámpara y continuando su recorrido por dentro de la pila desde el terminal positivo hasta el terminal negativo. Mientras este camino no esté interrumpido, se trata de un circuito cerrado y la corriente fluye; si se interrumpe el camino en cualquier punto, se trata de un circuito abierto y no hay paso de corriente.

Ley de Ohm

La tensión y la resistencia afectan a la intensidad de corriente eléctrica en un circuito. Las relaciones básicas entre estas tres magnitudes eléctricas (tensión, resistencia e intensidad) son las siguientes:

- La intensidad de corriente de un circuito aumenta cuando aumenta la tensión sin variar la resistencia.
- La intensidad de corriente de un circuito disminuye cuando aumenta la resistencia sin varia la tensión.

Estas dos relaciones constituyen la Ley de Ohm, que es la ley más básica de los circuitos eléctricos y que suele enunciarse de la siguiente manera:

En todo circuito eléctrico la intensidad de corriente es directamente proporcional a la tensión e inversamente proporcional a la resistencia.

Si en un circuito pasa cierta cantidad de corriente, este paso se debe a que cierta fuerza electromotriz o tensión la obliga a hacerlo y que la intensidad de la corriente está limitada por la resistencia del circuito. En efecto, la cantidad de corriente depende de la magnitud de la tensión y la resistencia.

Este hecho fue descubierto en 1827 por un científico llamado George S. Ohm y se expresa con la ahora famosa Ley de Ohm, que es una ecuación fundamental en materia de estudios eléctricos.

Dando forma matemática a esta relación se tiene:

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{Tensión aplicada}}{\text{Resistencia}}$$

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{Amperio} = \frac{\text{Voltio}}{\text{Ohm}}$$

La ley de Ohm puede también expresarse de otras maneras, si se conoce la intensidad y la resistencia:

$$\text{Tensión aplicada} = \text{Intensidad} \times \text{Resistencia}$$

$$\text{Voltio} = \text{Amperio} \times \text{Ohm}$$

Si conocemos la tensión aplicada y la intensidad de corriente, se puede calcular la resistencia:

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Tensión aplicada}}{\text{Intensidad}}$$

$$\text{Ohm} = \frac{\text{Voltio}}{\text{Amperio}}$$

Potencia eléctrica en corriente continua

Potencia -sea eléctrica o mecánica- significa la rapidez con que se hace un trabajo. Siempre se realiza trabajo cuando una fuerza provoca movimiento.

Se sabe que la tensión produce la fuerza necesaria para iniciar el flujo de corriente, o sea el movimiento de electrones. Una tensión entre dos puntos que no causa flujo de corriente no produce trabajo. Siempre que la tensión provoca movimiento de electrones se realiza trabajo, representado por el movimiento de éstos de un punto a otro del circuito. La mayor o menor rapidez con que este trabajo se realiza se denomina potencia eléctrica.

Vale decir que cuanto menor es el tiempo en que los electrones realizan su movimiento, mayor será la potencia, es decir que la potencia eléctrica resulta proporcional a la velocidad con que se realiza el trabajo de movimiento de los electrones.

Por tanto la potencia eléctrica es el producto entre la tensión y la intensidad de corriente.

$$\text{Potencia} = \text{Tensión} \times \text{Intensidad}$$

Unidades de potencia eléctrica

La unidad básica de potencia eléctrica es el vatio, que equivale a la tensión multiplicada por la intensidad de corriente, o sea la cantidad de culombios de electrones que pasan por un punto del circuito en un segundo. Esto representa la velocidad con que se está realizando el trabajo de mover electrones en un material.

$$P = E \times I$$

$$\text{Vatio} = \text{Voltio} \times \text{Amperio}$$

Variantes de la fórmula de Potencia eléctrica

$$P = E \times I \quad \text{pero} \quad E = I \times R \quad \text{reemplazando.}$$

$$P = I \times R \times I \quad \text{pero} \quad I \times I = I^2$$

$$P = I^2 \times R \quad P = E \times I$$

Ley de Joule

Si una determinada potencia eléctrica se desarrolla en una resistencia y se transforma íntegramente en calor, tal como ocurre en una estufa eléctrica, se puede afirmar que la cantidad de calor desarrollado es directamente proporcional a la resistencia, al cuadrado de la intensidad de corriente y al tiempo. Esta determinación se anuncia en la Ley de Joule, la cual queda expresada en términos matemáticos de la siguiente manera:

$$Q = 0,24 \times R \times I^2 \times t \text{ (Calorías = Equivalente mecánico del calor } \times \Omega \times A^2 \times \text{segundos)}$$

Corriente Alterna

La corriente alterna (CA) se caracteriza por que el flujo de electrones que circula a través de un conductor cambia (alterna) de sentido de circulación a intervalos regulares.

Se sabe que la corriente continua (CC) sólo circula en un sentido y que la intensidad se mide contando la cantidad de electrones (culombio) que pasan por un punto del circuito en un segundo.

Supongamos entonces que en un segundo pasa por un punto del conductor un culombio de electrones y que todos ellos circulan en el mismo sentido, de tal modo el flujo de corriente es de un (1) ampere (A) de corriente continua (CC). Si medio culombio de electrones pasa en un sentido en medio segundo y luego se invierte el sentido pasando otro medio culombio en sentido contrario en el medio segundo restante, habrá pasado un total de un (1) culombio de electrones por ese punto en un segundo, entonces el flujo de corriente es de un ampere de corriente alterna (CA).

Comparación de flujo de Corriente Continua (CC) y Corriente Alterna (CA) en un conductor.							
CC	▶	▶	▶	▶	▶	▶	Primer medio segundo
CA	▶	▶	▶	▶	▶	▶	
CC	▶	▶	▶	▶	▶	▶	Segundo Medio Segundo
CA	◀	◀	◀	◀	◀	◀	

Referencia: Cada flecha es igual a ½ culombio

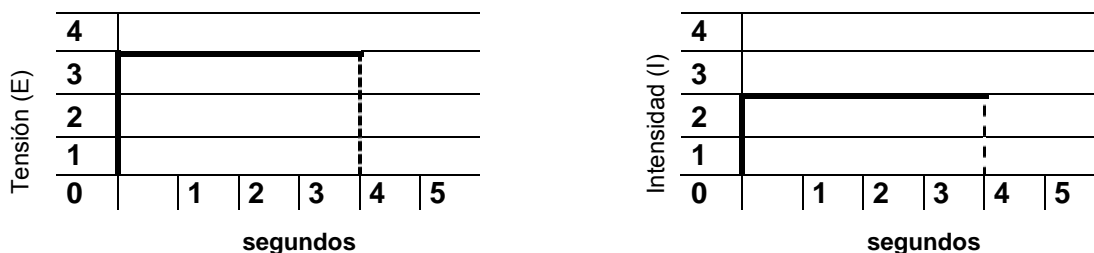
Ondas:

Las ondas son gráficas que demuestran las variaciones de tensión e intensidad de corriente en un tiempo dado. Las ondas de la corriente continua son líneas rectas, puesto que en este caso la tensión y la intensidad no varían en un circuito determinado.

Ondas de Corriente Continua:

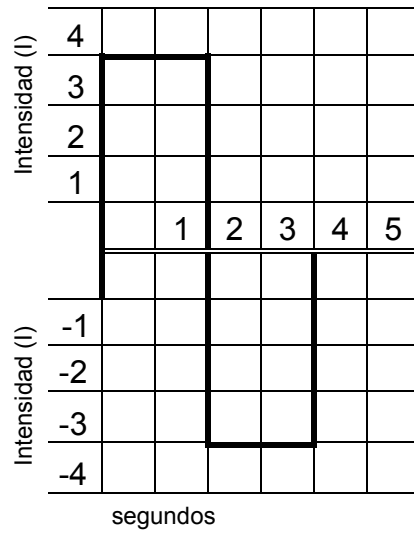
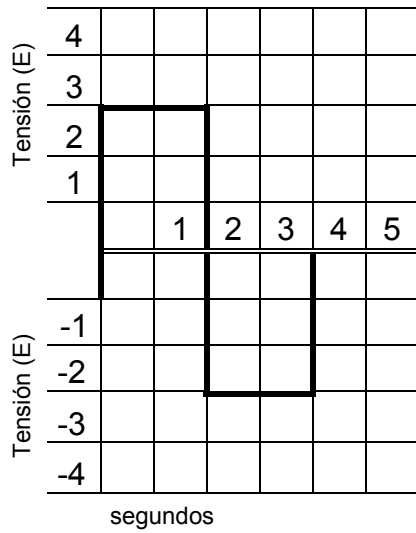
Si se conecta una resistencia con una batería y se mide su tensión e intensidad de corriente a intervalos regulares se observará que los valores no varían. Haciendo un gráfico de los valores de tensión (E) y de intensidad (I) a intervalos iguales, se obtendrá líneas rectas que son las ondas de tensión e intensidad en corriente continua. Las ondas son diagramas de las variaciones de tensión o intensidad.

Ondas de Corriente Continua

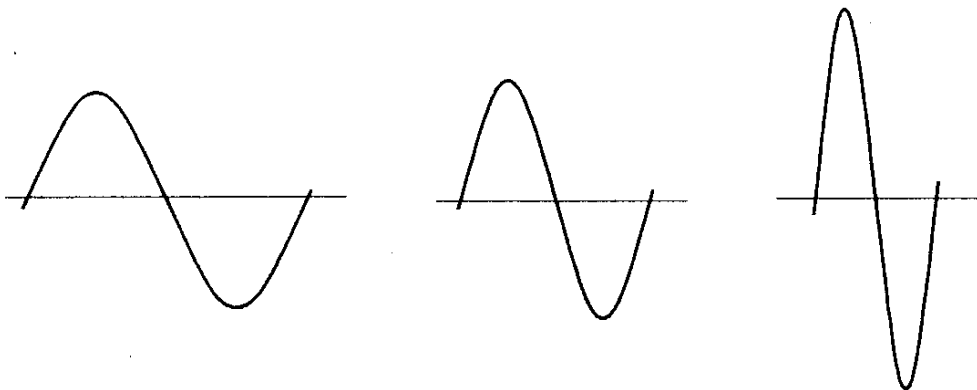


Supongamos que tenemos un voltímetro y un amperímetro cuyos ceros (O) están en el centro de la escala, y que permiten hacer lecturas a izquierda y derecha del cero cuando se invierte la polaridad de la tensión y la intensidad que se mide. Si se efectúa una medición y luego para la segunda se invierten los terminales de la batería, se observará que las ondas consisten en dos líneas rectas, en primer término una por encima y luego de la inversión una por debajo del cero (O). Uniendo los extremos de esas líneas para obtener un gráfico continuo se determinan las ondas de tensión e intensidad. Estas ondas demuestran que la tensión y la intensidad son alternas y no continuas, puesto que indican los cambios de sentido del flujo de corriente y la inversión de polaridad en la tensión.

Ondas de Corriente Alterna

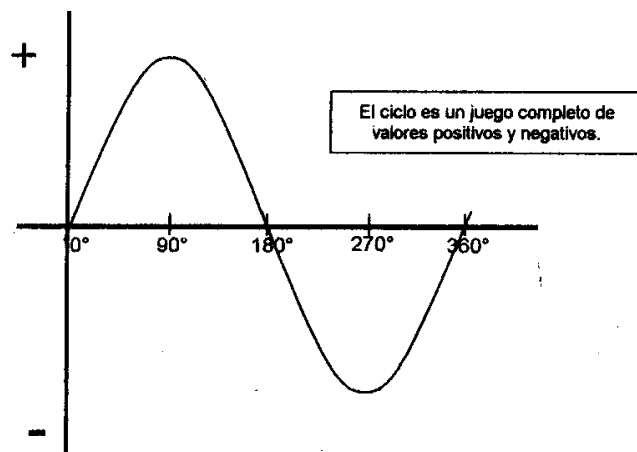


Las ondas en la mayoría de las corrientes alternas son curvas y representan graduales cambios de tensión e intensidad, aumentando y luego disminuyendo sus valores en cada uno de los sentidos del flujo de corriente. La mayor parte de la corriente alterna utilizada en la actualidad con fines prácticos tiene una onda representada por una curva senoide, de la cual podemos decir que si bien las intensidades y tensiones alternas no siempre presentan ondas sinusoidales exactas, normalmente se presume que siguen la trayectoria senoide a menos que se especifique lo contrario.



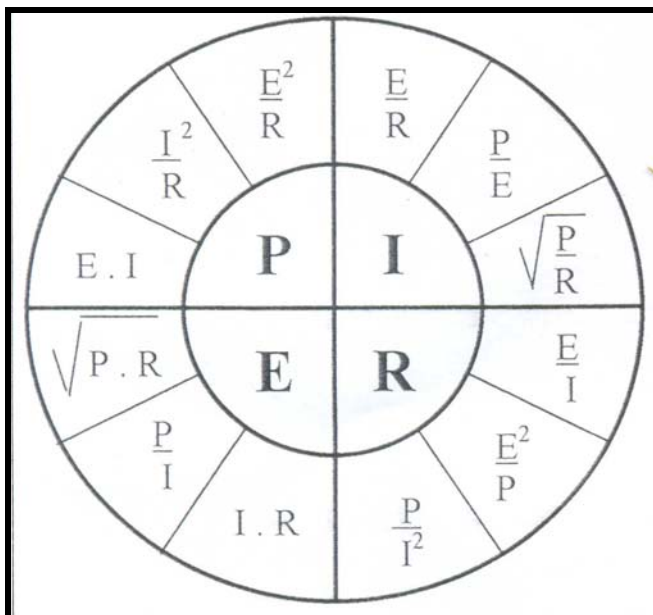
Ciclos de Corriente Alterna:

Cuando la onda de una tensión o intensidad de corriente alterna (CA) describe un juego completo de valores positivos y negativos, en realidad completa un ciclo. La intensidad de corriente alterna sube primero a un máximo y cae a cero en un sentido, luego llega a un máximo y vuelve a cero pero en sentido inverso. Con esto se completa un ciclo de intensidad de corriente alterna, ciclo que se repite sucesivamente mientras circula corriente. Del mismo modo la tensión de corriente alterna primero sube a un máximo y cae a cero en una polaridad pero después va a un máximo inverso y vuelve a cero, completando el ciclo. Cada juego completo de valores positivos y negativos de intensidad o tensión es un ciclo.



Fórmulas fundamentales

Referencias		
Símbolo	Magnitud	Unidad
E	Tensión	Voltios
R	Resistencia	Ohmios
I	Intensidad	Amperios
P	Potencia	Vatios



Magnitud	Símbolo	Unidad	Símbolo
Tensión o Fuerza Electromotriz o Diferencia de Potencial	E	Voltio	V
Resistencia	R	Ohm	Ω
Intensidad	I	Amper	A
Potencia	P	Vatio	W

Magnitud	Unidad	Múltiplos			Submúltiplos		
		Equivalencia	Símbolo	Denominación	Equivalencia	Símbolo	Denominación
Tensión	Voltio	1.000 V	1 Kv	Kilo Voltio	0,1 V	1 dv	Deci voltio
		1.000.000 V	1 Mv	Mega Voltio	0,001 V	1 mv	Mili voltio
		1.000.000.000 V	1 Gv	Giga Voltio	0,000 001 V	1 μ v	Micro voltio
Resistencia	Ohm	1.000 Ω	1 K Ω	Kilo Ohm	0,1 Ω	1 d Ω	Deci ohm
		1.000.000 Ω	1 M Ω	Mega Ohm	0,001 Ω	1 m Ω	Mili ohm
		1.000.000.000 Ω	1 G Ω	Giga Ohm	0,000 001 Ω	1 $\mu\Omega$	Micra ohm
Intensidad	Amper	1.000 A	1 KA	Kilo Amper	0,1 A	1 dA	Deci amper
		1.000.000 A	1 MA	Mega Amper	0,001 A	1 mA	Mili amper
		1.000.000.000 A	1 GA	Giga Amper	0,000 001 A	1 μ A	Micro amper
Potencia	Vatio	1.000 W	1 Kw	Kilo Vatio	0,1 W	1 dw	Deci vatio
		1.000.000 W	1 Mw	Mega Vatio	0,001 W	1 mw	Mili vatio
		1.000.000.000 W	1 Gw	Giga Vatio	0,000 001 W	1 μ w	Micra vatio

FORMULAS DE POTENCIA ELECTRICA

TIPO DE CORRIENTE

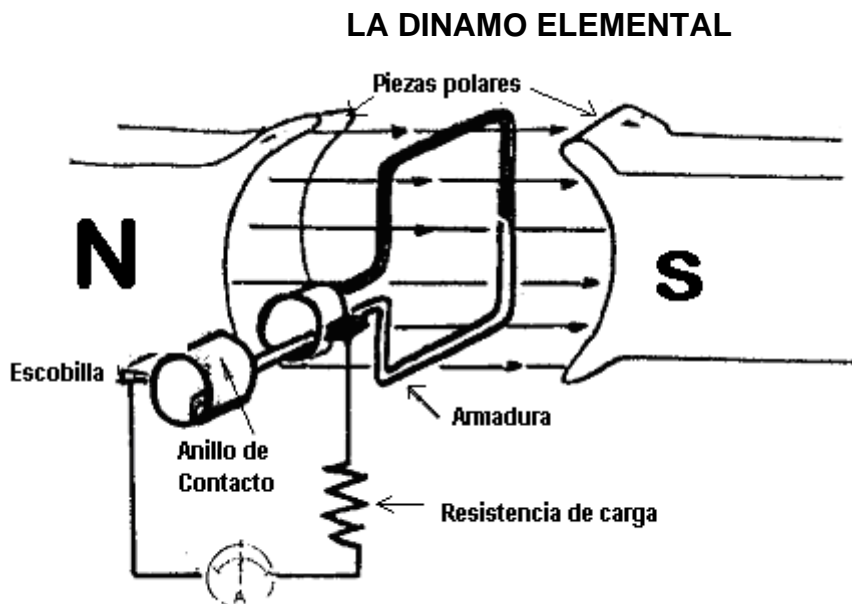
CONTINUA	ALTERNADA			
	MONOFASICA		TRIFASICA	
	Carga Resistiva	Carga Inductiva	Carga Resistiva	Carga Inductiva
$P = E \times I$	$P = E \times I$	$P = E \times I \times \cos \phi$	$P = E \times I \times \sqrt{3}$	$P = E \times I \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
$E = P / I$	$E = P / I$	$E = P / I \times \cos \phi$	$E = P / I \times \sqrt{3}$	$E = P / I \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
$I = P / E$	$I = P / E$	$I = P / E \times \cos \phi$	$I = P / E \times \sqrt{3}$	$I = P / E \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
$P = I^2 \times R$	$P = I^2 \times R$	$P = I^2 \times R \times \cos \phi$	$P = I^2 \times R \times \sqrt{3}$	$P = I^2 \times R \times \sqrt{3} \times \cos \phi$
$P = E^2 / R$	$P = E^2 / R$	$P = E^2 / R \times \cos \phi$	$P = E^2 / R \times \sqrt{3}$	$P = E^2 / R \times \sqrt{3} \times \cos \phi$

Generadores elementales:

Un generador elemental consiste en una espira de alambre colocada de manera que se la pueda hacer girar dentro de un campo magnético estacionario, para que éste produzca una corriente inducida en la espira.

Para conectar la espira con un circuito externo y aprovechar la corriente generada se utilizan contactos deslizantes (escobillas).

Las piezas polares son los polos Norte y Sur del imán que suministra el campo magnético. La espira de alambre que gira dentro del campo se denomina armadura. Los extremos de la armadura se conectan con unos anillos denominados anillos colectores que giran junto con la armadura. Unas escobillas apoyan en los anillos para captar la electricidad producida por la armadura y transportarla al circuito de consumo externo.



En la descripción que damos del generador aparece la espira girando en el campo magnético. Cuando los lados de la espira cortan el campo magnético, producen una fuerza electromotriz inducida que ocasiona un flujo de corriente por la espira, anillos colectores, escobillas, instrumento de medición de cero central y resistencia de carga, todos conectados en serie. La fuerza electromotriz en la espira y por ende el flujo resultante dependen de la posición de la espira en relación con el campo magnético.

El generador elemental funciona de la siguiente manera. Supongamos que la espira está girando en el sentido de las agujas del reloj (de izquierda a derecha) y que su posición inicial es "A" (cero grado). En "A" la espira está en posición perpendicular con respecto al campo magnético y los conductores blanco y negro de la espira se desplazan paralelamente al campo magnético. Todo conductor que se mueve paralelamente a un campo magnético, no corta ninguna de sus líneas de fuerza y, por tanto, no puede originarse fuerza electromotriz en él. Esto se aplica a los conductores de la espira en el instante en que se encuentra en posición "A" donde no se induce fuerza electromotriz y, por tanto, no hay flujo de corriente en el circuito. El instrumento medidor de corriente indica cero (0).

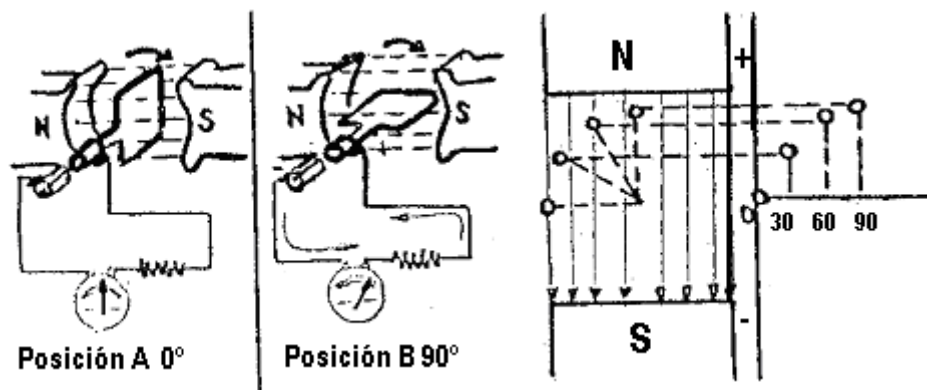
A medida que la espira va girando para colocarse en posición "B", los conductores cortan cada vez más líneas de fuerza hasta que, cuando están en 90° (posición "B"), cortan una cantidad máxima de líneas de fuerza. En otras palabras entre 0° y 90° la fuerza electromotriz inducida en los conductores va aumentando desde 0 hasta su valor máximo.

Observemos que de 0° a 90° el conductor negro corta el campo hacia abajo mientras que, al mismo tiempo, el conductor blanco corta el campo hacia arriba. Las fuerzas electromotrices inducidas en ambas porciones de conductores por tanto se suman en serie y la tensión (voltios) resultante en las escobillas (tensión en los terminales) representa la suma de las dos fuerzas electromotrices inducidas, o sea el doble de la que generaría un solo conductor, por cuanto las tensiones inducidas son iguales entre sí.

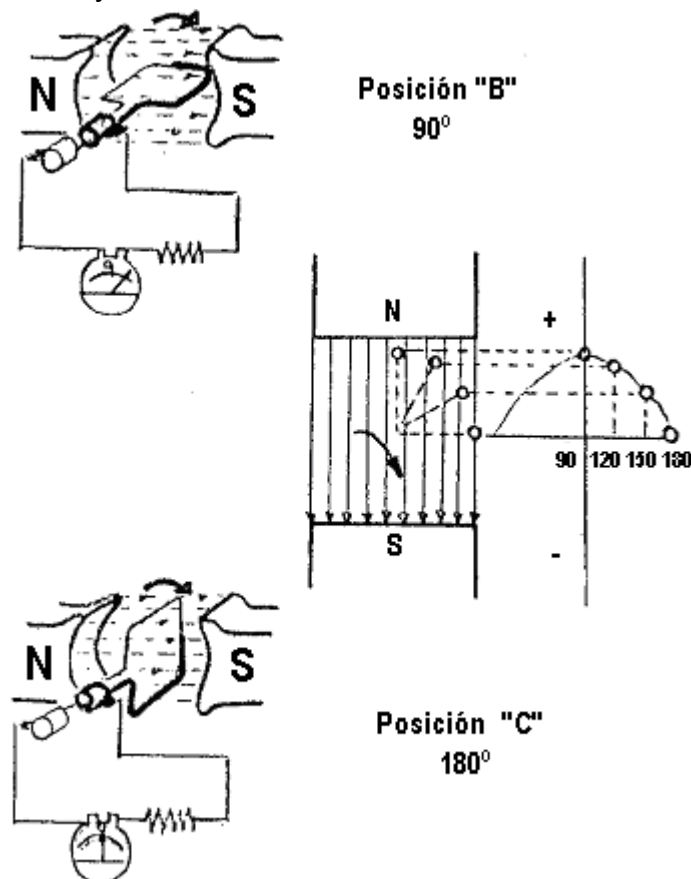
La intensidad del circuito variará exactamente de la misma manera que la fuerza electromotriz inducida, siendo cero a 0° y máxima a 90° . La aguja del instrumento va desplazándose cada vez más a la derecha entre las posiciones "A" y "B", indicando que la corriente de la carga está circulando en ese sentido. El sentido del flujo y la polaridad de la fuerza electromotriz inducida dependen de la orientación del campo magnético y del

sentido de la rotación de la armadura. La onda demuestra cómo la tensión producida por el generador elemental va variando desde la posición "A" hasta la posición "B". En el diseño de la derecha el generador simple aparece en posición cambiada para ilustrar la relación existente entre al posición de la espira y la onda generada.

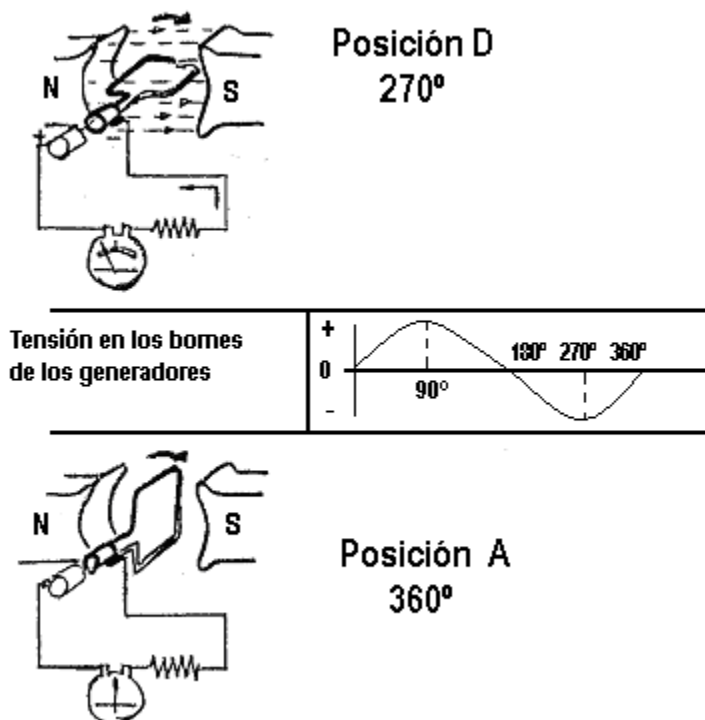
COMO FUNCIONA EL GENERADOR ELEMENTAL



A medida que la espira sigue girando desde la posición "B" (90°) hasta la posición "C" (180°), los conductores que cortan una cantidad máxima de líneas de fuerza en la posición "B" van encontrando menos líneas de fuerza magnética, hasta que en la posición "C" se desplazan paralelamente al campo magnético y ya no cortan ninguna de sus líneas de fuerza. Por tanto, la fuerza electromotriz inducida descenderá desde los 90° hasta los 180°, de la misma manera que aumentaba desde 0° a 90°. De idéntico modo, el flujo de corriente seguirá las variaciones de tensión. En la figura siguiente aparece la acción del generador en las posiciones "B" y "C".

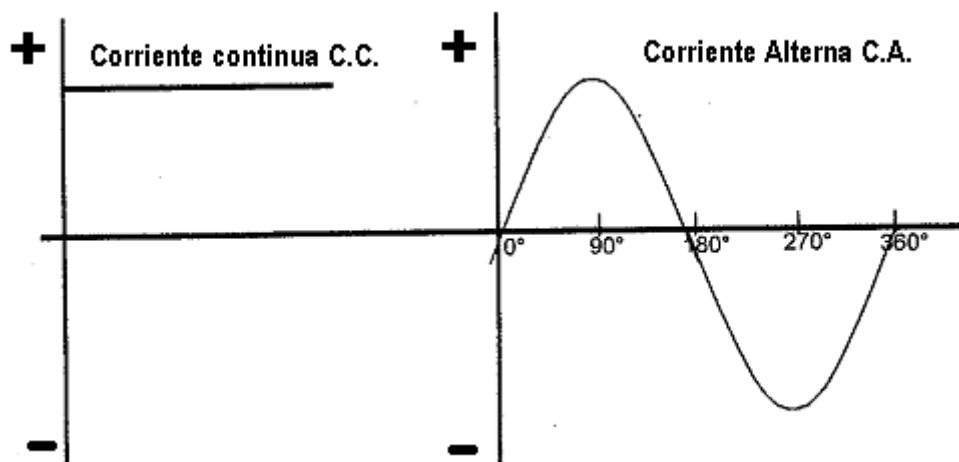


De 0° a 180° los conductores de la espira han venido desplazándose en el mismo sentido de rotación dentro del campo magnético y, por tanto, la polaridad de la fuerza electromotriz inducida no ha variado. Cuando la espira empieza a girar más allá de 180° para volver a la posición "A", el sentido del corte de los conductores en el campo magnético se invierte. Ahora el conductor negro asciende dentro del campo', mientras que el blanco desciende. A raíz de esto la polaridad de la fuerza electromotriz inducida y el flujo de "B" hasta "C". La tensión en los terminales del generador será la misma que desde "A" a "C", excepto que su polaridad estará invertida. La tensión de salida para una revolución completa de la espira es la que aparece en el gráfico.



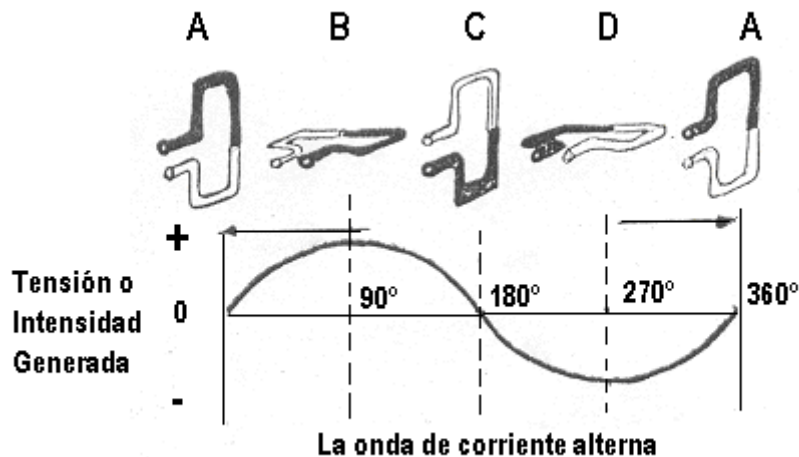
Supongamos que examinamos con mayor detenimiento la onda de salida del generador elemental y observamos un instante. ¿Cómo compararla con los valores de tensión con los cuales hemos venido trabajando hasta ahora. Las únicas tensiones que hemos considerado son de corriente continua, como los obtenidos de una pila o batería. La tensión de corriente continua puede representarse como una línea recta cuya distancia sobre la línea de referencia "0" depende de su valor. En el diagrama de abajo aparece la tensión de corriente continua junto a la onda de tensión que produce el generador elemental de corriente alterna. Como se ve, la onda del generador no es de valor ni sentido constantes, como sucede con la curva de corriente continua, sino que varía continuamente tanto en negativo como en positivo.

TENSION GENERADA



La tensión del generador, por tanto, no es continua, puesto que entendemos como tensión de corriente continua aquella que mantiene en todo momento la misma polaridad. La tensión del generador se denomina "tensión alterna", puesto que alterna periódicamente entre más y menos. Comúnmente se la denomina tensión C. A., siendo el mismo tipo de tensión que se obtiene del tomacorriente común ubicado en una casa de familia. El flujo de corriente, puesto que varía a medida que varía la tensión también tiene que ser alterno. En cuanto a la intensidad, también se la denomina intensidad alterna. La intensidad alterna siempre está asociada con la tensión alterna, puesto que la tensión alterna siempre provocará un flujo alterno de intensidad de corriente.

LA ONDA DE CORRIENTE ALTERNA

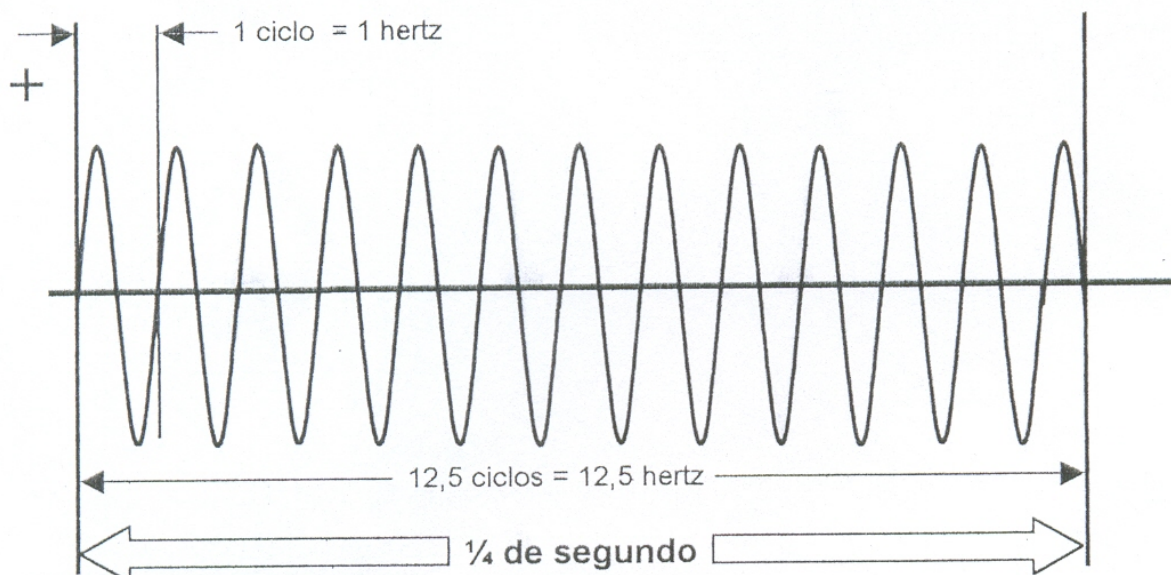


Frecuencia de la Corriente Alterna

Cuando la armadura de un generador de corriente alterna gira, cuanto más veloz sea su movimiento de rotación entre los polos magnéticos, con mayor frecuencia la corriente invertirá su sentido de circulación cada segundo, ya que cada Inversión de corriente cierra medio ciclo de flujo. La cantidad de ciclos por segundo se denomina "frecuencia".

Es importante comprender el concepto de frecuencia por cuanto la mayoría de los equipos para corriente alterna, requieren una frecuencia específica, además de una tensión e intensidad para funcionar debidamente. La frecuencia comercial que se emplea en Argentina es de 50 ciclos por segundo (50 hertz). Las frecuencias inferiores producen fluctuaciones cuando se las utiliza para iluminación, porque cada vez que la corriente cambia de sentido de circulación, decrece a cero, apagándose momentáneamente la lámpara. Con 50 ciclos por segundo la lámpara se enciende y apaga 100 veces por segundo, aunque esta variación no puede percibirse porque el ojo humano no puede reaccionar con rapidez suficiente como para advertirla.

FRECUENCIA ES EL NÚMERO DE CICLOS POR SEGUNDO



Si se completan 12,5 ciclos en $\frac{1}{4}$ de segundo, la frecuencia es de 50 ciclos por segundo porque $12,5 \text{ ciclos por segundo} \times 4 = 50 \text{ ciclos por segundo}$

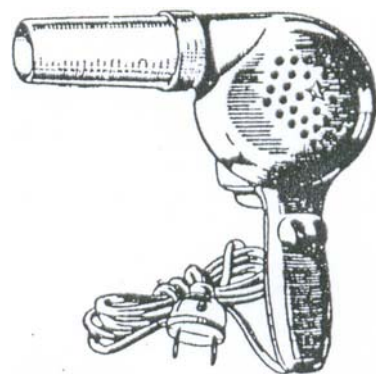
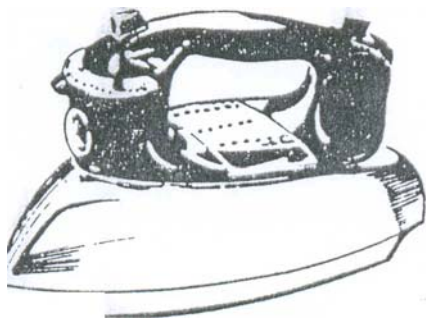
EFECTOS TERMICOS

De la misma manera como no se ha encontrado un material aislante que sea perfecto, tampoco existe un material conductor que pueda ser considerado perfecto. Esto se debe a que los electrones siempre encuentran en el conductor una cierta dificultad para desplazarse. Como en todo momento deben viajar a través de la estructura metálica del material del conductor, es inevitable que ocurra una cierta cantidad de colisiones entre los electrones en movimiento y otros electrones que se encuentran "fijos" en sus órbitas. Cada vez que un electrón sufre un choque, libera una cierta cantidad de energía en forma de calor. Por tal motivo, la circulación de una corriente eléctrica por un conductor siempre dará origen a una cierta cantidad de calor (energía térmica).

Por otra parte, si el material utilizado como conductor no tiene buenas propiedades como tal, es decir, es un mal conductor, entonces la cantidad de calor desarrollada será mucho mayor.

Esta propiedad de la corriente eléctrica se utiliza para producir calor por medio de aparatos tales como tostadores, planchas, secadores eléctricos, calentadores o estufas eléctricas, etc.

LA ELECTRICIDAD PRODUCE CALOR



Máxima Corriente por un Conductor

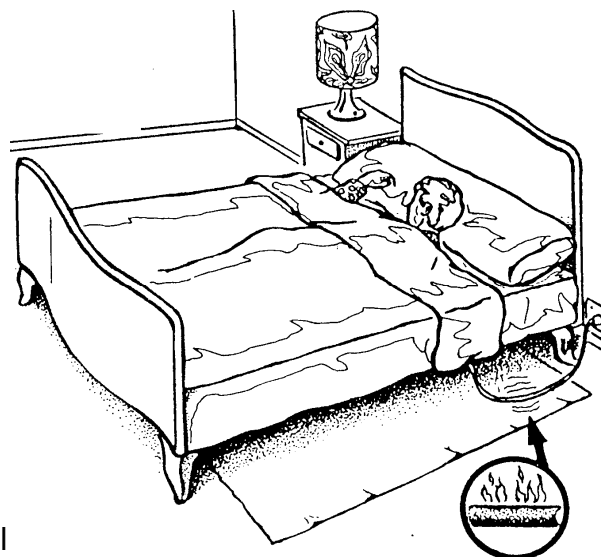
Rara vez se conecta un conductor directamente a los terminales de una fuente de energía eléctrica. La razón es que, aunque la resistencia del alambre determine la circulación de una corriente dada, no puede fluir más corriente de la que la fuente puede proporcionar sin dañarse, ni se puede permitir que circule más corriente de la que el conductor puede soportar sin peligro.

Se recordará que cada vez que una corriente circula por un conductor, se produce el calentamiento de éste. Si la temperatura del conductor se eleva demasiado, el aislamiento corre el riesgo de quemarse.

Existen tablas especiales, que indican la máxima corriente permisible en un alambre de cobre de diámetro determinado.

MAXIMA CORRIENTE POR UN CONDUCTOR

Al circular corriente eléctrica por un conductor se produce calor, éste se aprovecha en la manta eléctrica.



Si la corriente por un alambre es excesiva, el calor creado puede causar el deterioro del aislamiento del mismo.

POTENCIA E INTENSIDAD USUALES DE ARTEFACTOS ELECTRICOS A 220 V.

ARTEFACTO	W	A	ARTEFACTO	W	A
Acondicionador aire frío (sólo 1 HP)	1.060	8.00	Licuadora	350	2.60
Aspiradora	180	1.40	Lustraspiradora	300	2.30
Batidora	100	0.80	Máquina de coser	75	0.50
Cafetera	500	2.30	Máquina lavaplatos	2.000	9.10
Calentador de baño (ducha)	4.500	20.00	Parrilla	1.500	6.82
Calentador de inmersión	500	2.30	Plancha automática	1.000	4.50
Caloventilador	2.000	9.50	Purificador de aire	100	0.80
Enceradora	200	1.50	Proyector cinematográfico	200	1.50
Estufa	1.000	4.50	Proyector de diapositivas	150	0.80
Equipo estereofónico	200	0.90	Secador de cabellos	400	1.90
Hervidora	500	2.30	Secador de ropa	2.500	11.50
Heladera 1/6 - 1/3	160	1.20	Televisor	200	0.90
Grill	800	3.65	Tostador	400	1.82
Lámpara incandescente	100	0.45	Turbo ventilador grande	200	1.50
Lámpara fluorescente	40	0.40	Ventilador grande	200	1.50
Lavarropas	200	1.50	Ventilador chico	100	0.80

Debe considerarse la probabilidad de uso simultáneo casual de dichos artefactos (factor de utilización), para determinar por medio de esta tabla la "potencia instalada" total de una instalación.

En la tabla siguiente, en cambio, se indica la intensidad máxima admisible en servicio permanente para conductores aislados, de acuerdo con normas y prescripciones nacionales vigentes, entre otras las de la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires:

INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE EN SERVICIO PERMANENTE PARA CONDUCTORES AISLADOS

SECCION mm2 DE COBRE	INTENSIDAD EN AMPERE	SECCION mm2 DE COBRE	INTENSIDAD EN AMPERE
1.0	6	95	195
1.5	9	120	235
2.5	15	150	270
4.0	22	185	320
6.0	30	240	380
10.0	40	310	460
16.0	55	400	550
25.0	75	500	650
35.0	95	625	750
50.0	120	800	900
70.0	155	1.000	1.050

Código de Colores

Los conductores de la Norma IRAM 2183 y barras conductoras se identificarán con los siguientes colores:

Neutro: Color celeste.

Conductor: de protección: bicolor verde-amarillo.

Fase R.: Color castaño.

Fase S: Color negro.

Fase T: Color rojo.

Para los conductores de las fases se admitirán otros colores; excepto el verde, amarillo o celeste.

Para el conductor de fase de las instalaciones monofásicas se podrá utilizar indistintamente cualquiera de los colores indicados para las fases, pero se preferirá el castaño.

Secciones mínimas de los conductores.

Se respetarán las siguientes secciones mínimas:

Líneas principales:	4 mm ²
Líneas seccionales:	2,5 mm ²
Líneas de circuitos para usos generales:	1.5 mm ²
Líneas de circuitos para usos especiales y/o conexión fija:	2.5 mm ²
Derivaciones y retorno a los interruptores de efecto:	1 mm ²
Conductor de protección:	2.5 mm ² .

REDES DE DISTRIBUCION.

Las instalaciones eléctricas en los inmuebles del radio urbano, suburbano y rural, reciben la energía de las redes de servicios públicos,

Entre los grandes generadores y el usuario son las redes la única conexión directa.

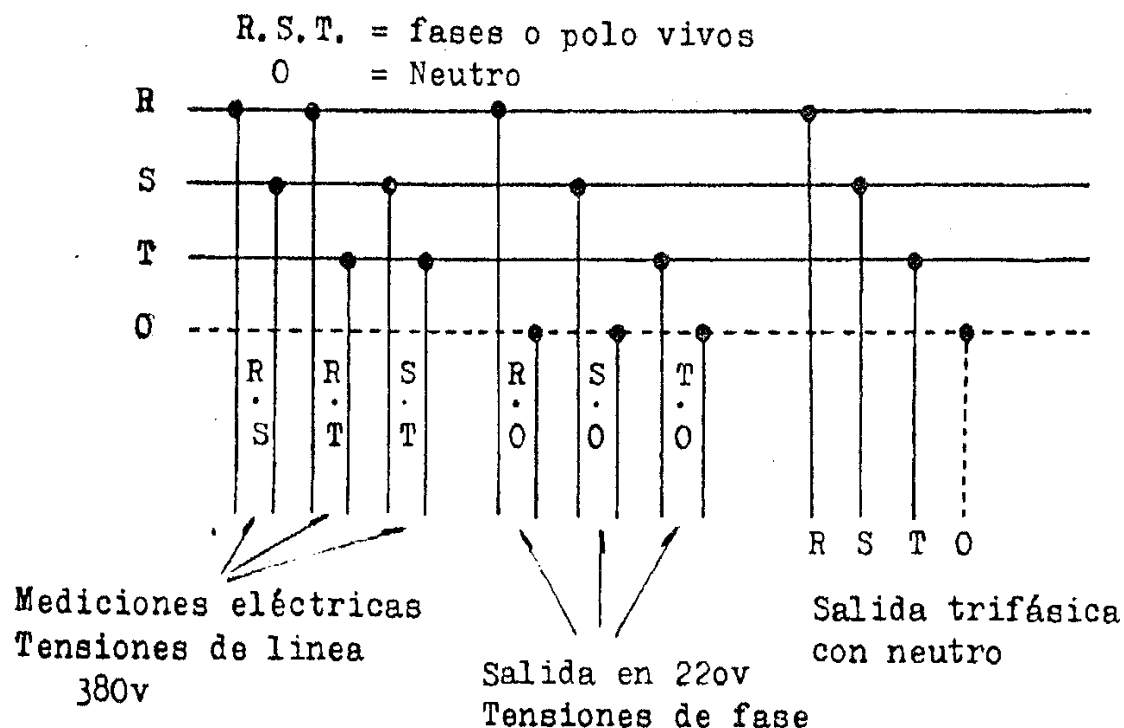
Por lo tanto, si tomamos un generador en una usina y seguimos el camino que realiza la energía hasta un domicilio, observaremos que dicho generador entrega la misma a un transformador, el cual eleva para su mejor transporte a través de las líneas de alta tensión (A T); dichas líneas llegan a diferentes ciudades donde existen las estaciones de rebaje, en ellas nuevos transformadores rebajan esas magnitudes de energía para entregarlas a las subestaciones donde a su vez y distribuidos por los radios de prestación de servicios eléctricos, se encuentran nuevos transformadores que llevan la energía a los niveles de 220/380 volts.

Entre las redes de distribución, se determinan a través de sus niveles las redes de baja y media tensión, las de alta tensión son consideradas como líneas individuales.

REDES DE BAJA TENSION

Las redes de baja tensión podemos encontrarlas de dos maneras diferentes, aéreas y subterráneas; normalmente son trifásicas, es decir, tres conductores de corriente considerados VIVOS y un conductor neutro; este conductor tiene el objeto de poder, a través de su conexionado con cualquiera de los polos vivos, de una disminución del nivel de tensión y de poder por la potencia de consumo trabajar en una alimentación eléctrica monofásica.

El esquema siguiente muestra a una línea de 380 Volts y su respectivo neutro, como así poder demostrar lo que es llamado tensión de línea y tensión de fase.



RED DE DISTRIBUCION AEREA

Son consideradas aéreas a las redes soportadas por postes de madera, hormigón, hierro, ménsulas, etc.

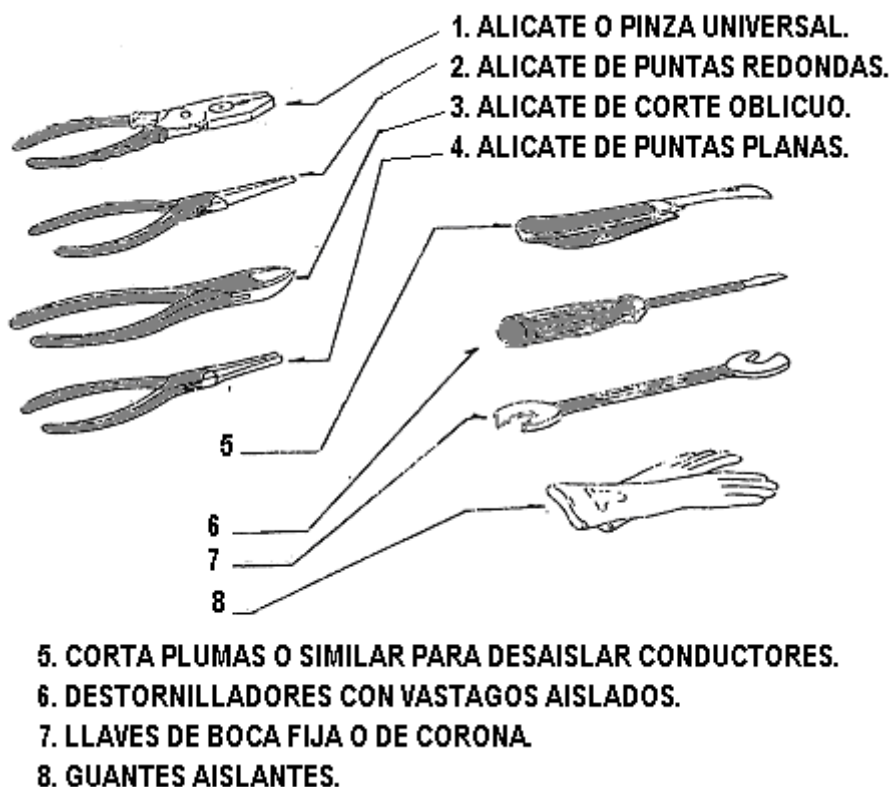
Los receptores conexiónados (Consumos) se realizan a través de conductores aislados que varían de 4 a 16 mm², en cuyos polos o fases vivas poseen conexiónados (en serie) las protecciones correspondientes (fusibles).

Este sistema, es de fácil dominio para el corte de suministro de energía en casos de emergencias, si bien, el corte debería realizarlo el personal autorizado por la empresa que suministra dicha energía, debemos estar preparados para realizarlo nosotros, en ausencia de dicho personal.

HERRAMIENTAS DE UN ELECTRICISTA

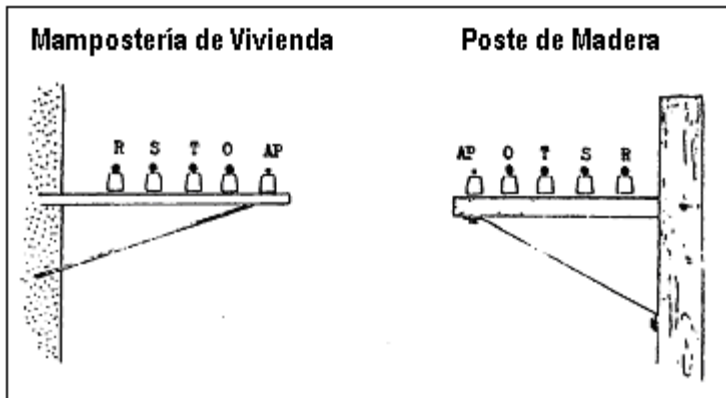
PRECAUCION.

Con estos elementos podrá realizarse cualquier corte de conductores eléctricos, se recomienda **SIEMPRE** utilizar los guantes aislantes, efectuando los cortes de los conductores en su totalidad.



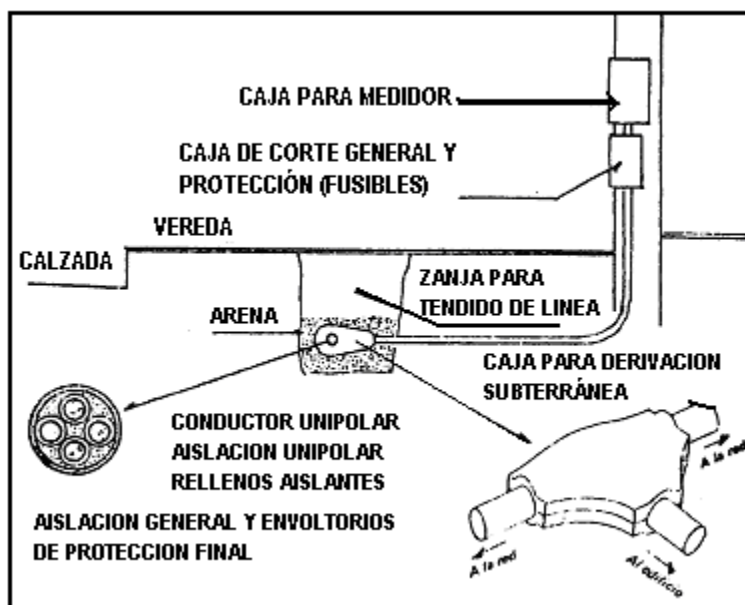
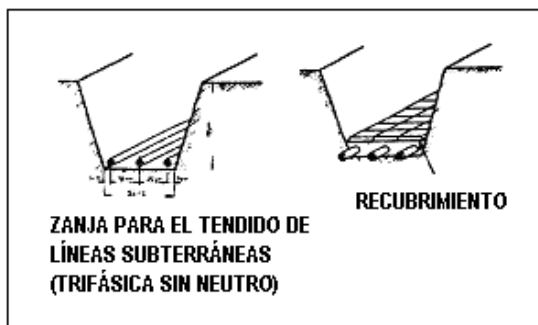
PARA TENER EN CUENTA.

Las redes de distribución constan generalmente de cinco conductores eléctricos, ellos son (R) (S) (T) de la línea trifásica. Un neutro y un cable algo mas fino para el alumbrado publico. La ubicación de estos conductores se realizan tomando como base la pared o bien la parte mas próxima al poste.



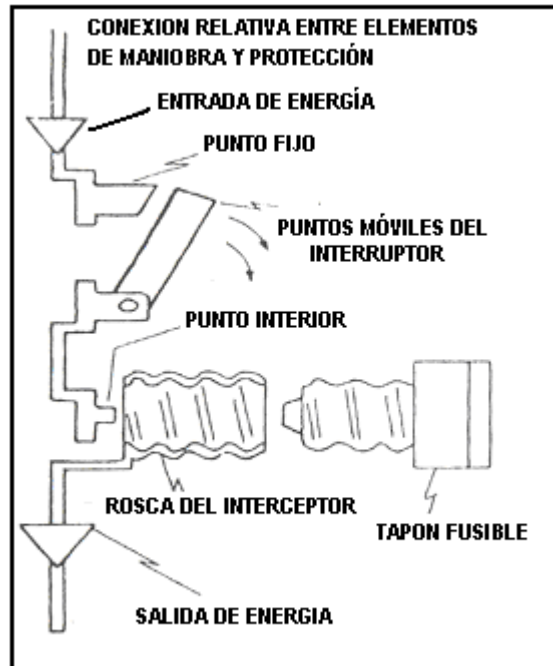
Alimentación Con Línea Subterránea

En todos los casos, entre la red de distribución y la instalación domiciliaria, se encontraran los mismos elementos de corte y protección (Interruptores bipolares y fusibles) salvo en esta que no existe el fusible aéreo, en este caso se encuentra entre la caja del medidor y la red publica, una caja en cuyo interior están los elementos anteriormente citados.



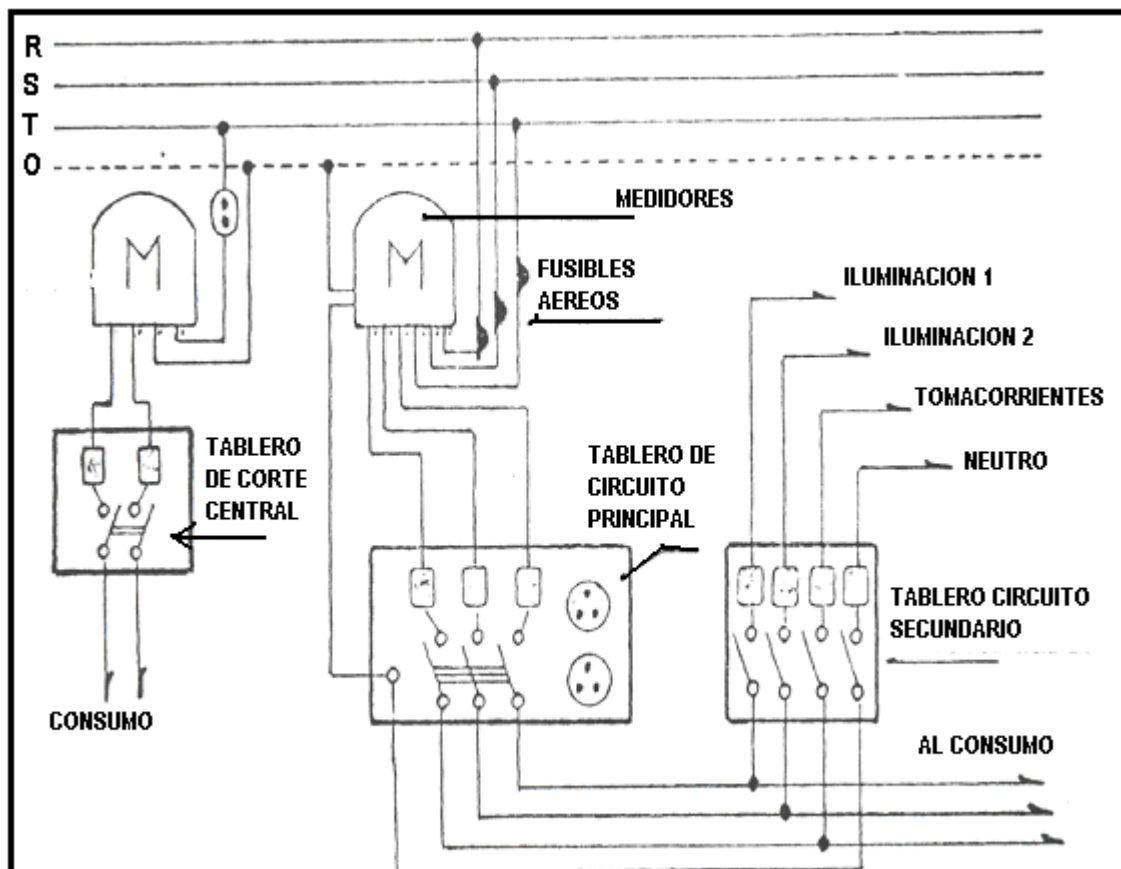
SISTEMA DE DESCONEXION DE 220 VOLTS PRESENTE EN TODA VIVIENDA HABITACIONAL

Si bien la figura presente se observa claramente el sistema de desconexión en la alimentación de 220 Volts, no debemos olvidar que con abrir el interruptor general, no tenemos un corte visual del sistema eléctrico, por lo tanto, se deberá aflojar y retirar el tapón portafusibles; cada una de las fases poseen un fusible individual, cuando la emergencia este centralizada en el comercio o taller, la alimentación será en la mayoría de los casos, trifásica, por consiguiente el interruptor abrirá las tres fases, acto seguido se retiraran los tres fusibles.



ESQUEMA DE INSTALACION DOMICILIARIA E INSTALACION COMERCIAL

Las instalaciones domiciliarias, están construidas por circuitos simples (elementos conductores, receptores de consumo e interruptores individuales); en cambio en las instalaciones comerciales donde la alimentación de los mismos es trifásica, podemos encontrar dos clases de sistemas, el principal (con tablero correspondiente) y el sistema secundario (También con tablero correspondiente); ambos cumplen distintas funciones, el primero es utilizado para la fuerza motriz, equipos de soldadura por arco eléctrico, etc., y el segundo para la iluminación y tomacorrientes para el uso e herramientas portátiles monofásicas.



MEDIA TENSION

Si estimamos que los valores hasta ahora estudiados en la baja tensión, son altamente peligrosos para la vida humana en caso de accidentes, mucho mas cuidadosos y mejor preparación deberemos poseer para trabajar en media tensión.

En las instalaciones aéreas de media tensión, en general se utilizan como seccionador y como protección (fusible) y hasta una tensión de 13.200 Volts, (13,2 Kv), los denominados SECCIONADORES AUTODESCONECTADORES.

Una de las ventajas del equipo es que no se funde antes que los fusibles de baja tensión asegurando así la selectividad de las protecciones en los circuitos primarios y secundarios. Otra condición es que nos permite poder trabajar con ellos bajo carga, ya que soportan fácilmente aperturas y cierres del circuito en esas condiciones

INTERRUPTORES AEREOS

Los interruptores eléctricos, son equipos preparados para el corte de energía eléctrica a plena carga.

Existen varios tipos de Interruptores eléctricos agrupados en dos grandes grupos:

Los Automáticos: normalmente son de corte rápido y no visible, es decir, el seccionamiento del conductor, lo realiza dentro de su equipo con el solo objeto de soplar y/o apagar el arco voltaico que se produce en el momento de la apertura.

Los Manuales: son aquellos que nos permiten el corte visible el apagado del arco voltaico se realiza en el aire.

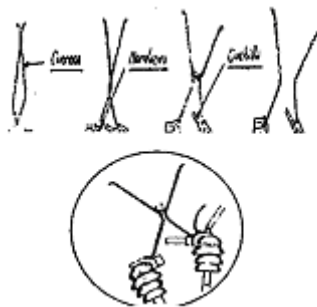
ATENCION.

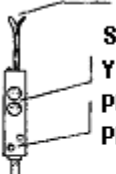
Estos equipos JAMAS podrán ser maniobrados por Bomberos, sin previa autorización del personal habilitado por la Empresa de Energía.

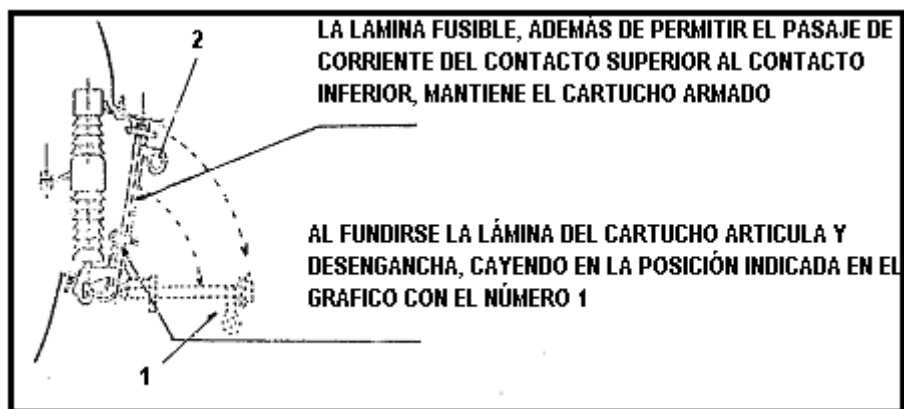
Estos equipos se hallan en su mayoría enclavados en una determinada posición y con candado, en el mando de timonería.

En el primer grupo o sea los automáticos la forma mas efectiva de comprobar que se realizo el corte del suministro eléctrico, es a través de los detectores de ausencia de tensión, estos ya sean lumínicos o sonoros.

En el segundo grupo, o sea los Manuales, se encuentran en su totalidad en las líneas aéreas. (No se los hallará en ningún otro lugar del sistema eléctrico) y su colocación responde a la vista en la figura.- Estos poseen un solo aparato de corte, el interruptor aéreo, el que utiliza un solo dispositivo de extinción, los cuernos.



<p>PUNTO DE CONTACTO</p>  <p>SEÑALIZACIÓN ACUSTICA Y LUMINICA</p> <p>PULSADOR DE PRUEBA</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) PRESIONAR EL PULSADOR CORRESPONDIENTE, VERIFICANDO SEÑAL SONORA O LUMINOSA. 2) PROBAR EN EQUIPOS CON TENSION PARA PRUEBA TOTAL DEL DETECTOR. 3) VERIFICAR AUSENCIA DE TENSION EN LA LINEA O EL EQUIPAMIENTO EN EL QUE TRABAJAREMOS. 4) VOLVER A VERIFICAR EL DETECTOR, COMO EN EL PASO 1).
<p>IMPORTANTE: PARA DETECTAR LA AUSENCIA DE TENSION, FUNCIONA SONORA O LUMINICAMENTE, CUANDO HAY PRESENCIA DE TENSION.</p> <p>RECORDAR QUE EXISTEN DISTINTOS DETECTORES, TODOS ELLOS PARA DISTINTAS FUNCIONES</p>	



TRANSFORMADORES.

El transformador, una de las máquinas más peligrosas del sistema eléctrico, tanto por su potencia, como elevada tensión y materiales combustibles que posee en su interior, debe ser conocido y tratado con sumo cuidado y según las reglas puntuales dictadas al efecto.

Esta es una máquina estática (no posee movimiento o trabajo mecánico en su tarea específica), es totalmente reversible o sea que una misma máquina puede elevar o disminuir la energía, según las necesidades.

Cuando los utilizamos para bajar la tensión, podemos observar tres aisladores del lado exterior, que pertenecen al arrollamiento primario, (se llama así, al arrollamiento de entrada), y cuatro aisladores de salida, para la salida del secundario.

En cada columna del núcleo podemos observar, un primario de alta y un secundario de baja correspondiente a una misma fase.

Todo este equipo está colocado en un recipiente metálico denominado cuba, lleno de aceite mineral muy puro que actúa como refrigerante y aislación. Cabe señalar que este aceite debe poseer una humedad del 0 %, para que se obtenga de él óptimos resultados, ya que solo 25 gramos de agua en 1000 Kg. de aceite son suficientes para provocar una avería (Arco voltaico) entre los elementos de transformación o entre estos y la cuba.

En la actualidad se emplean sustancias líquidas no inflamables como el Pyranol, que permite colocar a estas máquinas muy cerca de locales habitaciones sin riesgo.

Las paredes de la cuba de los transformadores, en su lado externo, pueden ser lisas, con tubos refrigerantes o caso contrario, construidas con aletas.

Todo transformador posee en su parte superior, un tanque que permite la expansión del líquido refrigerante, cuando estando en funcionamiento, aumenta su temperatura.

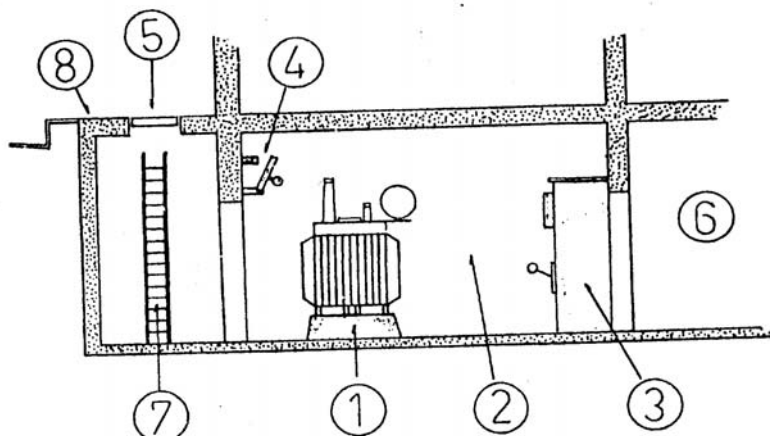
Los transformadores mayormente conocidos en la actividad de bomberos, son los que constituyen las subestaciones transformadoras, pues en general la energía se distribuye por líneas urbanas o suburbanas de 13.200 y luego se transforman a 220/380 para la aplicación práctica del usuario.

SUBESTACIONES TRANSFORMADORAS

Existen tres posibilidades de encontrar estas subestaciones, bajo nivel, a nivel y sobre nivel, todas ellas con características propias.

SUBESTACION BAJO NIVEL

En el dibujo podemos observar una de estas subestaciones en corte, utilizada en general por grandes consumidores como el caso de Industrias, comercios o edificios en torre.



1 - Transformador principal que hace las veces de reductor.

2- Local destinado a la subestación.

3.- Tableros de maniobras y protección tanto para alta

como para baja tensión.

- 4.- Seccionador de entrada de alta tensión que puede estar provisto del fusible de conexión de empalme a la red
- 5.- Marcamos la entrada de personal desde el exterior y que también señala las bocas de ventilación necesarias.
- 6.- Local destinado a los medidores de energía eléctrica.
- 7 -Escalera de acceso a la subestación.
- 8.- Vereda.

En caso de Incendios.

Los materiales Inflamados tales como el aceite del transformador, tableros de maniobras y protección, etc., no pueden ser visualizados desde el exterior. Hay que recordar que si bien el material utilizado como refrigerantes del transformador no es incombustible (aunque existan normas de seguridad que dictan lo contrario), el aceite al inflamarse, además de la consiguiente elevación de temperatura provoca un humo muy oscuro y denso.

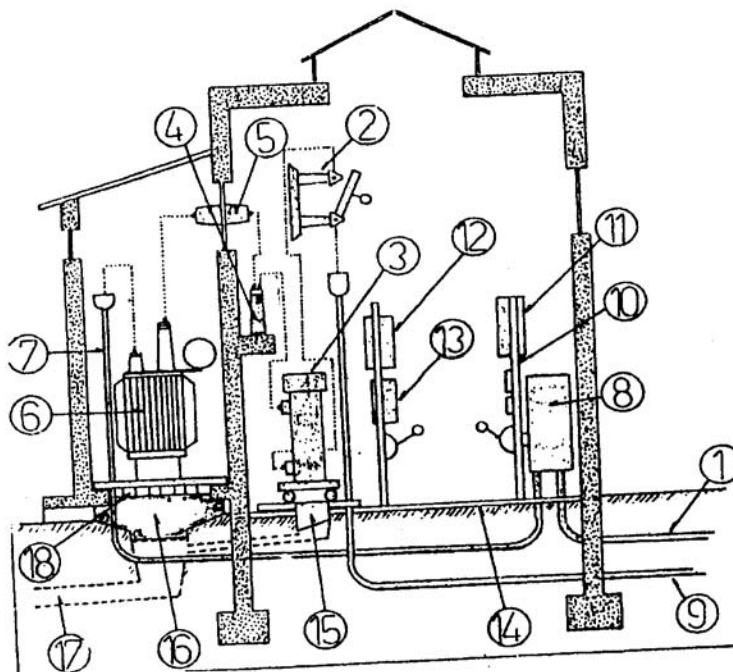
El ataque en este caso *deberá* realizarse a través de la información recabada a la empresa, cerrando los orificios de ventilación y sin utilizar agua en primera Instancia (Extintores tipo C), debido a que normalmente existen circuitos eléctricos secundarios utilizados para medición y control y que pudieran estar alimentados eléctricamente desde otra sala contigua donde aun exista energía.

Para todos los casos de intervención directa en la extinción o enfriamiento se deberá esperar el arribo de personal especializado de la empresa, los que deberán efectuar las maniobras necesarias de corte y comprobación con puesta a tierra del sistema, para luego proceder al trabajo de extinción.

SUB ESTACIONES A NIVEL

Son elementos que en general están estandarizados, construidos en gabinetes metálicos con drenajes del líquido refrigerante en caso de incendio, por lo que este se deriva a un lecho de piedras donde se infiltra sin llegar a combustionarse.

Como en la anterior la intervención del personal de bomberos se limitará a proteger el área hasta tanto el personal especializado de la empresa, efectúe las maniobras correspondientes a los efectos de cortar la energía, poner a tierra y comprobar las maniobras.

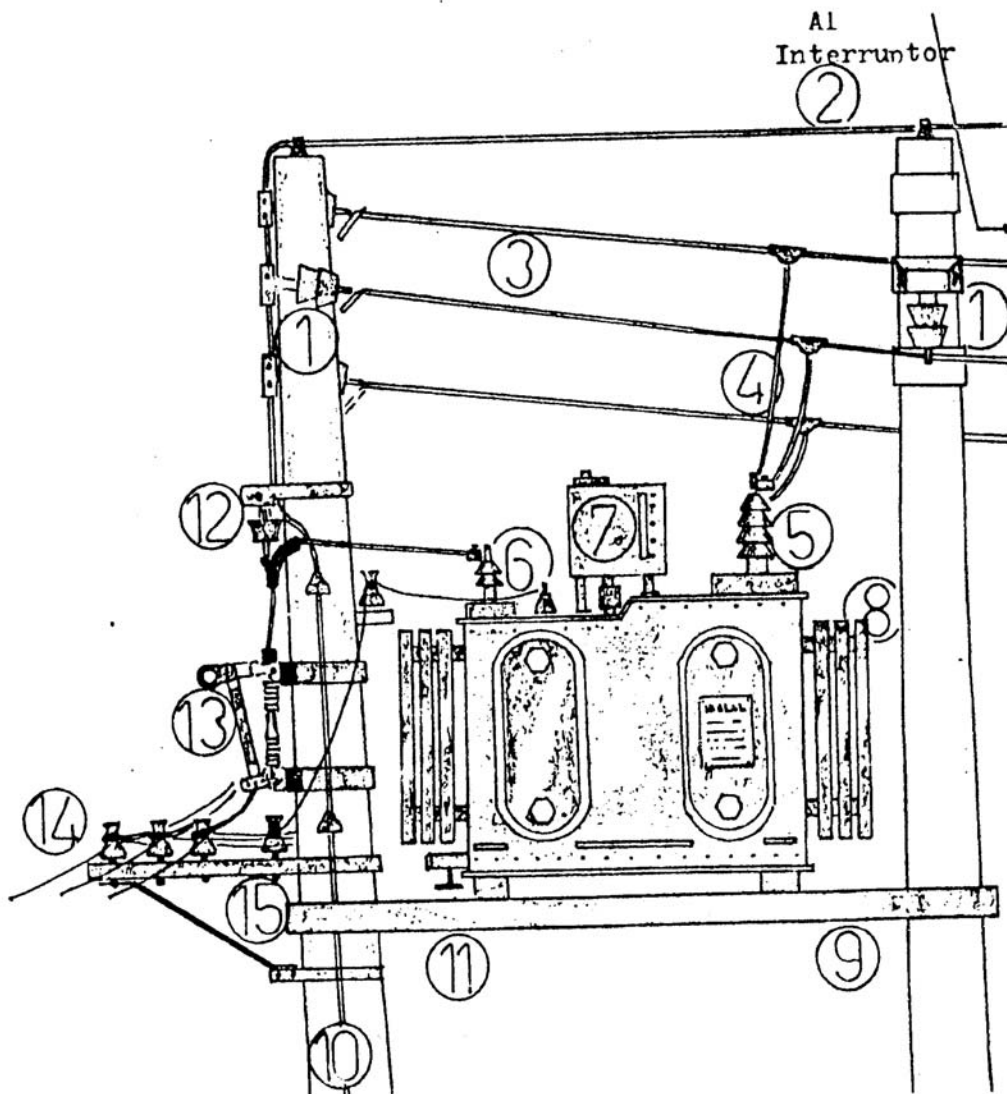


SUBESTACIONES AEREAS.

En este tipo de subestaciones, los trabajos que se puedan realizar se simplifican bastante debido a que sobre los travesaños que soportan al equipamiento, el transformador esta totalmente refrigerado debido a su posición a cielo abierto,

En caso de incendio del liquido refrigerante, caerá al piso si existe pérdida, lugar en el cual podrá ser sofocado.

Siempre se deberá tener en cuenta la apertura de los seccionadores interruptores de corte visible que se encuentran sobre la línea aérea de alimentación.



- 1- Aisladores de sostén de línea y terminales,
- 2.- Hilo de guardia (a los efectos de detener descargas eléctricas atmosféricas)
- 3.- Línea de alta tensión.
- 4.-Empalmes de líneas (Antenas) , que se conexiones en los aisladores.
- 5.- Entrada de alta tensión al transformador,
- 6.- Aisladores de baja tensión que pasando por el soporte 12, atraviesa el Seccionador autodesconectador 13, para pasar a las redes de distribución de baja tensión 14.
- 15.- Observamos la salida del neutro
- 7 -Tanque expansión del aceite.
- 8.-Grupos refrigerantes del transformador,
- 9.- Base del soporte total.
- 11.- Válvula de vaciado en caso de reparación.,

MUY IMPORTANTE.

En los siniestros de centro de generación, estaciones transformadoras, subestaciones. etc., las maniobras deberán realizarlas el personal especializado de la empresa, y desde el inicio de las maniobras el responsable directo de la empresa y el Jefe del Servicio de Bomberos deberán establecer un único centro de ordenes para el personal dependiente de cada uno , y en el caso del personal de bomberos, solo procederá a realizar cualquier tipo

de acción, ante la orden directa de su Jefe de Servicio, pues, dada la peligrosidad del siniestro, un solo error, puede causar la muerte a muchas personas.

CAPACITORES

Este elemento en su forma básica, se compone de dos placas separadas y enfrentadas entre si, sin tener contacto eléctrico entre ellas.

Estas placas son de metal conductor, ya que están destinadas a almacenar cargas eléctricas.

El elemento separador de ambas placas siempre es un material aislante, denominado dieléctrico.

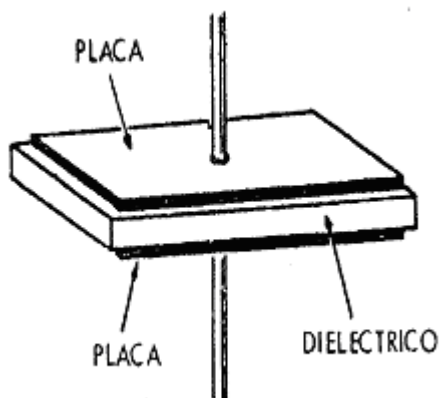
Existen varios tipos de dieléctrico tales como el aire, papel, mica, cerámicas, plásticos, gomas. etc.

Básicamente existen tres factores que afectan el Valor de capacidad de un capacitor: 1º: - La superficie de enfrentamiento de las placas que componen el capacitor

2º. - La distancia existente entre las placas (Determinada por el espesor del dieléctrico)

3º. - El tipo de material que se utiliza como dieléctrico.

Los capacitores se descargan con toda su potencia, cuando intercalamos en su circuito un consumo o cortocircuitamos ambas placas del mismo.



ALTA TENSION

Quedando perfectamente entendido que NUNCA el personal de Bomberos podrá efectuar maniobra alguna sobre una línea de alta tensión, solo plantearemos en este tema algunos conocimientos básicos sobre procedimientos y cuidados a tener en cuenta.

Ante cualquier acción que debamos emprender bajo líneas de alta tensión respetar las

siguientes indicaciones.

A.- De acuerdo a la magnitud del siniestro, solicitar el corte del flujo eléctrico en la líneas mencionadas.

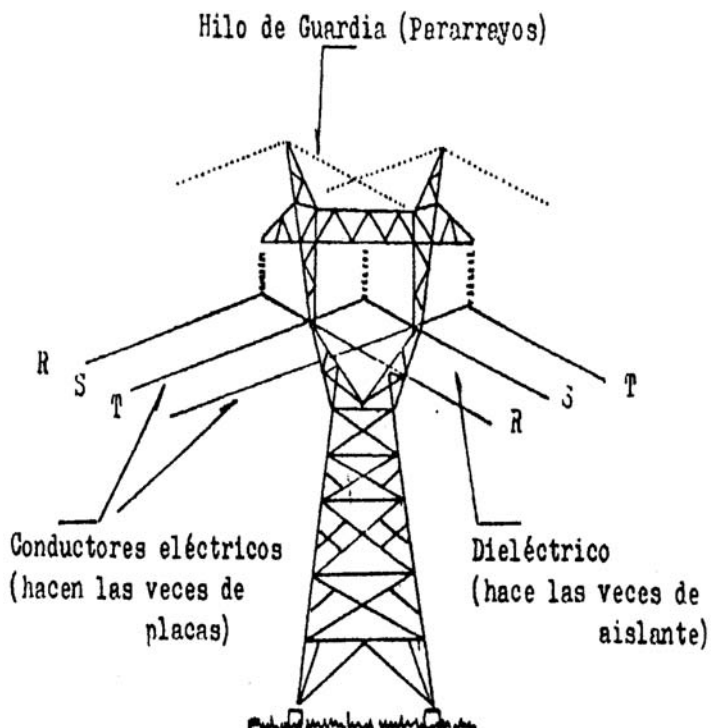
B.-Luego del corte, proceder por medio de personal especializado a su puesta a tierra.

C.- Nunca dirigir el chorro de agua hacia la línea.

D.- Tener presente el efecto capacitor de la línea, aunque este cortado el suministro.

EFEECTO CAPACITOR.

Supongamos que una línea de Alta Tensión tiene 100 Km. de extensión y que las tres fases se encuentran sin energía. Si recordamos el capacitor, debemos aceptar que los cables en cualquiera de las fases de la línea pueden actuar como las placas del capacitor.- y si recordamos además que entre los dieléctrico se hallaba el aire. debemos aceptar



también que entre los cables de la línea y el aire que los separa ambos conforman un Capacitor Gigante, que se ira cargando por acción de la fricción del aire en todo su recorrido, como por las descargas eléctricas atmosféricas, y otros.

ELECTRICIDAD: MANIOBRAS- PROCEDIMIENTOS

Habiendo visto y conocido aunque en forma somera, las bases de la baja, media y Alta tensión en líneas eléctricas, ahora debemos pasar al tema de las maniobras con dichos elementos, pero, dejando en claro, desde un principio que, mientras se pueda contar con personal especializado de la empresa que suministra la energía siempre se deberá requerir y dejar a ellos, efectuar las maniobras, por lo que, este trabajo solo está orientado a dar bases elementales de seguridad y procedimientos al bombero que debe ejecutar una eventualidad y sin posibilidades de hallar pronto socorro, deba ejecutar una maniobra en una línea con tensión.

PUESTA FUERA DE TENSION UNA INSTALACION

Para que una instalación eléctrica pueda considerarse como fuera de tensión, se tienen que respetar estos tres axiomas.

- A.- Corte visual; Aparatos de separación; seccionadores, interruptores, etc.
- B.- Comprobación instrumental. Detectores. lámparas de prueba. etc.
- C.- Puesta a tierra de la línea.

Estos tres puntos deben ser responsabilidad directa del Jefe del Servicio, quien además deberá velar por el cumplimiento de las elementales normas de seguridad en las acciones destinadas a dar cumplimiento a los tres axiomas.

Como ejemplo podemos tomar los siguientes.

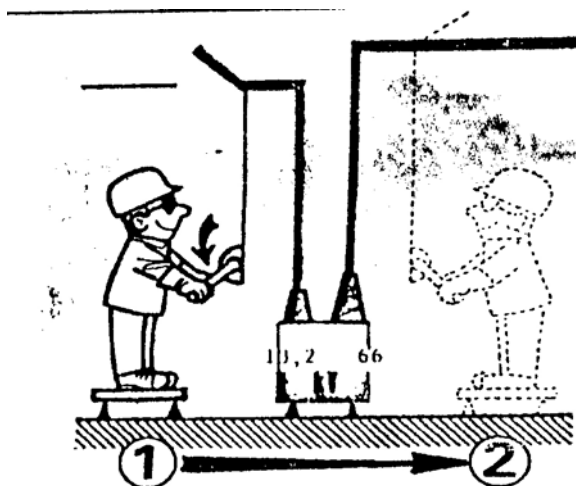
- a.- Al abrir los aparatos seccionadores, utilizar anteojos, pues existen riesgos para la vista..
- b.- Utilizar un taburete aislante o una alfombra aislante con puesta a tierra, para separarse del piso.
- c.- Llevar casco, para maniobras con aparatos aéreos.



PUESTA FUERA DE TENSION DE UN TRANSFORMADOR DE POTENCIA O DE TENSION.

La puesta fuera de tensión se efectúa en el siguiente orden

- a. Corte de la Tensión mas BAJA
- b. Corte de la Tensión mas ALTA



TRANSFORMADOR DE CORRIENTE.

La puesta fuera de tensión de un transformador de corriente, se efectúa cortando solamente las circuitos correspondientes a la tensión mas alta.

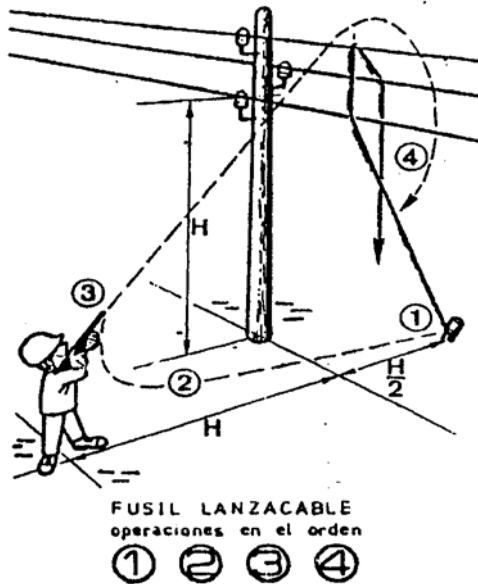
VERIFICACION DE AUSENCIA DE TENSION.

PUESTA A TIERRA Y EN CORTO CIRCUITO.

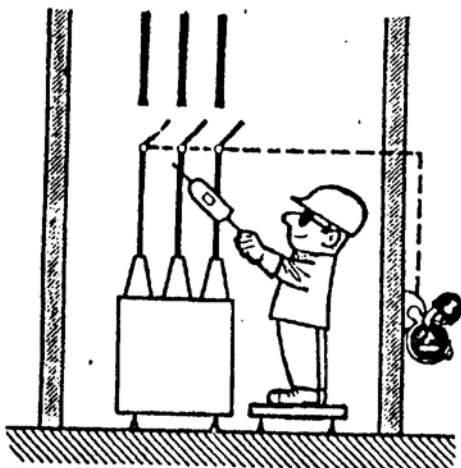
La verificación de ausencia de tensión es **OBLIGATORIA EN TODOS LOS CASOS**

La verificación de ausencia de tensión, la puesta a tierra y en corto circuito deben corresponder a todos los conductores, comprendido el neutro y el alumbrado público, en los casos de baja tensión, en caso de constatar la presencia de tensión, comunicar la novedad con carácter de URGENTE al Jefe del Servicio.

PUESTA A TIERRA Y EN CORTOCIRCUITO.



CELDA DE MEDIANA TENSION.



TABLERO DE BAJA TENSION



SECCIONADOR A TIERRA

Antes de efectuar una puesta a tierra adicional, debemos asegurarnos que estén las cuchillas del seccionador de tierra en la posición correspondiente a tierra.

Las puestas a tierra y los cortocircuitos se realizaran luego de comprobar dicha ausencia en puntos tales como: Órganos de maniobras, fuentes de alimentación de circuitos auxiliares.

RESUMEN DE PREVENCIONES EN LAS MANIOBRAS.

Para efectuar cualquier maniobra o trabajo sobre una instalación eléctrica, el bombero debe obligatoriamente.

- A.- Haber recibido una orden formal de su Jefe de Servicio.
- B.-Estar seguro de haber comprendido la orden recibida.(Caso contrario, hacerla repetir)
- C.-Observar rigurosamente la orden recibida.
- D.- No sobrepasar los limites de las zonas de trabajo que le hayan sido fijadas.
- E.- Utilizar el equipo especial para estos trabajos, Mantenerlo en buen estado.
- F.- Utilizar las herramientas y el material necesarios a la fase del trabajo a realizar.
- G.- No ejecutar ninguna operación que presente un peligro adicional cierto para si o para todo el personal que lo acompaña, aun si de ese hecho sobrevienen peligros materiales o una prolongación de la duración del servicio prestado.
- H.- En caso de dudas, recurrir de inmediato a su Jefe de Servicio.
- I.- De una manera general, VELAR POR SU PROPIA SEGURIDAD.

LAS 5 REGLAS DE ORO .

- 1 Corte Efectivo**
- 2 Bloqueo**
- 3 Verificar Ausencia de Tensión**
- 4 Puesta a Tierra y en Cortocircuito**
- 5 Señalización**

1 Corte Efectivo

Corte visible de todas las posibles fuentes de tensión que afecten la zona de trabajo.

2 Bloqueo

Efectuar todas las operaciones necesarias, para impedir la maniobra en los aparatos de corte, mientras el personal está trabajando..

3 Verificar Ausencia de Tensión

En el propio lugar de trabajo y utilizando los elementos correspondientes, se comprobará que ha quedado sin tensión, todas y cada una de las partes que afecten a la zona de trabajo, descargando la instalación.

4 Puesta a Tierra y en Cortocircuito

De todas las instalaciones que han quedado fuera de servicio, con los elementos normalizados.

5 Señalización

Delimitar las zonas de trabajo con la señalización apropiada a la tarea que se deba efectuar.

Riesgo Electrico

¿CÓMO SE DEFINE EL RIESGO ELÉCTRICO?

Definimos el riesgo eléctrico como la posibilidad de circulación de la corriente eléctrica a través del cuerpo humano, siendo para ello necesario que el cuerpo humano sea conductor, que pueda formar parte del circuito y que exista una diferencia de tensiones entre dos puntos de contacto. Debido a que la electricidad es el tipo de energía más utilizada, a veces caemos en la despreocupación olvidándonos de las mínimas medidas de prevención en su uso.

El riesgo eléctrico puede producir daños sobre las personas (parada cardiaca, respiratoria, quemaduras, etc.) y sobre los bienes, debido al riesgo asociado de incendios y explosiones.

La primera muerte por electrocución se comunicó en 1879. En países como los Estados Unidos se producen más de 1000 muertos anuales por esta causa, además de 150 muertos por rayo. Las quemaduras eléctricas representan un 2 % de los ingresos en las unidades de quemados de los hospitales, el 65 % se producen en el lugar de trabajo (normalmente empresas eléctricas), el 32 % son domésticos y el 3 % de causas varias.

A título orientativo podemos decir que representan sólo del 0,5 al 0,8 % de los accidentes con baja laboral, pero este bajo porcentaje se corresponde con el 8 % de los accidentes mortales en los centros de trabajo, lo cual indica que se asocian a lesiones muy graves.

Son más frecuentes en varones de 20 a 30 años, siendo la corriente alterna de baja tensión la más involucrada en los accidentes.

¿Qué factores intervienen en el riesgo de lesiones por electricidad?

Los factores que intervienen en los accidentes eléctricos se pueden clasificar en factores técnicos y humanos.

Dentro de los factores técnicos mencionaremos los siguientes:

Intensidad de la corriente que pasa por el cuerpo humano: Se ha demostrado experimentalmente que es la intensidad que atraviesa el cuerpo humano y no la tensión la que puede ocasionar lesiones debido al accidente eléctrico. En este sentido comentar que a partir de 1 mA de corriente alterna ya se comienzan a percibir hormigueos, y que hasta intensidades de 10 mA del mismo tipo de corriente, la persona aún es capaz de soltar un conductor.

Tiempo de exposición al riesgo: No podemos hablar de valores de intensidad sin relacionarlos con el tiempo de paso por el cuerpo humano. De esta forma, para cada intensidad de corriente se establecen, según el tiempo de contacto, tres niveles:

Nivel de seguridad: Abarca desde la mínima percepción de corriente hasta el momento en que no es posible soltarse voluntariamente del conductor. En dicho periodo no se produce afectación cardiaca ni nerviosa.

Nivel de intensidad soportable: Se produce aumento de la presión sanguínea y alteraciones del ritmo cardiaco, pudiéndose llegar a parada cardiaca reversible. Además, el nivel de conciencia va disminuyendo llegándose al coma por encima de 50 mA.

Nivel de intensidad insoportable: Estado de coma persistente y parada cardiaca.

Recorrido de la corriente eléctrica por el cuerpo humano: Las consecuencias del contacto dependerán de los órganos del cuerpo humano que atraviese la corriente. Las mayores lesiones se producen cuando la corriente circula en las siguientes direcciones:

Mano izquierda	-	pie derecho
Mano derecha	-	pie izquierdo
Manos	-	cabeza
Mano derecha	-	tórax (corazón) - mano izquierda
Pie derecho - pie izquierdo		

Naturaleza de la corriente:

Diferenciamos entre corriente alterna y corriente continua.

Corriente alterna:

Su característica fundamental es la frecuencia, de tal modo que esa alternancia en el sistema cardiaco y nervioso produce espasmos, convulsiones y alteraciones del ritmo cardiaco.

Las altas frecuencias son menos peligrosas que las bajas (sólo percepción de calor con frecuencias superiores a 10.000 Hz). Por debajo de 10.000 Hz los efectos son similares a los de la corriente continua.

Corriente continua:

Suele actuar por calentamiento y generalmente no es tan peligrosa como la alterna, si bien puede inducir riesgo de **EMBOLIA** y muerte.

Resistencia eléctrica del cuerpo humano:

Entre los factores determinantes tenemos la edad, el sexo, las tasas de alcohol en sangre, el estado de la superficie de contacto (humedad, suciedad, etc.), la presión de contacto, etc.

El valor máximo de resistencia se establece en 3000 Ohmios y el mínimo en 500 Ohmios. La piel seca tiene una gran resistencia, del orden de 4.000 Ohmios para la corriente alterna.

En el caso de piel húmeda se reducen los niveles de resistencia hasta 1500 Ohmios, con lo que sólo con 100 V la intensidad que atraviesa el organismo puede producir la muerte. La sudoración también es un factor que puede disminuir la resistencia de la piel.

La resistencia en el interior del organismo es, en general, 1000 veces menor que la de la piel, siendo menor para la corriente alterna.

En el interior del organismo la resistencia disminuye en proporción directa a la cantidad de agua que presentan los distintos tejidos; así, de mayor a menor resistencia tenemos los huesos, el tendón, la grasa, la piel, los músculos, la sangre y los nervios.

Tensión aplicada:

Definimos la "tensión de contacto" como la diferencia de potencial que pueda resultar aplicada entre la mano y el pie de una persona que toque con aquella una masa o elemento sin tensión. En ausencia de contacto con elementos aislantes, aumenta la tensión de contacto y se favorece el paso de la corriente. Las tensiones más peligrosas son, para la corriente continua, las cercanas a 500 V, y para la corriente alterna las próximas a 300 V.

PELIGROS DE LA CORRIENTE ELECTRICA

Los accidentes eléctricos, también llamados choques eléctricos, se producen cuando el hombre toca partes de una instalación eléctrica bajo tensión, encontrándose a la vez sobre un suelo de buena conductividad, o estando en contacto con cualquier elemento conductor conectado a tierra, se forma un circuito eléctrico entre el hombre y la tierra.

Los efectos fisiológicos de la corriente que circula por el organismo, dependen de los siguientes factores:

- Intensidad de corriente
- Tiempo de contacto
- Tensión
- Resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto Frecuencia de la corriente
- Condiciones fisiológicas del accidentado

INFLUENCIA DE LA CORRIENTE

Considerando el cuerpo humano como una resistencia eléctrica, la intensidad de corriente que recibe un accidentado es, de acuerdo a la ley de Ohm, función de la tensión y de la resistencia eléctrica, a saber:

Intensidad = Tensión / Resistencia

Por lo tanto, cuanto mayor sea la tensión mayor será la intensidad, siempre que haya suficiente potencia de alimentación. Valores de tensión consideradas como de baja tensión, como 220 V Y 380 V pueden producir intensidades que provoquen la electrocución.

Los efectos fisiológicos producidos por la corriente eléctrica en el organismo humano, en situaciones normales para personas adultas con un peso mínimo de 50 Kg., suponiendo que la corriente circula al tocar la parte de dos extremidades y para la frecuencia de 50/60Hz., son las siguientes:

De 0 a 10 mA

Movimientos reflejos musculares y calambres.

De 10 a 25 mA

Se producen contracciones musculares y comienza la tetanización (parálisis) de los músculos de brazos y manos, que se oponen a soltar los objetos que se tienen asidos. La corriente se superpone a los impulsos de comando de la mente produciendo su anulación, pudiendo bloquear un miembro o el cuerpo entero. De nada vale en esos casos la conciencia de los Individuos y su voluntad de interrumpir el contacto.

También se produce una dificultad en la respiración y un aumento de la presión arterial.

De 25 a 30 mA

Se producen irregularidades cardíacas y fuerte efecto de tetanización. Cuando se afectan los músculos pectorales, se bloquean los pulmones y se interrumpe la función vital de la respiración. Se trata de una situación de emergencia dado que a partir de los 4 minutos aparecen los síntomas de asfixia.

El pasaje de la corriente eléctrica es acompañado por el desarrollo de calor que produce el efecto Joule, pudiendo generar quemaduras. En los puntos de entrada y salida de la corriente la situación es más crítica en razón de la resistencia de la piel y la mayor densidad de corriente en esos puntos. Las quemaduras producidas por la corriente eléctrica son muy profundas y difíciles de curar, pudiendo producir la muerte por Insuficiencia renal.

De 40 mA a 10 A

Se produce la fibrilación ventricular del corazón. Si la corriente afecta directamente el músculo cardíaco puede perturbar su funcionamiento regular. Los impulsos periódicos, que en condiciones normales regulan las contracciones (sístole) y las expansiones (diástole) son alteradas; el corazón vibra desordenadamente y, en términos técnicos "pierde el paso" Es una situación de emergencia extrema dado que cesa el flujo de sangre al cuerpo. Debe tenerse en cuenta que éste es un proceso irreversible que continúa aÚn cuando cesa el flujo de corriente. Sólo puede ser anulado con un equipo denominado desfibrilador, disponible en hospitales y en equipos de socorro.

Superior a 10 A

El corazón sufre una parada durante la circulación de la corriente y si el tiempo es corto, menor de 1 minuto, puede recuperar su actividad normal. La corriente actúa a la vez como agente de fibrilación y desribrilación. Las quemaduras eléctricas se producen por efecto térmico desarrollado en la trayectoria de la corriente. La cantidad de calor desprendido está ligada a los parámetros físicos de la Ley de Joule.

$$Q = 0,24 \cdot R \cdot I \cdot t$$

INFLUENCIA DEL TIEMPO DE CONTACTO

Zona 1

No aparece ninguna reacción. Está limitada superiormente por los 0,5 mA (0,0005 A) Y es independiente del tiempo de actuación.

Zona 2

La corriente "se nota", produciendo cosquilleo e incluso dolor, pudiendo el sujeto soltarse del electrodo. Generalmente no es de esperar ningún efecto fisiopatológico.

Zona 3

No representa habitualmente riesgo de fibrilación ventricular. Existe riesgo de asfixia y de tetanización.

Zona 4

Existe riesgo de fibrilación ventricular. Los riesgos en el interior de cada zona se agravan en función de la intensidad de corriente y del tiempo de circulación de ésta.

INFLUENCIA DE LA TENSIÓN y LA RESISTENCIA DEL ORGANISMO

Estos valores son aplicables para corriente alterna hasta 100 Hz y corriente continua. Las mejores condiciones se han efectuado entre extremidades, de mano a mano y de mano a

pie. Debe considerarse que estos valores se aceptan como mínimos y normalmente con la piel seca. De acuerdo con estas cifras se puede calcular la tensión de seguridad en locales húmedos o secos, sin que aparezcan intensidades superiores a 10 mA, considerada como valor que no produce ningún efecto fisiológico nocivo.

Tensión de contacto: 25 Vols.

Resistencia piel mojada: 2500 Ohm

$$I = V / R = 25 / 2500 = 10 \text{ mA}$$

Tensión de contacto = 50 Vols.

Resistencia piel seca = 5000 Ohm

$$I = V / R = 50 / 5000 = 10 \text{ mA}$$

Luego se pueden considerar como tensiones de seguridad:

vs. = 25 Volt en locales húmedos o mojados

vs. = 50 Volt en locales secos no conductores

Para una tensión fija aplicada al cuerpo humano, la corriente que circula depende de la resistencia que presenta el organismo. Sin embargo ésta es muy variable y depende de una variedad de circunstancias, tanto internas como externas, tal como:

-Condiciones fisiológicas y estado de la piel.

-Tensión de contacto

-Espesor y dureza de la piel

-Presión de contacto

-Superficie de contacto

-Recorrido de la corriente por el cuerpo

-Estado fisiológico del organismo

La piel es un órgano que aísla al cuerpo humano del medio exterior

Efectivamente, ofrece una determinada resistencia al paso de la corriente porque los tejidos que la componen son muy malos conductores. Estos tejidos pueden ser comparados con un dieléctrico, formando el conjunto de la dermis y la epidermis un sistema capacitivo análogo a un condensador. Una piel rugosa y seca puede ofrecer una resistencia de 50000 Ohm. Sin embargo, una piel fina y húmeda por su sudor o por el agua, puede presentar una resistencia de sólo 1000 Ohm. La resistencia de los tejidos internos es muy pequeña, debido a que están impregnados de líquidos conductores, y no depende de la longitud del camino recorrido, se estima una resistencia media de 500 Ohm. La presión sobre el punto de contacto influye negativamente en la resistencia, en último caso, lo decisivo en el accidente eléctrico es la densidad de corriente en las zonas de contacto.

D = Intensidad / Superficie

En baja tensión, cuando el contacto es uniforme, actúa sobre la piel una gran densidad de corriente. El intenso desarrollo de calor conduce a las típicas marcas en la piel; si el contacto es más amplio en su superficie, no hay destrucción de la piel y faltan las marcas por quemaduras, solamente queda la resistencia de los tejidos internos. Se puede pasar de, valores de resistencia de 50000 Ohm la piel seca a unos 500 al ser destruida ésta y quedar solamente la resistencia interna. El valor de la resistencia del cuerpo varía en función de la tensión que se aplica al mismo, debido al mayor número de puntos de éste, que sufren perforación eléctrica, según va aumentando la tensión. De numerosos exámenes realizados en determinadas condiciones, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

TENSIÓN DE CONTACTO	DE	VALOR DE LA RESISTENCIA	LA	VALOR DE LA RESISTENCIA	LA
Volt		Piel mojada		Piel normal	
25 V		2500 Ohm		10000 Ohm	
51 V		2000 Ohm		5000 Ohm	
250 V		1000 Ohm		2000 Ohm	
Valor asintótico		650 Ohm		1000 Ohm	

INFLUENCIA DE LA FRECUENCIA DE LA CORRIENTE

En todo cuanto llevamos expuesto sobre los efectos fisiológicos de la corriente eléctrica no hemos referida a corriente alterna de baja frecuencia y a corriente continua. Si se trata de corriente alterna de alta frecuencia, harán falta Intensidades mayores para producir los mismos efectos. A partir de la frecuencia de 100000 hz. se empieza a tener efecto pelicular apreciable, no produciéndose en el organismo más efectos que el calentamiento de los tejidos, por efecto Joule. Se trabajan con altas frecuencias en aparatos electroquirúrgicos o electrobisturías (del orden de los 450000 Hz) en los que la corriente eléctrica se aprovecha como fuente calorica y no afecta órganos vitales. De trabajar con frecuencias industriales, del orden de los 50 / 60 Hz los efectos seria mortales.

INFLUENCIA DEL RECORRIDO

la corriente eléctrica se establece entre los puntos de contactos, por la trayectoria más corta dentro cuerpo, o de menor resistencia. Evidentemente los accidentes serán mucho más graves sí en el trayecto la corriente están órganos vitales como el corazón, los pulmones o el cerebro, que si se producen entre de los dedos de una mano, puestos en los contactos de una torna de corriente. En el primer caso, y intensidad y tiempo es suficiente, se producirá la electrocución y en el segundo caso, generalmente, todo reducirá a un calambre y una quemadura entre los dedos. Con respecto a la naturaleza del accidentado pone de manifiesto por qué todas las personas no soportan igual una descarga eléctrica. La edad,

la fatiga, el alcohol y el miedo afectan la sensibilidad a los efectos de la corriente eléctrica. Las personas dormidas resisten mejor la corriente eléctrica que las despiertas.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

De acuerdo a la ley 19587 - decreto 351/79, para prevenir descargas disruptivas en trabajos efectuados, la proximidad de panes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas, medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de herramientas no aisladas por él utilizadas son, en la situación más desfavorable:

NIVEL DE TENSIÓN	DISTANCIA MINIMA
0 a 50 V	ninguna
Mas de 50 hasta 1 KV	0,80 m
Mas de 1 KV hasta 33KV	0,80 m
Mas de 33 KV hasta 66 KV	0,90 m
Mas de 66 KV hasta 132 KV	1,50 m
Mas de 132 KV hasta 150 KV	1,65 m
Mas de 150 KV hasta 220 KV	2,10 m
Mas de 220 KV hasta 330 KV	2,90 m
Mas de 330 KV hasta 500 KV	3,60 m

MEDIDAS DE PROTECCIÓN

A LAS PERSONAS Y A LOS EDIFICIOS

Generalidades:

En la protección de las personas contra choques eléctricos se deben considerar fundamentales:

Parte Viva

Es la parte conductora de un componente o una instalación; presenta una diferencia de potencia de tierra. En una línea hablamos de conductor vivo para designar a los conductores de fase y el nutro.

Masa

Es la parte conductora de un componente o una instalación que puede ser tocada fácilmente, normalmente no está viva, pero que puede volverse viva en condiciones de falla o defecto. Con de masa tenemos las carcasas metálicas de los aparatos o los conductores metálicos.

los choques eléctricos pueden provenir de contactos directos e indirectos, sus

características son:

Contactos directos

Los contactos directos (con partes vivas o bajo tensión), causan innumerables accidentes, y son por fallas de aislación, por ruptura o remoción indebida de partes aislantes o por actitudes impropias de las personas sobre partes vivas. Un ejemplo de este último caso es el hábito de desconectar la alimentación, equipos portátiles tirando del cable.

Contactos Indirectos

Los contactos indirectos son aquellos que se establecen con piezas conductoras que, sin estar bajo tensión, pueden estarlo si es defectuoso el aislamiento de puesta a tierra. Su peligrosidad estriba en cuando los usuarios se acercan a las masas sin sospechar de su eventual energización.

En condiciones normales una persona está parada en contacto con el suelo (a menos que utilice aislante) por lo tanto tiene el potencial del mismo. Ello significa que el contacto con cualquier elemento, con un potencial distinto puede ser peligroso.

La tensión a la que una persona puede ser sometida al tocar simultáneamente un objeto colocado bajo tensión y otro elemento que se encuentre a un potencial diferente se denomina Tensión de contacto, La tensión de contacto limite que no resulta peligrosa para las personas es de 50 V., no obstante, hablar de una menor que ella, denominada Muy Baja Tensión de Seguridad (conocida por MBTS), establecida en 24 V.

MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Protección Completa

Los elementos que, durante el servicio de la instalación se encuentran sometidos a tensión (elementos activos) deben protegerse contra el contacto directo durante el manejo o mantenimiento de la instalación, su protección puede conseguirse mediante el aislamiento de todos los aparatos, denominado Protección completa o aislamiento de servicio.

Protección Parcial

Las medidas de protección antes descriptas pueden ser imposibles de realizar en un momento determinado durante el servicio o mantenimiento de la instalación.

Entre ellos están los recintos industriales eléctricos, que son instalaciones eléctricas en que los locales sirven exclusivamente para el servicio de las Instalaciones eléctricas, por ejemplo: instalación de maniobra y tableros de distribución en naves de fabricación y depósito. Como por regla general, los recintos Industriales eléctricos sólo tienen acceso las personas que conocen los peligros de la eléctrica, basta con efectuar una Protección parcial, separando las partes activas del resto del le medio de cadenas o barandas, con lo que se evitan los contactos casuales.

MEDIDAS DE PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Diferentes Métodos:

Los métodos empleados para la protección contra contactos indirectos incluyen:

- Tensión extra - baja protección
- Medidas de protección con conductor de protección
- Puesta a tierra de protección
- Circuito de protección por corriente de agua

Uso de la Muy Baja Tensión de Seguridad

Según el reglamento de instalaciones eléctricas, la tensión extra - baja de protección es la gama de tensiones que quedan por debajo de los 24 V. Se trata de asegurar que no pueda presentarse ninguna tensión de contacto excesiva en los circuitos sometidos a la tensión extra - baja de protección.

En todos estos casos se exige una protección galvánica entre la tensión más alta y la más baja, por medio de un transformador de seguridad.

Para obtener una MBTS la fuente de alimentación debe ser una fuente de seguridad como las que describen a continuación:

- 1- Transformador con separación eléctrica entre los circuitos primario y secundario, protegido cor cortocircuitos por medio de fusible, salida de 24 V Y 150 VA, montados sobre caja metálica que proteja de calda de agua vertical y conectiva bipolar a la salida.
- 2- Otras fuentes con un grado de protección no inferior, como motor y generador o

dispositivos electrónicos.

Puestas a Tierra

Se entiende por puesta a tierra la vinculación intencional de un conductor a tierra. Si esa unión se realiza sin interposición de impedancia (o resistencia) alguna, decimos que es una puesta a tierra directa, en caso contrario sería una vinculación indirecta.

La importancia de la puesta a tierra en instalaciones domiciliarias, radica en la seguridad contra tensiones peligrosas para las personas por contacto indirecto.

Las protecciones eléctricas deben, en estos casos de fallas, actuar desconectando la alimentación, los tiempos que estén vinculados a los efectos fisiológicos sobre el cuerpo humano.

Fijada una determinada tensión de contacto (V_c) se puede establecer el valor de la resistencia de puesta a tierra (R_t) que garantice la suficiente corriente, que produzca el accionamiento de la protección. La AEA establece que con $V_c = 24$ V las protecciones deben operar en tiempos menores a 0,65 seg. donde surge:

$R_t = 10$ Ohm para viviendas unitarias

$R_t = 2$ Ohm para viviendas colectivas (Edificios o Complejos)

MEDIDAS DE PROTECCION A LAS PERSONAS

Generalidades:

Corno se mencionó anteriormente, la puesta a tierra de protección es la que se realiza normalmente en los edificios, de allí la importancia de conocer sus características.

La AEA establece para los mismos las siguientes disposiciones generales:

-El conductor de protección (denominado comúnmente conductor de tierra) será eléctricamente continuo y no será eléctricamente seccionado en punto alguno de la instalación ni pasará por el disyuntor diferencial. tendrá la capacidad de soportar la corriente de cortocircuito máxima coordinada con las protecciones instaladas en el circuito.

-Como conductores de protección en instalaciones domiciliarias deben utilizarse cables unipolares aislados, con sección no menor a 2,5 mm².

-En todos los casos deberá efectuarse la conexión a tierra de todas las masas de la instalación. Las masas que son simultáneamente accesibles y pertenecientes a la misma instalación eléctrica estarán unidas al mismo sistema de puesta a tierra.

-La instalación se realizará de acuerdo a las directivas de la norma IRAM 2281 - parte III.

INDICACIONES PARA EL EMPLEO DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Los Interruptores diferenciales protegen solamente las partes de la instalación que están aguas debajo de sus bornes de salida. Si se desea incluir en el circuito de protección las partes metálicas en que van montados los disyuntores hay que aplicar otra medida de protección para las partes de la instalación antepuestas. Para ello resulta muy apropiado el aislamiento de protección.

En tal caso hay que incluir también en la instalación de protección a los bornes de entrada de los Interruptores que interrumpen el paso de corriente.

Si se montan varios interruptores diferenciales en una instalación; hay que prever para cada uno de ellos un neutro separado.

Si los conductores neutros de varios interruptores se conectan a una barra común se producirán disparos erróneos.

Si sólo se usan dos polos de un disyuntor tetrapolar, se emplearán aquellos que permitan el uso del botón de prueba.

El conductor de neutro no debe tener ningún punto de contacto con tierra aguas arriba del interruptor. De lo contrario el interruptor dispararía permanentemente debido a la componente de la corriente del neutro que fluiría a través de tierra, dado que dicha corriente tiene los mismos efectos que una corriente de fuga a tierra.

INTERRUPTORES DE PROTECCION DIFERENCIAL EN EJECUCIÓN SIMPLE

El típico interruptor diferencial que ha tenido un empleo siempre creciente en los países europeos, es el tipo en ejecución simple.

Está constituido por un mecanismo de detección y un mecanismo de desconexión.

El sistema de detección no es otro que un transformador de núcleo toroidal, por cuyo interior se hacen pasar todos los conductores de la línea de alimentación al aparato o aparatos, incluido el neutro. El secundario del transformador está constituido por un

delgado conductor arrollado sobre el núcleo, sobre aquél se induce una tensión cuando circula una corriente de derivación en uno de los conductores principales (principio de la conexión de protección).

Tal tensión actúa sobre el mecanismo de disparo o desenganche, que provoca instantáneamente (en menos de 30 MS) la apertura de los contactos del interruptor de protección. El mecanismo de disparo, constituido por un sistema magnético por desviación de flujo, es de acción estática, y presenta la máxima garantía de seguridad de funcionamiento, así como de mantenimiento de las características de intervención a lo largo del tiempo. Es importante notar que el interruptor de protección diferencial funciona por acción directa.

Para provocar la desconexión del aparato interviene directamente la corriente diferencial inducida en el secundario del transformador, contrariamente a lo que ocurre en algunos interruptores convencionales, donde la corriente de defecto o diferencial es capaz de producir la desconexión del interruptor sólo si se amplifica mediante oportunos componentes electrónicos.

INSTALACION DE LOS INTERRUPTORES DE PROTECCION DIFERENCIAL

Es necesario distinguir ante todo, dos casos que son básicos:

- 1- Instalaciones eléctricas ya existentes
- 2- Instalaciones eléctricas en fase de proyecto o realización.

Si la instalación eléctrica ya existe, y está en funcionamiento, tendrá, junto al contador, en la entrada al apartamento o vivienda, o en el cuarto de maniobra, si se trata de una Instalación o máquina industrial, interruptores automáticos o fusibles ya Instalados, por lo que bastará entonces con colocar un interruptor de protección por corriente de defecto en ejecución simple, tetrapolar o bipolar, según lo exija la instalación ya existente.

En una Instalación industrial es conveniente que cada máquina eléctrica vaya dotada de su propio interruptor diferencial, puesto que si no, una derivación en una de ellas desconectarla a todas las protegidas por un solo Interruptor, además, la suma de las corrientes de derivación existentes en varias máquinas, a pesar de que de por sí cada una de ellas fuera insuficiente para hacer desconectar el interruptor, podrá alcanzar el valor del tiempo muerto en que las máquinas eléctricas estarán paradas, es evidente que resulta más, adecuado y económico que cada una esté protegida por su propio interruptor diferencial individual.

Instalaciones eléctricas en fase de proyecto o de realización

Si la Instalación eléctrica en una vivienda o en un edificio no está todavía terminada o se encuentra en fase de proyecto, se pueden emplear interruptores diferenciales en ejecución combinada, es decir, con protección térmica, electromagnética y contra corrientes de defecto, reunidas en un solo aparato, para mayor comodidad.

Sin embargo, bajo el punto de vista técnico, la separación de la protección magneto térmica de la diferencial presenta notables ventajas. Tal solución consiste, en realidad, en emplear interruptores diferenciales en ejecución simple, compactos y de reducidas dimensiones, que pueden instalarse perfectamente al lado de los interruptores que son automáticos en los cuadros de distribución normalizados.