

Módulo de electricidad

1- Aspectos generales

1.a- Definiciones a tener en cuenta:

¿Qué es la electricidad? La electricidad es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas. La electricidad es una forma de energía que se puede aprovechar de diferentes maneras: para generar movimientos mecánicos, calor, iluminación, etc. Es la base fundamental para poner en funcionamiento desde pequeños equipos hasta aparatos de gran potencia. Este fenómeno es estudiado y representado por diferentes leyes o ecuaciones matemáticas.

Voltaje: También conocido como tensión o diferencia de potencial, es la fuerza electromotriz que ejerce una fuente de suministro de energía eléctrica sobre las cargas o electrones a lo largo del conductor de un circuito eléctrico cerrado. A mayor diferencia de potencial, mayor será el voltaje existente en el conductor del circuito.

El **volt** o es la unidad de medida del voltaje y se representa con la **V** mayúscula.

Recordar:

Un kilovol o (1 kV) = 1 000 V (Se lee: un kilovoltio o es igual a mil voltios).

Alta tensión: Mayor a 25 kV. Se emplea para transportar energía a grandes distancias, desde los centros de generación hasta las subestaciones de transformadores. Es común encontrar altas torres metálicas sujetando gruesos cables que cuelgan de grandes aisladores.

Media tensión: Se emplea para transportar tensiones de 1 kV hasta 25 kV desde las subestaciones hasta los transformadores de baja tensión, para suministrar la corriente eléctrica a los centros de consumo.

Baja tensión: Tensiones inferiores a 1 kV, que se reduce más para usar la energía eléctrica en la industria, hogares, alumbrado público. En nuestro país el voltaje que llega a nuestros domicilios es de 220 voltios y en la industria puede ser de 220, 380 y 440 voltios, dependiendo del trabajo y de las características de los equipos a poner en funcionamiento.

Amperios o intensidad de la corriente eléctrica:

Corriente o intensidad eléctrica. Es la cantidad de carga eléctrica que recorre un conductor eléctrico por unidad de tiempo. La unidad de medida es el amperio (A), que permite conocer la cantidad de corriente que circula por los diferentes circuitos eléctricos implementados en la industria o redes eléctricas domiciliarias. Los submúltiplos (mA o miliamperios) se emplean, por lo general, para medir corrientes de poca intensidad con las que trabajan los circuitos electrónicos.

El **ampere o amperio** es la unidad de medida con que se mide la intensidad o corriente eléctrica y se representa con la letra A en mayúsculas.

2- Resistencia eléctrica

En una instalación eléctrica cualquier equipo o dispositivo conectado representa una resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica, también los conductores se comportan como una resistencia. La resistencia es la mayor o menor dificultad que opone un material al paso de la corriente eléctrica, dependiendo de las características del material, longitud y de la sección. La resistencia se representa por la letra R y su símbolo es la letra griega omega (Ω).

La resistencia eléctrica varía por la sección del conductor:

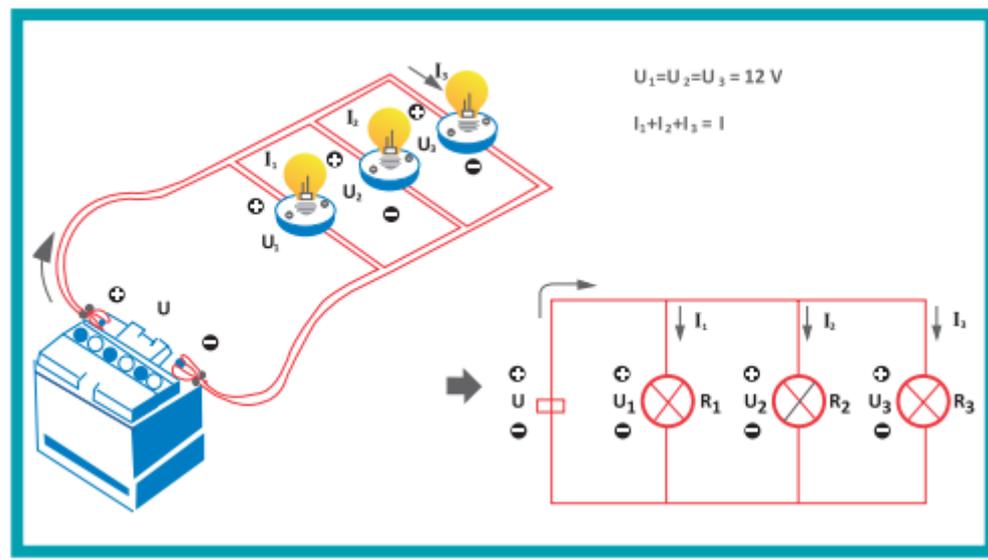
- Cuanto mayor es la sección del conductor, la resistencia disminuye.
- Cuanto menor es la sección, la resistencia aumenta.

Variación de la resistencia por la longitud del conductor:

- Cuanto más largo es el conductor, la resistencia aumenta.
- Cuanto menor es el conductor, la resistencia disminuye.

2.1- Conexión de resistencias o elementos en paralelo:

La mayoría de los artefactos y máquinas son conectados a la red en paralelo. A manera de ilustración podemos ver tres focos conectados de esta forma, siendo la fuente de alimentación una batería de 12 V (voltios). Cuando los elementos están colocados en paralelo la tensión es constante y las intensidades de la corriente o resistencias se suman.



3- Potencia eléctrica:

Es la cantidad de energía consumida (por una vivienda o una empresa) o suministrada (por una central eléctrica) por una unidad de tiempo. Si comparamos la energía eléctrica con el agua, la potencia sería la cantidad de litros por segundo que salen de un reservorio. Los equipos han sido diseñados y dimensionados para que funcionen con una determinada potencia.

De forma práctica, vemos que las redes eléctricas entregan energía a nuestras casas y los equipos que tenemos en nuestros hogares la consumen. En Argentina, la tensión establecida es 220 V. Este es un dato considerado por los fabricantes para la producción de todos los equipos eléctricos (televisores, DVD, radios, computadoras, heladeras, planchas, etc.). Cada equipo tiene una placa en la que se especifican sus características eléctricas de funcionamiento.

En casi todos los equipos electrodomésticos la potencia eléctrica se expresa en watts (W) o kilovatios (kW). En el caso de los motores la potencia en la placa mayormente es en HP (Horse Power, o caballos de fuerza).

La potencia es igual al voltaje (V) multiplicado por la intensidad de corriente (A):

$$1 \text{ watt} = 1 \text{ voltio} \times \text{amperio}$$

Por lo tanto, la expresión de la potencia es:

$$P = V \times I \text{ ----- (fórmula 1)}$$

En donde:

P: es la potencia consumida en watts o vatios.

V: es la diferencia potencial en voltios.

I: es la corriente en amperios.

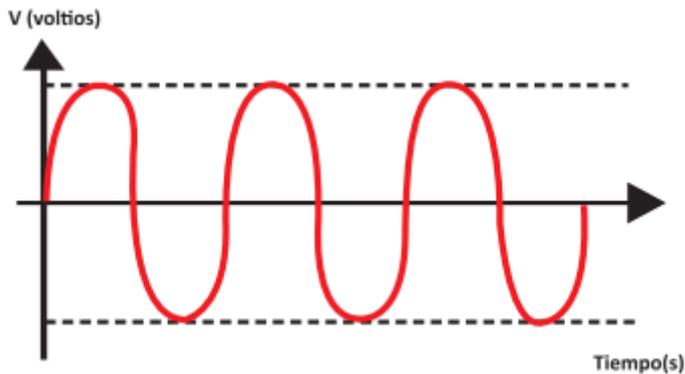
Estimación de la cantidad de energía consumida:

La cantidad de energía eléctrica consumida, y por la que se paga cada mes a la empresa distribuidora, viene a ser la suma de potencia de todos los equipos que se tienen en casa o industria, multiplicada por la cantidad de horas que están encendidos durante el mes. La unidad de medida es watt-hora (Wh) o kilovatio-hora (kWh) para cuantificar miles de watts.

4- Corriente alterna (CA) y corriente continua (CC):

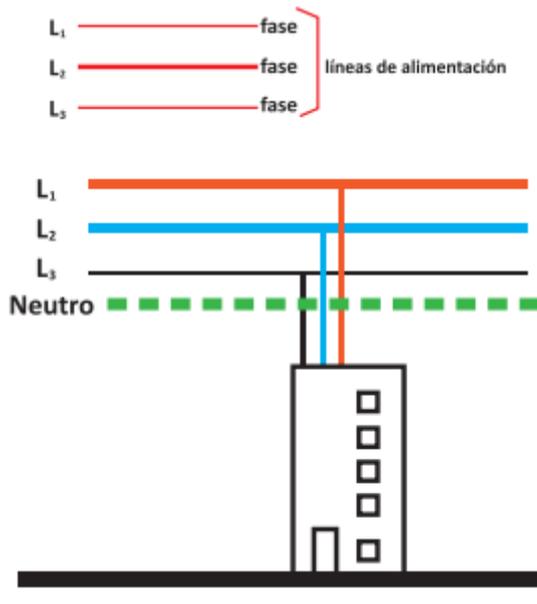
4.1- Corriente alterna (CA):

Se caracteriza porque los electrones cambian de sentido constantemente; durante un instante un polo es negativo y el otro es positivo, mientras que en el instante siguiente las polaridades se invierten tantas veces como ciclos por segundo o hertz (Hz) posea esa corriente. Ventajas. Permite elevar o disminuir el voltaje o tensión por medio de transformadores, pudiéndose transportar a grandes distancias con poca pérdida de energía.



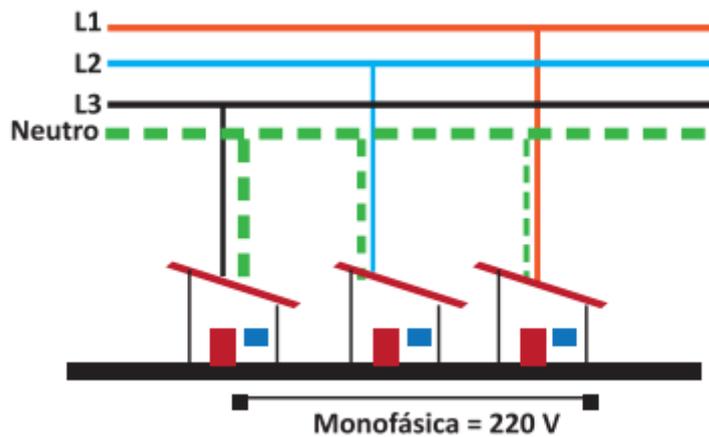
4.2- Corriente alterna trifásica:

Se denomina corriente trifásica al conjunto de tres líneas de corriente alterna de igual frecuencia y valor eficaz. Cada una de las líneas de corriente que forman el sistema se designa con el nombre de fase. Las fases son las líneas de alimentación y se representan así: L1 , L2 , L3.



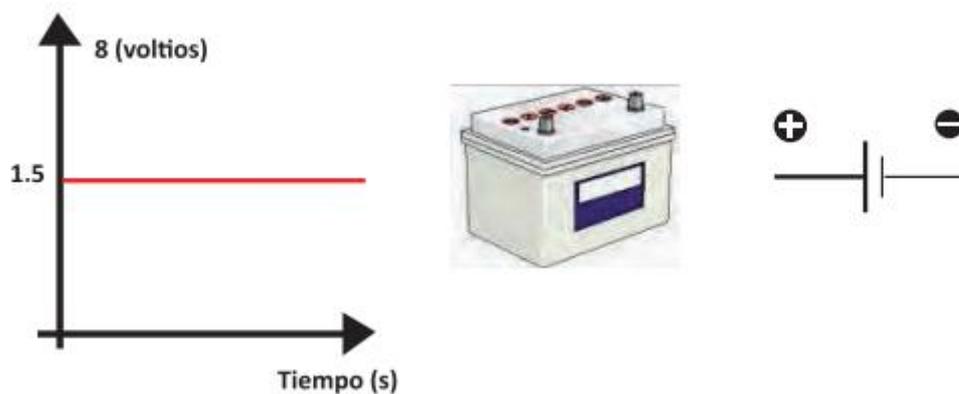
4.3- Corriente alterna monofásica.

Se denomina corriente monofásica a la que está compuesta por una fase (L1 o L2 o L3) y una línea neutra. En cada acometida o conexión al domicilio se tomará una fase y el neutro, así el sistema estará balanceado.



4.4- Corriente continua (CC o DC por sus siglas en inglés):

Es cuando los electrones que recorren un circuito no cambian de dirección, es decir, la tensión es constante en valor y polaridad. Podemos definirla como aquella corriente eléctrica que tiene positivo y negativo y mantiene su polaridad; por ejemplo, las pilas y baterías. Este tipo de corriente continua permite el buen funcionamiento de los circuitos electrónicos y se representa gráficamente de la siguiente forma:



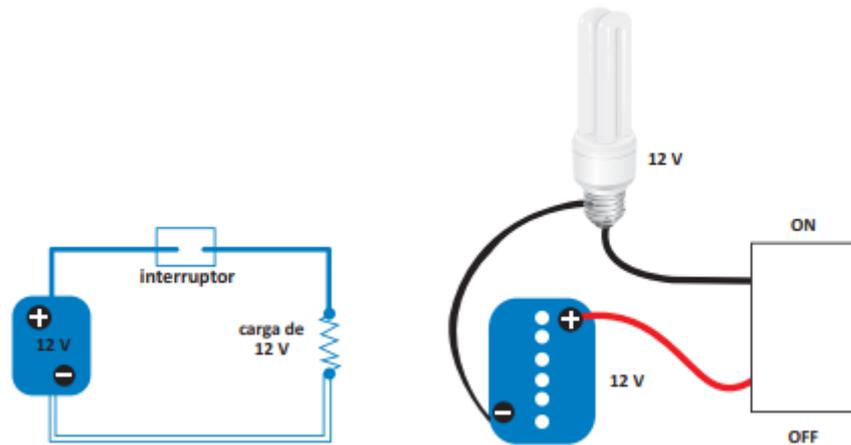
5- Elementos de un circuito eléctrico

Un circuito eléctrico básico está formado por un conjunto de componentes (principalmente cuatro), que ordenados y conectados adecuadamente, permiten el paso de la corriente. Estos son:

- Una fuente de energía eléctrica (red eléctrica, batería, pila) que pueda verter un flujo de corriente eléctrica a través de un circuito.
- Conductores eléctricos, que es por donde se mueve el flujo de electrones por todo el circuito.
- La carga, formada por todos los equipos y artefactos conectados que se quiere hacer funcionar.

- d- Un dispositivo de control (un interruptor magnético, por ejemplo) u otro dispositivo que permita conectar o desconectar las cargas.

Ejemplo:



5.1- Características de las instalaciones eléctricas:

- a- Confiable: que cumplan el objetivo en el tiempo.
 - Un buen diseño
 - Uso de mano de obra calificada
 - Uso de materiales adecuados y de calidad en la instalación
- b- Estético: que sea una instalación bien hecha, que se vea bien.
- c- Flexibles: que se puedan ampliar, disminuir o modificar con facilidad, y se adecúen a necesidades futuras.
- d- Eficiente: que la energía se transmita con la mayor eficiencia posible y los equipos queden bien instalados.
- e- Simple: que faciliten la operación y el mantenimiento sin tener que recurrir a personas altamente calificadas.
- f- Segura: que garantice la seguridad de las personas y propiedades durante su uso.

5.2- Tipos de instalaciones eléctricas:

- a- **VISIBLE.** La que se puede ver directamente, es observada a simple vista por estar adherida a los muros o techos.
- b- **EMPOTRADA.** La que no se puede ver por estar dentro de muros, pisos, techos, etc.
- c- **AÉREA.** Está formada por conductores paralelos, soportados por aisladores, que usan el aire como aislante, pudiendo estar los conductores desnudos o

forrados. En algunos casos se le denomina también línea abierta, líneas de transmisión de alta y media.

- d- SUBTERRÁNEA. La que va bajo el piso, cualquiera que sea la forma de soporte o material del piso.

5.3- Simbología:

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Símbolo general de la resistencia eléctrica		Tomacorriente
	Diodo rectificador común		Interruptor automático
	Corriente continua CC		Positivo
	Corriente alterna AC		Negativo
	Polaridad positiva		Vatios (Potencia)
	Polaridad negativa		Encendido
	Lámpara, símbolo general		Apagado
	Interruptor normalmente abierto		Voltímetro
	Batería o acumulador		Amperímetro
	Medidor		Tomacorriente trifásico
	Tablero general		Interruptor simple
	Salida para luz		Interruptor doble
	Salida para alumbrado en la pared		Interruptor de conmutación simple
	Tomacorriente simple bipolar		Pulsador
	Tomacorriente doble		Zumbador
	Salida para timbre		Tierra
	Caja de unión (pase) en el techo		Circuito de alumbrado
	Caja de unión (pase) en la pared		Circuito de tomacorrientes
	Circuito en conductor colgado del techo		

5.4- Herramientas básicas necesarias para una instalación eléctrica:

- Alicates. Los de mayor utilidad para un electricista son: alicate universal, alicate de punta y alicate de corte. Estas herramientas se usan para cortar, sujetar e incluso pelar cables. Se deben agarrar de los mangos aislados. Para asegurar un mejor aislamiento, colocar cinta aislante.
- Destornilladores. Es necesario contar como mínimo con tres planos y uno de estrella (philips) , con diferente tamaño de punta.
- Martillo. Se recomienda que el mango sea de madera u otro material aislante de la corriente eléctrica.
- Trincheta. Es de gran utilidad y una de las herramientas más usadas, hay de diferentes formas. El costo depende de la calidad.
- Cinta pasa cable. Se usa principalmente en las instalaciones empotradas. En el mercado se pueden encontrar de diferentes longitudes.

- f- Multitester. Conocido también como ohmímetro, multímetro o voltímetro. Dependiendo del uso que se le dé, tiene varias escalas de medición. Posee un visor de lectura y una llave selectora con una pequeña perilla a su lado. Además, podemos observar dos cables, uno de color rojo y otro de color negro. El de color rojo indica que se conecta a la polaridad positiva para medir el voltaje y el de color negro indica que se conecta a la polaridad negativa.
- g- Pinza amperimétrica. Para medir la corriente con una pinza amperimétrica, se ubica la llave selectora en medición de corriente A (alterna o continua), luego se coloca la pinza en uno de los cables y se comprueba si por este conductor está pasando la corriente. El instrumento indicará la cantidad de corriente que va hacia la carga. Con la pinza amperimétrica podemos verificar fácilmente la cantidad de corriente que pasa por cualquier línea.

6- Conductores eléctricos (Cables):

Los conductores eléctricos son los elementos que conducen la corriente eléctrica a las cargas o que interconectan los mecanismos de control. En el caso de un domicilio, la interconexión sería desde el medidor de luz, y por medio de un conductor, al interruptor principal desde el que se distribuye a las cargas. Los conductores están compuestos por dos elementos básicos: conductor y aislamiento.

Los conductores usados en las instalaciones eléctricas son de cobre o aluminio.

Los conductores que se encuentran en el mercado han sido fabricados según la cantidad de corriente (amperios) que va a circular por ellos. Deben cumplir ciertas exigencias de seguridad que son especificadas en las normas técnicas. Por lo general, se utiliza el sistema americano AWG (American Wire Gage). Los modelos más usados en las instalaciones eléctricas domiciliarias son TW y el TWH (Temperature - Humidity - Weather, que traducido significa: temperatura, humedad, clima). Se los encuentra en alambre (conductor sólido) y cable (conductor de varios hilos).

Alambre o cable TW: Se usa en instalaciones fijas, edificaciones, interior de locales con ambientes secos o húmedos.

Alambre o cable THW: Es recomendado para altas temperaturas (expuesto al sol) o en lugares con alto nivel de humedad ambiental.

Cordones y cables flexibles: Por sus características técnicas son apropiados para instalaciones en áreas no peligrosas, como conductores para los aparatos domésticos fijos, lámpara colgante o fija. Por lo general, se usan en instalaciones eléctricas visibles, en lugares secos.

Conductores flexibles vulcanizados: Están compuestos por uno o más conductores. Los cables flexibles son fáciles de maniobrar en espacios reducidos y se pueden enrollar y transportar con facilidad. Por su flexibilidad pueden soportar movimientos o vibraciones que se presentan en algunas aplicaciones específicas.

Identificación de los conductores: El color del conductor permite su fácil identificación e instalación. En las siguientes tablas se puede observar el calibre de diferentes conductores y la cantidad de corriente que cada uno puede hacer circular o que soporta.

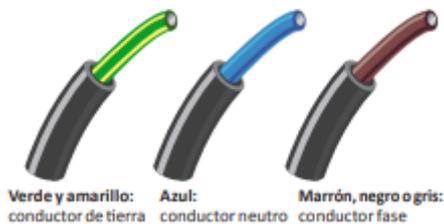


Tabla de cables:

Calibre AWG	Número de hilos	Sección (mm ²)	Diámetro nominal (mm)	Capacidad de corriente en amperios (A)	
				60 °C	75 °C
Alambres tipo THW					
14	1	2.08	1.63	20	20
12	1	3.31	2.05	25	25
10	1	5.26	2.60	30	35
8	1	8.37	3.26	40	50
Cables tipo THW					
14	19	2.08	1.63	20	20
12	19	3.31	2.05	25	25
10	19	5.26	2.60	30	35
8	19	8.37	3.26	40	50
6	19	13.30	4.70	55	65
4	19	21.15	5.90	70	85
2	19	33.63	7.50	95	115
1/0	19	53.51	9.50	125	150
2/0	19	67.44	10.60	145	175
3/0	19	85.03	11.90	165	200
4/0	19	107.20	13.40	195	230

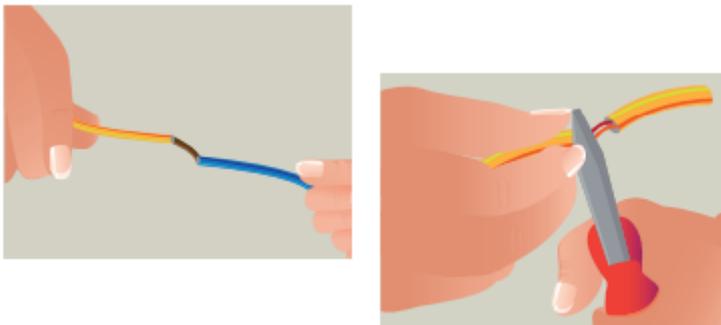
6.1- Empalmes:

Para la selección, aplicación y buena operación de cada conductor hay que tener en cuenta los esfuerzos mecánicos, agentes químicos y los efectos eléctricos. Los esfuerzos mecánicos se pueden presentar debido a la presión dada por la colocación de objetos sobre los cables, que puede llevar a una deformación permanente del aislamiento, pérdida de sus características y roturas. También se debe tener presente los cortes del aislamiento por objetos cortantes durante la instalación. Otro efecto es la elongación o

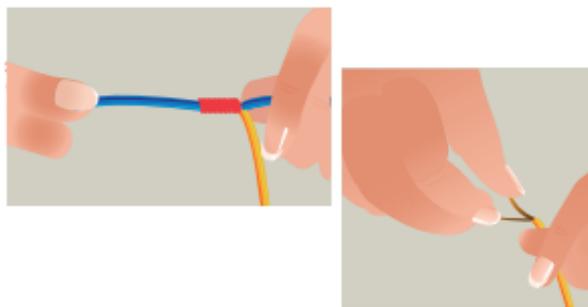
alargamiento, por lo que se recomienda no darle una trayectoria de más de dos curvas de 90°. Con una cantidad mayor de curvas se podría alargar el conductor y perder sus características iniciales. Ante cualquiera de estos inconvenientes o para realizar otras acciones pueden realizarse diferentes empalmes.

- a- Empalme en prolongación: Es una forma sencilla de empalmar y se hace preferentemente en las instalaciones visibles o de superficie. Este tipo de empalme es utilizado cuando se quiere prolongar un conductor.

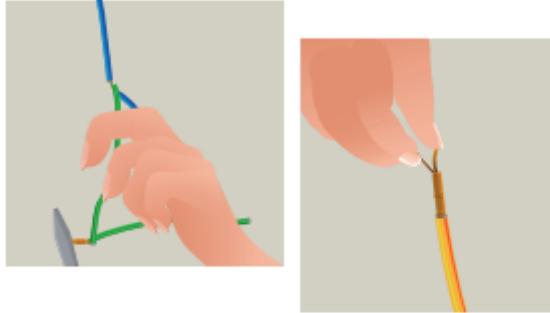
Procedimiento: ambos alambres se pelan 6 cm cada uno (por uno de sus extremos) y luego se cruzan hasta quedar 1.5 cm de distancia entre los aislantes de los conductores. Posteriormente, con la pinza de punta redonda, se toman los dos conductores por el centro, para luego envolver uno a cada lado.



- b- Empalme en “T” o en derivación: Es de gran utilidad cuando se desea derivar la energía eléctrica hacia alimentaciones adicionales. Las vueltas deben sujetarse fuertemente sobre el conductor recto. El empalme de seguridad es utilizado cuando se desea obtener mayor ajuste mecánico.



- c- Empalme trenzado: Este tipo de empalme permite salvar las dificultades que se presentan en los sitios de poco espacio; por ejemplo, en las cajas de paso donde concurren varios conductores.



7- Circuitos:

Se llama circuito a todo conductor o sistema de conductores a través de los cuales puede fluir una corriente eléctrica. Las normas prescriben la separación de los circuitos de iluminación y tomas. El primer motivo de esta exigencia es que un circuito no debe ser afectado por la falla de otro. El segundo es que la separación de los circuitos ayuda a la implementación de medidas de protección. Además, es recomendable un tercer circuito exclusivo para artefactos de gran consumo (cocina eléctrica, aire acondicionado, etc.).

7.1- Medidor/Tablero/acometida:

Los cables externos (calle) se conectan a otros dos de menor sección (marrón para el vivo y celeste para el neutro) e ingresan a la propiedad a través de la acometida, que es el medio por el cual se suministra la energía a la instalación pasando por el medidor. El medidor contabiliza la electricidad que se consume dentro y a partir de su lectura, se confeccionará la factura por el servicio. Siguiendo su camino, la energía eléctrica llega al tablero general de la instalación, el cual sirve para administrar adecuadamente la energía al interior del predio, y además, es el lugar en donde deben concentrarse los sistemas de protección. Complementando estas protecciones, al tablero general llega la conexión a tierra y de allí se debe distribuir al 100% del circuito de tomacorrientes.

8- Sistemas de protección:

Tanto el vivo como el neutro recorren juntos toda la casa/predio, etc . La diferencia de tensión entre estos cables es de unos 220 V (promedio efectivo). El vivo es positivo respecto del neutro 50 veces por segundo y negativo otras 50 veces por segundo (alternadamente). Esta corriente alterna brinda cierta protección, pero como nada es perfecto, si ocurre un cortocircuito puede derretirse el forro aislante de los cables, fundiéndolos.

8.1- Dentro de casa: Como los cables viajan embutidos en paredes y techos, sería muy complicado detectar el lugar del corte del conductor. Para evitar ese problema, solía colocarse en un lugar de fácil acceso un afinamiento en los

cables por el que debía pasar toda la corriente de la casa/predio/propiedad. De modo que si la corriente se elevaba demasiado (por ejemplo, por un cortocircuito) la temperatura crecería mucho más rápidamente en esa sección finita, fundiéndose allí y no en un lugar escondido. Estos sencillos dispositivos diseñados para que se fundan se llaman fusibles o “tapones”. Actualmente estos tapones son obsoletos y se recomienda su reemplazo por las llaves térmicas.

8.2- Cuando el vivo entra en contacto con el neutro se produce un desperfecto, que en la jerga se denomina cortocircuito (por circuito “corto” o escaso en resistencia). La cuestión es que una resistencia igual a cero produce una corriente enorme ya que en todo el circuito se cumple la Ley de Ohm, $\Delta V = i \cdot R$. Como la diferencia de tensión no cambia, al reducirse la resistencia debe crecer la corriente. Esa corriente enorme recalienta los cables de la instalación; y en algún lugar la temperatura es tan alta que los conductores se funden. Los cortocircuitos se producen normalmente por fallas en el aislante de los conductores o cuando éstos quedan sumergidos en un medio conductor como el agua.

La **llave térmica** controla permanentemente la temperatura de los cables y, cuando registra una temperatura elevada que pone en riesgo la instalación, abre el circuito en forma automática. Estas llaves superan a los tapones en eficiencia, ya que éstos producían muchas pérdidas por disipación de calor y provocaban bajas de tensión. Y son más seguras porque no precisan el recambio de piezas fundidas, evitando el riesgo de manipular elementos energizados. Dicho riesgo existe porque si alguien toca el vivo (por ejemplo, en un tomacorriente) será atravesado por una corriente eléctrica (fuga).

Para evitar este peligro, existe un dispositivo muy práctico que compara constantemente que la corriente que circula por el vivo sea igual a la del neutro. Si no es así, presupone una fuga y abre el circuito, salvando la vida de la persona. Este dispositivo se llama **disyuntor diferencial o simplemente disyuntor**. Pero existe un dispositivo de protección adicional de gran utilidad e importancia: **el cable a tierra**. Tal como hemos visto, este cable bicolor se suma al recorrido interior de los otros dos para ofrecer una seguridad extra.

8.3- El interruptor termomagnético (conocido como llave térmica) es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos, preservando este último de cortocircuitos y sobrecargas de consumo. El dispositivo consta, por tanto, de dos unidades internas.

8.4- Unidad térmica. Protege el circuito cuando entran en funcionamiento varios artefactos al mismo tiempo y ocurre una sobrecarga. El accionamiento por sobrecarga lo produce una lámina bimetálica (formado por materiales con

distintos coeficientes de dilatación). Cuando se produce la sobrecarga empieza a circular mayor corriente de la que la termomagnética está calibrada para soportar. Esta corriente elevada provoca el calentamiento de los conductores y del bimetálico, cuyas partes dilatan de modo diferente y deforman el conjunto. De este modo, la deformación activa el mecanismo de disparo y el circuito se abre.

8.5- Unidad magnética. Opera ante cortocircuitos. Al circular la corriente un electroimán crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir un contacto cuando la intensidad sobrepasa el límite de intervención fijado.

8.6- Un interruptor diferencial, también llamado disyuntor diferencial o simplemente disyuntor, es un dispositivo electromecánico que se coloca en las instalaciones eléctricas con el fin de proteger a las personas de la electrocución causada por falta de aislamiento de los artefactos que se estén utilizando. Esta protección sensa permanentemente la corriente que circula por los dos cables. Y no le importa cuánto circula: sólo le importa que la intensidad sea la misma en ambos cables. Si no es así, el artefacto presupone que alguien tocó lo que no debía y que parte de la corriente que entra por el vivo se está yendo a tierra por donde no debe (una persona) en lugar de regresar por el neutro... y abre el circuito inmediatamente. Los disyuntores hacen su trabajo de comparar las corrientes con tanta sensibilidad que pueden cortar la corriente antes de que la persona o mascota por cuyo cuerpo ocurrió la fuga se dé cuenta. Típicamente, cortan la corriente cuando leen una diferencia de 10 mA y tardan 3 centésimas de segundo en interrumpir.

9- Estabilizadores de tensión o UPS:

La función de los estabilizadores es analizar la tensión de entrada y recortarla o aumentarla, según sea necesario. Su uso más común (aunque no exclusivo) es la protección de una PC. Así, en los tomacorrientes del estabilizador tendremos un voltaje mucho más estable, aunque la verdad es que continuará fluctuando pero a escalas bastante más pequeñas. De producirse, los excesos de tensión serán desviados a tierra (por eso su enchufe tiene tres patas), pero sin una conexión a tierra puede ser peor el remedio que la enfermedad. Esto se debe a que los excedentes de energía se concentrarán en la masa del estabilizador, que a su vez estará conectada a la masa del gabinete de la computadora, energizando peligrosamente al equipo. Por otro lado, para minimizar los problemas que surgen al haber un corte de energía es que se desarrollaron los equipos UPS o SAI (Uninterruptible Power Supply o Sistema de alimentación ininterrumpida) que, además de cumplir con la función de estabilización de salida, poseen baterías recargables que suministran un flujo de corriente alterna a los equipos

conectados durante aproximadamente 15 a 20 minutos. Así, ante eventuales cortes de electricidad, el UPS mantiene encendida la PC y el monitor el tiempo suficiente para guardar y apagar el equipo de forma normal.

10- Medidas de seguridad personal en las instalaciones eléctricas:

Al realizar una instalación eléctrica se deben tener en cuenta dos peligros principales: • Descarga eléctrica

• Incendio o explosión

Para reparar y/o instalar el circuito eléctrico en condiciones de seguridad total, es necesario tomar las siguientes precauciones:

- Cortar el suministro eléctrico desconectando el interruptor general .
- Utilizar siempre herramientas apropiadas .
- Trabajar con accesorios de calidad .
- Usar implementos de seguridad de material dieléctrico.
- No jugar mientras se trabaja .
- No realizar el trabajo sobre pisos mojados.