

## Tabla de contenido

Introducción	2
Objetivos	3
1. Fundamentos de la electricidad	4
1.1. La electricidad en el origen del hombre	4
1.2. Electrostática	4
1.3. Estructura de la materia	5
1.4. Conductores y dieléctrico	6
1.5. Corriente eléctrica	9
1.6. Conceptos básicos de electricidad	11
1.7. Diferencia de potencial	14
1.8. Potencia	14
2. Leyes físicas básicas	15
2.1. Ley de Ohm	15
2.2. Ley de Watt	15
2.3. Ley de Joule	16
3. Circuitos alimentadores y derivados	16
4. Conexiones eléctricas	17
4.1. Conexión en serie	17
4.2. Conexión en paralelo	18
5. Magnetismo	18
5.1. Dispositivos electromagnéticos	19
6. Aspectos de seguridad	21
6.1. Corrientes peligrosas y mortales	22
7. Herramientas para el electricista	24
8. Unión y conexión de los cables	26
9. Materiales para la instalación eléctrica residencial	38
9.1. Conductores	38
9.2. Conductos	39
9.3. Cajas de conexión	40
9.4. Contactos y apagadores	41
9.5. Centros de carga y tableros de distribución	44
10. Dispositivos de protección	46
11. Planos eléctricos	53
11.1. Aspectos generales	53
11.2. Acometida y sistema de distribución	54
11.3. Etapas en la instalación eléctrica	54
Conclusión	57
Bibliografía	57

## Introducción

El presente manual ha sido preparado para introducir al mundo de la electricidad a las personas interesadas en este apasionante saber. Se inicia con un aspecto histórico y continúa con conceptos fundamentales como corriente eléctrica, diferencia de potencial resistencia, leyes básicas y magnetismo.

Además se destacan temas importantes de la seguridad, como son las medidas preventivas y recomendaciones en caso de accidentes.

Los conceptos considerados en este manual van acompañados de ilustraciones y ejemplos para facilitar su comprensión, así como de ejercicios y prácticas para desarrollar las habilidades necesarias en la instalación eléctrica residencial.

## Objetivos

### Objetivo general

Al término del curso el participante realizará una instalación eléctrica residencial según las necesidades de la vivienda siguiendo un plano eléctrico y las medidas de seguridad necesarias.

### Objetivos Particulares:

- El participante describirá los conceptos básicos de una instalación eléctrica residencial
- El participante interpretará planos eléctricos.
- El participante realizará los procedimientos necesarios para la instalación eléctrica.
- El participante reconocerá las medidas de seguridad necesarias para la instalación eléctrica residencial.

## 1. Fundamentos de la electricidad

### 1.1. La electricidad en el origen del hombre

En la antigüedad, el hombre era temeroso ante los fenómenos eléctricos naturales por ser inexplicables para él. Con el paso del tiempo, al observar y recopilar datos sobre estos fenómenos eléctricos, se sentaron las bases de la ciencia.

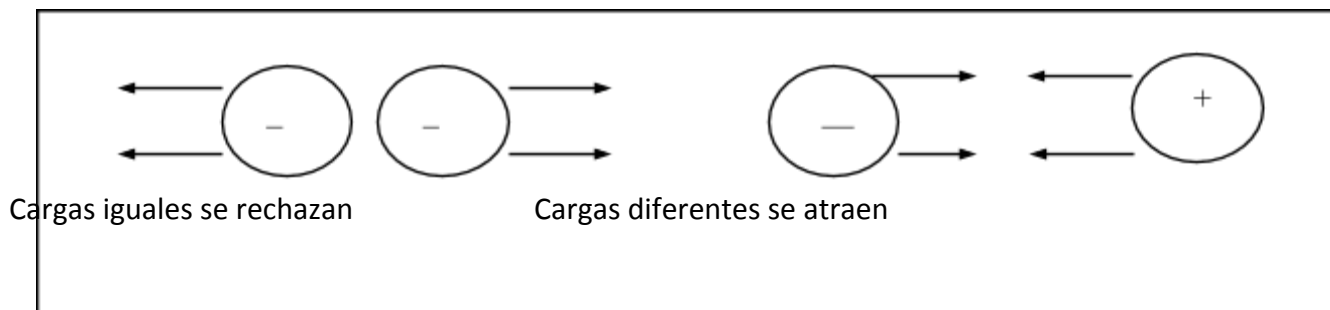
El griego Tales de Mileto en el año 600 A.C. observó que al frotar ámbar con piel, el ámbar atraía pedazos de piel, papel y tela. El físico francés Coulomb (1736 – 1806) descubrió la ley que establece la fuerza de atracción o repulsión entre cargas eléctricas. Fue hasta 1819 cuando el danés Hans Christian Oesterd observó que al pasar corriente eléctrica por un conductor, en torno a él se produce un campo magnético, encontrando la relación entre los fenómenos magnéticos y la electricidad.

Estos descubrimientos alentaron a los científicos de la época a investigar más. El físico inglés Michael Faraday (1791 –1867) comprobó que además los campos magnéticos pueden producir corriente eléctrica, base de la “ley de inducción electromagnética” o “ley de Faraday”. Además Kirchhoff (1824 – 1887) estableció leyes que rigen el comportamiento de los circuitos eléctricos.

Al formularse el conjunto de ecuaciones “Ecuaciones de Maxwell” se sentaron las bases completas del electromagnetismo, con ello -y hasta finales del siglo XIX – se pudo comprender y empezar a controlar los fenómenos eléctricos.

### 1.2. Electrostática

Benjamín Franklin (1706-1790) comprobó que al frotar dos cuerpos de diferente materia éstos se atraen o se repelen. Lo explicó diciendo que esto se debe a un fenómeno de carga de energía por tener diferentes tipos de carga: una positiva (+) y otra negativa (-). Con esta experiencia, enunció: “cargas del mismo tipo se rechazan y cargas de diferentes tipo se atraen”.



Electrostática es la parte de la electricidad que estudia los cuerpos cargados en reposo, se pueden cargar por:

- Por frotamiento, ejemplo: el fuselaje de un avión se carga al rozar con el aire.
- Por contacto, ejemplo: cuando un cuerpo cargado toca a otro cuerpo descargado.
- Por inducción, ejemplo: una nube cargada debido a la fricción con el aire o por ionización con los rayos solares, al acercarse a tierra provoca que se presenten cargas de signo contrario entre tierra y nube. Si es grande la concentración de cargas contrarias se manifiesta con un rayo.

### 1.3. Estructura de la materia

La materia en cualquiera de sus estados: sólida (cobre, aluminio, etc.); líquida (agua, aceite, etc.); o gaseosa (aire, nitrógeno, etc.), está formada de diminutas estructuras llamadas átomos, que a su vez están formados de:

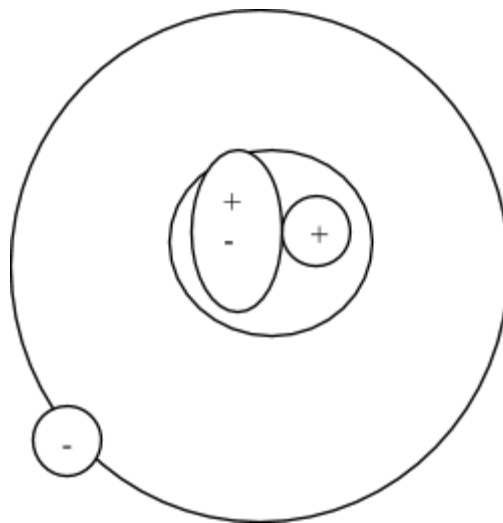
Protones - carga positiva-

Electrones - carga negativa-

Neutrones - carga neutra o sin carga-

El número de cargas varía dependiendo del material; los protones y neutrones se encuentran concentrados en el centro llamado "núcleo" y los electrones giran en torno al núcleo siguiendo diferentes trayectorias.

Modelo de Bohr



Átomo de hidrógeno

### 1.4. Conductores y dieléctrico

La materia puede tener gran cantidad de cargas negativas (electrones) libres en su interior, pocas o casi ninguna.

- Cuando la materia tiene muchos electrones libres en su interior se le llama “conductor”. Ejemplo de ellos son los metales como el aluminio, cobre, plata, etc., Esta característica los define como buenos conductores eléctricos.
- Cuando la materia tiene pocos electrones sueltos en su interior es semiconductor, como el germanio, silicio, etc., con ellos se hacen los transistores -los circuitos integrados-.
- Cuando la materia casi no tiene electrones sueltos en su interior se le llama aislante o dieléctrico. Ejemplo de ello es el plástico, vidrio, papel, porcelana, etc.

### **Conductores, semiconductores y aislamientos**

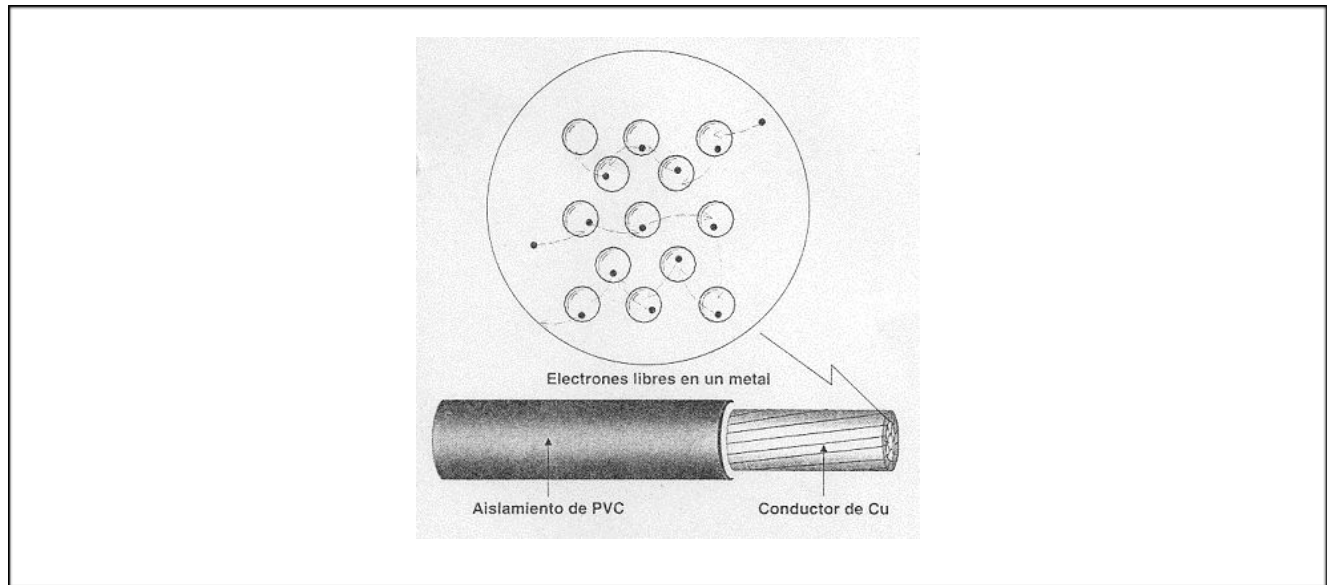
Desde el punto de vista eléctrico podemos clasificar a todas las sustancias conocidas por el hombre de acuerdo con su comportamiento. Aquellos que conducen la electricidad con facilidad, son llamados conductores, es decir que sus electrones pueden moverse con facilidad puesto que sus uniones con el núcleo son débiles, permitiendo el intercambio de electrones (Todos los metales están incluidos en este grupo). Los materiales que ofrecen gran resistencia al flujo de electrones son llamados **aislantes**. En este grupo están muchos compuestos no metálicos. Existe un tercer grupo de materiales que actúan de forma diferente cuando son conectados a un circuito eléctrico. Son conductores bajo ciertas circunstancias y actúan como aislantes bajo otras. Estos materiales son llamados **semiconductores**.

### **Conductores**

El flujo de electrones necesita un material, como el cobre o el aluminio, que permita por su medio un fácil desplazamiento de los electrones. Este material va a soportar el flujo de electrones es llamado CONDUCTOR.

Si la característica evidente de todo buen conductor de electricidad es el ser metal, es lógico pensar que los metales tienen una característica común que les hace ser buenos conductores. Todos los metales están constituidos por paquetes compactos de átomo de metal con pequeñísimos electrones libres flotando en los espacios entre los átomos, libres para viajar a lo largo de todo el metal. Estos electrones libres siempre están presentes en el metal sin importar su temperatura.

La presencia de esos electrones libres hace a todos los metales buenos conductores. No todos los metales conducirán la electricidad con la misma facilidad. El mejor conductor de electricidad es la plata seguido muy de cerca por el cobre, oro y aluminio. Siendo el cobre el más utilizado en la mayoría de los conductores eléctricos, por sus características eléctricas y mecánicas.



El alambre de cobre es fabricado en muchas formas y tamaños. Algunos alambres son cobre sólido, mientras otros deben ser flexibles y son hechos con alambres de cobre cableado o bunchado. En muchas aplicaciones industriales, varios alambres de cobre son reunidos y posteriormente aislados para formar **cables**.

Estos cables pueden ser aislados con materiales elastoméricos (hules) o termoplásticos. En algunos casos se reúnen varios cables para formar un cable multiconductor y es encerrado por una cubierta para protegerlo contra la acción de los agentes externos.

En los motores, transformadores, balastos y aparatos electrónicos se usan tipos especiales de alambres.

El alambre puede ser tan delgado como un cabello o tan grueso como una rama. Está cubierto por una delgada capa aislante, la cual no se daña o rompe cuando se dobla el alambre. El nombre técnico para este tipo de conductor es alambre magneto.

Los malos conductores son materiales que conducen la electricidad mejor que los aislantes pero no con la facilidad de los metales. De este tipo de materiales o sustancias podemos citar la tierra mojada, la madera húmeda, el carbón y el papel mojado, entre otros.

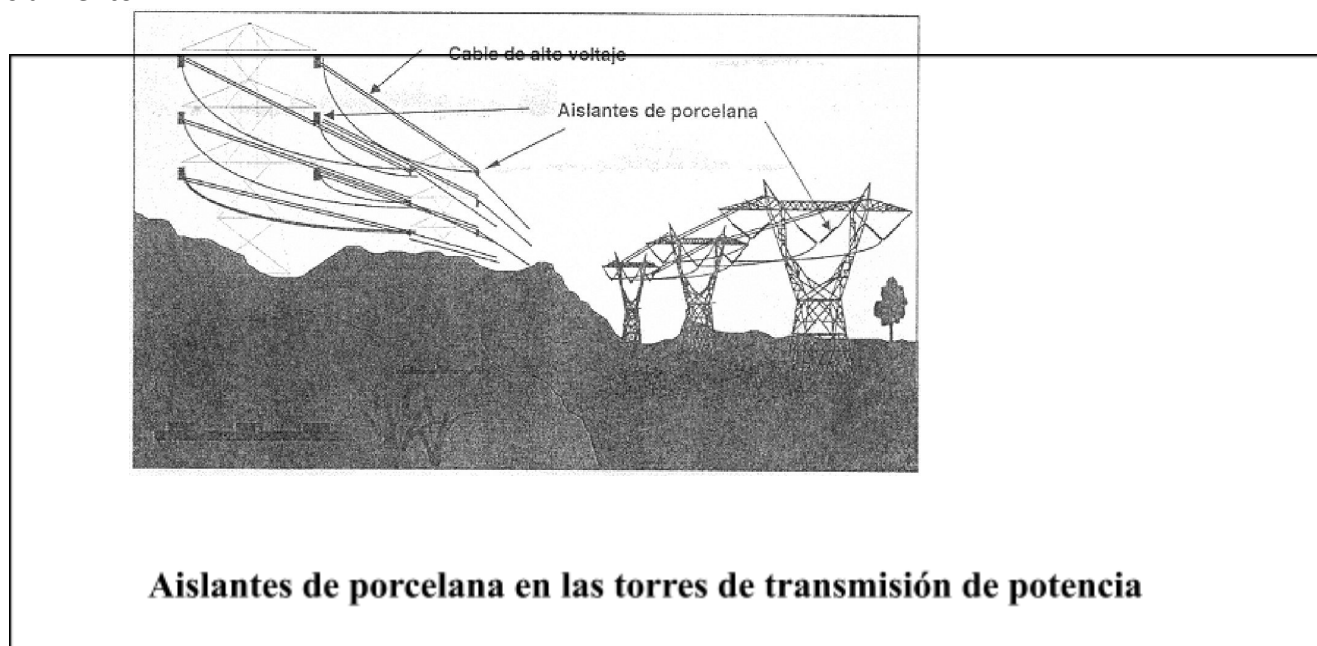
### Aislantes

Un aislante es un material que no conduce electricidad bajo condiciones normales. Muchos compuestos no metálicos son aislantes. La principal característica de los aislantes es que tienen muy pocos o ningunos **electrones libres** bajo condiciones normales. Sin electrones libres no puede haber corriente de electrones. Todos los electrones de un aislante están unidos a sus átomos mediante fuerzas de gran magnitud. Los aislantes tienen pocos o ningunos electrones libres. La ausencia de los electrones libres impide que se genere una corriente de electrones en un material aislante.

Son materiales aislantes: mica, porcelana. Cerámica, vidrio. Plásticos, hule, papel seco, baquelita, seda.

No todos los aislantes son iguales en sus cualidades aislantes. Los mejores aislantes no tienen electrones libres. Los aislantes no tan perfectos contienen pocos electrones libres con los que es posible generar una corriente eléctrica muy pequeña. La porcelana es uno de los mejores aislantes usados actualmente. Se usa sin excepción para aislar las líneas de transmisión de alto voltaje, sus cualidades aislantes no las pierde a pesar de los altos voltajes usados en tales líneas (100 a 400 kv), como consecuencia la corriente sigue fluyendo a través de los cables.

Ya que los plásticos son suaves y flexibles frecuentemente, además de excelentes aislantes, se usan como aislamientos o cubiertas de los conductores eléctricos. A mayor espesor. Mas efectivo es el aislamiento.



Muchos aislamientos no deben de llegar a temperaturas críticas porque comienzan a degradarse (se derriten). Por esta imposibilidad de soportar altas temperaturas se les llaman termoplásticos. Un hecho importante de los aislamientos termoplásticos, es que pueden pigmentarse y fabricarse en muchos colores. Este hecho facilita a los técnicos el "rastreo" de alambres en circuitos complicados). Los aislantes de cerámica son parecidos a los materiales de porcelana. Estos aislantes son extremadamente eficientes, pero muy quebradizos.

### Semiconductores

El término "semiconductor" puede mal interpretarse con facilidad. No son conductores a medias como el nombre lo sugiere.

Un **semiconductor** puede tener las características de un conductor o de un aislante, dependiendo de su temperatura y la fem aplicada. El silicio puro, un material gris de apariencia metálica, es un



semiconductor. A la temperatura normal no tiene electrones libres. Todos sus electrones están unidos a sus respectivos átomos. El silicio puro a la temperatura normal es un aislante. Si su temperatura se eleva hasta cierto valor crítico, se vuelve conductor. Cuando el cristal de silicio alcanza una temperatura crítica, los electrones periféricos son desprendidos de sus átomos por la energía calorífica y flotan en los espacios de cristal. Tan pronto como la temperatura alcanza este nivel, el silicio será conductor. En el instante en que la temperatura está por debajo del nivel crítico, los electrones libres volverán a sus átomos. El silicio tendrá nuevamente su cualidad aislante.

También es posible lograr que el silicio sea conductor a la temperatura normal, si se le aplica un voltaje. Si el silicio puro se conecta a una fuente de alto voltaje, las fuertes líneas de fe m que actúan entre las terminales negativas y positiva de la fuente, desprenderán electrones periféricos fuera de los átomos de silicio. El silicio será conductor cuando el alto voltaje actúe sobre él. Cuando el alto voltaje cesa, los electrones libres volverán a los átomos. El silicio volverá a comportarse como aislante. Existen sólo tres elementos que pueden clasificarse como **semiconductores reales, que son: carbono, germanio, silicio.**

## 1.5. Corriente eléctrica

Si por algún medio (aplicando una fuerza externa mediante una batería), se mueve a los electrones libres en la misma dirección a través del material, se tendrá un flujo de electrones, si se mide el flujo de los electrones en un intervalo de tiempo, se forma una corriente eléctrica.

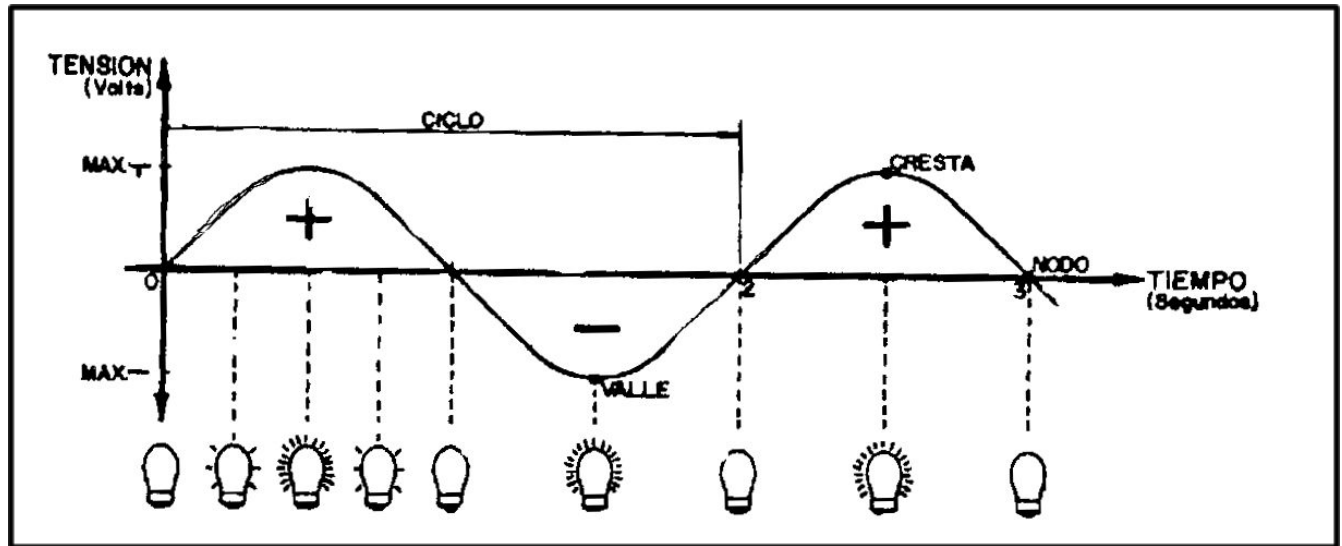
La corriente eléctrica también se llama “Intensidad de Corriente”, razón por la que se identifica con la letra  $I$  o  $i$ .

Una distancia se mide en kilómetros, el peso se mide en kilogramos y la corriente eléctrica se mide en amperes (A).

La corriente eléctrica puede darse en todos los estados de la materia: sólido; líquido o gaseoso, sin importar que sean conductores, semiconductores, dieléctricos o aislantes. Los conductores se utilizan para transmitir energía de un punto a otro.

Si se pudiera ver la corriente eléctrica se observaría que tiene diferencias: mientras algún tipo de corriente parpadea, otra es constante. La primera se llama corriente alterna, la segunda corriente directa.

En la Corriente Alterna o “C.A.” se puede observar que en un momento crece en un sentido, después desaparece y posteriormente crece en sentido contrario, para volver a empezar el ciclo. La corriente alterna se representa gráficamente mediante una curva senoidal.



**Gráfica de Corriente Alterna**

La gráfica representa un caso imaginario donde el parpadeo de la corriente alterna fuera muy lento, de manera que se pueda ver claramente el encendido y apagado de un foco.

Un ciclo completo que incluya una cresta negativa y una cresta positiva dura en esta ilustración 2 segundos. En este tiempo el foco se prende y apaga de la siguiente manera: En "0" está apagado, desde "0" hasta poco antes de "1" está encendido, en "1" se apaga, desde "1" hasta poco antes de "2" está encendido y así se repite el ciclo. Siempre está encendido en crestas y valles, pero se apaga en los nodos.

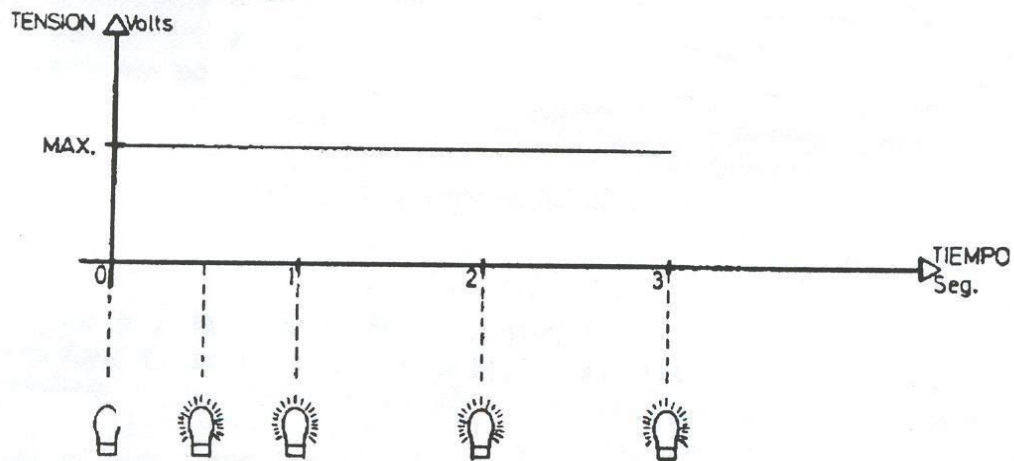
En otros países se emplean otras frecuencias, con ciclos más rápidos en el tiempo o más cortos.

México = 60 seg. (Cada frecuencia)      España = 50 seg. (Cada frecuencia)

La corriente alterna está disponible en los contactos, cajas de fusibles, etc. De las casas, comercios, oficinas e industrias del país.

A la corriente eléctrica que permanece constante se le llama Corriente Directa, se abrevia C.D.





**Gráfica de Corriente Directa**

La Corriente Directa se tiene disponible en baterías o pilas. La gráfica representa la batería con los focos conectados, donde los focos permanecen encendidos hasta que la batería se agote.

## 1.6. Conceptos básicos de electricidad

Circuito eléctrico: es el formado por la conexión de elementos eléctricos a una fuente de energía. Puede estar integrado por:

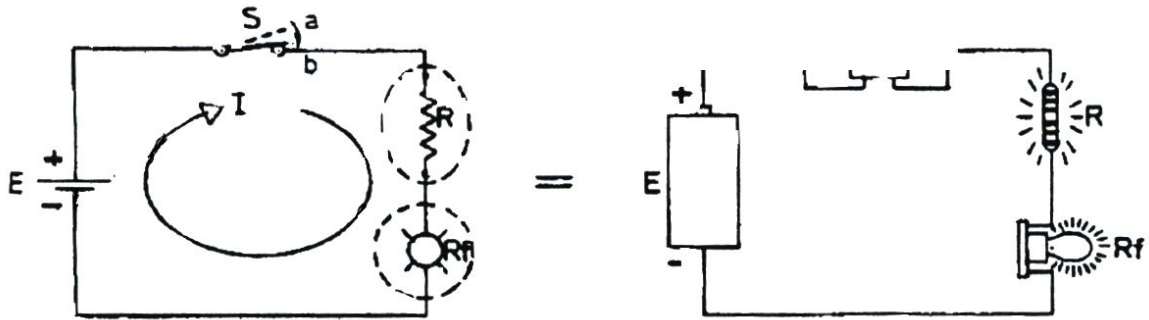
La batería (acumulador o pila) que es una fuente de energía con diferencia de potencial o voltaje “E”, que suministra energía eléctrica al conectarse a otros elementos eléctricos, ocasionando que circule corriente eléctrica a través de ellos.

El resistor (una parrilla, resistencia, etc.) Y el foco, al operar presentan una resistencia al paso de la corriente eléctrica R y  $R_F$ , produciendo una caída de voltaje en sus terminales.

Si se conectan con cable los elementos eléctricos descritos y se coloca un interruptor de un polo “S” en la posición apagado como se indica en los esquemas (punto a), el foco no encenderá porque el circuito eléctrico está sin conectar, es decir está abierto. Al cambiar la posición del interruptor (b), el circuito se cierra, el foco se enciende y el resistor se calienta.

### Circuito Real

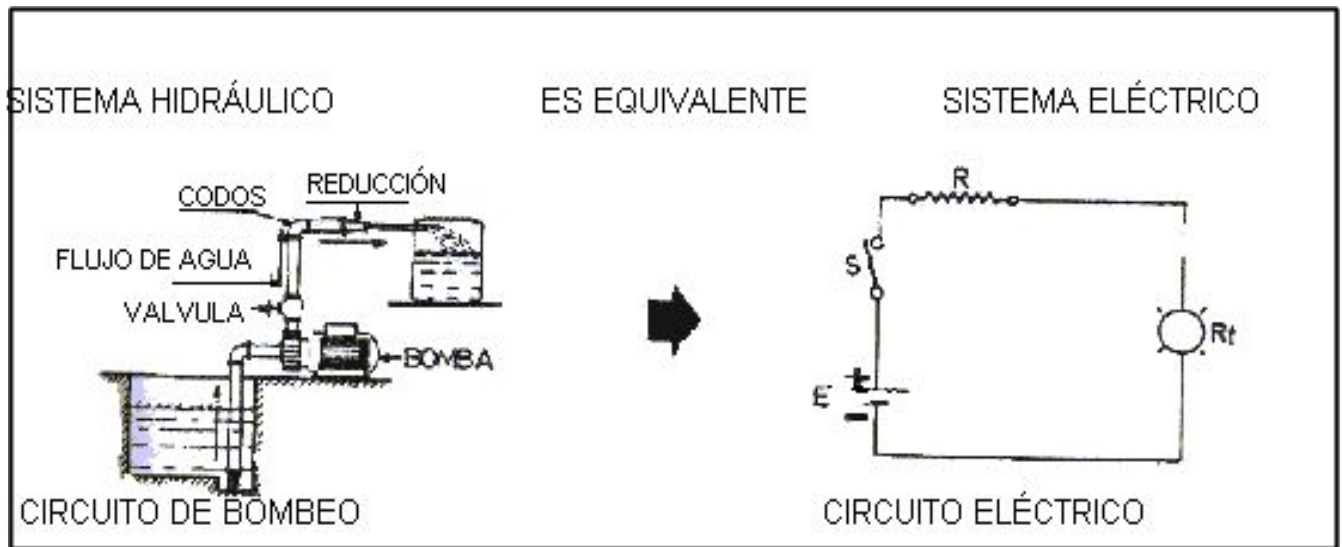
CIRCUITO REAL



Diagrama

El foco enciende y el resistor se calienta, debido a que al conectarse la batería y aplicar una diferencia de potencial "E", ésta proporciona energía, haciendo circular a la corriente eléctrica "I" a través del foco y la resistencia, convirtiendo dicha energía en luz y calor.

Para entender el funcionamiento de un circuito eléctrico, podemos hacer la siguiente analogía:



<b>Circuito de bombeo</b>	<b>Circuito eléctrico</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● La bomba comunica energía al agua y la sube al tanque superior, produciendo un flujo de agua.</li> <li>● La válvula regula el paso del agua: impide el paso si está cerrada, y lo permite si está abierta.</li> <li>● El tubo conduce el flujo de agua.</li> <li>● El codo y la reducción presentan dificultad o resistencia al flujo del agua, produciendo caídas de presión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● La batería comunica energía potencial a los electrones y eleva su potencial, estableciendo una corriente eléctrica (flujo de electrones).</li> <li>● El interruptor “S” abre y cierra el circuito si su posición está en “a”, no hay corriente eléctrica, si está en “b”, se establece la corriente eléctrica.</li> <li>● El conductor (alambre cable) conduce corriente eléctrica.</li> <li>● El foco y la resistencia presentan oposición o resistencia al paso de la corriente, produciendo una caída de potencia (voltaje). La resistencia se calienta y el foco brilla.</li> </ul>

Cuando un líquido fluye por una tubería encuentra oposición a su paso por ella, esto se debe a la fricción entre el líquido y la superficie rugosa interna de la tubería. En los circuitos eléctricos pasa igual; al circular corriente por los conductores y dispositivos eléctricos, los electrones encuentran oposición a su paso. Esto produce calor.

La resistencia de los materiales puede ser muy diversa; mientras que en los conductores es muy pequeña, en los aislantes es muy grande. La resistencia varía con la temperatura.

La mayoría de los conductores al aumentar su longitud aumenta su resistencia, si se aumenta su sección transversal su resistencia disminuye. El cobre, el aluminio y la plata se usan como conductores por su baja resistencia. El superconductor es aquel que pierde toda su resistencia eléctrica a temperaturas extremadamente bajas (cerca del cero absoluto).

Aleaciones de alta resistencia eléctrica como el “Nicromel” (Níquel-cromo-aluminio) se emplean en la fabricación de calentadores.

En algunos circuitos eléctricos se desea limitar el paso de corrientes, como en el caso de Grandes motores; para lograrlo debe añadirse algo de resistencia, mediante los componentes eléctricos llamados “resistores”.

Los resistores pueden ser de valor fijo o variable (potenciómetro, reóstato), pueden variar en tamaño y construcción dependiendo de su aplicación.

## 1.7. Diferencia de potencial

Así como una bomba proporciona energía potencial al agua para subirla de nivel, una batería proporciona en sus terminales un nivel de energía potencial por unidad de carga, moviendo a los electrones a través de sí misma. A la energía por unidad de carga se le llama potencial eléctrico, Esto es debido a que entre ambas terminales de la batería existe una diferencia de potencial. Si se conecta la batería a dispositivos eléctricos como resistores y focos, la diferencia de potencial aplicada ejerce fuerza sobre los electrones internos de los dispositivos estableciendo una corriente eléctrica que enciende un foco y calienta una resistencia.

Se tiene diferencia de potencial o voltaje disponible en:

Baterías: 1, 5, 6, 9 y 12 Volts en C.D.

Contactos domésticos: 127 V en C.A.

Contactos industriales: 127, 220, 440 Volts en C. A.

Normalmente en baja tensión los motores industriales operan alimentados por diferencias de potencial o voltaje de 127, 220, 440 Volts.

## 1.8. Potencia

¿ Porqué un foco enciende y una resistencia se calienta si se conectan a una fuente de voltaje adecuada? Porque la energía eléctrica proporcionada por la fuente es consumida por el foco, convirtiendo a la resistencia en luz y calor. Esto es debido al choque interno entre los electrones de la corriente y los átomos de los materiales.

Se puede afirmar que la energía proporcionada por la fuente en un segundo es igual a la energía eléctrica consumida por la resistencia y el foco en un segundo.

Energía eléctrica proporcionada = Potencia eléctrica consumida

La potencia también se mide en caballos de potencia C.P. (H.P.=horse power)

1 C.P. = 746 W

Un kilowatt equivale a 1000 watts y se abrevia “KW”.

## 2. Leyes físicas básicas

En los circuitos eléctricos elementales podemos emplear leyes físicas.

Ley	Expresión matemática	Significado	Otras formas de la misma ley
<b>OHM</b>	$E = IR$	El voltaje "E" en un elemento se calcula multiplicando la resistencia "R" por la corriente "I".	$R = E/I$ $I = E/R$
<b>WATT</b>	$P = VI$	La potencia consumida o proporcionada se calcula multiplicando la corriente "I" por el voltaje "E"	$V = P/I$ $I = P/V$
<b>JOULE</b>	$P = RI^2$	Potencia es igual a la resistencia "R" por el cuadrado de la corriente	$R = P/I^2$ $I = P/R$

En las leyes de Ohm y de Joule - si se conocen 2 variables representadas por letras- se podrá calcular la tercera variable.

## 2.1. Ley de Ohm

Frecuentemente en los circuitos eléctricos se requiere conocer las características eléctricas más importantes en cada uno de los elementos que lo conforman, como por ejemplo el voltaje, corriente o resistencia. Para lograrlo se emplea una ecuación fundamental que los relaciona, llamada "ley de OHM". Para utilizar la ley de Ohm se debe tener 2 datos para calcular el tercero.

LEY DE OHM: Establece que el voltaje aplicado "V" a un elemento eléctrico (resistencia, foco), es igual al producto de su resistencia "R" multiplicado por la intensidad de corriente "I" que por él circula, es decir  $V = R I$

## 2.2. Ley de Watt

La corriente eléctrica es una manifestación de la energía, por ello, para cálculos básicos se establecieron dos ecuaciones que se relacionan:

LEY DE WATT: Potencia eléctrica es el resultado de multiplicar la corriente por el voltaje.

$$P = V I$$

P = potencia de Watts

V = voltaje en watts

I = corriente en amperes

## 2.3. Ley de Joule

Para calcular la potencia que se convierte en calor en un resistor se emplea la ley de Joule.

LEY DE JOULE: Potencia eléctrica es el resultado de multiplicar la resistencia por el cuadrado de la corriente.

$$P = R I^2$$

P = potencia de Watts

R = Resistencia en Ohms

I = corriente en amperes

### 3. Circuitos alimentadores y derivados

La parte A. Definiciones generales, del ARTÍCULO 100 -DEFINICIONES, de la "NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-1999, Instalaciones eléctricas (utilización)", da las siguientes definiciones de un circuito alimentador y de un circuito derivado:

**Alimentador.** Todos los conductores de un circuito formado entre el equipo de acometida o la fuente de un sistema derivado separado y el dispositivo final de protección contra sobrecorriente del circuito derivado.

**Circuito derivado.** Conductores de un circuito desde el dispositivo final de sobrecorriente que protege a ese circuito hasta la(s) salida(s).

Para entender mejor el significado de las definiciones anteriores, en la siguiente figura se presenta un diagrama que muestra los circuitos alimentadores y derivados, así como las siguientes definiciones proporcionadas en la misma parte de la NOM-001-SEDE-1999:

**Equipo de acometida.** Equipo necesario para servir de control principal y que usualmente consiste en un interruptor automático o desconectador y fusibles, con sus accesorios, localizado cerca del punto de entrada de los conductores de suministro a un edificio u otra estructura o a un área definida.

**Acometida.** Derivación que conecta la red del suministrador (Comisión Federal de Electricidad o Luz y Fuerza del Centro) a las instalaciones del usuario.

**Conductores de acometida.** Conductores comprendidos desde el punto de acometida hasta el medio de desconexión de la acometida.

**Medio de desconexión.** Dispositivo o conjunto de dispositivos u otros medios por medio de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de alimentación.

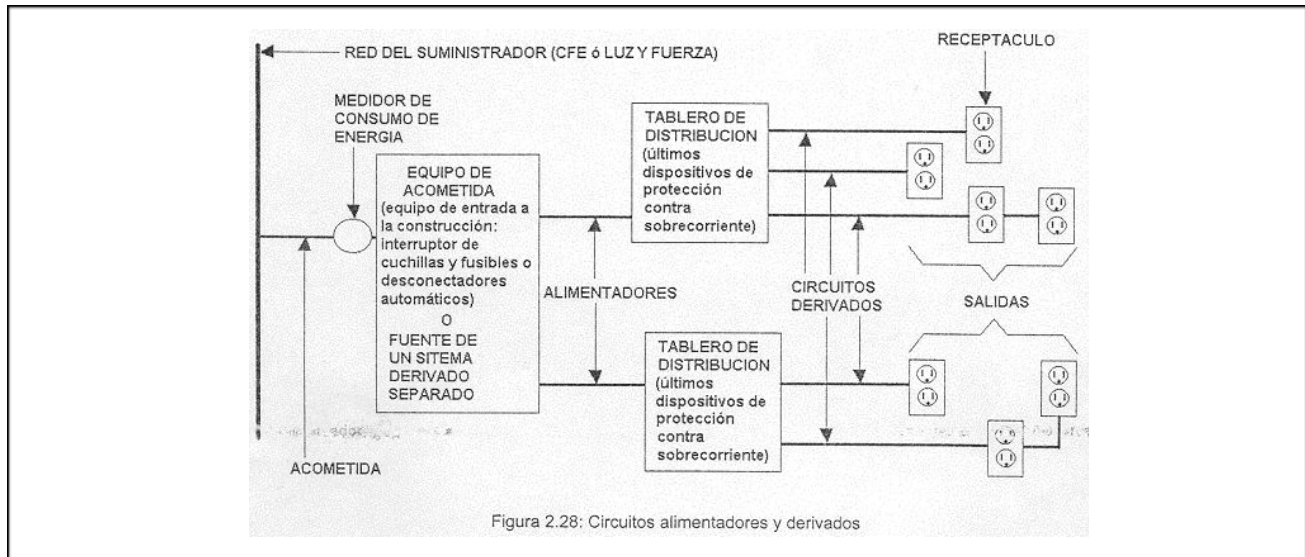
**Sistema derivado separado.** Sistema de alambrado de una propiedad, cuya energía procede de una batería, sistema fotoeléctrico solar o de un generador, transformador o devanados de un convertidor y que no tiene conexión eléctrica directa incluyendo al conductor del circuito sólidamente puesto a tierra (que normalmente es el cable o conductor neutro en sistemas con conexión en estrella), con los conductores de suministro que provengan de otro sistema.



**Dispositivo.** Unidad en un sistema eléctrico diseñada para conducir, pero no para consumir energía eléctrica.

**Salida.** Punto en un sistema de alambrado en donde se toma corriente eléctrica para alimentar al equipo de utilización.

**Equipo de utilización.** Equipo que transforma, con cierta eficiencia, la energía eléctrica en energía mecánica, química, calorífica, luminosa u otras.



## 4. Conexiones eléctricas

### 4.1. Conexión en serie

Se dice que dos o más elementos eléctricos están conectados en serie, cuando dichos elementos forman una sola trayectoria entre dos puntos.

Si se conectan resistencias en serie, el conjunto nos da un valor igual a la suma de todas ellas, es decir, más resistencia. Por ello se puede representar a un conjunto de resistencias conectadas en serie por una resistencia total "RT", que se calcula sumando el valor de todas las resistencias en serie del circuito.

$$"RT" = R1 + R2 + R3$$

### 4.2. Conexión en paralelo

Se dice que 2 o más elementos están conectados en paralelo, cuando las terminales de cada uno de los elementos están conectados al mismo par de puntos.

Si se conecta un grupo de resistencias en paralelo, puede representarse el conjunto de resistencias por una resistencia equivalente total “RT” con valor menor a la resistencia más chica de ellas.

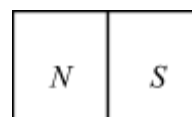
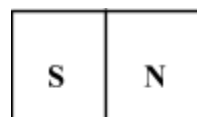
$$“RT” = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$$

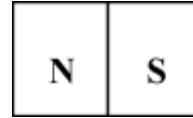
## 5. Magnetismo

Hace aproximadamente 3000 años el hombre descubrió en Asia menor un mineral que tenía la propiedad de atraer objetos de Fierro, y como se encontró cerca de la antigua población de Magnesia, se le llamó “magnetita”. Es el primer mineral magnético conocido.

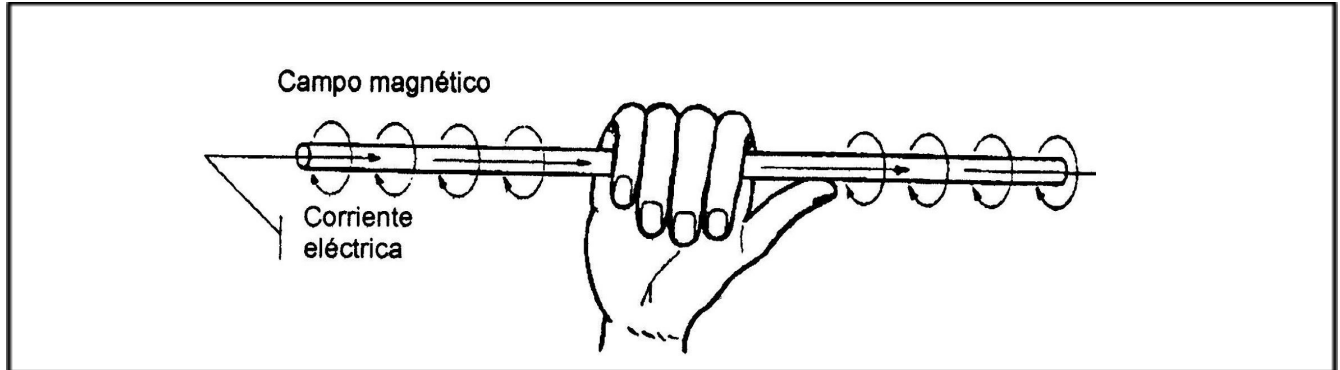
Los Chinos desde la antigüedad conocían el efecto de la orientación de una brújula, esto lo atribuían al campo magnético terrestre, éste puede representarse por “líneas de inducción magnética”, que salen del norte geográfico y llegan al sur geográfico. Se cree que actúa como pantalla protectora contra pequeños meteoritos.

- Material magnético. Es aquél cuya estructura interna reacciona ante fuerzas magnéticas, los más utilizados son los materiales ferromagnéticos como el hierro, cobalto o níquel, que pueden ser imantados permanentemente.
- Un imán de barra se construye de material magnético, está formado por 2 partes: un polo norte magnético y un polo sur magnético. Tiene la propiedad de atraer objetos hechos de hierro. Su campo magnético se representa con líneas de inducción que indican más o menos fuerza de atracción dependiendo del número de líneas.
- Si se corta un imán de barra, cada parte del imán se convierte en un imán menor completo, con polo norte y polo sur, estos polos magnéticos se encuentran siempre juntos, aún en el átomo, no se pueden separar.
- Las causas del magnetismo solo se pueden explicar mediante complejas teorías científicas, pero su ley básica es bien conocida: ley de atracciones y repulsiones, polos iguales se repelen y polos opuestos se atraen.





Para saber la dirección del campo magnético en un conductor recto, se utiliza la regla de la mano, donde el pulgar de la mano derecha se orienta en dirección de la corriente, mientras que el resto de los dedos nos indican la dirección del campo magnético.



### 5.1. Dispositivos electromagnéticos

Son equipos que basan su operación en la electricidad y el magnetismo. Entre ellos están: la bobina, el relevador, el transformador, el motor, el altavoz, la antena, etc.

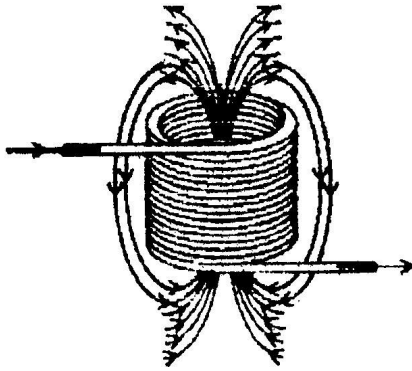
- Bobina. Si un conductor recto se dobla haciendo círculos de manera continua, se forma el dispositivo llamado “bobina”, si es de gran longitud se le llama “solenoide”. Son conocidos también como inductores por presentar la cualidad de inductancia que se mide en la unidad llamada Henry “H”.

**Símbolos**

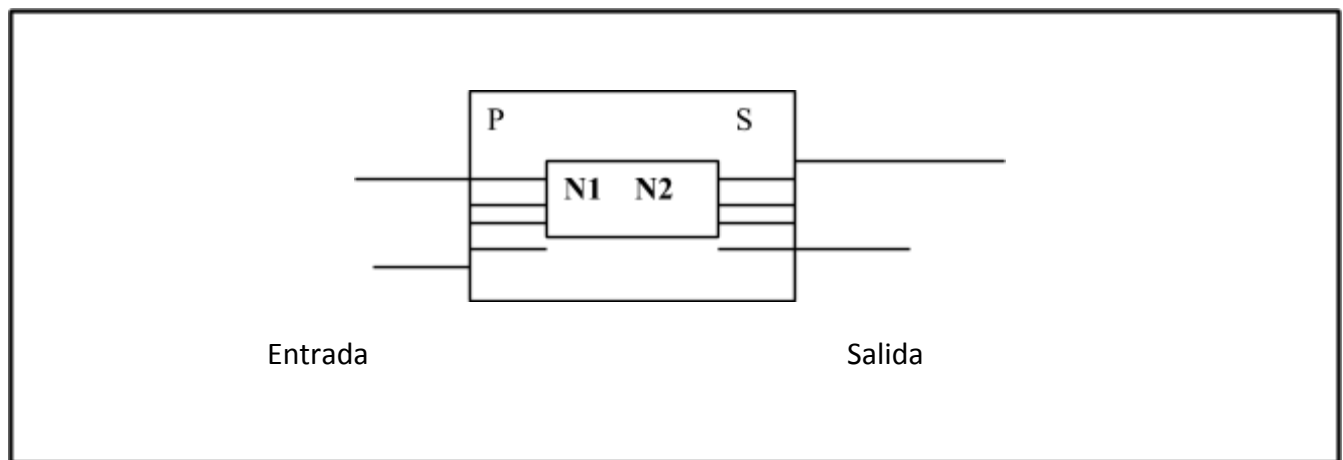
Principios de operación de la bobina. Si se aplica una diferencia de potencial en las terminales de la bobina por la que circula la corriente eléctrica, se produce un campo magnético similar al de un imán de barra que ejercerá fuerzas de atracción sobre materiales magnéticos (hierro, níquel, silicio, etc.).

Es fuerte la atracción en los extremos

Es débil la atracción en los costados

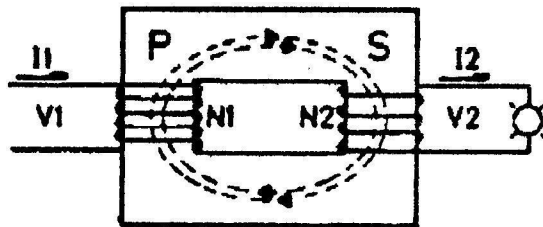


- Transformador: Esta máquina eléctrica tiene la característica de que sus terminales de entrada se alimentan de ciertos valores de voltaje y potencia, de tal manera que en sus terminales de salida se obtiene la misma potencia pero con un valor de voltaje diferente (puede ser mayor o menor que el voltaje de entrada). Está constituido de un núcleo de acero al silicio laminado y 2 bobinas, a las que se les llama primario "P" y secundario "S" con un número de vueltas  $N_1$  y  $N_2$  respectivamente. Pueden tener más de dos terminales tanto el primario como el secundario, que se utilizan en el primario para alimentarlo con diferentes valores de voltaje (efectuando las conexiones necesarias), en el secundario las terminales pueden tener diferentes valores de voltaje disponibles para la carga. El transformador tiene muchas aplicaciones, como en subestaciones, sistemas de distribución de energía, circuitos de control, electrónica, etc.



**Transformador**

Principios de operación del transformador. Al aplicar un voltaje  $V_1$  en la bobina del primario, se produce un campo magnético que es guiado por el núcleo laminado, cortando a la bobina del secundario. Con ello se produce o induce un voltaje  $V_2$  en el secundario, al conectar una carga en el secundario circula una corriente  $I_2$ , la potencia de entrada y de salida son aproximadamente iguales. Se llaman transformadores elevadores si el voltaje en el secundario es mayor que en el primario, en los transformadores reductores el voltaje del secundario es menor que el primario.



## 6. Aspectos de seguridad

Este tema es de suma importancia. Diariamente utilizamos equipo eléctrico para nuestra vida cotidiana, por lo que nos enfrentamos al riesgo de tener un accidente. Para reducir esta posibilidad es necesario seguir algunas medidas de seguridad y en el caso de que estos accidentes se presenten, también nos ayudarán a actuar con oportunidad.

Cuando conocemos las causas probables de accidentes y se actúa en consecuencia, se pueden prevenir el número de estos.

### Recomendaciones:

- Movimientos lentos y firmes: Mientras trabaje alrededor del equipo eléctrico muévase lentamente y apoye firmemente los pies. No haga movimientos bruscos, puede hacer contacto con partes energizadas.
- No trabaje el equipo eléctrico con ropas o pisos húmedos: Es peligroso trabajar parado en pisos metálicos, concreto húmedo, ropa húmeda, zapatos mojados, piel húmeda. El circuito eléctrico puede cerrarse a través de la persona que hace tierra de esta manera.
- Desenergizar y aterrizar equipo: Si se van a efectuar reparaciones o ampliar instalaciones, asegúrese de cortar la energía. Aterrice los puntos que tenían voltaje antes de tocarlos, en ocasiones hay regresos de energía, aún después de cortarla.
- Usar ropa y equipo de seguridad: Al trabajar con energía eléctrica, emplee botas y guantes dieléctricos. Para alta tensión, utilice además pértigas especiales. También se recomienda tomar entrenamiento adecuado.
- Precauciones al examinar el equipo energizado: Además de las recomendaciones anteriores, mantenga la mano izquierda en el bolsillo para evitar accidentes al cerrar el circuito, alejando posibles problemas al corazón. No trabaje si se está física o mentalmente fatigado o nervioso.
- Verifique el estado de cables y corrija instalaciones: Reemplace los cables deteriorados y cambie los contactos sencillos por contactos aterrizados para todo equipo que lo necesite, puede ser un riesgo no hacerlo.

## 6.1. Corrientes peligrosas y mortales

Se tiene la idea de que es más peligroso un accidente por alto voltaje. La experiencia demuestra que las personas han sido electrocutadas tanto con voltajes altos como por aparatos domésticos que emplean pequeños voltajes de 127 V. El peligro es la corriente que circula por el cuerpo, y no tanto por el voltaje aplicado.

La corriente eléctrica forzada a circular por el cuerpo, en caso de accidente varía en magnitud dependiendo de la resistencia del cuerpo entre los puntos de contacto y las condiciones de la piel (húmeda o seca). Entre los oídos la resistencia es menor, aproximadamente de 100 Ohms, mientras que entre las manos y los pies es cercana a 500 Ohms. La resistencia de la piel puede variar desde 1000 Ohms cuando está mojada, a 5000 Ohms cuando está seca.

### Efectos de corrientes eléctricas en el cuerpo humano

Efecto Fisiológico	Corriente eléctrica en miliamperes
Umbral de percepción	1
Sensación leve	10
Dolor sin pérdida de control muscular, Shock severo, doloroso, Contracción muscular, dificultades respiratorias.	60 – 90
Muerte por fibrilación ventricular (trepidación no controlada del corazón)	100
Quemaduras severas y paro respiratorio	Mayores de 100

Recuerde: Cada segundo que pasa un accidentado en contacto con la energía eléctrica, merma sus posibilidades de sobrevivir.

Si ocurre un accidente:

- Desconecte el interruptor principal o el enchufe responsable del accidente lo más rápido posible sin exponerse ni tocar al accidentado.
- Si no puede cortar la energía, aparte a la víctima del cable o contacto energizado empleando un material no conductor como un palo, rama, cuerda, manta, cinturón seco sin tocar al accidentado hasta que se pierda el contacto con la corriente eléctrica.
- Pida auxilio a médico o paramédicos.

- Revise los signos vitales de la víctima: respiración, pulso; y verifique si presenta quemaduras o si está desmayado.
- Si no respira y tiene pulso aplique respiración boca a boca de la siguiente manera:  
Acueste al paciente de espaldas y retire cualquier material extraño de la boca con los dedos.
- Coloque una mano bajo el cuello, levantando un poco la cabeza, jale hacia atrás y tire de la barba del accidentado hacia arriba.
- Coloque su propia boca firmemente sobre la boca de la víctima (puede colocar un pañuelo) y oprima las fosas nasales para cerrarlas, sople fuertemente como para inflar los pulmones, debe observarse el pecho hinchado. En un niño se sopla en menor medida.
- Retire la boca, observe si exhala el aire y repita la maniobra. Si no circula el aire, revise la posición de la cabeza o si existe alguna obstrucción por algún cuerpo extraño o la posición de la lengua. Intente de nuevo.
- Si el accidentado no da muestras de reanimación, póngalo de lado y golpéelo fuertemente entre los hombros varias veces para desalojar la garganta de cuerpos extraños. Si la víctima es un niño, puede suspenderlo momentáneamente cabeza abajo sujetándolo de los pies y golpeándolo entre los hombros, aplicando también respiración boca a boca con cuidado. Infle los pulmones cada 5 segundos en adultos y en niños pequeños sople con cuidado cada 3 segundos. No suspenda la maniobra hasta que la víctima comience a respirar o hasta que llegue la ayuda médica. Puede llevar hasta 8 horas el revivir a un accidentado. Cuando vuelva en sí abríguelo y procure su descanso por lo menos una hora.

## 7. Herramientas para el electricista

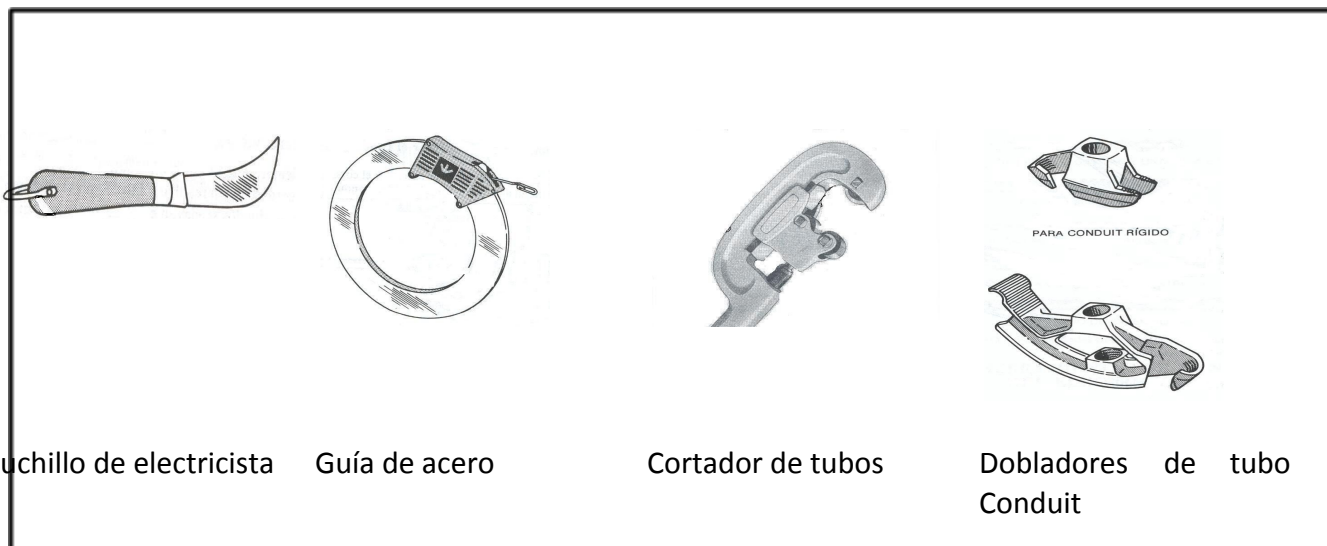
**Cuchillo de electricista:** Se usa para quitar el aislamiento de los conductores cuando no se cuenta con desforradores.

**Guía de acero:** Consiste en una larga cinta de acero flexible que en un extremo tiene un gancho, el cuál se introduce por un tubo conduit o poliducto. Al salir por el otro extremo el conductor se sujeta con el gancho y se tira de él haciendo pasar el conductor a través del tubo.

**Cortador de tubo:** Se utilizan para cortar tubo conduit. Para hacer un corte se sujeta el tubo con las 2 ruedas de carburo, se hace girar la herramienta y en cada giro se aprieta más la manija para ir penetrando el tubo. Los cortadores de tubo tiende a dejar un borde interno afilado, debe usarse un escariador de tubos antes de colocar el conductor para evitar dañarlo con el filo.

### **Dobladores de tubo conduit:**

Hay para pared gruesa y para pared delgada. Los primeros efectúan una serie de doblamientos pequeños a lo largo de 10 a 20 centímetros del tubo, produciendo doblamientos mayores sin deformar el tubo. Los dobladores para pared delgada tienen fuertes paredes laterales para evitar que el tubo se pandee o tuerza. Tienen un arco largo que dobla el tubo a 90º de una sola vez.



Cuchillo de electricista

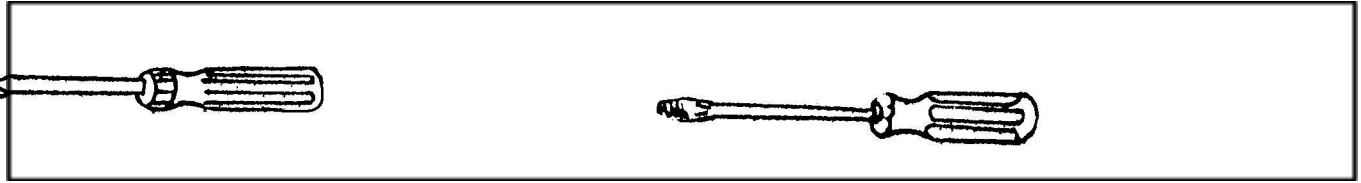
Guía de acero

Cortador de tubos

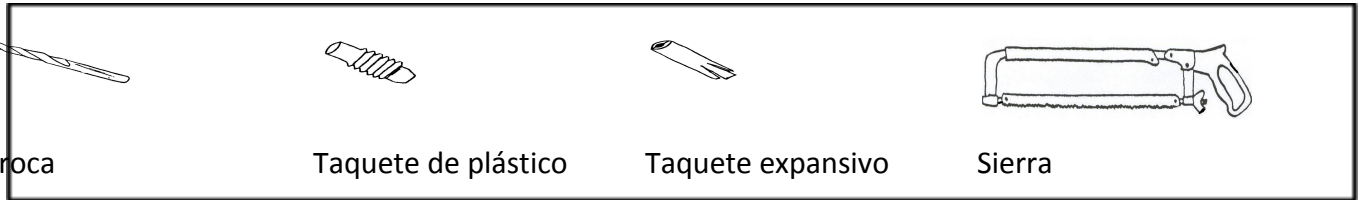
Dobladores de tubo  
Conduit



**Desarmadores:** Plano, corto, desarmador de cruz, desarmador para checar polaridad (con bulbo de gas neón).



**Taladro, brocas, taquetes, sierra, cautín.**



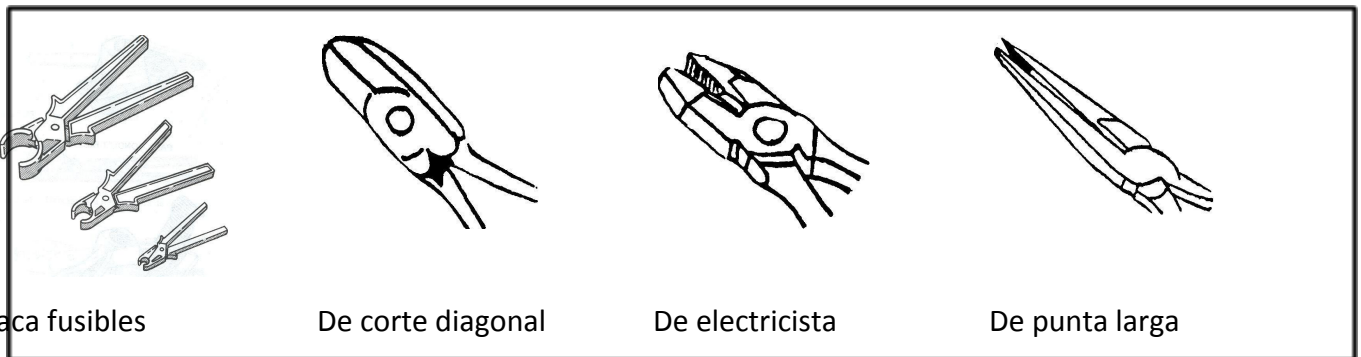
Broca

Taquete de plástico

Taquete expansivo

Sierra

**Pinzas:** de mecánico, de electricista, de corte lateral, pinzas de corte diagonal, de punta larga, de punta corta, sacafusibles, desforradores de alambre, desforradores de cable.



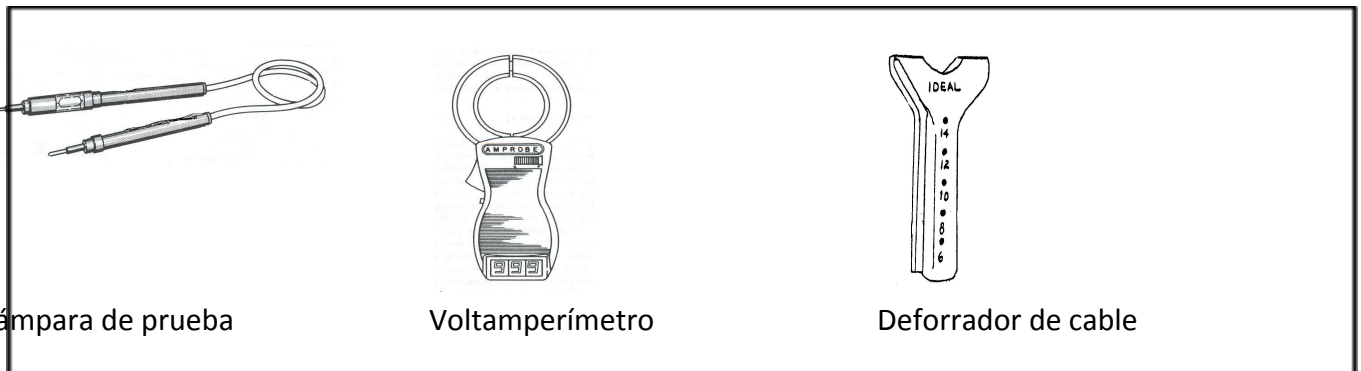
Saca fusibles

De corte diagonal

De electricista

De punta larga

**Probadores de voltaje, Desforradores de alambre y de cable.**



Lámpara de prueba

Voltamperímetro

Deforrador de cable

## 8. Unión y conexión de los cables

### Amarres

Un **amarre** es la unión o conexión de dos o más alambres o cables, también conocido como empalme o conexión. Existen diferentes tipos de amarres, los cuales dependen del propósito de la unión en una instalación eléctrica. Es importante verificar que su fortaleza tanto en el aspecto mecánico como eléctrico, no debe ser inferior a la del conductor.

En este manual mostraremos algunos de los amarres más comunes y frecuentes, tanto para alambres como para cables. Hay que tomar en cuenta que el empalme o conexión es el punto más crítico y vulnerable de una instalación eléctrica, por lo cual su confiabilidad depende de la buena elaboración de dicho empalme.

### Amarre Western Unión

Este amarre nos sirve para unir dos alambres, el cual soporta mayores esfuerzos de tensión y se utiliza principalmente para tendidos. En la figura se muestra el procedimiento para su elaboración.

1. Retire el aislamiento aproximadamente 8 cm de la punta de los conductores a unir, ráspelos y límpieli correctamente.
2. Realice a cada alambre un dobléz en forma de "L" a 2.5 cm aproximadamente del aislamiento.
3. Cruce los cables y con la ayuda de las pinzas comience a doblar una de las puntas enrollando alrededor del otro conductor, apretando las espiras o vueltas con las pinzas.
4. Una vez que ha terminado de enrollar una de las puntas, repita el proceso con la otra punta trabajando en dirección contraria.
5. Corte los sobrantes de alambre y por último suelde.

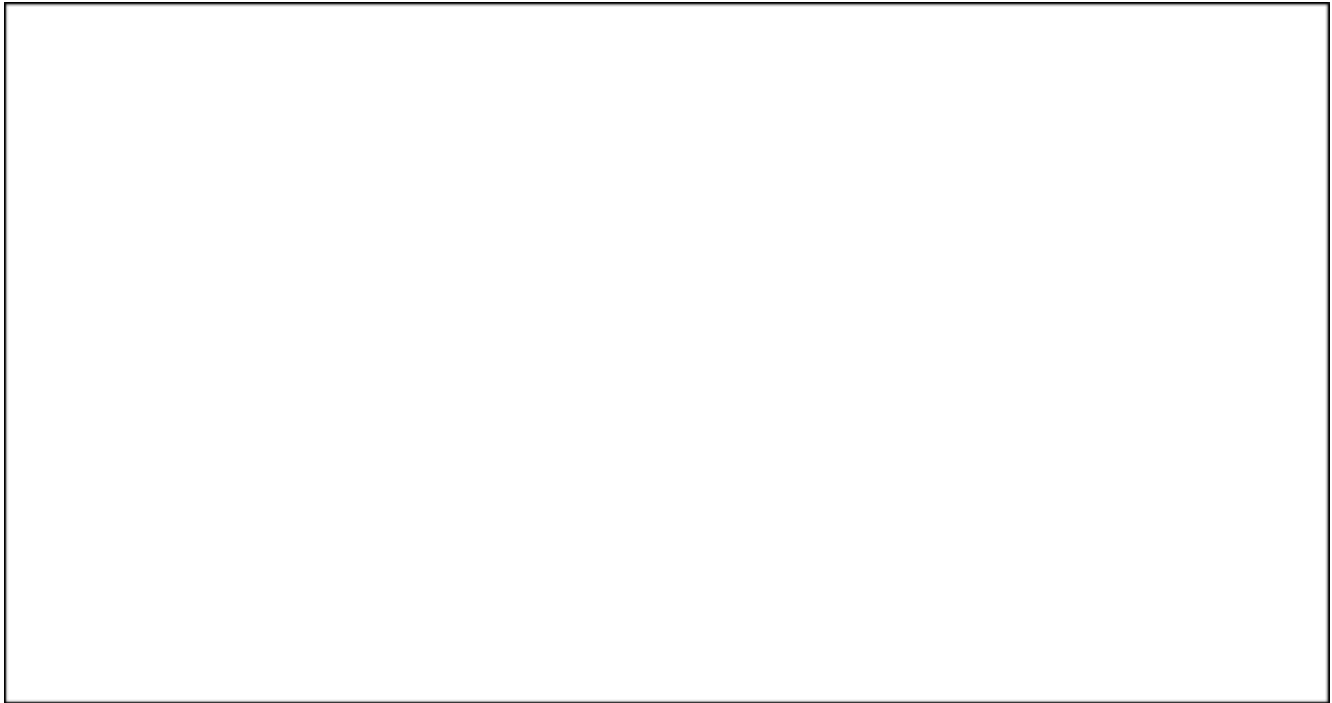
### Amarre cola de puerco

Este tipo de amarre se emplea cuando los alambres no estarán sujetos a esfuerzos de tensión excesivos. Se utiliza para hacer las conexiones de los alambres en las cajas de conexión ó salidas. En este tipo de amarres el encintado puede ser sustituido por un conector de capuchón. Ver figura.

1. Retire 5 cm aproximadamente de aislamiento de cada una de las puntas de los conductores a unir.
2. Coloque las puntas paralelas lo mas juntas posible y con la ayuda de unas pinzas comience a torcer las puntas desnudas como si fuera una cuerda.
3. Apriete correctamente el amarre. Si desea sustituir el encintado coloque el conector de capuchón.

### Amarre duplex

En la figura se ilustra este amarre, el cual es utilizado para unir alambres duplex. Este amarre está compuesto por dos amarres o uniones Western Unión, realizadas escalonadamente, con el propósito de evitar diámetros excesivos al colocar la cinta aislante.

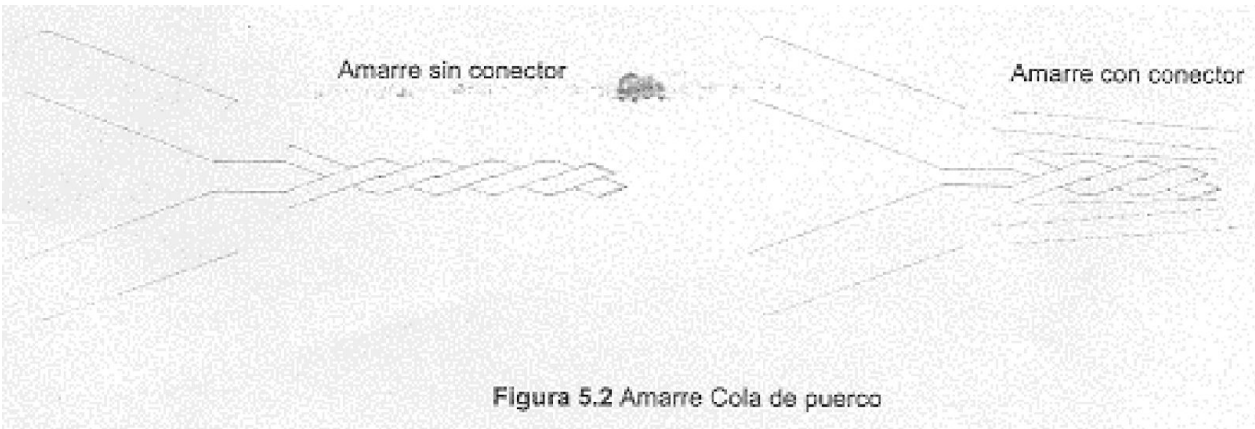


#### **Amarre de alambres en "T" o de derivación ordinaria**

Para realizar una unión de un alambre a otro que corre sin interrupción, se emplea este tipo de amarre. A continuación se presenta el procedimiento para realizar este amarre de la figura:

1. Retire 3 cm aproximadamente de aislamiento del alambre que corre, utilice navaja o pinzas. Raspe y limpie el alambre.
2. Retire 8 cm aproximadamente de aislamiento de la punta del alambre que va a unir, se recomienda raspar y limpiar.
3. Coloque el alambre a derivar en forma perpendicular (en ángulo recto) al alambre corrido (principal).
4. Con la mano comience a enrollar el alambre derivado sobre el alambre principal en forma de espiras, con la ayuda de las pinzas apriete las espiras o vueltas.
5. Corte el sobrante y verifique que las espiras no queden encimadas al aislamiento. Suelde la unión.

#### **Amarre de alambres en "T" o de derivación anudada**



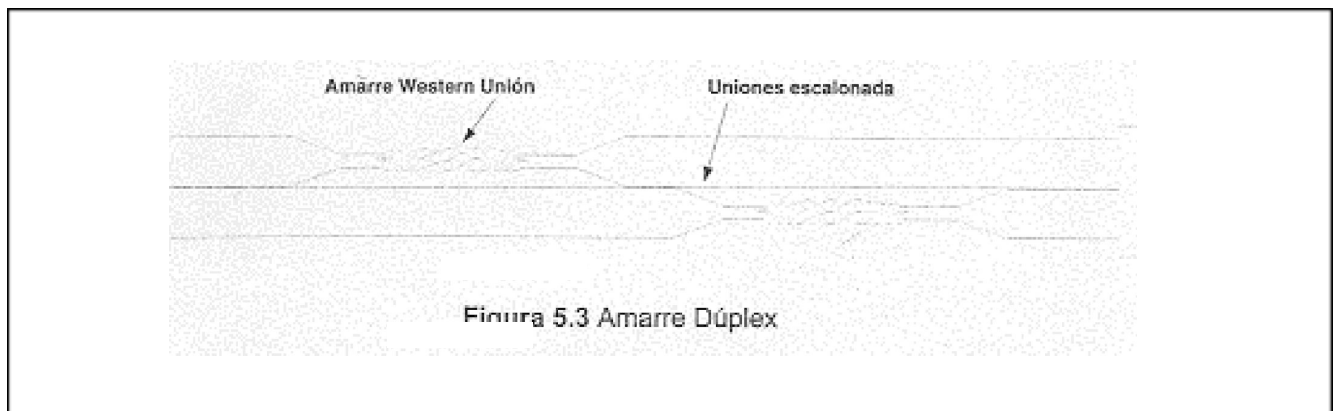
En la figura se presenta una variante del amarre anterior, este tipo de amarre es poco usado en la práctica, ya que se requiere mayor tiempo para realizarlo. Su principal ventaja con respecto a la junta de derivación ordinaria es que la derivación no podrá desenrollarse fácilmente.

### Amarre de cables paralelos

Se emplea para hacer amarres de cables con varios hilos o alambres, principalmente en las cajas de registros.

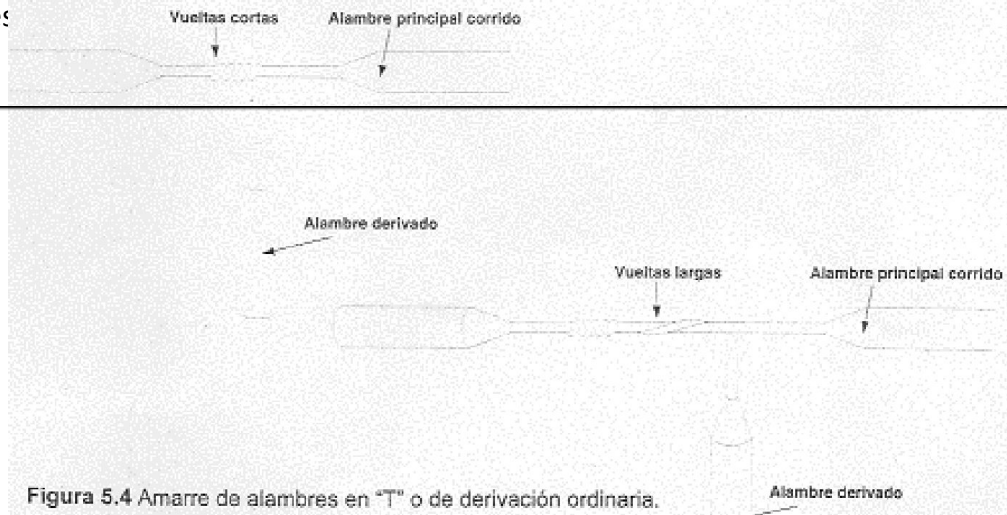
En la **figura** se muestra el procedimiento para realizar dicho amarre:

1. Retire 5 cm aproximadamente de aislamiento de las puntas de los cables a unir.
2. Coloque las dos puntas de los cables a unir paralelas y lo más juntas posible.
3. Abra un alambre de una de las puntas de los cables y comience a enrollar con la ayuda de las pinzas.
4. Abra un alambre de la otra punta y comience a enrollar en el mismo sentido.
5. Continué alternando los alambres de las dos puntas de los cables. Por último suelde la unión.

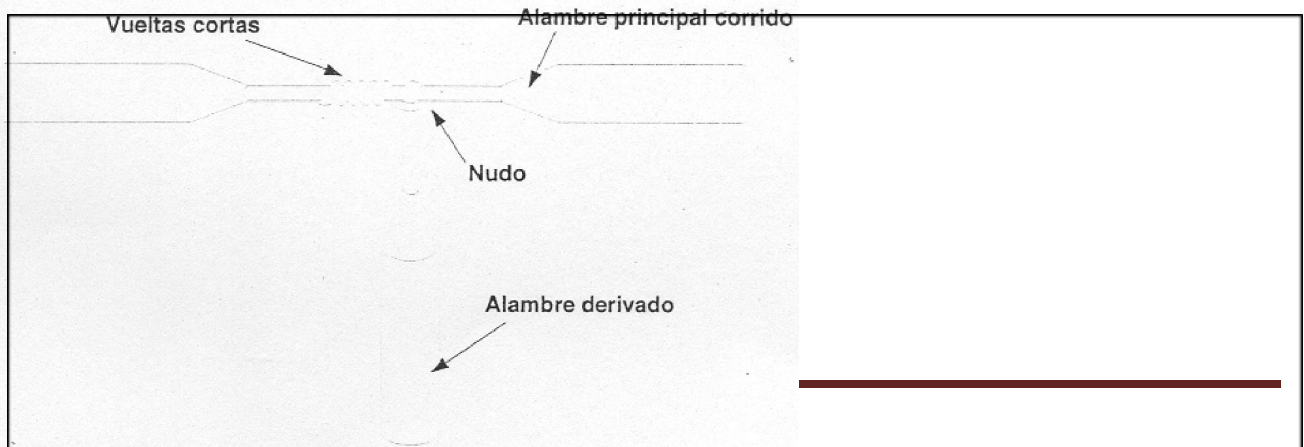


### Amarre de cables torcidos

Este tipo de empalme se muestra en la figura se utiliza principalmente para prolongar cables gruesos que van a es siguientes pasos:



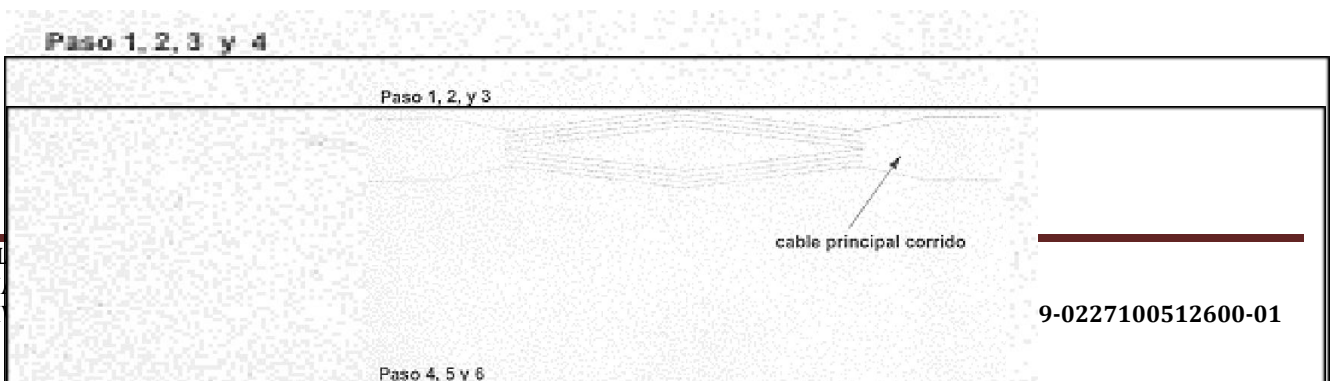
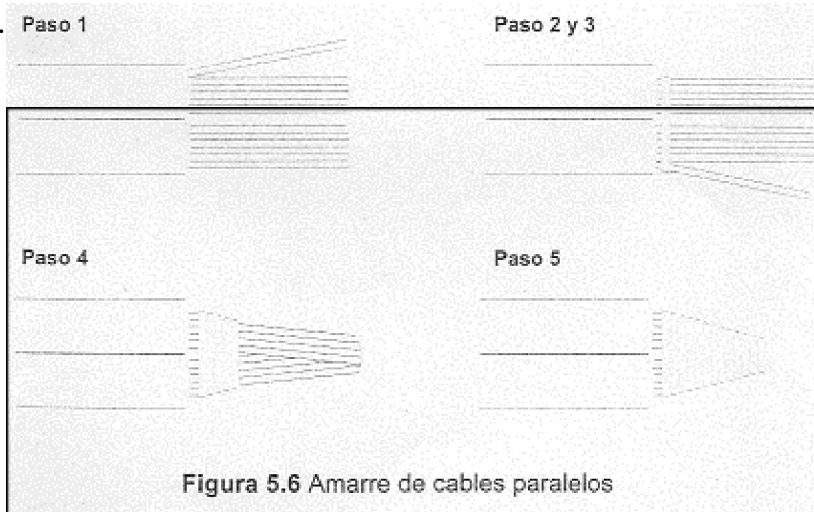
1. Retire de 8 a 10 cm aproximadamente de aislamiento de las puntas de los cables a unir.
2. Con un alambre delgado realice un atado en forma de anillo a 3 cm aproximadamente del aislamiento de cada una de las puntas y con las pinzas apriételos.
3. Abra los alambres del cable tomando como punto de partida el anillo, enderece y limpie cada alambre.
4. De cada uno de los cables corte el alambre central a la altura de donde realizo la atadura del anillo.
5. Retire el anillo de una de las puntas de los cables y coloque esta de frente a la otra punta, entrelazando los hilos que quedaron abiertos.
6. Comience a enrollar los alambres de la punta del cable atado, en sentido contrario al cableado del cable al que le quitó la atadura o anillo.
7. Quite el anillo de la otra punta y comience a enrollar los hilos del otro lado, continúe enrollando hasta que no queden puntas sueltas.
8. Con la ayuda de las pinzas apriete las vueltas o espiras y corte los extremos sobrantes. Por último suelde la unión y aíslala.



## Amarre de cables en "T" o de derivación múltiple

Este amarre se emplea para realizar uniones entre una punta de un cable de derivación a otro cable que corre de manera continua. En la figura se presenta el procedimiento para este tipo de amarre.

1. Retire de 3 a 5 cm aproximadamente de aislamiento del cable principal que corre con una lija, limpie el tramo desnudo.
2. Con la ayuda de las pinzas abra el cable principal, girándolo en sentido contrario al cableado de los alambres.
3. Introduzca el desarmador o las pinzas en medio de los alambres separándolos en dos partes y formando una V, para que en la abertura entre la punta del cable derivado.
4. Retire de 3 a 5 cm aproximadamente del aislamiento de la punta del cable a unir, límpielo y enderece los alambres.
5. Corte el alambre central del cable que va unir, a partir de donde comienza el aislamiento.
6. Meta los alambres del cable a unir en la abertura del cable corrido y separe en dos partes iguales los alambres.
7. Comience a enrollar una de las partes de los alambres del cable a unir sobre el cable principal en sentido contrario al cableado.
8. Paso 1







### **Soldar y encintar empalmes**

De acuerdo a la sección 110-14, inciso b) de la NOM-001-SEDE-1999, los conductores deben empalmarse con dispositivos adecuados según su uso o con soldadura de bronce, soldadura al arco o soldadura con un metal de aleación fundible. Los empalmes soldados deben unirse primero, de forma que aseguren, antes de soldarse, una conexión firme, tanto mecánica como eléctrica. Los empalmes, uniones y extremos libres de los conductores deben cubrirse con un aislamiento equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante adecuado.

Se recomienda primero comenzar a soldar conexiones de alambres y posteriormente conexiones de cables para adquirir habilidad en el proceso de soldado.



Para recubrir los empalmes o uniones de los conductores utilizamos cintas de aislar. De acuerdo a su uso las podemos clasificar en tres tipos:

### Cintas de plástico

Existe una gran variedad de este tipo de cintas, su diferencia estriba en la calidad, marca y precio. Su principal característica es que tiene gran poder aislante, además no hacen mucho bulto porque son muy delgadas. Debido a estas características son las más usadas en la práctica.

### Cintas de hule

Este tipo de cintas se utilizan principalmente cuando se va a realizar la instalación de los cables en lugares donde la presencia de humedad es alta. Tiene la ventaja de que cuando se aplica y se estira se adhiere o vulcaniza una capa con respecto a la otra, impidiendo así que penetre la humedad.

### Cintas de tela o de fricción

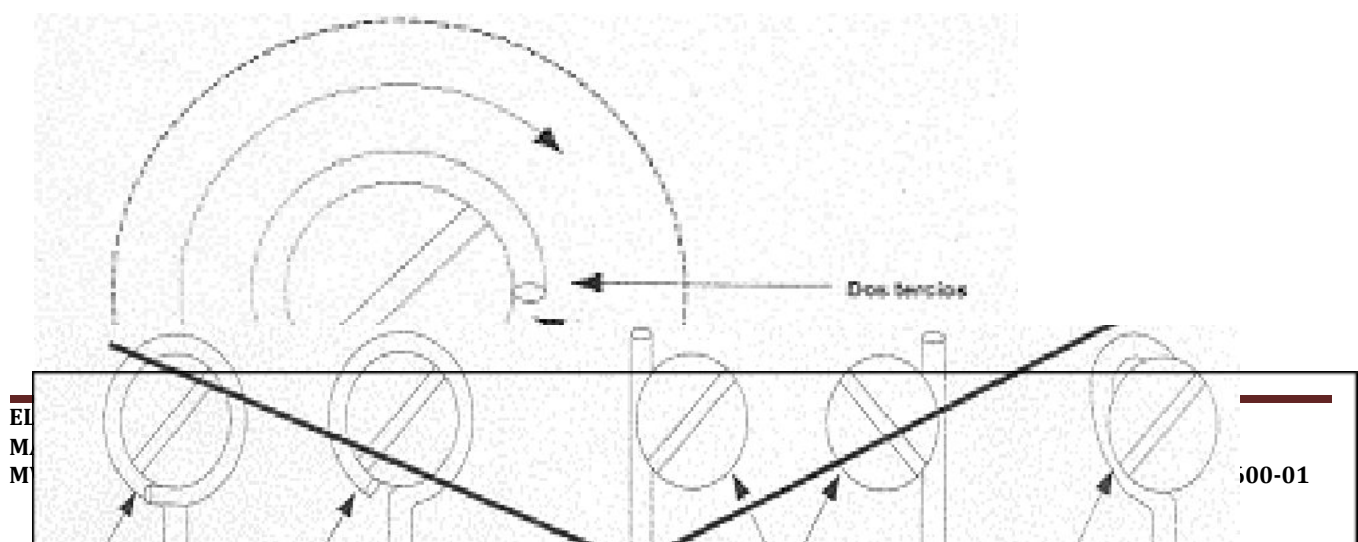
Esta es la cinta de tela impregnada con creosota, su uso está limitado a empalmes sencillos, los cuales no van a estar expuestos a la intemperie, a la humedad o a esfuerzos de tensión excesivos.

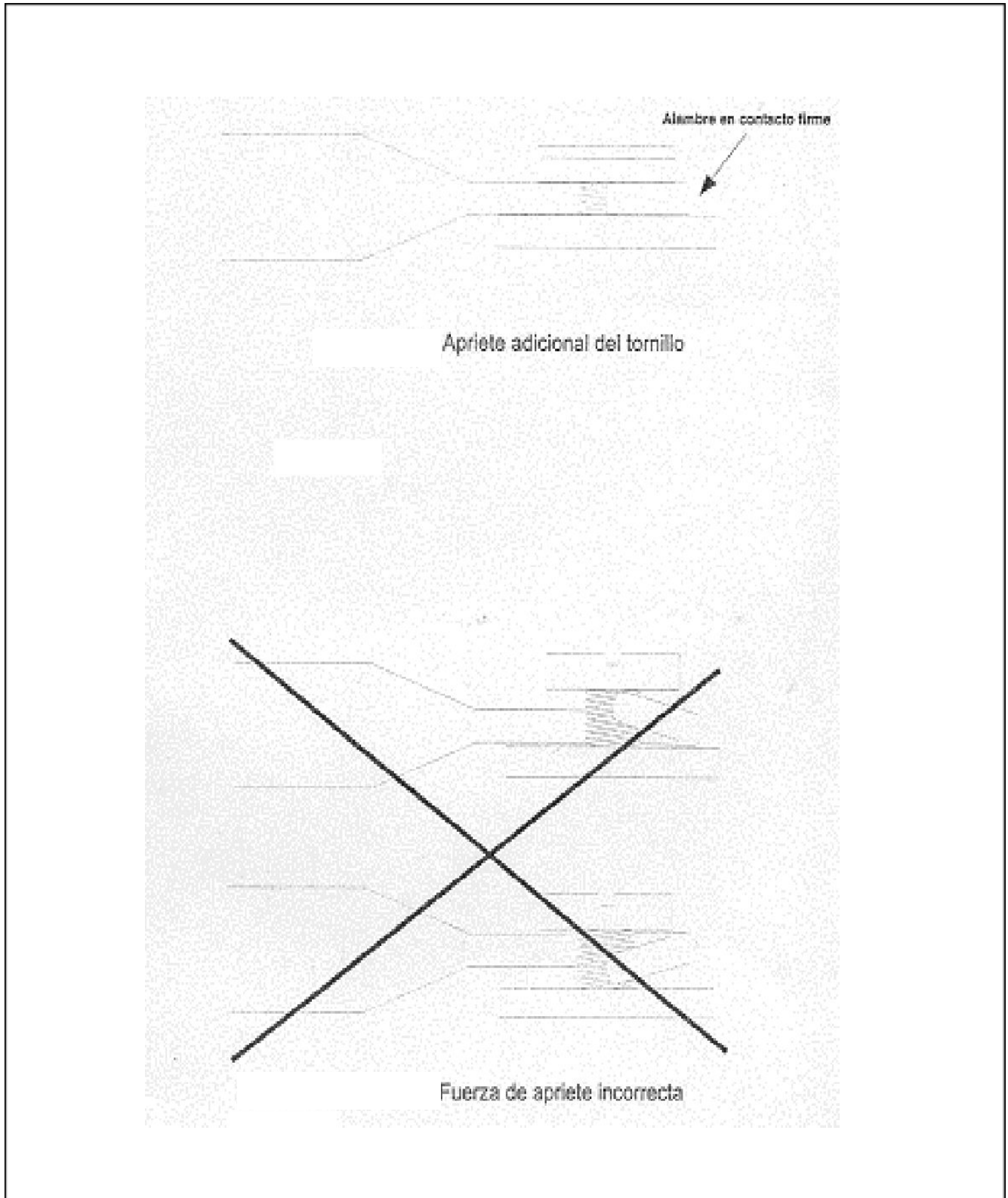
### Elaboración de terminales

La parte importante de un sistema de alambrado son las conexiones. El 80% de los problemas en un sistema de alambrado radica en conexiones mal elaboradas, ya que las conexiones del conductor al equipo o aparato representan puntos calientes por alta resistencia eléctrica, lo que significa un problema para el ahorro de energía y para la seguridad contra incendios. Esto sin considerar el daño al aislamiento de cables y equipos.

### Cómo hacer conexiones

1. Enrollar la parte desnuda del conductor dos tercios o tres cuartos de la distancia alrededor del poste del tornillo, como se muestra en la figura. La vuelta se hace de tal forma que, al girar el tornillo para apretar, ésta tienda a cerrarse más, en lugar de abrir.
2. Apretar el tornillo hasta que el alambre esté en estrecho contacto con la parte inferior de la cabeza del tornillo y el plato de contacto, como muestra la figura.
3. Apretar el tornillo media vuelta adicional para asegurar una conexión firme. Ver figura.
4. Las figuras muestran las maneras incorrectas de efectuar conexiones.







## 9. Materiales para la instalación eléctrica residencial



### 9.1. Conductores

El metal más usado en la fabricación de conductores es el cobre por sus características de baja resistencia, bajo costo y flexibilidad. Los conductores de cobre se fabrican en diferentes formas, tamaños y diámetros.

- El calibre es una medida para conocer el grosor de los conductores, esta representado por un número, entre mayor sea el número, menor es el grosor del conductor eléctrico.

Calibre	Diámetro En mills.	Diámetro En mm.	Capacidad en amperes
18	.040	1.0	
16	.050	1.2	
14	.064	1.6	15
12	.080	2.0	20
10	.101	2.5	30
8			40
6			55
4			70
2			95
0			125

- También existe una nomenclatura para diferenciar el grado de humedad que resiste su recubrimiento. Algunos ejemplos son:

TW =Termoplástico resistente a la humedad.

THW =Termoplástico resistente ala humedad y el calor.

TWD =Termoplástico Duplex, resistente a la humedad.

E =Tres mallas de algodón, la exterior retardadora de flama y resistente a la humedad.

- La clasificación de conductores según su resistencia al calor es la siguiente:

60º C. Tipos RUW, T, TW.

75º C. Tipos RH, RHW, RUH, THW, THWN, XHHW.

90º C. Tipos RHH, THHN, TA, FEP, FEPB, AVB, TBS, SA, SIS, XHHW.

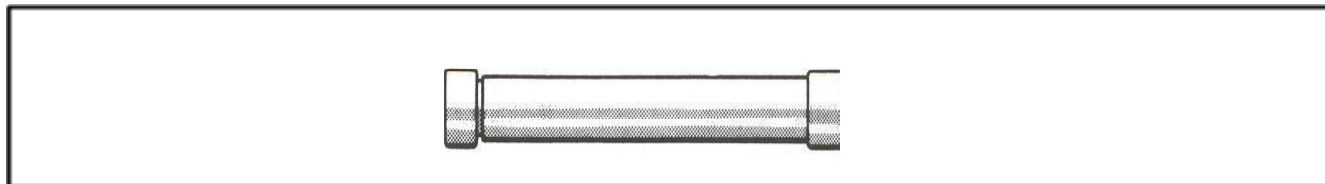
Para seleccionar el conductor correcto se debe considerar:

- El material del conductor.
- La carga de corriente máxima esperada (según tablas de RIE<sup>1</sup>).
- Ubicación húmeda o seca.
- La temperatura del ambiente.
- Código de colores de conductores utilizado en el cableado.

Fase o alambre Caliente	Amarillo Azul Rojo Negro
Neutro o Tierra del sistema	Blanco Gris
Tierra física o Del equipo	Desnudo Verde Verde con franjas amarillas

## 9.2. Conductos

Los conductos o tuberías son utilizados para proteger a los conductores eléctricos. Existe una gran variedad de ellos, dependiendo del material con que están fabricados.



<sup>1</sup> Reglamento de la industria eléctrica.

La tubería de pared gruesa cuenta con rosca en sus dos extremos, mientras que los de pared delgada no se les puede hacer rosca y sólo se usan en lugares donde no estén expuestos a altas temperaturas, humedad, elementos oxidantes ni corrosión.

Conductos O Tubería	Metálicos	Acero esmaltado	Pared gruesa Pared delgada
		Acero galvanizado	Pared gruesa Pared delgada
	Plástico	Rígido	Flexible Rígido
		Polietileno	Flexible Rígido

Los tubos de ½ “ y de ¾ “ son fáciles de doblar utilizando un "dobra tubos manuales", en tubos de mayor diámetro es necesario emplear un doblador de tubos mecánico o hidráulico.

Los cambios de dirección muy cerrados pueden hacerse empleando accesorios especiales llamados codos (pueden ser metálicos) o condulets (tubería conduit). Se utilizan para hacer derivaciones, desviaciones, empalmar un tubo con otro, etc.

### 9.3. Cajas de conexión

Cuando es necesario interrumpir la continuidad de una línea eléctrica para hacer derivaciones, desviaciones o colocar controles, se colocan las cajas de conexión con dos propósitos: servir de conexión mecánica de la tubería para facilitar las conexiones de conductores y proporcionar un recinto cerrado con tapa para empalmes o amarres de conductores.

Los tipos de cajas pueden ser:

- Caja de salida: A través del orificio de su tapa se sacan los conductores alimentadores del circuito o dispositivo.

- Caja de conexiones: Se usa en cualquier punto de la instalación eléctrica para efectuar derivaciones o desviaciones haciendo los amarres dentro de ella.
- Caja de registro o de paso: Se intercala en ciertos puntos de la línea de ductos para tener acceso a los conductores en tareas de mantenimiento o ampliación.

Las formas de caja que más se utilizan son:

- Cajas redondas: Se usan en lugares donde no se van a emplear accesorios, cuando la entrada de tubería se realiza por el fondo de la caja.
- Cajas cuadradas: Tiene cuatro lados con dos o tres entradas de diferente diámetro, en el fondo de la caja se encuentran cinco entradas de diferente diámetro.
- Caja octagonal: Es comúnmente empleada para las salidas de lámparas. La caja octagonal chica tiene una entrada a cada lado y una al fondo. La caja grande tiene una entrada a cada lado y en el fondo puede tener 5 entradas del mismo diámetro o 2 o 3 de diferente diámetro.
- Caja chalupa o rectangular: Se emplea para la instalación de interruptores, receptáculos y botón de timbre. En sus 4 lados encontramos 6 entradas y al fondo 2 entradas.

Recomendaciones para la instalación de cajas:

- Las cajas para contactos van a 40 cm del piso terminado.
- Las cajas para apagadores se instalan a 1.40 mts. De altura y en el lado de la chapa de la puerta.
- Las cajas octogonales en el techo (losa) se marcan en diagonal.
- Los centros de carga se instalan a 1.80 mts. Del suelo.

## 9.4. Contactos y apagadores

Un **apagador** se define como un interruptor pequeño de acción rápida, operación manual y baja capacidad que se usa por lo general para el control de aparatos pequeños domésticos y comerciales. Así como unidades de alumbrado pequeñas, debido a que la operación de los apagadores es manual, los voltajes nominales no deben exceder a 600 V.

Existen diferentes tipos de apagadores, el más simple es el de una vía o monopolar, con dos terminales que se usan para "prender" o "apagar" una lámpara u otro objeto desde un punto sencillo de localización.

Una variante del apagador del polo es el llamado tipo silencioso y el de contacto.

Los apagadores sencillos para instalaciones residenciales se fabrican para 127 V y corrientes de 15 A.

### Accesibilidad de los apagadores

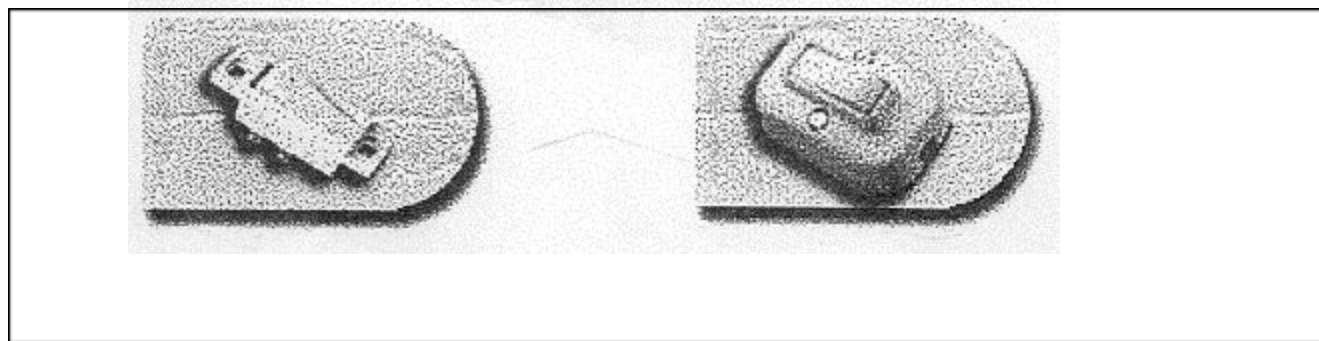
Invariablemente en cualquier instalación eléctrica, todos los apagadores se deben instalar de manera tal que se puedan operar manualmente y desde un lugar fácilmente accesible. El centro de la palanca de operación de los apagadores no debe quedar a más de 2.0 m sobre el nivel del piso en ningún caso.

Cuando se trate de apagadores para alumbrado en casas habitación, oficinas y centros comerciales la altura máxima desde el nivel del piso será de 1.2 y 1.35 m.

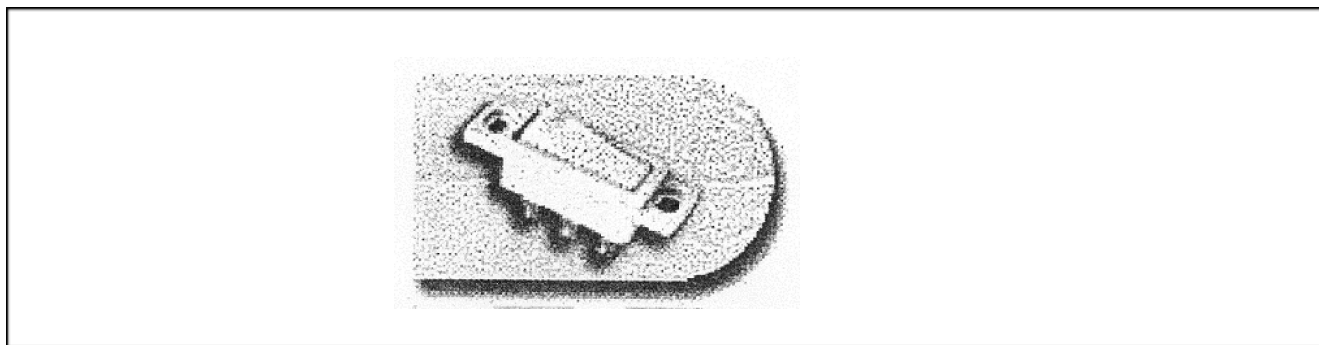
### Montaje de los apagadores

**Tipo sobrepuesto o de superficie.** Los apagadores que se usen en instalaciones visibles con conductores aislados sobre aisladores se deben colocar sobre bases de material aislante que separen a los conductores por lo menos 12 mm de la superficie sobre la cual se apoya la instalación.

**Tipo embutido.** Los apagadores que se alojan en cajas de instalaciones ocultas se deben montar sobre una placa o chasis que esté al ras con la superficie de empotramiento y sujeto ala caja. Los apagadores instalados en cajas metálicas embutidas y no puestas a tierra y que puedan ser alcanzados desde el piso, se deben proveer de tapas de material aislante e incombustible.

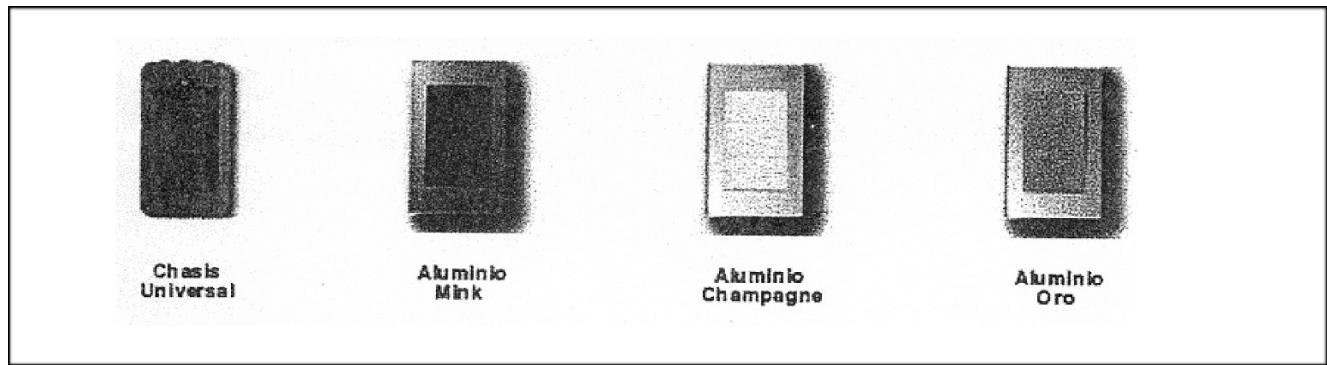


**Apagador de tres vías.** Los llamados apagadores de tres vías se usan principalmente para controlar lámparas desde puntos distintos por lo que se requieren dos apagadores de tres vías para cada instalación donde se requiere este tipo de control. Este tipo de apagadores tiene normalmente tres terminales. **Ver figura.**



Su instalación es común es áreas grandes como entrada de casa y pasillo, en donde por comodidad no se requiera regresar a apagar una lámpara, o bien, en escaleras en donde se prende un foco en la parte inferior (o superior) y se apaga en la parte superior (inferior) para no tener que regresar a apagar la lámpara. **Ver figura.**

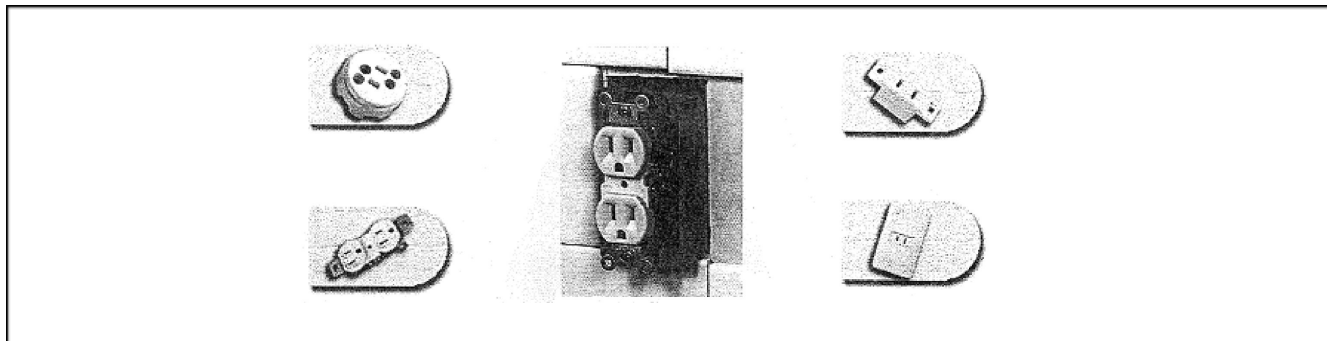




## Contactos

Los contactos se usan para enchufar (conectar) por medio de clavijas dispositivos portátiles, tales como: lámparas, taladros portátiles, radios, televisores, tostadores, licuadoras, lavadoras, batidoras, rasuradoras eléctricas, etcétera.

Estos contactos deben ser para una capacidad nominal no menor de 15 amperes para 125 volts y no menor de 10 amperes para 250 volts. Los contactos deben ser de tal tipo que no se puedan usar como portalámparas. **Ver figura.**

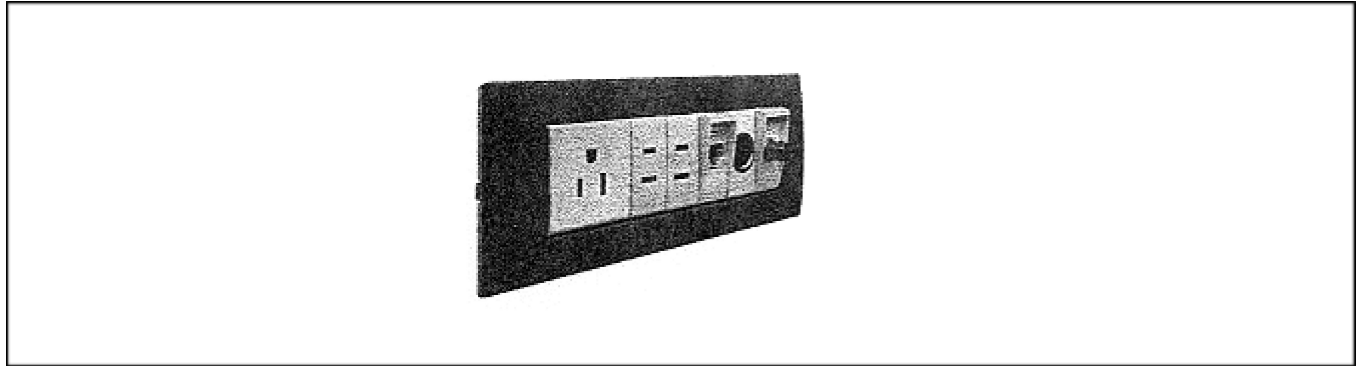


Los contactos pueden ser sencillos o dobles, del tipo polarizado (para conexión a tierra) y a prueba de agua. En casos más comunes vienen sencillos pero se pueden instalar en cajas combinadas con apagadores.

Los contactos se localizan aproximadamente de 35 a 40 cm con respecto al nivel del piso (considerado como piso terminado). En caso de cocinas en casas habitación, así como en baños, es común instalar los contactos en la misma caja de los apagadores, por lo que la altura de la instalación queda determinada por los apagadores, es decir entre 1.2 y 1.35 m sobre el nivel del piso.

**Contactos de piso.-** Los contactos que se instalen en pisos, deben estar contenidos en cajas especialmente construidas para cumplir con el propósito.

**Contactos en lugares húmedos o mojados.-** Estos contactos se denominan a prueba de intemperie. **Ver figura.**

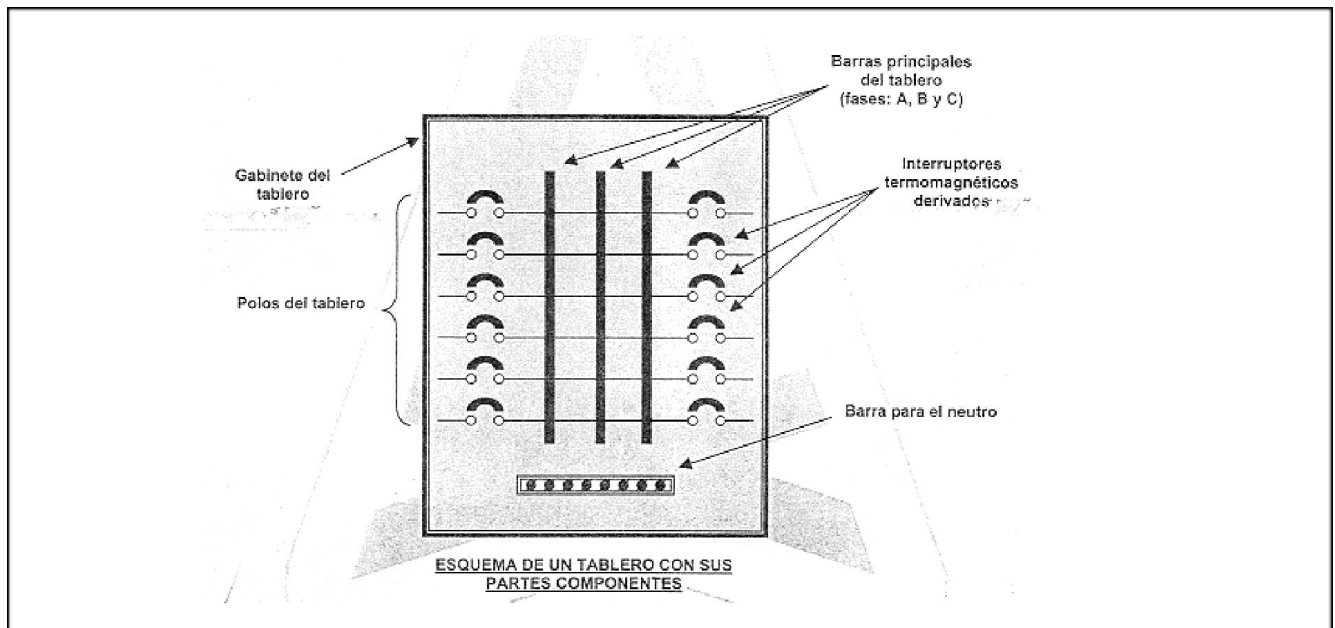


## 9.5. Centros de carga y tableros de distribución

### Antecedentes y conceptos básicos

El origen de los tableros y centros de carga se desarrollaron como consecuencia de las siguientes necesidades:

- Dividir grandes sistemas eléctricos en varios circuitos reduciendo calibres de conductores.
- Tener medios de conexión y de protección para cada circuito eléctrico de un sistema.
- Localizar en un solo lugar los dispositivos mencionados en el punto anterior.



**Circuito alimentador.** Refiriéndonos a tableros y centros de carga, el circuito alimentador o línea de alimentación será aquel circuito que le proporciona la energía eléctrica al tablero.

**Circuito derivado.** Se da ese nombre a cada uno de los circuitos que alimenta el tablero a través de cada uno de sus interruptores, los cuales también reciben el nombre de derivados.

**Fases, hilos y número de polos.** Cuando a un tablero lo alimenta una línea de corriente o dos, se dice que es de una fase, siendo en estos dos casos absolutamente necesaria la conexión del hilo neutro. Cuando al tablero llegan las tres líneas de corriente, se dice que es de tres fases.

El número de hilos en un tablero queda definido por la suma de cables de línea y neutro que lo alimentan, teniéndose las siguientes combinaciones:

- Una fase, tres hilos.
- Tres fases, tres hilos.
- Tres fases, cuatro hilos.

### **Tipos de montaje**

- **Empotrar:** cuando el tablero va embebido en los muros.
- **Sobreponer:** cuando el tablero se fija sobre el muro.
- **Autosoportado:** cuando el tablero se fija directamente sobre el pis.

### **Funciones del tablero**

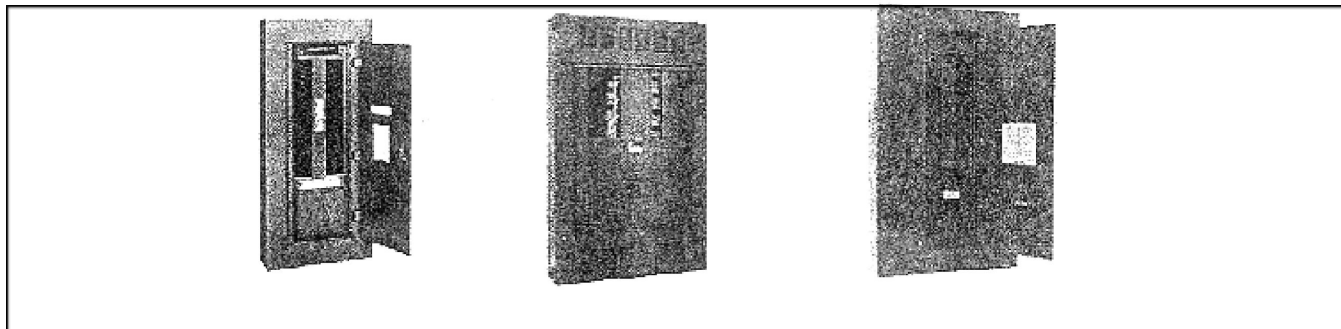
- Dividir un circuito eléctrico en varios circuitos derivados.
- Proveer de un medio de conexión y desconexión manual a los circuitos derivados.
- Proteger a cada uno de los circuitos contra sobrecorrientes.
- Concentrar en un punto todos los interruptores.

### **Tableros con zapatas principales**

La alimentación del tablero se realiza directamente a las barras del bus por medio de zapatas de conexión. Se debe contar con un medio de protección externo.

### Tableros con interruptor principal

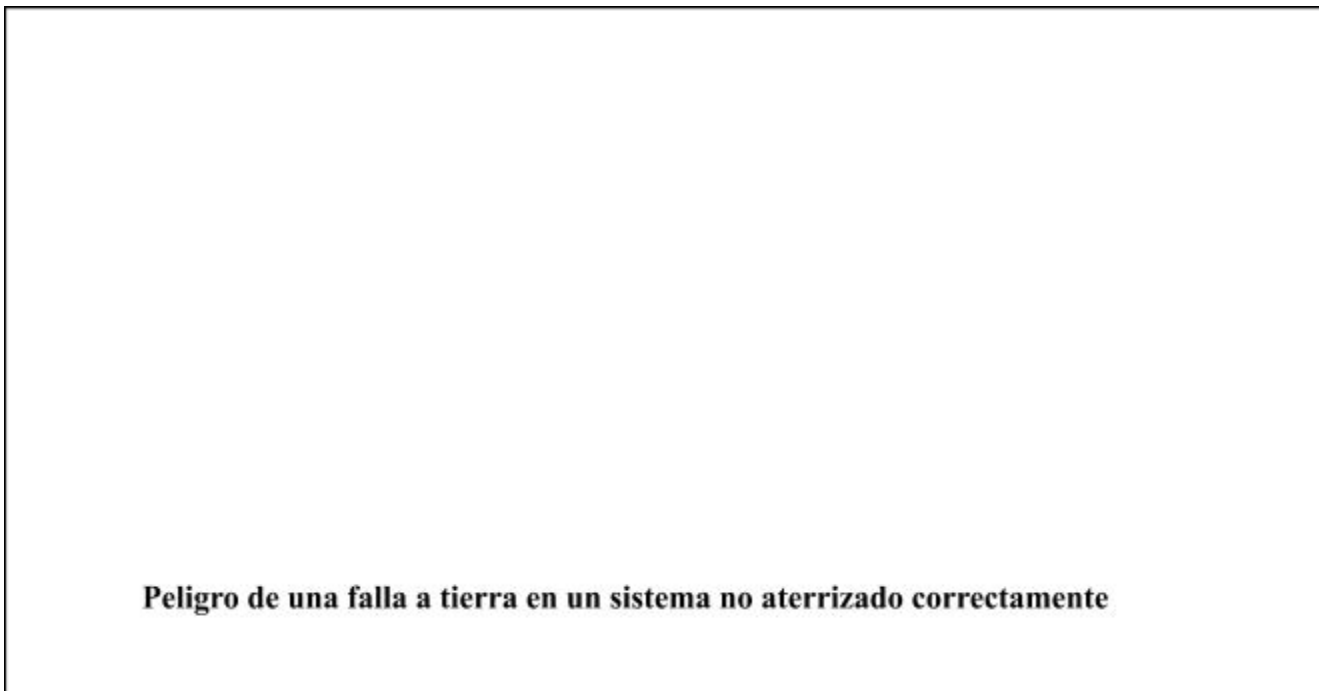
La alimentación del tablero se realizará a través de un interruptor termomagnético que forma parte integral de él y le brinda medio de protección y conexión general.



## 10. Dispositivos de protección

### Falla a tierra

Son contactos que se producen entre un conductor con tensión eléctrica o vivo y una parte metálica de un equipo o de cualquier objeto, la cual no está diseñada para conducir corriente en condiciones normales. El contacto es provocado por una falla del aislamiento que existe entre la parte metálica y el conductor con tensión. Este tipo de fallas pueden ser muy peligrosas, como se aprecia en la siguiente figura:



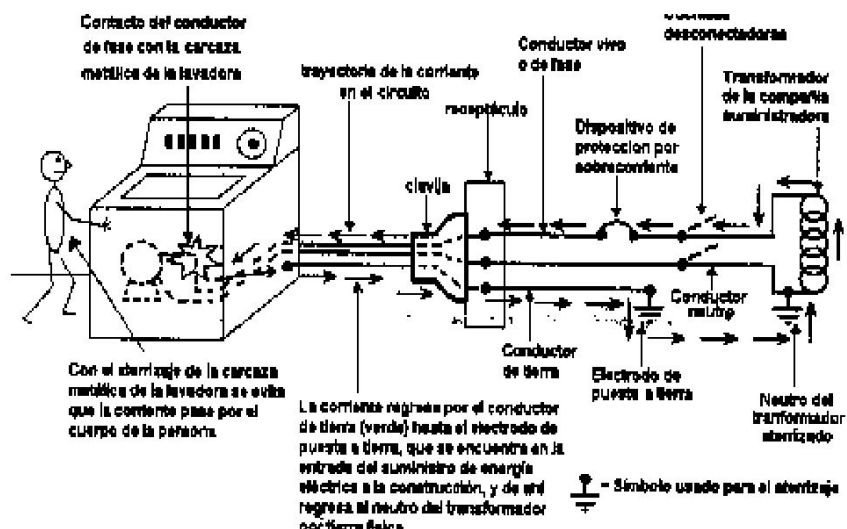
Para evitar que la corriente pase a través del cuerpo de una persona, cuando se produce una falla a tierra, se aterrizan las partes metálicas o conductoras de electricidad de los equipos o de cualquier objeto, que no estén diseñadas para conducir corriente en condiciones normales y que tiene riesgo de entrar en contacto con conductores vivos o de fase.

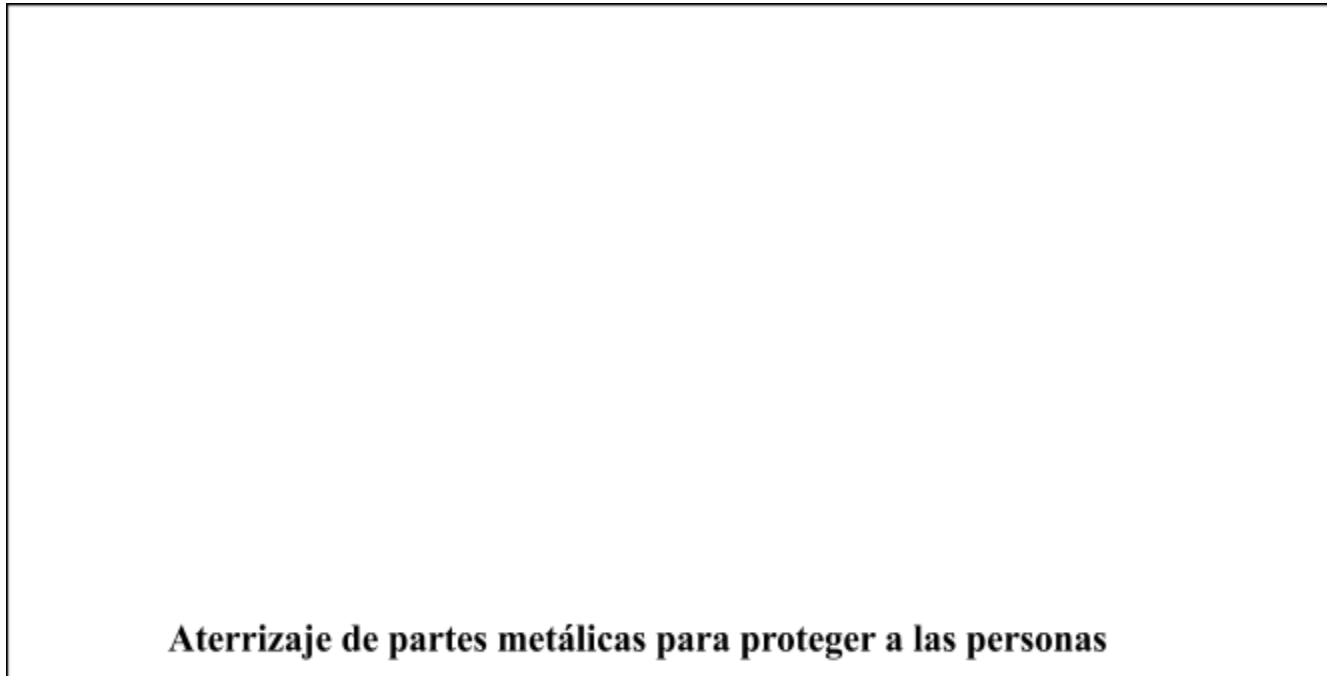
Aterrizar significa conectar eléctricamente, por medio de conductores a tierra, a la tierra física. Esta conexión se lleva a cabo a través de un electrodo enterrado en ella, el cual es llamado electrodo de puesta a tierra.

El aterrizaje o conexión a tierra también se lleva a cabo para evitar que se presenten tensiones peligrosas en las partes metálicas o conductoras de equipos, o de cualquier objeto que no estén diseñadas para conducir corriente en condiciones normales, ya que estas tensiones se pueden presentar no sólo por el contacto de conductores vivos con las partes metálicas o conductoras, sino también por otras causas que pueden ser por inducción eléctrica.

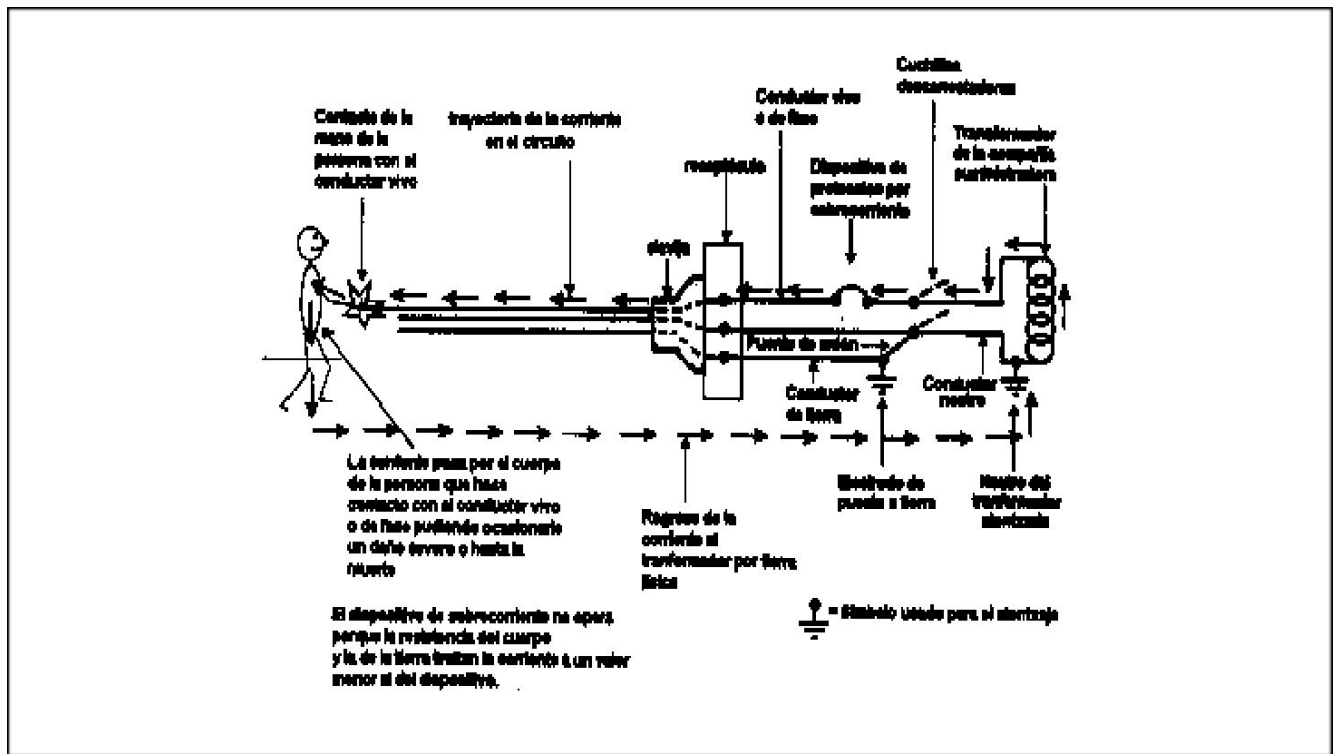
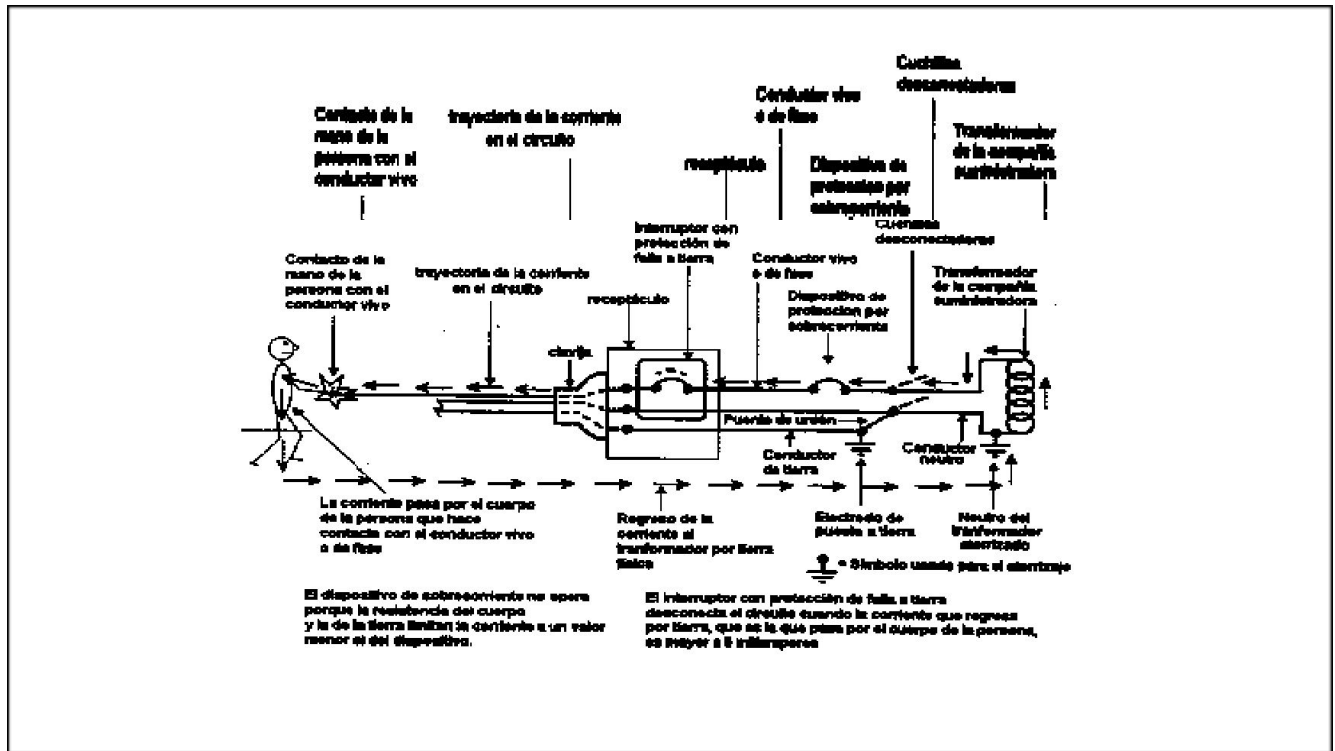
Es importante mencionar que hay equipos que no requieren aterrizar sus partes metálicas o conductoras, ya que tienen doble aislamiento, como por ejemplo televisores, videocaseteras, etcétera. Estos equipos no cuentan con el conductor de tierra en su cordón de conexión y sus clavijas sólo tienen dos puntas metálicas para la conexión en el contacto; una para el conductor vivo (punta pequeña) y otra para el conductor neutro (punta grande).

Para que en caso de falla a tierra opere el dispositivo de protección contra sobrecorriente, y desconecte el circuito eléctrico, se conecta el conductor de tierra con el neutro del sistema, mediante un puente de unión conductor. Esto se lleva a cabo con la finalidad de que cuando se presente una falla a tierra se produzca un corto circuito que haga operar el dispositivo de protección contra sobrecorriente, el cual se encuentra en el conductor vivo o fase del circuito. El puente de unión se debe colocar en el equipo de acometida, que es donde está el dispositivo de desconexión principal de la entrada de la energía eléctrica de la compañía suministradora, a la construcción. Si no se lleva a cabo la unión entre el conductor de tierra y el neutro, puede ser que no opere el dispositivo de protección contra sobrecorriente, ya que la impedancia de la tierra física que existe entre el electrodo de puesta a tierra y el electrodo donde se encuentra aterrizado el neutro del transformador de la compañía suministradora de energía eléctrica, puede ser alta, y por lo tanto, puede limitar la corriente que se presente en el circuito en caso de una falla a tierra.





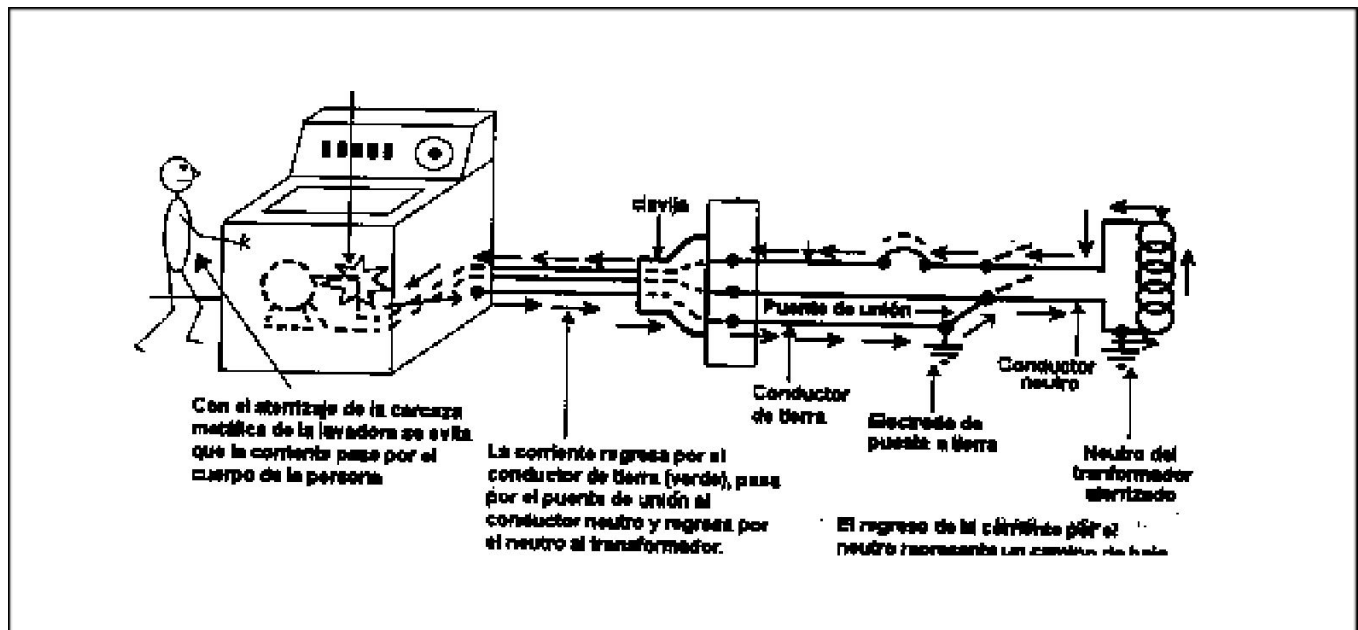
Una persona puede entrar en contacto eléctrico con conductores vivos, por ruptura de la conexión a la tierra de las partes metálicas o conductoras de equipos, o por alguna otra causa. Esto puede ser peligroso, sobre todo en lugares mojados o húmedos, como son los baños, las cocheras, cerca del fregadero de la cocina, los jardines, el cuarto de la lavadora, los sótanos sin terminar, etc. En la siguiente figura se muestra lo que ocurre cuando una persona entra en contacto eléctrico con un conductor vivo. En estos casos los dispositivos de protección contra sobrecorriente no desconecta el circuito, aún en sistemas aterrizados, ya que la resistencia del cuerpo humano y la de la tierra limita. La corriente en a valores menores a los que opera el dispositivo. Para proteger a las personas contra el contacto con los conductores vivos, se emplean dispositivos conocidos como interruptores de falla a tierra.



La finalidad de estos interruptores es la de evitar que pase una corriente peligrosa a través del cuerpo humano (un choque eléctrico comienza a producirse entre los 10 y los 30 miliamperes). Estos interruptores operan midiendo la diferencia que existe entre la corriente del conductor vivo o de

fase y la corriente del conductor neutro. Esta diferencia es la corriente que regresa por tierra y que puede circular por el cuerpo humano. Cuando la corriente que regresa por tierra es mayor a un valor predeterminado, que en la mayoría de los casos es de 5 miliamperes, los interruptores con protección de falla a tierra desconectan el circuito en un tiempo menor a 60 milisegundos.

Las protecciones contra sobrecorriente normales no operan a estos valores de corriente considerados necesarios como protección para las personas, ya que los valores nominales de estas son 15, 20, 30 etcétera.



En todo conductor por el que circula corriente se produce calor, a medida que aumenta la corriente también aumenta la temperatura en el conductor, pudiendo ocasionar daños en el aislamiento del mismo. Para evitar esto existen dispositivos de protección.

Para seleccionar el tamaño del dispositivo o fusible se sigue esta regla:

$$CF = IT \times K$$

- CF = capacidad del fusible
- IT = corriente total del circuito
- K = constante (ver el RIE<sup>2</sup>)

Los fusibles pueden ser:

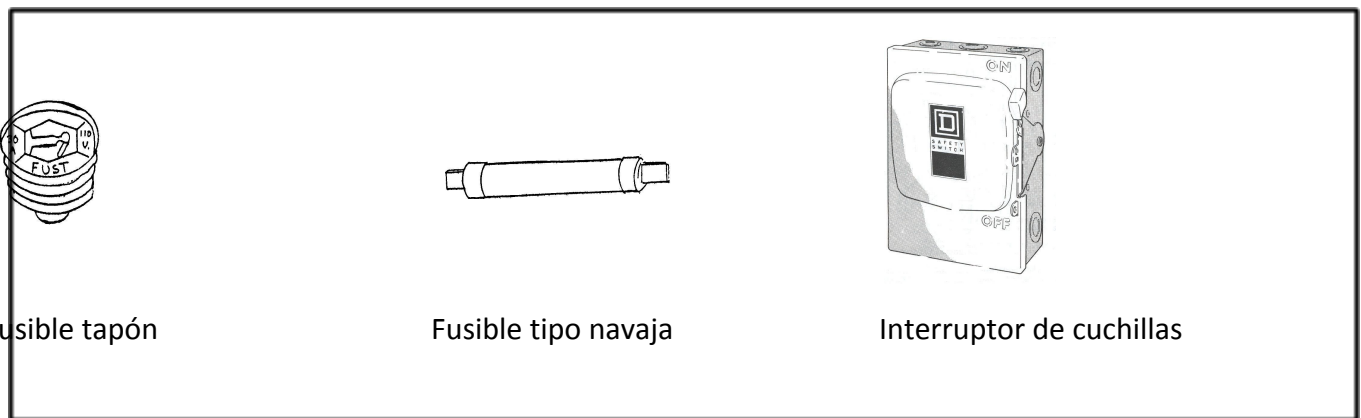
De tapón: se usan en instalaciones de 120 volts en 15 y 30 amperes.

Tipo cartucho: Se usan en instalaciones residenciales y algunas comerciales. Tienen capacidad de 15, 30, 60 amperes.

<sup>2</sup> Reglamento de la Industria Eléctrica.

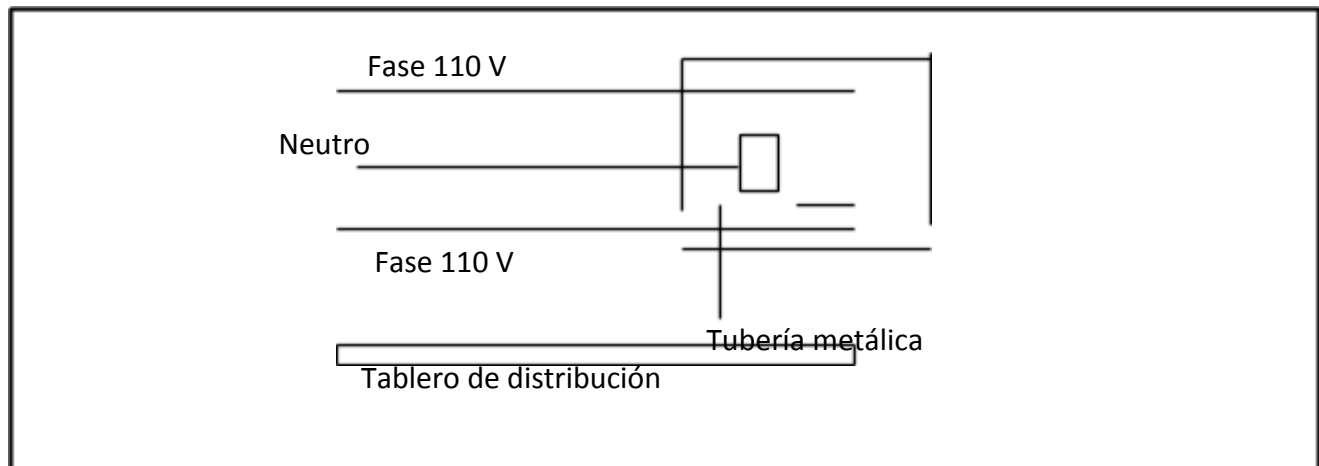


Tipo navaja: tienen capacidad de 100 amperes en adelante.



Además de los dispositivos de protección, deben realizarse conexiones a tierra para proteger a las personas y a la instalación.

**Tierra del sistema:** Se refiere a la práctica de conectar uno de los alambres conductores de corriente (neutro) a una tubería metálica o a un electrodo o tubo revestido de cobre clavado en tierra.



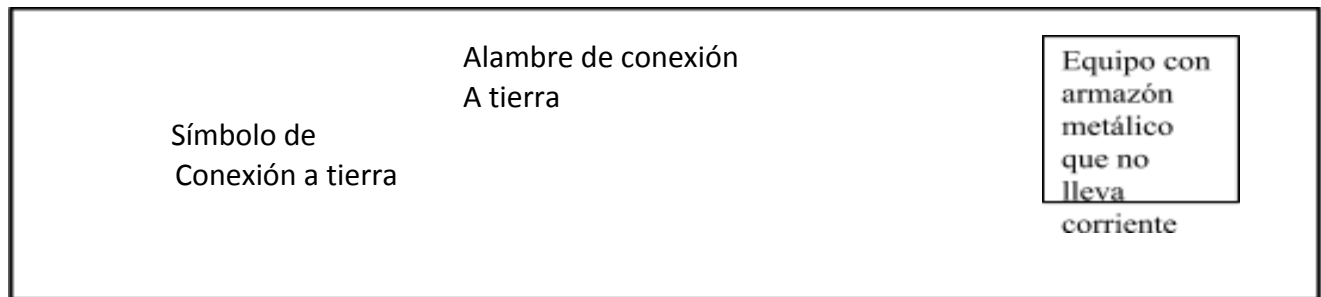
En las instalaciones residenciales, la tierra del sistema se conecta con un alambre unido a tierra y todos los alambres conectados a él. Nunca deben ser interrumpidos por un apagador, fusible, interruptor automático del circuito, o cualquier otro dispositivo. Para obtener una seguridad máxima, la trayectoria a tierra siempre debe ser continua y tener la menor resistencia que sea posible. Deben estar limpias y bien sujetas.

**Alambre de conexión a tierra:** Este alambre normalmente no lleva corriente, puede ser un alambre desnudo o con aislamiento. Su tarea es suministrar un camino para el flujo de la corriente como medida de seguridad.

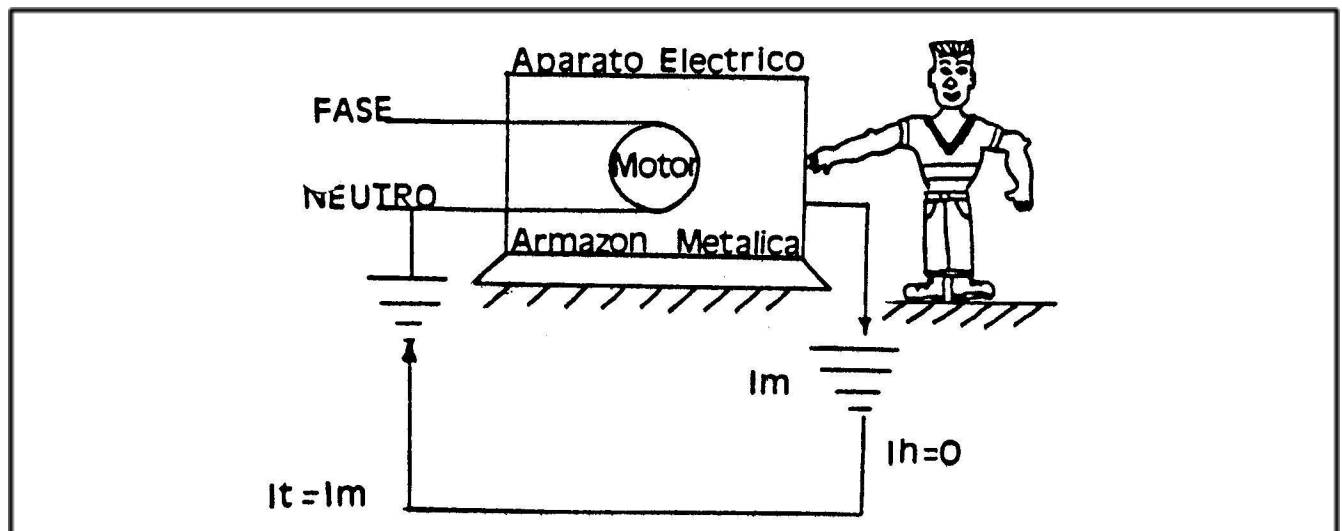
Un alambre a tierra y de baja resistencia incrementa la seguridad de un sistema eléctrico y mejora el rendimiento de los dispositivos de protección. Los fusibles se funden y los interruptores automáticos se activan cuando la resistencia es baja.

Entre más rápido funcionen estos dispositivos de protección, más pronto se corta el flujo de corriente y en consecuencia es menor el riesgo de daños.

**Conexión a tierra del equipo:** Este término se refiere a la conexión de un alambre de las partes metálicas del equipo a algún punto a tierra. Las partes metálicas de los refrigeradores, congeladores, climas, lavadoras, secadoras, etc. Son algunos de los artículos que deben tener conexión a tierra.



En un aparato eléctrico típico, la línea de potencia se conecta a alguna fuente de voltaje externa y en el interior del aparato se conecta a una carga eléctrica que está conectado a tierra del sistema. Para aumentar la seguridad se agrega un alambre de conexión a tierra, asegurando con ello una trayectoria de baja resistencia hacia tierra para que el fusible o interruptor automático del circuito corte el suministro de energía. Si el interruptor o fusible falla, como quiera la conexión a tierra del equipo proporciona una resistencia más baja, por lo que el usuario del equipo no corre riesgo



$R_m$  = Resistencia del motor (alta)

$R_h$  = Resistencia humana (baja)

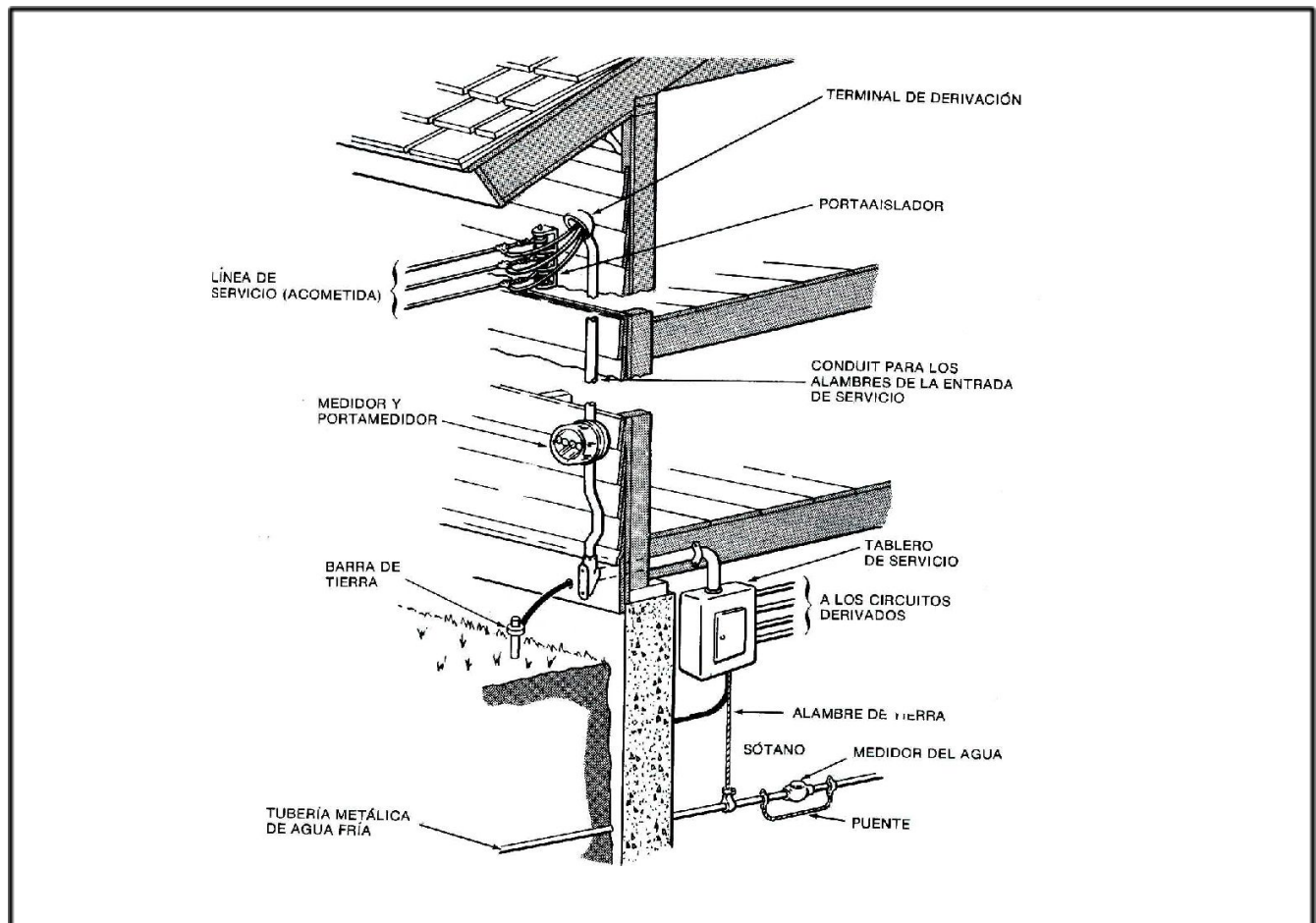
$R_t$  = Resistencia de tierra

Donde  $I_t = I_m + I_h$

## 11. Planos eléctricos

### 11.1. Aspectos generales

Toda instalación eléctrica residencial debe contar con un plano que indique las características principales y sus especificaciones, lo cual requiere de los conocimientos de las normas para las instalaciones eléctricas, de los materiales y equipos, así como del cálculo del material y del gasto o potencia necesaria.

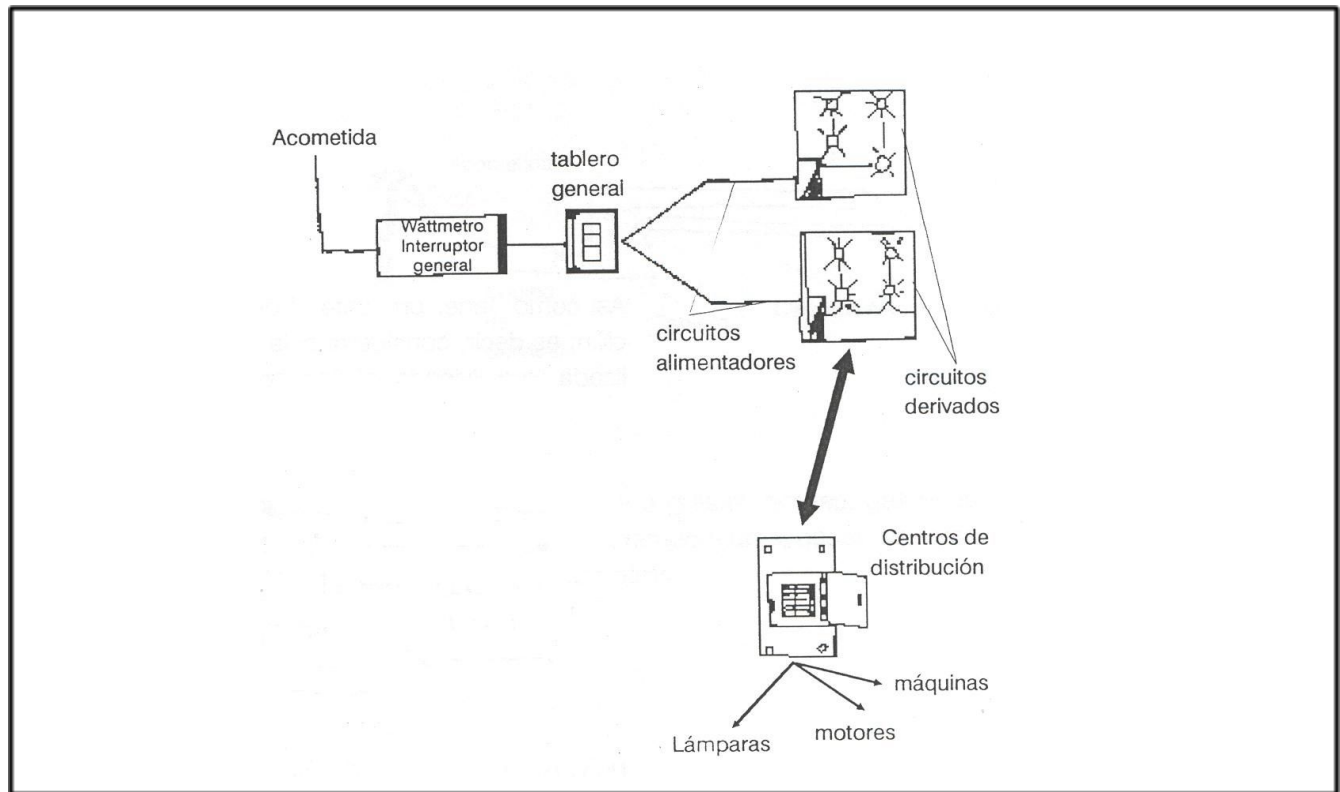


Al planear una instalación eléctrica se debe considerar lo siguiente:

- Tipo de alimentación de la compañía suministradora.
- Tipo de construcción.
- Método de alambrado.
- Equipo de medición y protección.
- Gasto o potencia necesaria en la instalación.

## 11.2. Acometida y sistema de distribución

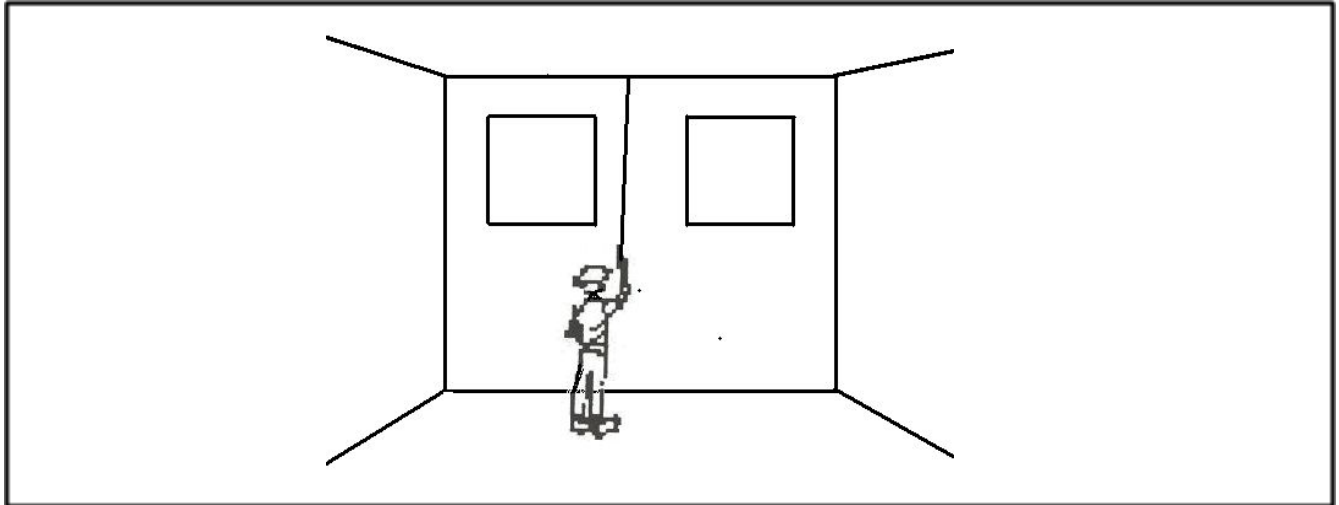
La distribución de la energía en una instalación eléctrica se compone de: circuitos alimentadores, que son el conjunto de conductores y tuberías que parten del equipo de servicio de la CFE hasta los centros de distribución; los centros de distribución también llamados tableros controlan los circuitos derivados; los circuitos derivados son el conjunto de conductores interconectados que se extienden desde los centros de distribución hasta las salidas, donde se le da usos múltiples a la electricidad.



## 11.3. Etapas en la instalación eléctrica

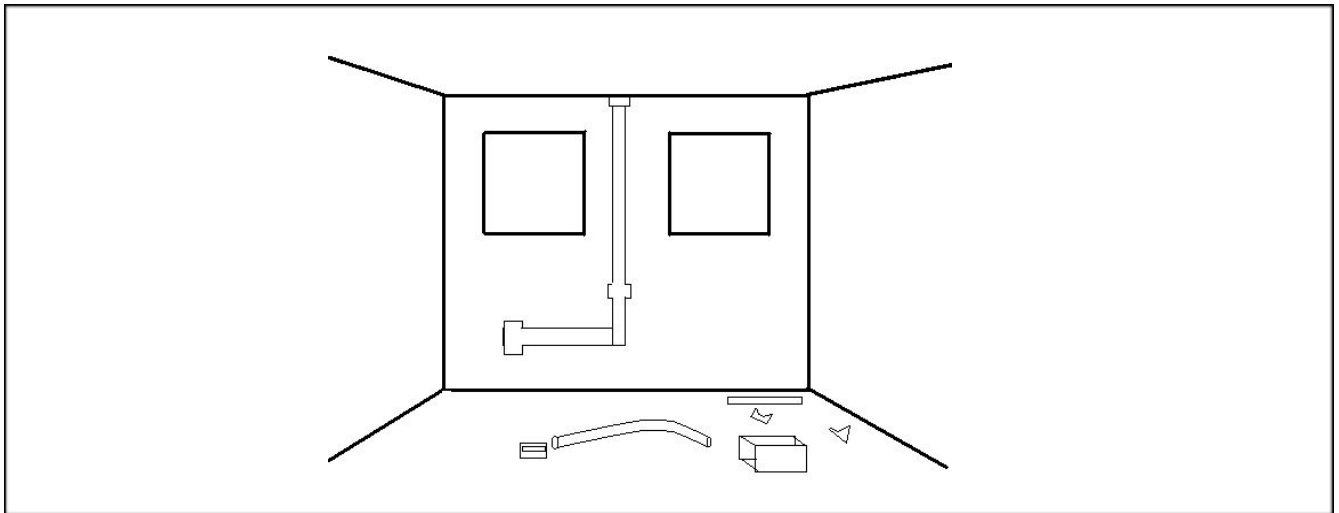
En la práctica el proceso de instalación eléctrica residencial se lleva a cabo en varias etapas, ellas son:

- Trazado del recorrido que tendrá la instalación. Este se efectúa con el fin de hacer marcas sobre la superficie donde se colocará la tubería. Esta etapa incluye ubicar el lugar donde irán las cajas de conexiones y apagadores, por lo que es necesario hacer mediciones sobre muros y pisos.



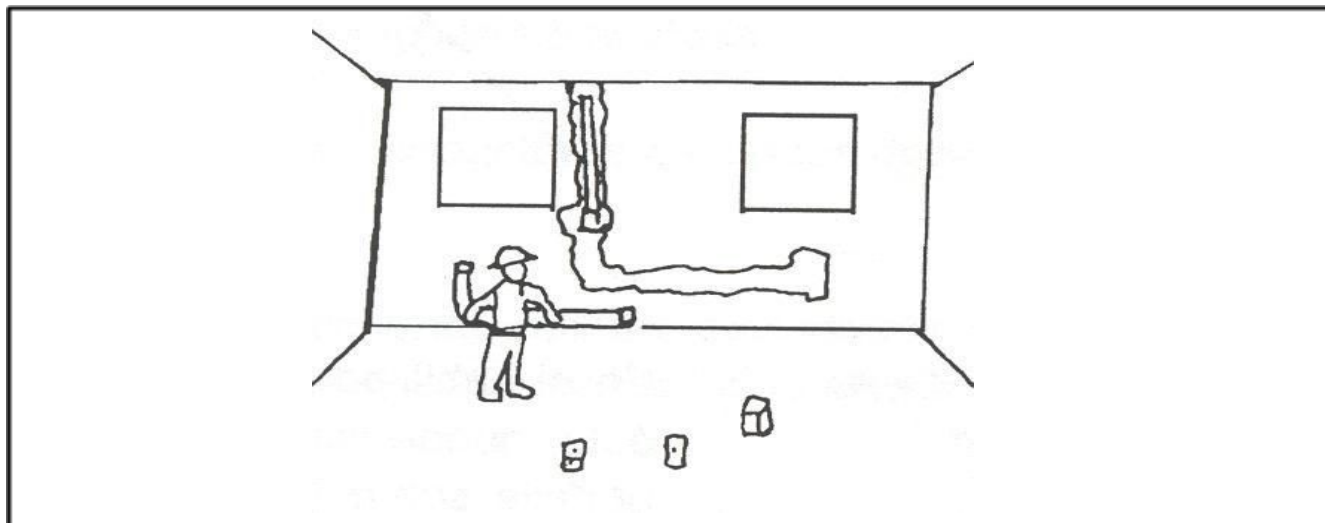
**“Trazado”**

- b) Habilitado de la tubería a instalar. La tubería que se va a instalar se prepara para que esté lista; se mide, corta, dobla, enrosca o lo que sea necesario para que se adapte a las dimensiones y requerimientos especificados en el plano eléctrico. En esta etapa también se hacen ranuras en muros y pisos para introducir la tubería habilitada.



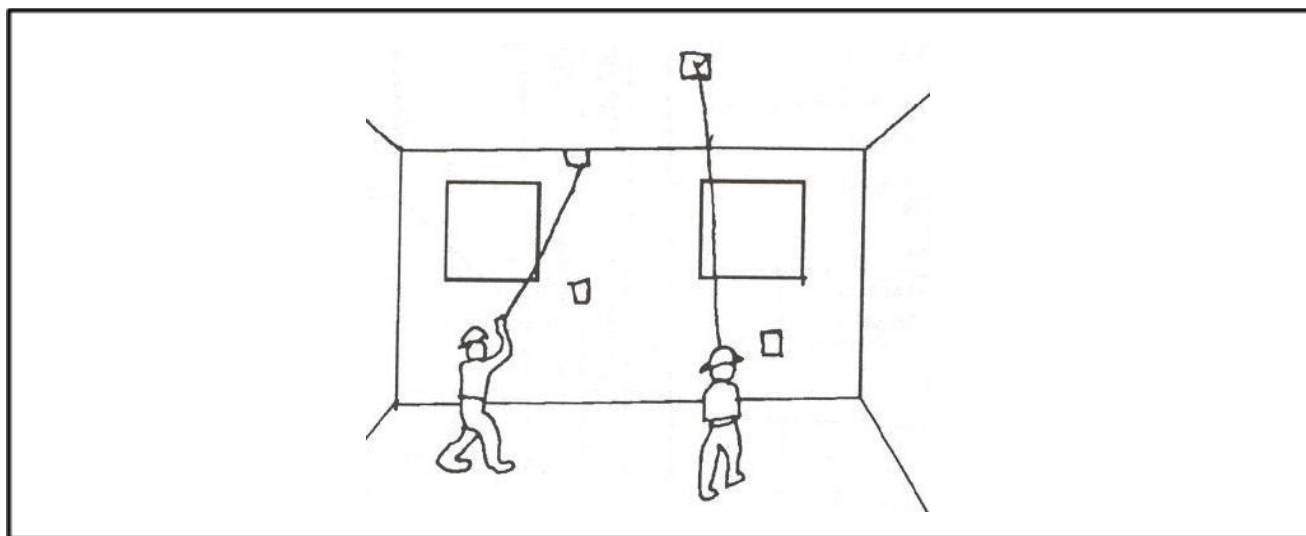
**“Habilitado de la tubería”**

- c) Tendido de la tubería habilitada. Es la acción de colocar la tubería y las cajas de conexiones habilitadas en el lugar destinado, sujetándolas para asegurarlas y protegiéndolas del colado posterior.



**“Tendido de la tubería”**

- d) Cableado de conductores eléctricos dentro de la tubería instalada. En esta etapa se procede a introducir los conductores eléctricos dentro de la tubería instalada.
- e) Etapa se requiere de 2 personas para efectuar el cableado: una para jalar la cinta acerada guía y otra para empujar el conductor eléctrico. El procedimiento es el siguiente:
- Se introduce talco industrial en la boca del tubo para facilitar el paso del conductor.
  - Se tira de la cinta acerada hasta que el conductor salga lo necesario en el otro extremo del tubo o caja.
  - Se coloca un cartón en la boca del tubo para evitar que el aislante del conductor se dañe.



**“Cableado”**

## Conclusión

Como revisamos durante este curso, la electricidad ofrece calidad de vida en las personas, en sus hogares y para ello es necesario instalaciones eléctricas adecuadas, seguras y confiables.

Cada instalación eléctrica debe diseñarse de acuerdo a las necesidades de los usuarios y los equipos electrodomésticos que utilizarán.

Además, al desarrollar las instalaciones eléctricas no debemos olvidar seguir los procedimientos y normas de seguridad y utilizar los equipos de protección personal.

## Bibliografía

Harper, G. E. (2005). *Manual de instalaciones eléctricas residenciales e industriales*. México: LIMUSA Noriega Editores .

Inc, V. V. (1980). *Electricidad básica*. Barcelona: Marcombo Boixareu.

Theodore Baumeister, E. A. (1981). *MARKS Manual del Ingeniero Mecánico*. Estado de México: Mc Graw Hill.

### Reconocimientos:

**Manual elaborado por Ing. Jorge Luís González**  
**Revisado por el Coordinador Académico del plantel I**  
**Verificado por la Dirección Académica**  
**Validado por un participante en aula**