



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# Electricidad Residencial



## Indice

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Fundamentos de electricidad	03
Parámetros eléctricos	07
Ley de Ohms	10
Potencia	13
Circuitos eléctricos	19
Leyes de kirchhoff	26
Soldaduras	36
Conductor Eléctrico	43
Tubería y canalización	49
Normas Sencarmer Tubos y Accesorios	64
Cantidad de cables en una tubería eléctrica	73
Empalmes eléctricos	78
Diagrama unifilar	84
Tableros Eléctricos	106



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# FUNDAMENTOS DE ELECTRICIDAD



## **Fundamentos de electricidad**

Aunque la electricidad posee una influencia decisiva sobre nuestro mundo, los fenómenos eléctricos naturales, como por ejemplo la tormenta eléctrica y el rayo, no han dejado de impresionar a la humanidad.

Estos fenómenos nos recuerdan repetidamente las fuerzas de la naturaleza y los peligros que entraña la electricidad, también permiten comprender la considerable dimensión de los esfuerzos que fueron necesarios para hacerla útil a la humanidad.

Los fenómenos eléctricos pueden producirse artificialmente desde hace tiempo. En la edad antigua los Griegos ya sabían que el ámbar frotado con una gamuza podía atraer materiales ligeros, como por ejemplo pelos, plumas o hilos. La ciencia de aquella época sólo permitía interpretar estos fenómenos como un efecto mágico o divino. También a esta época se remonta un concepto fundamental de electricidad, pues el ámbar se llama en griego electrón.

Más tarde se descubrió la electricidad también por frotamiento en otros materiales. No obstante, su aplicación se limitó a exhibiciones recreativas. Paralelamente se llevaron a cabo investigaciones fundamentales sobre algunos fenómenos, descubriéndose por ejemplo los primeros Generadores de tensión ó de Energía eléctrica.

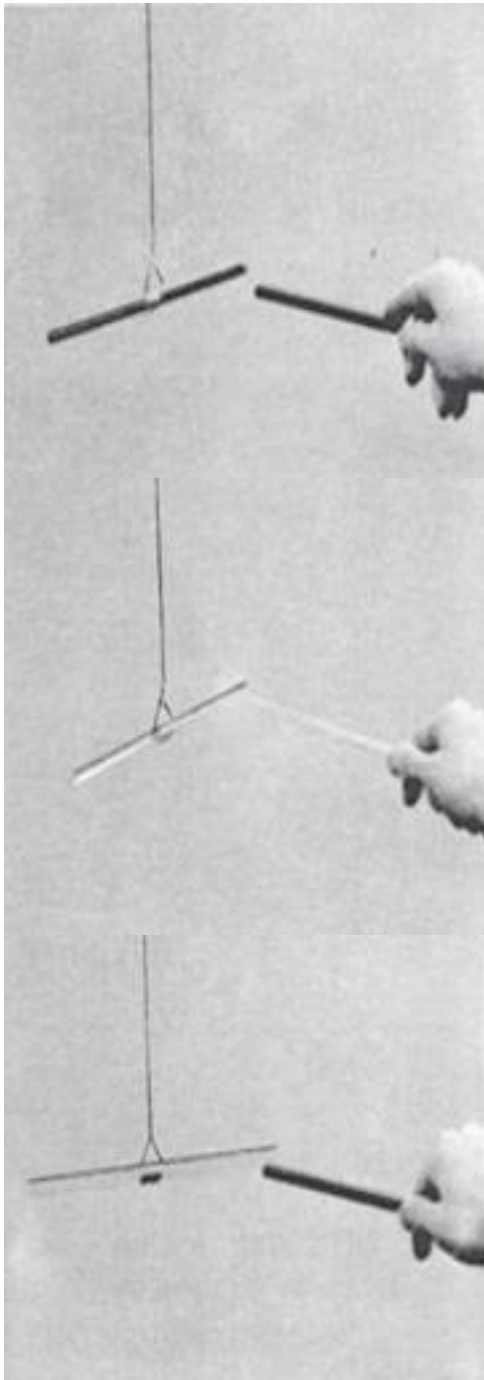
Las investigaciones sobre los fundamentos de la electricidad efectuados durante el siglo XIX tuvieron como resultado la invención de la bujía en 1854 a cargo de Heinrich Goebel, la que también fue inventada en 1879 por Thomas Alva Edison, con éste descubrimiento se da el primer paso para hacer que la electricidad fuera útil al hombre.

La obtención de electricidad con ayuda del magnetismo fue otro invento importante. El primer generador magnético fue inventado en el año 1866 por Werner v. Siemens.

### **CARGA ELÉCTRICA DE LOS MATERIALES.**

Una varilla de plástico frotada con un trapo o una prenda de vestir atrae pequeños objetos que se encuentren en su alrededor, como por ejemplo recortes de papel, en ocasiones también se puede observar una repulsión de estos. Estos dos casos son fenómenos eléctricos. A veces la atracción se presenta simplemente al apretar un objeto contra otro de diferente material. Por ejemplo, las hojas de plástico y el papel se pegan débilmente el uno al otro.

A continuación en la figura No.1 se presenta un experimento sencillo que permite observar las fuerzas de atracción y de repulsión producidas por la electricidad.



**Figura No.1** Atracción y repulsión entre cargas

**Influencia mutua entre dos varillas cargadas.**

Con un trapo de lana se frotran las varillas y a continuación se acercan una a otra.

**Resultado:**

Las varillas de plásticos que está colgada es repelida por la otra.

Con una gamuza de seda se frotran las varillas de cristal y después se aproxima una a la otra.

**Resultado**

La varilla de cristal que está colgada es repelida por la otra.

La varilla de plástico cargada se acerca a la varilla de cristal también cargada.

**Resultado**

La varilla de cristal que está colgada es atraída por la varilla de plástico cargada.

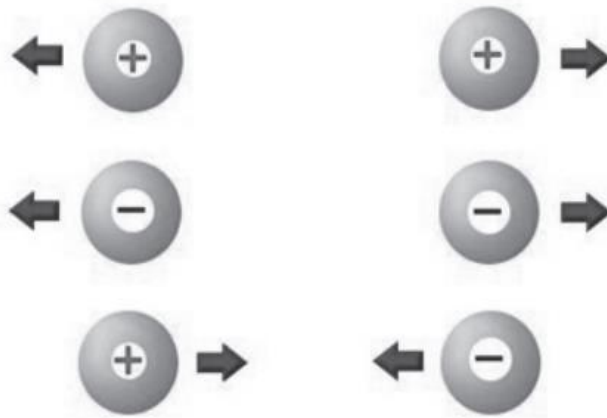
Estos experimentos demuestran que entre los cuerpos cargados eléctricamente actúan fuerzas de atracción y de repulsión.

La repulsión se presenta cuando las cargas de los cuerpos son del mismo signo.

La atracción se presenta cuando las cargas de los cuerpos son de diferente signo.

De estos experimentos podemos deducir la ley de las cargas que establecen lo siguiente:

- ✳ Cargas con signos iguales se repelen.
- ✳ Cargas con signos diferentes se atraen.



**Figura No.2** Ley de carga

Entre objetos eléctricamente neutros, no aparecen ni fuerza de atracción ni de repulsión. Se considera que la carga del electrón es negativa y la del protón positiva, el neutrón es eléctricamente neutro. Además:

- ✳ Los electrones son partículas atómicas de la corteza con carga negativa.
- ✳ Los protones son partículas atómicas del núcleo con carga positiva.
- ✳ Los neutrones son partículas del núcleo eléctricamente neutras.

Estas ideas sobre la estructura atómica de la materia, explican la Fig. 2 Ley de las cargas, donde las cargas con signos iguales se repelen y las cargas con signos diferentes se atraen. Otros experimentos sencillos que demuestran el paso de electrones de un material a otro.

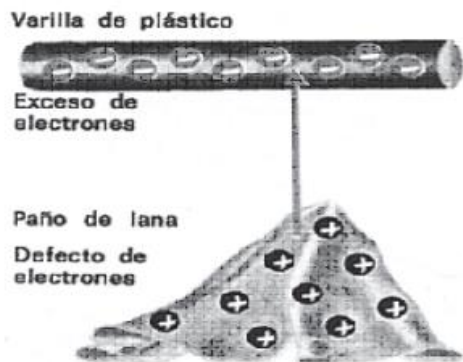


Figura No. 3

Al frotar la varilla de plástico con el paño de lana, hay electrones que pasan del paño a la varilla, que al final posee por lo tanto más electrones que antes y queda cargada negativamente. (Figura No.3).

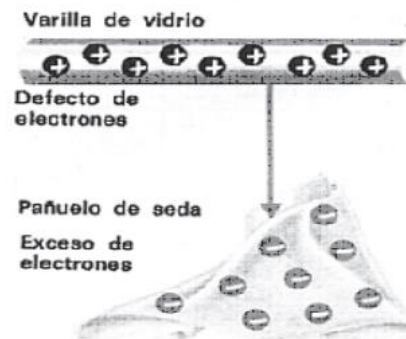


Figura No. 4

Al frotar la varilla de cristal con el pañuelo de seda, hay electrones que se separan de la varilla y pasan al pañuelo, con lo que en la varilla quedarán más cargas positivas que negativas (Figura No. 4).

### EFFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Al hacer uso de la corriente eléctrica es fácil observar los efectos que ésta produce, a continuación se describen los cinco efectos que produce su utilización y aplicaciones.

- ✚ **Efecto Calorífico:** Este efecto es observable en aparatos tales como hornos eléctricos, planchas eléctricas, estufas eléctricas, cautines, etc. Donde se utiliza el efecto calorífico de la corriente eléctrica, que circula por un hilo metálico (Resistencia) y que provoca el calentamiento de éste.
- ✚ **Efecto Luminoso:** Cuando la intensidad de corriente en un hilo metálico es suficientemente grande, aparece junto al efecto calorífico un efecto luminoso. Este fenómeno se utiliza en los bombillos. Los gases también pueden conducir la corriente eléctrica en determinadas condiciones, efecto que es utilizado para la obtención de luz en lámparas fluorescente y lámpara de vapor de sodio.
- ✚ **Efecto Magnético:** Por todo conductor que circula una corriente eléctrica crea a su alrededor un campo magnético. Este efecto se incrementa cuando enrollamos el conductor para obtener bobinas, este fenómeno lo observamos en los transformadores, motores, timbres etc.
- ✚ **Efecto Químico:** Cuando la corriente eléctrica circula por un líquido donde existen sales disueltas (Electrolito) lo descomponen a través del proceso de Electrólisis. De este modo pueden recuperar los elementos que componen las sales que se

encuentran en el líquido, pues se depositan sobre la superficie de los electrodos. Este efecto es utilizado por ejemplo en las baterías.

- ✚ **Efecto Fisiológico:** El efecto fisiológico de la corriente eléctrica se presenta cuando la corriente circula a través del cuerpo humano, provocando convulsiones de la musculatura, quemaduras y hasta la muerte. Sin embargo, aparte de este efecto perjudicial para los seres humanos, la corriente eléctrica puede tener un efecto beneficioso, ejemplo cuando se aplican Electrochoques (Aplicación de pequeñas descargas eléctricas) a personas que sufren de paros cardíacos para su reanimación.

## Ejercicio

Conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo se originó la electricidad?
2. ¿Dónde se producen los fenómenos eléctricos?
3. ¿Mencione los efectos de la corriente eléctrica?

## PARÁMETROS ELÉCTRICOS

### CORRIENTE ELÉCTRICA O INTENSIDAD DE CORRIENTE

Es el movimiento o flujo ordenado de electrones, que fluye a lo largo de un conductor o en un circuito eléctrico por donde se le presente menor resistencia. Se representa con la letra (**I**) y su unidad de medida es el *Amperio* que se representa con la letra **A**.

### VOLTAJE O TENSIÓN

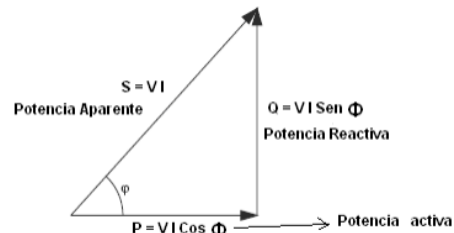
Es la diferencia de potencial eléctrico entre dos puntos de un circuito eléctrico, se representa con la letra (**V**) y su unidad de medida es el *Voltio* que también se representa con la letra **V**.

### RESISTENCIA

Es la oposición que se le presenta al flujo de electrones (**Corriente**) en un circuito eléctrico, se representa con la letra (**R**) y su unidad de medida es el *Ohm* que se representa con la letra griega Omega (**Ω**).

## POTENCIA

Es la capacidad de la corriente eléctrica para realizar un trabajo en un instante de tiempo cualquiera; su unidad de medida es el *Watts (W)*. En los circuitos de corriente alterna se pueden diferenciar tres tipos de potencia: *Potencia activa*, *Potencia reactiva* y *Potencia aparente*. En los circuitos de corriente alterna, se nos presentan generalmente tres tipos de potencia, representados en la figura.



Triángulo de potencia en un circuito de C.A.

## **POTENCIA ACTIVA**

Si se hace circular una corriente directa de valor constante a través de una resistencia (R), la energía eléctrica se transforma en energía térmica. De acuerdo con la ley de Joule, la energía calorífica es igual a la potencia “P” por unidad de tiempo “t”.

A esta potencia “P”, que interviene en el proceso de conversión de energía eléctrica a otra forma de energía (por ejemplo: calor o trabajo), se le conoce como potencia activa. La potencia activa se representa por el símbolo “P” y su unidad de medida es el Watts “W”.

## **POTENCIA REACTIVA**

En el caso de un circuito con un elemento puramente capacitivo (condensadores) o inductivo (bobinas), la energía no cambia de forma, solo se almacena. En otras palabras la fuente entrega energía al elemento capacitivo o inductivo, el cual la almacena y a su vez la entrega cuando la fuente se desenergiza. Si el circuito está conectado a una fuente de corriente alterna, la energía pasa de la fuente al capacitor o inductor en el primer cuarto de ciclo y regresa a la fuente en el siguiente ciclo.

A esta energía asociada a un capacitor ideal o a un inductor ideal se le conoce con el nombre de reactiva. La potencia Reactiva se simboliza con la letra “Q” y su unidad de medida es el Voltio Amperios Reactivos “VAR”.

## **POTENCIA APARENTE**

Las instalaciones eléctricas son una combinación de elementos resistivos, inductivos y capacitivos, por lo que la potencia aparente es una combinación de una componente activa y otra reactiva. La potencia aparente se simboliza con la letra “S” y su unidad de medida es el Voltio Amperio “VA”.



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad:** Electricidad Residencial  
**Profesor:** Alberto Jaimes B

---

## **FACTOR DE POTENCIA**

En las instalaciones eléctricas normalmente se encuentran dispositivos que transforman la energía en calor o en trabajo junto con elementos inductivos y capacitivos que no desarrollan trabajo. Prácticamente siempre existe un ángulo entre el voltaje y la corriente, que se conoce como ángulo de desfase. Es importante hacer notar que este ángulo está medido en el tiempo y no en el espacio.

El factor de potencia es el cociente de la relación del total de Watts entre el total de Voltio-Amperios. Por lo tanto el factor de potencia depende de la carga conectada al circuito. Se simboliza con las letras FP.

---

**Centro Integral Educativo CIBA**

Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegraleducativociba@gmail.com](mailto:centrointegraleducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# LEY DE OHM

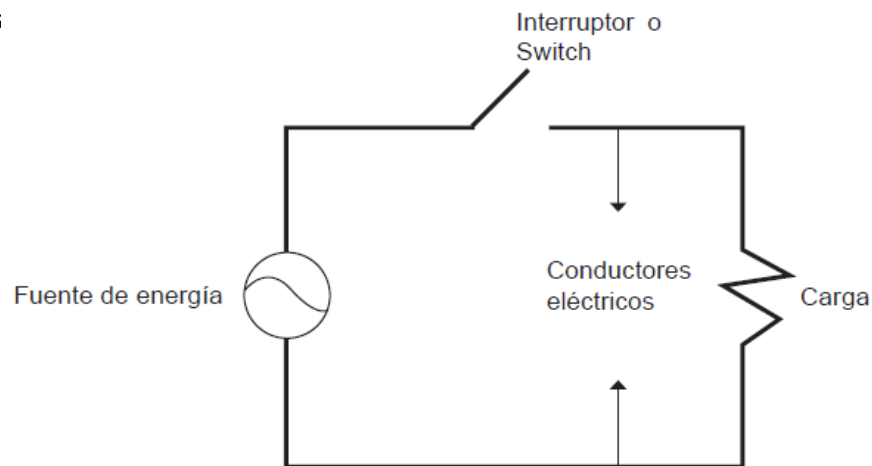
## Ley de Ohm

**EL CIRCUITO ELÉCTRICO.** Es una interconexión de elementos eléctricos unidos entre sí formando una trayectoria cerrada de forma que puede fluir continua una corriente eléctrica.

Todo circuito eléctrico sin importar que tan simple o que complejo sea, requiere de cuatro componentes básicos

- ✓ **Una fuente de energía eléctrica** que impulsa el flujo de electrones (corriente eléctrica) a fluir a través del circuito.
- ✓ **Conductores** que transportan el flujo de electrones a través de todo el circuito.
- ✓ **La carga**, que es el dispositivo o dispositivos a los cuales se suministra la energía eléctrica.
- ✓ **Un dispositivo de control** que permita conectar o desconectar del circuito (switch ó interruptor)

Un diagrama elemental que muestra estos cuatro componentes básicos en un circuito se presenta a continu:



En 1825 el científico Alemán, George Simón Ohm, realizó experimentos que condujeron al establecimiento de una de las más importantes leyes de la electricidad y circuitos eléctricos.

La ley de Ohm establece que para una corriente constante en un circuito, la intensidad es directamente proporcional a la fuerza electromotriz (FEM) aplicada al circuito e inversamente proporcional a la resistencia.

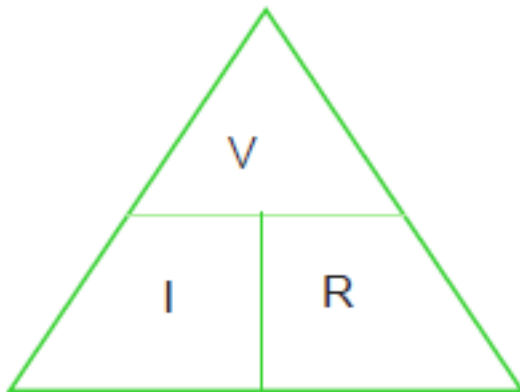
Las tres maneras de expresar la ley de Ohm son las siguientes:

$$\text{Voltaje} = \text{Corriente} * \text{Resistencia} \longrightarrow V = I * R$$

$$\text{Corriente} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Resistencia}} \longrightarrow I = V / R$$

$$\text{Resistencia} = \frac{\text{Voltaje}}{\text{Corriente}} \longrightarrow R = V / I$$

Dado que la Ley de Ohm presenta los conceptos básicos de la electricidad, es importante practicar su uso, por esta razón se puede usar una gráfica para ilustrar esta ley, simplificando notablemente su asimilación.



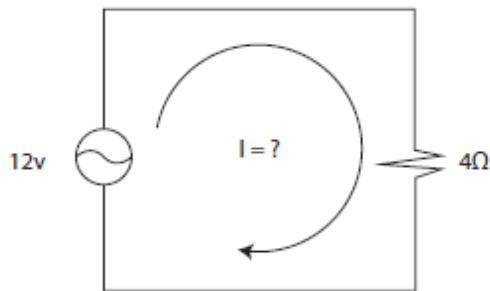
**V = Voltaje**

**I = Corriente**

**R = Resistencia**

### Ejemplo No. 1

Si se aplica al circuito de la figura, una diferencia de potencial de 12 voltios siendo el valor de la resistencia de 4 ohmios. ¿Cuál será el valor de la intensidad de la corriente que circula por él?



**Datos:**

$$V = 12 \text{ V}$$

$$I = ?$$

$$R = 4 \Omega$$

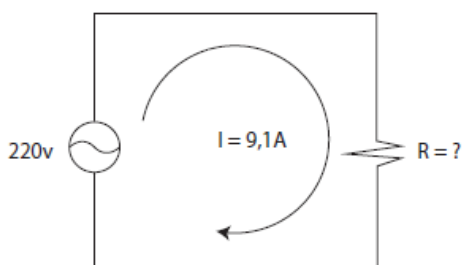
Según la ley de Ohm la intensidad de corriente es:  $I = V / R$

$$I = 12V / 4 \Omega$$

$$I = 3A$$

### Ejemplo No. 2

Cuál es el valor de la resistencia por la que circula una corriente de 9.1 Amperios A la cual se le aplicará una tensión de 220 Volteos?



**Datos:**

$$V = 220 \text{ V}$$

$$I = 9.1A$$

$$R = ?$$

Según la ley de Ohm la intensidad de corriente es:  $R = V / I$

$$R = 220V / 9.1 A$$

$$R = 24.18 \Omega$$

Relaciones entre unidades de medidas.

- ✓ Voltios sobre Ohmios, da como resultado Amperios.  $A = V / \Omega$
- ✓ Voltios sobre Amperios, da como resultado Ohmios.  $\Omega = V / A$
- ✓ Amperios por Ohmios, da como resultado Voltio.  $V = A * \Omega$

### Fórmulas para el cálculo de potencias.

✚ **La Potencia Activa** es el producto del voltaje por la intensidad de corriente, se representa por el símbolo “P” y su unidad de medida es el Watts “W” su fórmula es:

$P = V * I \rightarrow W$  Esta ecuación o formula se utiliza solamente para cargas Resistivas

$P = V * I * \cos \theta \rightarrow W$  Esta ecuación o formula se utiliza solamente para cargas Inductivas ó Capacitivas.

**Dónde:**

P = potencia activa

V = voltaje.

I = corriente ó intensidad.

Cos = función trigonométrica (coseno).

$\theta$  = ángulo (letra Griega que se denomina teta)

✚ **La Potencia Reactiva** se simboliza con la letra “Q” y su unidad de medida es el Voltio Amperio Reactivo “VAR” su fórmula es:

$Q = V * I * \text{Sen } \theta \rightarrow \text{VAR}$

**Dónde:**

Q = potencia reactiva

V = voltaje.

I = corriente ó intensidad.

Sen = función trigonométrica (seno).

$\theta$  = ángulo (letra Griega que se denomina teta)

✚ **La Potencia Aparente** se simboliza con la letra “S” y su unidad de medida es el Voltio Amperio “VA” se fórmula es:

$$S = V * I \rightarrow VA$$

**Donde:**

S = potencia activa

V = voltaje.

I = corriente ó intensidad.

El Factor de Potencia se simboliza con las letras **FP** y su fórmula es:

$$FP = \text{Cos}\theta$$

**Donde:**

**Fp** = factor de potencia

**Cos** = función trigonométrica (coseno)

$\theta$  = ángulo de desfase (teta)

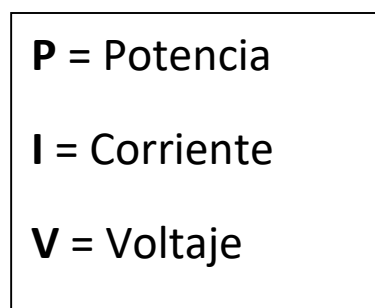
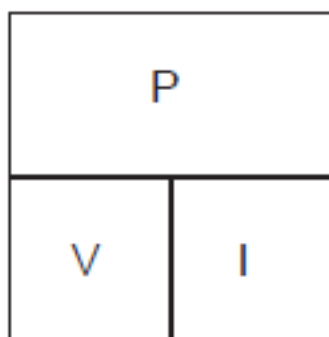
Es común que algunos dispositivos como lámparas, calentadores, secadoras, etc., expresen su potencia en Watt, como son elementos resistivos se utiliza la fórmula de potencia activa.

$$P = V * I \rightarrow W$$

$$I = P / V \rightarrow A$$

$$V = P / I \rightarrow V$$

La forma gráfica de estas expresiones es la siguiente.

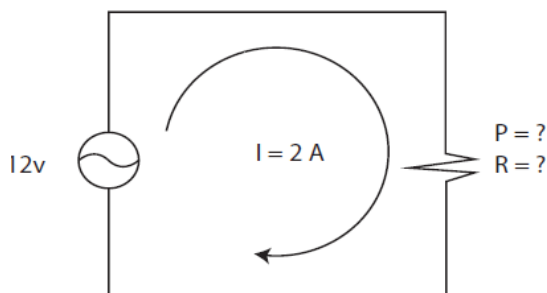


De la fórmula elemental de la ley de Ohm podemos encontrar otras dos formas para calcular **Potencia Activa** en circuitos monofásicos.

- 1- sustituyendo  $V = I * R$  en la fórmula  $P = I * V$  tenemos  $P = I(I * R) \rightarrow P = I^2 * R$ .
- 2- Sustituyendo  $I = V / R$  en la fórmula  $P = I * V$  tenemos  $P = (V / R) V \rightarrow P = V^2 / R$ .

### Ejemplo

En el siguiente circuito existe una caída de potencial de 12 V a través de la resistencia, si la corriente que circula es de 2 A. ¿Cuánta potencia estará suministrando la batería y cuál es la carga?



### Datos:

$$V = 12 \text{ V}$$

$$I = 2 \text{ A}$$

$$P = V * I \rightarrow P = 12 \text{ V} * 2 \text{ A}$$

$$P = 24 \text{ W}$$

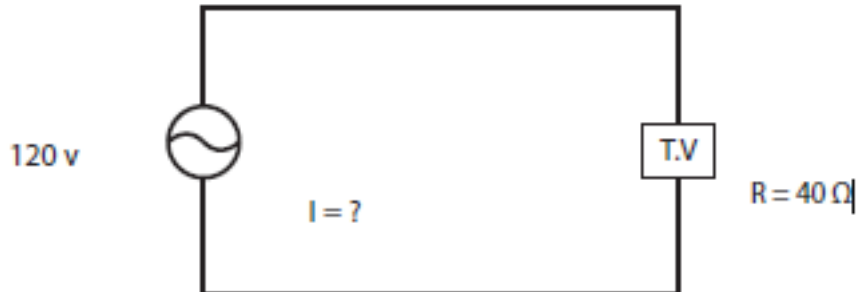
$$R = V / I \rightarrow R = 12 \text{ V} / 2 \text{ A}$$

$$R = 6 \Omega$$

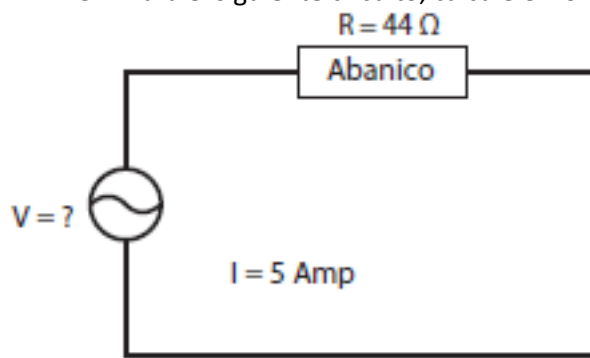
Resuelva los siguientes Ejercicios:

1. Se tiene una fuente de alimentación de 120V Ac, a la que se desea conectar una plancha cuya resistencia es de  $80 \Omega$ , se desea calcular la corriente consumida por la plancha y su potencia generada. (diagrame el circuito)
2. Se desea conectar un equipo de sonido cuya potencia es de 90W, teniendo un consumo de corriente de 0.41A, indique de cuanto es la fuente de tensión que requiere el equipo. (Diagrame el circuito).
3. Se tiene una fuente de tensión de 220V Ac, a la que se desea colocar una plancha de  $90 \Omega$ , indique cual es la corriente consumida en el circuito y la potencia Generada .

4. Se tiene la siguiente carga conectada, calcular la corriente (I) que consume.



5. Para el siguiente circuito, calcule el voltaje (V) de la fuente.





**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# CIRCUITOS ELECTRICOS



Existen diferentes tipos de circuitos eléctricos lo cual depende de la forma en que estén conectadas las cargas, circuito serie, circuito paralelo, circuito mixto.

Antes de estudiar la configuración y cálculos de dichos circuitos, analizaremos lo que es la caída de potencial y la polarización para comprender mejor como funciona un circuito eléctrico.

### **CAIDA DE POTENCIAL Y POLARIDAD**

El voltaje que aparece en la resistencia debido a que a través de ella circula una corriente eléctrica, es denominada caída de potencial. Las tensiones y corrientes tienen polaridad y magnitud.

En un circuito en serie solo hay una corriente y su polaridad es de la terminal negativa de la batería pasando a través del circuito, a la terminal positiva del circuito. Las caídas de tensiones en las cargas también tienen polaridad. La manera más sencilla para encontrar estas propiedades, es tomar como base la dirección de la corriente de electrones.

Cuando la corriente de electrones entra a la carga, la tensión es negativa, y cuando sale, la tensión es positiva. Esto ocurre independientemente de cuantas cargas existan en el circuito o cual sea su tipo.

La caída en la carga es opuesta a la de la fuente. Las caídas de tensión se oponen a la tensión y la reducen las otras cargas. Esto se debe a que cada carga consume energía, dejando menos energía para las demás cargas.

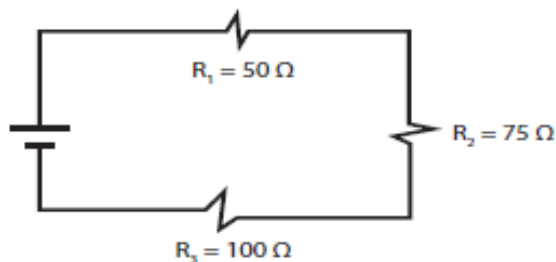
### Circuito en Serie

Características del Circuito Serie:

- ✦ Un circuito serie tiene solo una trayectoria para la corriente.
- ✦ Si se interrumpe un circuito en serie, este se abre y no hay flujo de corriente.
- ✦ Las cargas en serie se conectan de tal manera que la corriente total pasa por cada una de ellas.
- ✦ La resistencia total del circuito para cargas en serie, es la suma de las resistencias individuales.  $R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$

#### Ejemplo No. 1

Un circuito serie tiene un resistor de  $50\Omega$ , otro de  $75\Omega$  y otro de  $100\Omega$ , como se muestra en la figura. Encuentre la resistencia total del circuito.



**Datos**

- $R_1 = 50\Omega$
- $R_2 = 75\Omega$
- $R_3 = 100\Omega$

**Fórmula**

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

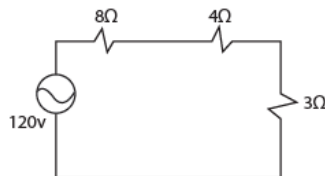
**Solución**

$$R_T = 50\Omega + 75\Omega + 100\Omega$$

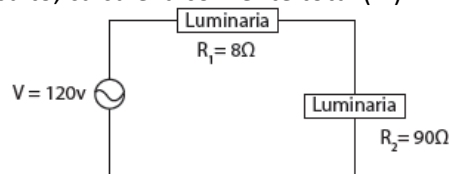
$$R_T = 225\Omega$$

#### Resuelva.

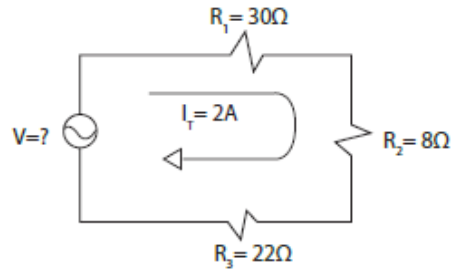
1. Para el siguiente circuito, calcule la resistencia total ( $R_T$ ).



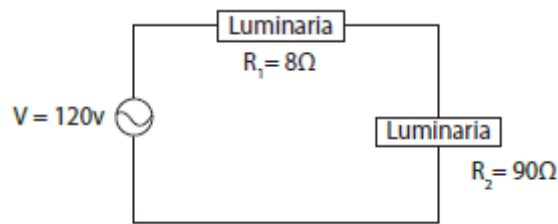
2. En el siguiente circuito, calcule la corriente total ( $I_T$ )



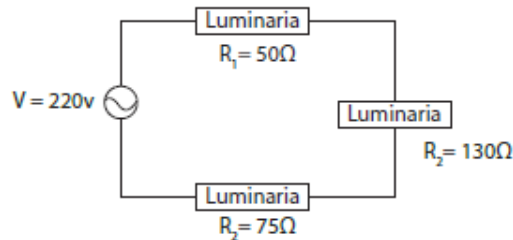
3. Para el siguiente circuito, encuentre el voltaje total (VT).



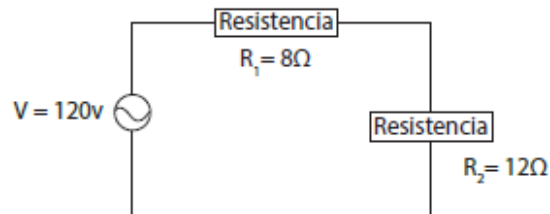
4. Calcule la resistencia total (RT)



5. Calcule la corriente total (IT) y resistencia total (RT) para el siguiente circuito.



6. Para el siguiente circuito, calcule la resistencia total (RT) y la potencia total (PT).



## CIRCUITO PARALELO

Características del Circuito Paralelo:

- ✱ En circuito paralelo el voltaje es el mismo para todo el circuito.
- ✱ Si se interrumpe un circuito en paralelo siempre hay flujo de corriente.
- ✱ La carga total del circuito en paralelo se puede calcular por el método de los recíprocos. En un circuito paralelo dos o más componentes están conectadas entre las terminales de la misma fuente de voltaje. Las resistencias están en paralelo entre sí y a una misma fuente de tensión, cada camino paralelo es entonces una rama con su propia corriente. Si existen más de dos resistencias conectadas en paralelo, la resistencia total en un circuito se calcula utilizando el método de los recíprocos:

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

La resistencia (R) total o equivalente de dos resistencias conectadas en paralelo, es el producto de los valores dividido por su suma.

$$R_T = \frac{(R_1 \times R_2)}{(R_1 + R_2)}$$

**Resuelva los siguientes ejercicios:**

1. Un cliente nos llama para realizar una instalación de un circuito en paralelo de dos artefactos con los siguiente datos técnicos:
  - a. Una licuadora con una resistencia interna de  $80\Omega$ .
  - b. Una tostadora con una resistencia interna de  $100\Omega$ .
  - c. Conectado a una fuente de tensión de  $110V$ .

Calcule la resistencia total del circuito, y realice su diagrama unifilar.

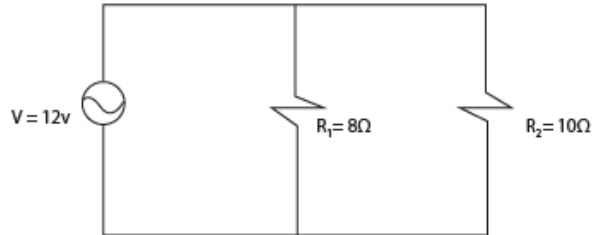
2. Nos suministran los siguientes artefactos y accesorios eléctricos para realizar su instalación en un circuito eléctrico en paralelo:
  - a. Un televisor con una resistencia de  $90\Omega$ .
  - b. Un equipo de sonido con una resistencia interna de  $60\Omega$ .
  - c. Dos Lámparas de  $180\Omega$  de  $110V$ .

Calcule la resistencia total de circuito y realice el diagrama del circuito.

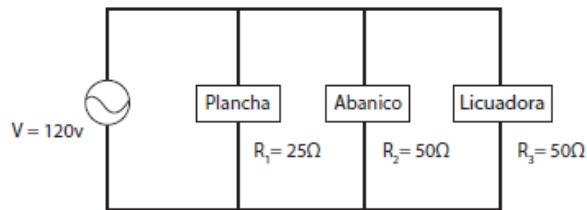
3. Tenemos interconectado 4 equipos electrodomésticos donde la resistencia total del circuito es de  $80\Omega$ , y sabemos que el calentador de agua tiene una resistencia de  $320\Omega$ , la tostadora

posee una resistencia de  $160\Omega$  y un aire acondicionado de  $110V$  con una resistencia de  $320\Omega$ . cuál es la resistencia de la lavadora si todos los equipos están conectados en el mismo circuito eléctrico.







4. Para el siguiente circuito cual es la resistencia total:



5. Para el siguiente circuito cual es el Valor de la corriente total



### SIMBOLOGIA ELECTRICA

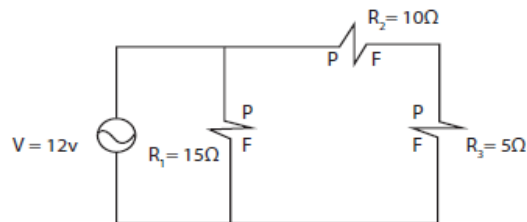
	Electrodoméstico
	Fuente de tensión Alterna
	Fuente de tensión continua
	Resistor, resistencia
	Switch, interruptor, apagador
	Dirección de la corriente

### Circuito Mixto

#### **Características del Circuito Mixto:**

Este tipo de circuito es una combinación de circuito serie y circuito paralelo, por lo tanto para resolver este tipo de circuito se tiene que tomar en cuenta las características de ambas configuraciones (serie - paralelo).

Para el siguiente circuito calcule la resistencia total  $R_T$ .



Para resolver un circuito mixto es necesario realizar lo siguiente:

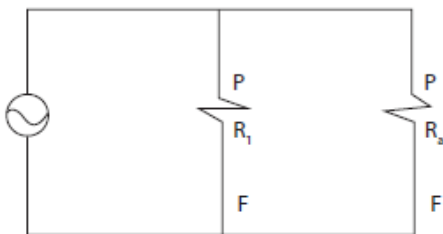
1. Visualizar la posición en que están colocadas las resistencias, en este caso el resistor  $R_2$  y  $R_3$  están unidos fin con principio, por lo tanto se deduce que ambos resistores están en serie, dando como resultado otro resistor  $R_a$ , que no es más que la suma de  $R_2$  y  $R_3$ .
2. Resolver el ejercicio iniciando de la resistencia de mayor índice a la de menor índice ó sea de atrás para delante.

<u>Datos:</u>	<u>Solución</u>
---------------	-----------------

$R_1 = 15\Omega$	<b>Primer paso.</b> Solucionaremos el circuito en serie que se encuentra en $R_2$ y $R_3$ y llamaremos esa resistencia $R_a$
$R_2 = 10\Omega$	
$R_3 = 5\Omega$	
$V_T = 12\text{ V}$	$R_a = R_2 + R_3 \Rightarrow R_a = 10\Omega + 5\Omega$
$I_T = ?$	

$$R_a = 15\Omega$$

Quedando el circuito de la siguiente manera, donde  $R_1$  y  $R_a$  están en paralelo, porque están colocados principio con principio y fin con fin.



**Segundo paso.** Solucionaremos el circuito paralelo. Como solo tenemos dos resistencias realizaremos la siguiente fórmula:

$$R_a = (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2) \Rightarrow R_a = (15\Omega \times 15\Omega) / (15\Omega + 15\Omega)$$

$$R_a = 7,5\Omega$$



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# LEYES DE KIRCHHOFF

*(Ley de corriente y tensión)*

Algunos puntos importantes de las leyes de Kirchhoff que se van a tratar es que mediante la ley de corriente de Kirchhoff se introduce al análisis nodal (nodos) en el cual se encuentran los voltajes y la ley de tensión de Kirchhoff se introduce al análisis por mallas(lazos) en el cual se encuentra las corrientes de las mallas.

¿Qué son las leyes de Kirchhoff?

En el análisis de circuitos eléctricos no suele ser suficiente con emplear la ley de Ohm, para ello se acude a las *leyes de Kirchhoff* que complementan el análisis de circuitos como una herramienta eficaz para analizar y resolver una gran variedad de circuitos eléctricos. Las leyes de Kirchhoff se llaman así en honor al físico alemán Gustav Robert Kirchhoff quien introdujo la **ley de corriente** (*primera ley de Kirchhoff*) y **ley de tensión** (*segunda ley de Kirchhoff*).

### **Primera ley: Ley de corriente de Kirchhoff**

La ley de corriente de Kirchhoff o primera ley está basada en la ley de la conservación de la carga, lo cual implica que la suma algebraica de las cargas dentro de un sistema no puede cambiar.

“Estableciendo en la ley de corriente de Kirchhoff (o LCK por sus siglas) que, la suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es cero.”

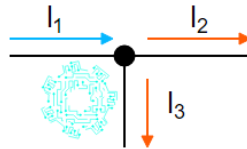
Esto se puede expresar matemáticamente como,

$$\sum_{n=1}^N i_n = 0$$

Donde:

- N = Número de ramas conectadas al nodo.
- $i_n$  = n-ésima corriente que entra o sale del nodo.

De acuerdo a la ley de corriente de Kirchhoff (LCK), se pueden considerar positivas o negativas las corrientes que entran a un nodo, siempre y cuando las corrientes que salen de ese nodo se tomen con el signo opuesto a las corrientes que entran al mismo nodo.



Aclarando la polaridad que deben de tener las corrientes se puede observar en la Figura que  $I_1$  entra al nodo mientras que  $I_2$  e  $I_3$  sale del nodo.

**Nota:** En las siguientes ecuaciones el color azul representa las corrientes que entran al nodo, mientras que el color rojo representa las corrientes que salen del nodo.

Optando por, corrientes que entran al nodo tienen polaridad positiva, la suma algebraica de corrientes en el nodo es:

$$I_1 + (-I_2) + (-I_3) = 0$$

Optando por, corrientes que entran al nodo tienen polaridad negativa, la suma algebraica de corrientes en el nodo es:

$$(-I_1) + I_2 + I_3 = 0$$

Para comprobar la ley de corriente de Kirchhoff (LCK), supóngase que un conjunto de corrientes, fluye en un nodo.

La suma algebraica de las corrientes en el nodo es

$$I_t(t) = I_1(t) + I_2(t) + I_3(t) + \dots$$

La integración de ambos miembros de la ecuación anterior produce:

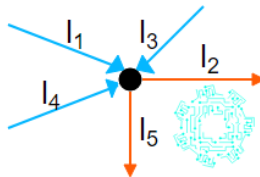
Donde,

$$q_k(t) = \int I_k(t) dt$$

$$q_T(t) = \int i_T(t) dt$$

Sin embargo, la ley de conservación de la carga eléctrica requiere que no cambie la suma algebraica de las cargas eléctricas en el nodo; esto es, que el nodo no almacene ninguna carga neta. Así,  $q_T(t)=0 \rightarrow i_T(t)=0$ , lo que confirma la validez de la LCK.

Considerando el nodo de la Figura y aplicando la ley de corrientes de Kirchhoff obtenemos la suma algebraica de corrientes en el nodo:



Nota: En las siguientes ecuaciones el color azul representa las corrientes que entran al nodo, mientras que el color rojo representa las corrientes que salen del nodo.

Cuando las corrientes que entran al nodo se consideran con polaridad positiva y las corrientes que salen del nodo se consideran con polaridad negativa:

$$I_1 + (-I_2) + I_3 + I_4 + (-I_5) = 0$$

Cuando las corrientes que entran al nodo se consideran con polaridad negativa y las corrientes que salen del nodo se consideran con polaridad positiva:

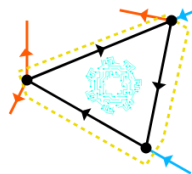
$$(-I_1) + I_2 + (-I_3) + (-I_4) + I_5 = 0$$

Otra forma de expresar la ley de corriente de Kirchhoff se obtiene considerando que la suma de corrientes que entran al nodo es igual a la suma de corrientes que salen del nodo, así;

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$$

Observar que las corrientes  $I_1$ ,  $I_3$  e  $I_4$  entran al nodo y las corrientes  $I_2$  e  $I_5$  salen del nodo.

La ley de corriente de Kirchhoff se puede aplicar también a una frontera cerrada, la cual puede considerarse como un caso generalizado de la LCK debido a que un nodo se puede tomar como una superficie cerrada contraída en un punto. Un ejemplo de una frontera cerrada se muestra en la Figura en donde la corriente total que entra a la trayectoria cerrada es igual a la corriente total que sale de esa trayectoria.

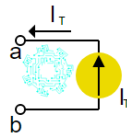
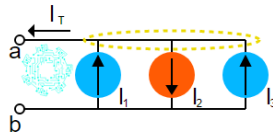


La combinación de fuentes de corriente en paralelo resulta ser una aplicación simple de la ley de corriente de Kirchhoff, en donde la suma algebraica de corrientes es obtenida de las corrientes suministradas por cada fuente. Un ejemplo de combinación de fuentes de corriente en paralelo se muestra en la Figura, las cuales pueden combinarse para obtener una sola fuente de corriente

**Centro Integral Educativo CIBA**

Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegrateducativociba@gmail.com](mailto:centrointegrateducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>

equivalente y que es posible determinar su valor al aplicar la ley de corriente de Kirchhoff en el nodo a.



$$I_T + I_2 = I_1 + I_3$$

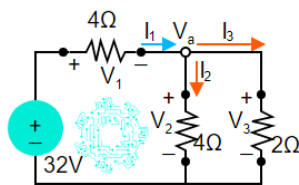
Obteniendo la corriente total como:

$$I_T = I_1 - I_2 + I_3$$

“Un circuito no puede contener dos corrientes diferentes en serie, sólo si esas corrientes tienen el mismo valor. Recordando que la corriente en un circuito en serie es igual y la corriente en paralelo diferente.”

### Ejemplo de la primera ley de corriente de Kirchhoff

En referencia al circuito de la figura, halle las corrientes  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  así como las tensiones  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$ .



### Solución:

Para hallar las corrientes, primero se aplica la *ley de Ohm*:

$$V_1 = 4\Omega \times I_1$$

$$V_2 = 4\Omega \times I_2$$

$$V_3 = 2\Omega \times I_3$$

Por consiguiente se aplica la ley de corriente de Kirchhoff en el nodo  $V_a$ :

$$I_1 = I_2 + I_3$$

A continuación se obtienen las ecuaciones de  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$  con la *ley de ohm*, considerando un diferencial de potencial. Para este caso se emplea el uso de la dirección de las flechas para indicar  $V_x - V_y$ , correspondiente a "*inicio de la flecha*" - "*fin de la flecha*".

$$I_1 = (32V - V_a) / 4 \Omega$$

$$I_2 = (V_a - V_{GND}) / 4\Omega$$

$$I_3 = (V_a - V_{GND}) / 2\Omega$$

Las ecuaciones se pueden simplificar más ya que  $V_{GND} = 0$ .

$$I_1 = (32V - V_a) / 4\Omega$$

$$I_2 = V_a / 4$$

$$I_3 = V_a / 2$$

Ahora debemos sustituir las anteriores ecuaciones en:

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Por lo tanto,

$$((32V - V_a) / 4\Omega) - (V_a / 4\Omega) - (V_a / 2\Omega) = 0$$

Resolviendo la anterior ecuación para obtener  $V_a$ :

$$((32V - V_a) / 4\Omega) = (V_a / 4\Omega) + (V_a / 2\Omega)$$

$$(32V - V_a) / 4\Omega = (3\Omega V_a / 4\Omega^2)$$

$$32 - V_a = (3\Omega * V_a / 4\Omega^2) \times 4\Omega$$

$$32V - V_a = 3 * V_a$$

$$32V = (3 * V_a) + V_a$$

$$32V = 4 * V_a$$

$$V_a = 32V / 4V$$

$$V_a = 8V$$

Una vez que se obtiene la tensión en el nodo  $V_a$ , se prosigue a sustituir este valor en las ecuaciones obtenidas por **ley de Ohm** para conocer los valores de las corrientes que entran y salen del nodo, así:

$$I_1 = (32V - V_a) / 4\Omega = (32V - 8V) / 4\Omega = 6A$$

$$I_2 = V_a / 4\Omega = 8V / 4\Omega = 2 \text{ A}$$

$$I_3 = V_a / 2\Omega = 8V / 2\Omega = 4 \text{ A}$$

De acuerdo a las corrientes obtenidas, se corrobora que la suma de las corrientes que entran o salen del nodo es cero.

$$I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$6A - 2A - 4A = 0$$

Aplicando la ley de Ohm se obtienen los voltajes en las diferentes resistencias.

$$V_1 = 4\Omega * I_1 = 4\Omega * (6A) = 24 \text{ V}$$

$$V_2 = 4\Omega * I_2 = 4\Omega * (2A) = 8V$$

$$V_3 = 2\Omega * I_3 = 2\Omega * (4A) = 8 \text{ V}$$

### Resumen

- ✓ En un circuito en serie la corriente es la misma en cada punto del circuito,  $I_T = I_1 = I_2 = I_3 = I_4 = \dots = I_N$
- ✓
- ✓ En un circuito en paralelo es igual a la suma de las corrientes del circuito.  $I_T = I_1 + I_2 + I_3 + I_4 + \dots + I_N$

### Segunda ley: Ley de voltaje de Kirchhoff

La ley de voltaje de Kirchhoff o segunda ley está basada en el principio de conservación de la energía, lo cual implica que la suma algebraica de la energía producida dentro de un sistema siempre permanece constante.

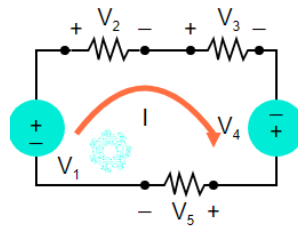
***“Estableciendo en la ley de voltaje de Kirchhoff (o LTK por sus siglas) que, la suma algebraica de las tensiones en una trayectoria cerrada (o malla) es cero.”***

Esto se puede expresar matemáticamente como, Donde:

**M** = Número de tensiones presentes en la malla.

**V<sub>m</sub>** = m-ésima tensión en la malla.

De acuerdo a la ley de voltaje de Kirchhoff (LTK), se pueden considerar positivas o negativas las tensiones presentes en una malla, esto depende de la polaridad que se le asigne a cada tensión y del sentido de la corriente en cada malla, ya sea en sentido de las manecillas del reloj o en sentido contrario.



Aclarando la polaridad que deben de tener las tensiones en la malla acorde a la LTK, se puede observar en la Figura que la corriente fluye en el sentido de las manecillas del reloj.

La polaridad de la tensión se asigna de acuerdo a la primera terminal encontrada al recorrer la malla en el sentido en que fluye la corriente, se comienza con cualquier elemento hasta recorrer todos los elementos de la malla o lazo. En este caso, para el primer elemento  $V_1$  la corriente fluye de la terminal negativa a la positiva, por ello a  $V_1$  le corresponde un signo negativo. Para el elemento con  $V_2$  la corriente fluye de la terminal positiva a la negativa, por ello a  $V_2$  le corresponde un signo positivo, sucede lo mismo con  $V_3$ . Para el cuarto elemento  $V_4$  la corriente fluye de negativo a positivo, por ello le corresponde un signo negativo y finalmente  $V_5$  tendría un signo positivo ya que la corriente fluye de positivo a negativo.

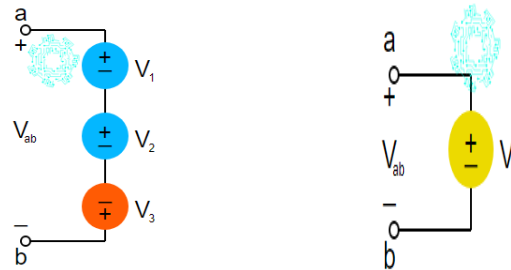
Nota: El las siguientes ecuaciones el color azul representa el voltaje + a -, mientras que el color rojo representa el voltaje - a +.

$$-V_1 + V_2 + V_3 - V_4 + V_5 = 0$$

Cuando la corriente que fluye por la malla se considera en sentido contrario de las manecillas del reloj, la ecuación resultaría:

$$V_1 - V_2 - V_3 + V_4 - V_5 = 0$$

La combinación de fuentes de tensión en serie resulta ser una aplicación simple de la ley de voltaje de Kirchhoff, en donde la suma algebraica de tensiones es obtenida de las tensiones suministradas por cada fuente. Un ejemplo de combinación de fuentes de tensión en serie se muestra en la Figura, las cuales pueden combinarse para obtener una sola fuente de tensión equivalente y que es posible determinar su valor al aplicar la ley de voltaje de Kirchhoff en las terminales ab.



$$-V_{ab} + V_1 + V_2 - V_3 = 0$$

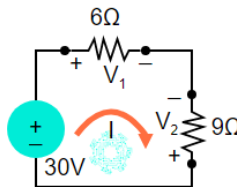
Obteniendo la tensión total como:

$$V_s = V_{ab} = V_1 + V_2 - V_3$$

***“Un circuito no puede contener dos tensiones diferentes en paralelo, sólo si esas tensiones tienen el mismo valor. Recordando que la tensión en un circuito en paralelo es igual y la tensión en serie puede ser diferente.”***

Ejemplo de la segunda ley de voltaje de kirchhoff

En referencia al circuito de la Figura, halle las tensiones V1 y V2.



**Solución:**

Para hallar las tensiones  $V_1$  y  $V_2$ , primero se aplica la ley de Ohm:

$$V_1 = 6\Omega * I$$

$$V_2 = -9\Omega * I$$

Concepto para analizar: El signo se considera debido a la dirección de entrada del flujo de corriente, así que el signo corresponde al signo de entrada de nuestro elemento o componente electrónico.

Por consiguiente se aplica la ley de tensión de Kirchhoff en la malla de acuerdo a la polaridad marcada en las tensiones;

$$-30 + V_1 - V_2 = 0$$

Ahora bien, se sustituyen las ecuaciones obtenidas por ley de Ohm en la ecuación obtenida de la ley de tensión de Kirchhoff, así;

$$-30V + (6\Omega * I) - (-9\Omega * I) = 0$$

$$-30 + (6\Omega * I) + (9\Omega * I) = 0$$

$$-30 + (15\Omega * I) = 0$$

$$15\Omega * I = 30V$$

$$I = 30V * 15\Omega$$

$$I = 2A$$

Una vez que se obtiene la corriente de la malla, se prosigue a sustituir este valor en las ecuaciones obtenidas por ley de Ohm para conocer los valores de las tensiones, así:

$$V_1 = 6\Omega * I = 6\Omega * (2A) = 12V$$

$$V_2 = -9\Omega * I = -9\Omega * (2A) = -18V$$

**Concepto Importante:** El signo negativo nos indica que la consideración es contraria, se planteó de esta manera para saber qué ocurre si planteamos los signos a nuestro criterio e incorrectamente.

De acuerdo a las tensiones obtenidas, se corrobora que la suma de las tensiones en la malla es cero.

$$-30V + V_1 - V_2 = 0V$$

$$-30V + 12V - (-18V) = 0V$$

$$-30V + 12V + 18V = 0V$$

### Resumen

- ✓ En un circuito en PARALELO la tensión es la misma en cada punto del circuito,  $V_T = V_1 = V_2 = V_3 = V_4 = \dots = V_N$
- ✓
- ✓ En un circuito en SERIE la tensión es igual a la suma de las tensiones del circuito.  $V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \dots + V_N$



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad:** Electricidad Residencial  
**Profesor:** Alberto Jaimes B

---

# SOLDADURA

La primera acepción del término soldadura que se menciona en el diccionario de la *Real Academia Española (RAE)* refiere al proceso y el resultado de soldar: establecer una unión sólida entre dos cosas con un material que resulte similar o el mismo que el de ellas. En un sentido más amplio, soldar consiste en enmendar, unir o reparar algo.

Una soldadura, por lo tanto, implica la unión de dos elementos: lo habitual es que se realice a través de la **fusión**. Es frecuente que se añada un **plástico** o un **metal** que, cuando se funde, termina uniendo ambas piezas. Este material que se agrega hace que la unión quede fija al enfriarse.

Para lograr la fusión y realizar la soldadura, es posible apelar a un láser, al ultrasonido, a una llama generada con gas, al arco eléctrico o a un proceso de fricción, por citar algunas de las opciones disponibles.

Es importante destacar que, por las características del trabajo, se deben tomar diversos recaudos a la hora de hacer una soldadura. Las personas que se encargan de soldar deben proteger sus ojos y sus manos para evitar quemaduras y daños por la luz ultravioleta. En ocasiones la soldadura también produce humo tóxico, una particularidad que obliga a preservar las vías respiratorias.

La calidad y la durabilidad de la soldadura dependen de diversos factores. Entre ellos podemos mencionar la concentración empleada en la entrada de calor, el tipo de material que se añadió, el diseño otorgado al empalme y el método elegido para realizar la soldadura.

Si bien en el ámbito industrial la soldadura es uno de los procesos más comunes, también se da en entornos particulares y puede llevarse a cabo con elementos muy accesibles a nivel económico. Con respecto al medio en el cual es posible soldar piezas, no existen muchas limitaciones, ya que puede darse en un ambiente cerrado, a la intemperie, bajo el mar o en el espacio exterior.

### Diferentes sistemas

- ✚ **de estado sólido:** una de las características que salta a la vista de este sistema, en contraposición a los más conocidos, es que no requiere derretir ningún material. Entre los métodos que forman parte de este grupo se encuentra la soldadura ultrasónica, que se usa para unir alambres finos u hojas cuya fabricación se lleve a cabo con termoplásticos o metal. Para conseguir que se conecten, se los somete a una vibración en alta frecuencia y a una presión elevada.
- ✚ **por arco:** en este caso, al hablar de este sistema estamos reconociendo varios que se agrupan por usar una fuente de electricidad para conseguir la soldadura. Gracias a la alimentación eléctrica es posible producir un arco voltaico entre el material base

y un electrodo, de modo que los metales se derritan. Existe la posibilidad de utilizar corriente alterna (cuya abreviatura es AC) o continua (CC), así como electrodos de tipo consumible o no consumible, que se hallan bajo un revestimiento.

- ✚ **blanda y fuerte:** son dos procesos individuales que se distinguen de los anteriores por no proveer la unión de los metales base, sino tan sólo del de aportación. Por otro lado, también es importante señalar que fue el primer sistema en ser usado por nuestra especie, y data de la antigua Sumeria. Las temperaturas usadas en ambos casos tienen como punto de partida los 450 °C: la soldadura blanda ocurre por debajo de ella y la fuerte, por encima. Existe también la fuerte a altas temperaturas, un tipo de soldadura que requiere superar los 900 °C.
- ✚ **a gas:** en este grupo destaca la soldadura oxiacetilénica, y se trata de uno de los más antiguos procesos, usado en la actualidad especialmente para la unión de tubos.

### Seguridad

La soldadura sin las precauciones apropiadas puede ser una práctica peligrosa y dañina para la salud. Sin embargo, con el uso de la nueva tecnología y la protección apropiada, los riesgos de lesión o muerte asociados a la soldadura pueden ser prácticamente eliminados. El riesgo de quemaduras o electrocución es significativo debido a que muchos procedimientos comunes de soldadura implican un arco eléctrico o flama abiertos. Para prevenirlas, las personas que sueldan deben utilizar ropa de protección, como calzado homologado, guantes de cuero gruesos y chaquetas protectoras de mangas largas para evitar la exposición a las chispas, el calor y las posibles llamas. Además, la exposición al brillo del área de la soldadura produce una lesión llamada ojo de arco (queratitis) por efecto de la luz ultravioleta que inflama la córnea y puede quemar las retinas. Las gafas protectoras y los cascos y caretas de soldar con filtros de cristal oscuro se usan para prevenir esta exposición, y en años recientes se han comercializado nuevos modelos de cascos en los que el filtro de cristal es transparente y permite ver el área de trabajo cuando no hay radiación UV, pero se auto oscurece en cuanto esta se produce al iniciarse la soldadura. Para proteger a los espectadores, por seguridad, deben utilizarse mamparas o cortinas translúcidas que rodeen el área de soldadura. Estas cortinas, hechas de una película plástica de cloruro de polivinilo, protegen a los trabajadores cercanos de la exposición a la luz UV del arco eléctrico, pero no deben ser usadas para reemplazar el filtro de cristal usado en los cascos y caretas del soldador.<sup>38</sup>

A menudo, los soldadores también se exponen a gases peligrosos y a partículas finas suspendidas en el aire. Los procesos como la soldadura por arco de núcleo fundente y la soldadura por arco metálico blindado producen humo que contiene partículas de varios tipos de óxidos, que en algunos casos pueden producir cuadros médicos como el llamado fiebre del vapor metálico. El tamaño de las partículas en cuestión influye en la toxicidad de los vapores, pues las partículas más pequeñas presentan un peligro mayor. Además, muchos procesos producen vapores y varios gases,



comúnmente dióxido de carbono, ozono y metales pesados, que pueden ser peligrosos sin la ventilación y la protección apropiados. Para este tipo de trabajos, se suele llevar mascarilla para partículas de clasificación FFP3, o bien mascarilla para soldadura. Debido al uso de gases comprimidos y llamas, en muchos procesos de soldadura se plantea un riesgo de explosión y fuego. Algunas precauciones comunes incluyen la limitación de la cantidad de oxígeno en el aire y mantener los materiales combustibles lejos del lugar de trabajo.

## **Cautín**

El cautín es una herramienta eléctrica utilizada para la soldadura de metales o materiales termoplásticos. Este instrumento es muy fácil de utilizar, está compuesto por un conjunto de elementos metálicos, que al calentarse son capaces de derretir materiales como estaño, oro, hierro, entre otros.

Recordemos que se entiende por soldadura, el proceso mediante el cual se unen dos materiales por medio de la coalescencia o fusión. Se trata de un proceso de fabricación que consiste en la unión de dos materiales, que pueden ser metales o termoplásticos, al ser derretidos, pueden unirse entre sí.

El cautín o también llamado soldador eléctrico o de lápiz, es un aparato que se utiliza para soldar materiales en circuitos eléctricos, electrónicos y/o cables. Por lo general, es una herramienta de trabajo indispensable.

Esta herramienta es muy sencilla de usar, podemos encontrar una gran variedad de marcas y modelos, sin embargo, un elemento diferenciador de cada uno es la potencia de operación del calefactor, la cual es proporcional al calor generado.

Los cautines son herramientas que convierten la energía eléctrica en calor, todo esto ocurre porque estos equipos eléctricos pasan la corriente por una resistencia, originando que la punta se caliente y se obtenga la temperatura indicada, cumpliendo la primera ley de la termodinámica; La energía ni se crea ni se destruye solo se transforma. Su estructura de funcionamiento se deriva de compuestos por alambre de níquel o cromo de alta resistencia, que se encuentran enrollados en un núcleo de cobre.

Los cautines transmiten el calor a través de su punta fabricada de acero inoxidable, la cual traslada la temperatura a los puntos de unión y a la soldadura blanda, estos procesos de conducción se realizan a unos 300°C, y es considerada como soldadura blanda y/o fuerte.

## **¿Para qué sirve un cautín?**



El cautín es un equipo eléctrico que sirve para soldar o unir metales. Esta herramienta también es usada como pirógrafo, es decir un procedimiento que consiste en quemar un soporte de materiales como papel, cartón, madera con la finalidad de marcar un dibujo sobre la superficie.

Los cautines están diseñados por una serie de piezas que conforman un circuito eléctrico, todos estos elementos generan calor, lo que sirve también para derretir algunos metales blandos.

Por lo general, los cautines que se utilizan en procesos electrónicos son de potencias reducidas, podemos conseguirlos entre 25W, 40W, 60W o de mayor temperatura..

Éstos se alimentan de un red pública de 120 ó 220 VCA, debido a esta potencia, los metales que se deben utilizar en estos trabajos deben ser delicados, por ejemplo, en estos casos el cautín se emplea para hacer montajes o reparaciones.

### **Usos del Cautín**

El cautín o también llamado soldador de lápiz, se usa para soldar circuitos eléctricos y algunos metales. Esta herramienta es ampliamente utilizada por experimentadores ya que facilita la realización de diversos procesos.

Pero, ¿por qué los cautines son capaces de generar calor? Este equipo al pasar por la corriente eléctrica, hace que la punta se caliente y llegue a la temperatura indicada, adicionalmente este aparato contiene en su núcleo de cobre un alambre de níquel – cromo de alta resistencia que le que transmite la conducción y posterior soldadura de los materiales.

De acuerdo al tipo de material que se desee soldar, se debe seleccionar el cautín adecuado. Por lo tanto, al momento de establecer la compra del equipo se debe tener en cuenta cuál es la potencia nominal del mismo.

### **¿Cómo funciona el Cautín?**

Utilizar un cautín es muy sencillo, sin embargo, es necesario tener en cuenta algunos factores para hacer más exitosa la soldadura de este equipo.



- ▶ Lo primero que debes tener en cuenta es ajustar la temperatura del cautín, selecciona la potencia necesaria para calentar la superficie, pero sin excederse ya que podría causar daños a la tablilla o sus componente (750 °F 25° F).
- ▶ Determina la cantidad de masa térmica que tenga el material que deseas soldar, todo esto ya que si se trata de un metal muy grande o denso, se requiere una punta grande o un mayor tiempo de calentamiento.
- ▶ Verifica que la superficie a soldar esté limpia, así como también la punta del cautín.

- ▶ Determina el punto exacto donde ocurrirá la unión térmica de ambos materiales. Ten en cuenta que tendrás mejores resultados si haces un puente de calor entre el componente y la pista de la tablilla.
- ▶ Establece un tiempo para la soldadura, por lo general el tiempo aproximado para aplicar el calor son 2 segundos, ya que prolongarlo más puede dañar los componentes del material y el caudín.
- ▶ Una vez que tengas todos estos pasos listos, procede a conectar el caudín a una corriente eléctrica e inclinar el instrumento de 30 a 50 grados.
- ▶ Procede a aplicar la soldadura entre la punta del caudín y la unión que desees soldar, por 2 segundos.
- ▶ Fíjate que la soldadura esté cubriendo los alrededores de la unión.
- ▶ Procede a retirar la soldadura, y espera a que se endurezca, evita soplar.
- ▶ Retirar el caudín
- ▶ Las partículas excedentes puedes limpiarlas con alcohol

Para garantizar que esta herramienta cumpla con los resultados deseados, es necesario tomar en cuenta estas recomendaciones, del uso adecuado de este equipo dependerá su efectividad.

### Tipos de Caudín

Existen diferentes tipos de caudines, sin embargo, ellos se clasifican según su funcionamiento y forma, a continuación, te muestro cuáles son:

-  ○ **Caudín de resistencia:** Este soldador tiene forma de martillo, varilla, punta etc, cuenta con una punta de cobre que se calienta gracias a una resistencia eléctrica, permitiendo que la temperatura sea persistente. En cuanto a su funcionamiento, puede ser empleado para distintos usos.
-  ○ **Caudín Instantáneo:** Tiene forma de pistola, contiene un botón que, al soltarlo permite solidificar los materiales que se deseen trabajar. Este caudín tiene la particularidad de calentar rápidamente, lo que es ideal para aquellos trabajos que requieran rapidez.

Al conocer cada uno de los caudines que se encuentran dentro de un laboratorio, podrás identificarlos de forma sencilla, además, podrás identificar cuál es el mejor para el tipo de medición que necesitas realizar.

### Características del Caudín



El cautín es una herramienta que ha sido elaborada con materiales esenciales que le garantizan el calentamiento que necesita para unir a dos metales, a continuación conoce las principales características:

1. Son herramientas eléctricas.
2. Está compuesto por una punta de cobre fijada a un tubo metálico.
3. La parte interna del cautín posee una resistencia eléctrica de calentamiento.
4. Posee un mango aislante de plástico, por donde sale un cable para establecer la conexión eléctrica.

Como ya lo hemos visto, es muy fácil reconocer los cautines por su estructura y modelo, sin embargo, dependiendo del tipo de trabajo que desees realizar, deberás seleccionar el más adecuado.

### **Importancia del Cautín**

Los cautines son equipos eléctricos de gran utilidad, son instrumentos que facilitan la ejecución de diversos procesos como soldaduras o unión de materiales.

Es fundamental que previamente antes de utilizar los cautines se tenga conocimiento de su correcta utilidad, así evitarás accidentes como sufrir quemaduras o dañar los materiales que se pretenden soldar.

Una manera de evitar este tipo de accidentes es utilizar cautines especiales que contienen una base para el control de temperatura, gracias a esta característica puedes ajustar la cantidad de calor necesaria para soldar los materiales.

Los cautines son instrumentos de gran utilidad en laboratorios, fabricación de equipos de tecnología etc.



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# CONDUCTOR ELÉCTRICO

## ¿Qué es un cable eléctrico?

Un cable eléctrico es un elemento fabricado y pensado para conducir electricidad. El material principal con el que están fabricados es con cobre (por su alto grado de conductividad) aunque también se utiliza el aluminio que aunque su grado de conductividad es menor también resulta más económico que el cobre.


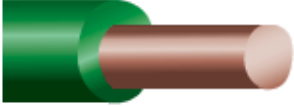
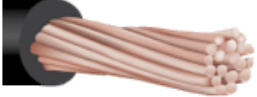
### Partes de un cable eléctrico.

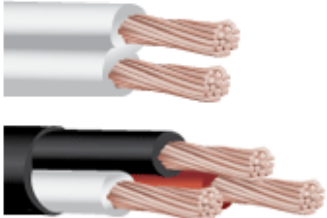
Los cables eléctricos están compuestos por el conductor, el aislamiento, una capa de relleno y una cubierta. Cada uno de estos elementos que componen un cable eléctrico cumple con un propósito que vamos a conocer a continuación:

- **Conductor eléctrico:** Es la parte del cable que transporta la electricidad y puede estar constituido por uno o más hilos de cobre o aluminio.
- **Aislamiento o camisa:** Este componente es la parte que recubre el conductor, se encarga de que la corriente eléctrica no se escape del cable y sea transportada de principio a fin por el conductor.
- **Capa de relleno:** La capa de relleno se encuentra entre el aislamiento y el conductor, se encarga de que el cable conserve un aspecto circular ya que en muchas ocasiones los conductores no son redondos o tienen más de un hilo. Con la capa de relleno se logra un aspecto redondo y homogéneo.
- **Cubierta:** La cubierta es el material que protege al cable de la intemperie y elementos externos.

### Tipos de conductores eléctricos

Recordamos que el conductor es el componente que transporta la electricidad.

<p><b>Conductor de alambre desnudo</b></p> 	<p>Es un solo alambre en estado sólido, no es flexible y no tiene recubrimiento, un ejemplo de uso este tipo de conductores es la utilización para la conexión a tierra en conjunto con las picas de tierra.</p>
<p><b>Conductor de alambre aislado</b></p> 	<p>Es exactamente lo mismo que el conductor de alambre desnudo con tan solo una diferencia, en este caso el conductor va recubierto de una capa de aislante de material plástico para que el conductor no entre en contacto con ningún otro elemento como otros conductores, personas u objetos metálicos. El alambre aislado se utiliza mucho más que el cobre desnudo tanto en viviendas como oficinas.</p>
<p><b>Conductor de cable flexible</b></p> 	<p>El cable eléctrico flexible es el más comercializado y el más aplicado, está compuesto por multitud de finos alambres recubiertos por materia plástica. Son tan flexibles porque al ser muchos alambres finos en vez de un alambre conductor gordo se consigue que se puedan doblar con facilidad, son muy maleables.</p>

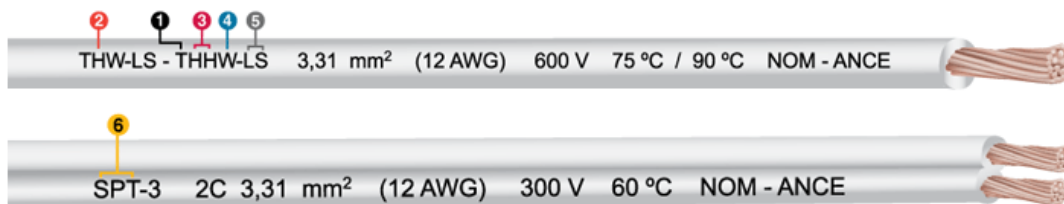
<p><b>Conductor de cordón.</b></p> 	<p>Están formados por más de un cable o alambre, se juntan todos y se envuelven de manera conjunta por segunda vez, es decir, tienen el propio aislamiento de cada conductor más uno que los reúne a todos en un conjunto único.</p>
--	--

### Tipos de aislamiento de cables eléctricos

Recordamos que casi todos los cables tienen una capa de recubrimiento o aislamiento para prevenir que entren en contacto unos con otros y provoquen un cortocircuito.

Se puede identificar el tipo de aislamiento que tiene un cable en las inscripciones que aparecen sobre él, son abreviaciones del inglés. Los cables que se utilizan para instalaciones en viviendas y oficinas son: **THN, THW, THHW y THWN**. El significado de estas abreviaturas es el siguiente:

- 1 - T (Thermoplastic):** Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables).
- 2 - H (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- 3 - HH (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- 4 - W (Water resistant):** Resistente al agua y a la humedad.
- 5 - LS (Low smoke):** Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.
- 6 - SPT (Service parallel thermoplastic):** Esta nomenclatura se usa para identificar un cordón que se compone de dos cables flexibles y paralelos con aislamiento de plástico y que están unidos entre sí. También se denomina cordón dúplex.



### ¿De qué está compuesto el aislamiento de los cables?

En los aislamientos de los cables eléctricos encontramos dos tipos de aislantes, los aislamientos termoplásticos y los aislamientos termoestables.

### Aislamiento termoplástico

- **PVC:** Policloruro de vinilo
- **PE:** Polietileno
- **PCP:** Policloropreno, neopreno o plástico

### Aislamiento termoestable

- **XLPE:** Polietileno reticulado
- **EPR:** Etileno-propileno
- **MICC:** Cobre revestido, mineral aislado


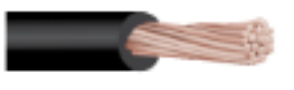
### Tensiones de los cables eléctricos






Dependiendo de la tensión para la que están preparados para funcionar los cables se categorizan en grupos de tensiones que van por rangos de voltios.

- Cables de muy baja tensión (**Hasta 50V**)
- Cables de baja tensión (**Hasta 1000V**)
- Cables de media tensión (**Hasta 30kV**)
- Cables de alta tensión (**Hasta 66kV**)
- Cables de muy alta tensión (**Por encima de los 770kV**)

### Medidas de los cables eléctricos

Las medidas de los cables y alambres eléctricos se suelen categorizar en calibres si se habla del sistema **AWG** (*American Wire Gauge*), sin embargo es más común conocerlos dependiendo del diámetro del cable en el sistema métrico decimal y categorizarlos en milímetros cuadrados dependiendo del diámetro de la sección. La siguiente tabla también es muy útil para saber las equivalencias de calibre en milímetros.

	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM <sup>2</sup>	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	4	25mm <sup>2</sup>	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	6	16mm <sup>2</sup>	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.

	8	10mm <sup>2</sup>	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	10	6mm <sup>2</sup>	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	12	4mm <sup>2</sup>	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	14	2.5mm <sup>2</sup>	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	16	1.5mm <sup>2</sup>	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

**¿Qué amperaje soportan los cables de cobre?**

A continuación veremos una tabla con el amperaje que soportan los cables de cobre.

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

**Colores y significado de los cables eléctricos**

Los cables eléctricos tienen un aislamiento de alguno de los siguientes colores normalmente: Azul, bicolor (verde y amarillo), marrón, gris o negro.

- ✚ **Cable verde y amarillo.** Es el cable de toma a tierra. Antiguamente se utilizaba cables de color gris o blanco pero, para evitar confusiones, se comenzó a utilizar este cable bicolor, más llamativo.
- ✚ **Cable azul.** Es el cable neutro. Hasta 1970 se utilizaba el cable de color rojo, revisa los cables de este color antes de utilizarlo.
- ✚ **Cable marrón.** Es el cable de fase, aunque también puede ser negro o gris, según la estética del aparato que lo luzca. Anteriormente se utilizaba el color verde, por lo que si hallas un cable verde, será mejor que lo revises antes de usarlo, ya que puede estar reseco o roto.
- ✚ **Cable negro.** Es un cable de fase, también, y está visible en la gran mayoría de las instalaciones y cables. Al igual que el blanco, puede responder a motivos estéticos.
- ✚ **Cable blanco.** Los cables blancos son tus cables neutrales. Éstos también son tomas de tierra, pero sólo se conectan al transformador para así llevar la energía de vuelta.
- ✚ **Cables de colores con rayas** Los cables de colores con una raya (también llamada "guía" son cables tan neutrales como los blancos. Estos tipos de cables se usan para identificar cuál cable neutral va con cuál cable de color.
- ✚ **Cables de colores.** Todos los cables de colores (excepto aquellos que tienen una raya) son cables de corriente (o de carga). El de uso más común es el rojo. Cuando hay muchos cables, es más fácil identificar dónde va cada cable si usas los de colores.



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad:** Electricidad Residencial  
**Profesor:** Alberto Jaimes B

---

# TUBERÍA Y CANALIZACIÓN



Las canalizaciones eléctricas son una parte fundamental de cualquier instalación eléctrica. Las canalizaciones eléctricas son esencialmente tubos de distintos materiales y características cuyo objetivo principal es proteger los conductores de cualquier daño, ya sea mecánico o derivado de la acción de otros agentes del medio, como la corrosión.

Las canalizaciones además limitan de forma general el desgaste natural de los conductores. Otra función importante es ayudar a la distribución ordenada de los conductores en la instalación.

Existen principalmente 2 grupos de canalizaciones eléctricas atendiendo al material con el que son fabricadas. Están las canalizaciones metálicas, generalmente fabricadas en materiales como el aluminio, el hierro o el acero, y las canalizaciones No metálicas, fabricadas con materiales termoplásticos, como el PVC o el polietileno.

Las tuberías metálicas son para el uso correcto en los sectores comercial, industria, minería y otros afines.

La tubería de PVC es de cloruro de polivinilo (PVC) es una combinación de plástico y vinilo que se utiliza para fabricación. Estos tipos de tuberías son muy populares y se utilizan como una alternativa a las tuberías de cobre más caras. Ante esto, se creó la tubería de PVC eléctrica.

El objetivo principal de una tubería eléctrica es su uso en sistemas eléctricos como carcasa para alambres o cables eléctricos. Los conductos se utilizan a menudo en aplicaciones subterráneas y en lugares húmedos donde los cables eléctricos deben protegerse. Debido a que está probado y clasificado para rayos ultravioleta, se puede usar en lugares donde estará expuesto a los rayos ultravioleta.

Una tubería eléctrica es para uso en el hogar o comercialmente. Son duraderas, versátiles y fáciles de usar. Sin embargo, es esencial utilizarlas para lo que fueron diseñados. La tubería eléctrica no funcionará bien en situaciones de plomería.

El uso adecuado en instalaciones y proyectos de una tubería eléctrica es seguro, confiable y representa una excelente inversión.

Una tubería de nos permitirá un uso eficiente en aplicaciones de impermeabilización al aire libre, en las que los cables eléctricos deben pasar por los tejados o los lados de los edificios.

## Tubería eléctrica vs tubería para plomería

Una de las mayores diferencias entre las tuberías de plomería y la tubería eléctrica es que las tuberías para plomería se prueban a presión y las eléctricas no. Esto significa que no se pueden usar indistintamente. Debido a que los sistemas de tuberías de plomería deben poder soportar la presión del agua para que sean efectivos y funcionen correctamente, se deben usar tuberías probadas y clasificadas para presión. Esta información suele estar impresa en la pieza de tubería. La tubería eléctrica no está aprobada para su uso en aplicaciones de plomería porque no se somete a una prueba de presión, lo que aumenta las posibilidades de fugas.

Otra diferencia que encontrará entre la tubería para plomería y la tubería eléctrica está en el grosor de la pared de la tubería. La pared de la tubería de plomería suele ser más gruesa que la pared de la tubería eléctrica. Debido a que la tubería para plomería se usa en aplicaciones en las que se debe considerar la presión, el grosor adicional asegura que la tubería sea lo suficientemente fuerte para resistir la flexión y que permanecerá intacta y sin daños.

## **Tipos de tubería eléctrica ¿Cuáles son las diferencias?**

Al igual que muchos modelos de autos o de herramientas no intentaremos desprestigiar a alguna, o colocarla sobre la otra. Te aconsejaremos en cuáles escenarios es, cada una de ellas, más destacable. Recordemos que también se puede encontrar con el nombre de “*canalizaciones eléctricas*” de cualquier tipo, son muy útiles y desde su invención no han traído más que mejoras y organización en todos los sistemas eléctricos.

Antes que nada queremos indicar que no hay ninguna más adecuada que otra, es como comparar un destornillador de cruz y uno de pala. Ninguno es mejor que otro simplemente se utilizan como herramientas dependiendo de la necesidad.

El costo se refiere a los materiales utilizados, calidad o incluso dependiendo de cada tienda donde puedas encontrarlos. A continuación, presta atención a los tipos de tuberías que puedes encontrar

## Tubería eléctrica flexible.



Normalmente, este tipo de tubería eléctrica es fabricada en acero o en PVC, lo que les da el acabado final es el recubrimiento galvanizado que se les da. Su principal característica es que son flexibles a la torsión, pero también cuentan con una gran resistencia gracias a su perfil engargolado.

La tubería metálica cuentan con un limitante, y es que, debido a la construcción de las mismas, no es recomendable que se coloquen en zonas donde la humedad sea alta, como también existan muchos gases o vapores.

Entre sus aplicaciones principales de la tubería metálica nos encontramos con el uso en los ambientes industriales, aunque también es muy común toparse con ella en aquellos lugares donde el cableado se encuentra expuesto a torsión, vibraciones, y algunos tipos de daños mecánicos.

La tubería de PVC puede no tener ningún problema en cualquier parte del mundo pero hay ciertas modificaciones que se le realizan a cualquier material para que sea más adecuado para muchos trabajos más profesionales.

En estos casos encontramos los tubos de plástico flexible donde podemos utilizarlos en zona donde la curvatura sea muy pronunciada o también en instalaciones o maquinaria que requiera este tipo de materiales flexibles.

## **Tubería eléctrica Conduit.**



Cuando hablamos de una tubería eléctrica conduit tendremos que tocar los diferentes tipos que existen de la misma, y es que cada uno de ellos se ha diseñado especialmente para cumplir con ciertos requerimientos del ambiente en el que serán instaladas.

Por ejemplo, el tubo conduit rígido están diseñados, por lo general, de aluminio o de acero galvanizado. Estos no tienen ningún problema con ser usados en aquellas instalaciones que cumplen con ser semi-visibles o estar del todo a la vista. Podrán proteger el cableado de cualquier situación climática que esté ocurriendo

Otro tubo conduit que está disponible para el uso en instalaciones eléctricas es el metálico flexible. Cumple con la limitante de que sólo se recomienda para ser utilizado en aquellos lugares donde se sabe que no se estará expuesto a la humedad. Es, comúnmente, el más económico en las tiendas.

Otro tipo de tubería eléctrica que nos ofrece la gama conduit es la de PVC, este es muy popular porque puede ser utilizado en las áreas más peligrosas esperando que le ofrezca un alto nivel de seguridad al usuario. De igual manera, es un gran soporte para la implementación de otros equipos.

## Tubería eléctrica de PVC



No podíamos hablar de los tipos de tuberías eléctricas sin tocar este famoso material termoplástico, y es que no existe alguien que sepa de electricidad que no conozca al derivado de los polímeros.

El principal motivo por el cual muchas personas acuden a su uso es porque les proporciona mucha resistencia y rigidez para sus instalaciones eléctricas, ya que estos no tienen ningún tipo de problema al estar expuestos en ambientes húmedos y son muy buenos para soportar algunos tipos de químicos que pudiesen caer accidentalmente en ellos.

Es común encontrarlos en aquellos sistemas eléctricos que son empotrados, ya sea que esta característica se cumpla en los techos, las paredes, bajo el concreto y otros tipos de suelo.

## Tubos EMT



Son los más utilizados en las instalaciones eléctricas. Sus siglas significan *Electrical Metallic Tubing*. Su diseño evita cualquier tipo de corrosión y además son hechos de hierro galvanizado.

Se utiliza para proyectos de alta durabilidad, ten en cuenta que no tienen ningún tipo de forma de enroscar tubos con otros por tanto debes solicitar la medida precisa para el trabajo.

## Tubos IMC



Son canalizaciones pensadas para resistir daños mecánicos de medio o alta intensidad. Fabricadas también con materiales metálicos, pero con un tratamiento de galvanizado por inmersión en caliente que permite su galvanizado tanto exterior como interior, se diferencian del tipo anterior además por el grosor de sus paredes, que este caso es mucho mayor. Este tipo de tubos son resistentes a cualquier daño o golpes metálicos, a comparación con otros materiales como el plástico o el hierro, es mucho más resistente y además menos flexible.

A la par que más resistentes, también son menos flexibles que los tubos EMT. Traen en los extremos conectores genéricos de tipo roscados coples (uniones). IMC significa según sus siglas “*Inmersión en Caliente*” donde con estas siglas podemos saber rápidamente muchos de los usos para este tipo de tubos, como por ejemplo:

- Instalaciones en altas temperaturas.
- Instalaciones eléctricas a nivel industrial.
- Usos en la intemperie donde sus características anti corrosivas permitirán su funcionamiento correcto por muchos años.
- Zonas con ciertos riesgos explosivos según los materiales que se utilicen, con la finalidad de proteger la instalación y evitar problemas mayores en caso de emergencia.

Los tamaños de este van desde la 1/2” hasta 6” de diámetro. Canalizaciones con tubos flexible metálicos son fabricados en acero, también con un recubrimiento galvanizado. Son resistentes a las agresiones mecánicas gracias a la distribución interna en láminas organizadas helicoidalmente. No son aptas para zonas con mucha humedad ya que tienen un índice de hermeticidad bajo.

#### **Ámbito de aplicación:**

- Son utilizados principalmente en el ámbito industrial.
- Principalmente en zonas expuestas a daños mecánicos.
- Instalación en zonas donde el diámetro del cableado necesario es grande.
- Se utilizan habitualmente para cableado de máquinas eléctricas, motores y transformadores.

## **Tubos Liquidtigh**



De seguro poco conocido pues son utilizados para instalaciones eléctricas especiales y son mucho más costosos que los tubos anteriores. Es debido a la calidad por la que es de un costo superior.

Pues se encuentra diseñado con tubería metálica flexible pero se encuentra recubiertos con materiales aislantes de termoplástico, es decir, un tipo de plástico que regula la temperatura de la misma e impide altas o muy bajas temperaturas.

Es completamente hermético, flexible, resistente y además encajan de manera perfecta debido a las puntas con rosca. Se utiliza en lugares con mucha vibración o demasiado polvo.

Así como también por zonas corrosivas o en ambiciosos sistemas de instalación eléctrica para empresas o industrias.

## **Canaletas eléctricas**

Las canaletas constituyen unos accesorios muy prácticos, ya que permiten que los cables no queden a la vista, al mismo tiempo que los aíslan y protegen. Se fabrican en plástico, PVC o estructuras galvanizadas, en diversas formas y tamaños, para que se adapten a las distintas necesidades. Se fijan clavadas o pegadas a la pared y, si bien lo más adecuado es que los cables estén empotrados, las canaletas representan una solución simple y muy útil.

### **Canaletas para ocultar y proteger los cables**

Las canaletas son conductos o tubos en cuyo interior se guardan los cables, cuando estos no quedan empotrados en la pared. Cumplen así una doble función, ya que, por un lado, permiten organizar los cables a través de un sistema que se integra en la decoración de cualquier estancia de la casa. Por otro lado, otorgan seguridad, ya que mediante su utilización se evita que los cables queden sueltos, lo cual genera diversos riesgos: desde la posibilidad de enredarse los pies en ellos al andar -con la consecuente caída o daños en el sistema del cableado-, hasta el peligro inherente a cualquier cable conductor de electricidad, esto es, que la cobertura se dañe y quede expuesto un fragmento que pudiera afectar a una persona que lo tocara sin querer.

La diversidad de canaletas para cables es muy amplia. Las más comunes son las de plástico, de color blanco, pero también se fabrican en PVC y como estructuras galvanizadas. Estas últimas se emplean sobre todo en el ámbito industrial o empresarial. En casa, se utilizan en general canaletas plásticas.

El tamaño de estas depende de la cantidad de cables que deban cubrir. Lo recomendable es que el tamaño sea un 20% superior al de los cables, para evitar que estén muy apretados unos contra otros. También es apropiado separar -al menos mediante un tabique- los cables que conducen distintas frecuencias, como en el caso de un cable de electricidad y el de la señal de televisión o datos.

#### **Colocar las canaletas para cables**

Por lo general, el sitio más deseable para colocar una canaleta es la parte inferior de la pared, justo sobre el zócalo. Ese rincón es el más apropiado para su objetivo de pasar lo más inadvertida posible. Otra opción es instalarla en la parte superior de una pared, cerca del techo. La

ventaja es que, al estar en un lugar donde no se dirige la atención de modo frecuente, genera la sensación de ser una cenefa.

El primer paso consiste en calcular la extensión total de canaleta necesaria para el cableado del que se dispone, así como los orificios de salida que sean necesarios y si se requiere una canaleta en posición vertical para llevar uno o varios cables hasta una cierta altura (si hace falta enchufar una lámpara, un equipo de aire acondicionado, un televisor colgado en la pared, etc.). Una vez que se tengan claros todos estos datos, habrá que cortar o encargar las canaletas con las medidas justas.

La fijación a la pared se realiza por medio de clavos o pegamento, según el tipo de canaleta por el que se haya optado y el material del que esté construida la pared.


Las canaletas resultan de gran utilidad, pero son una solución provisional para los cables necesarios después de la construcción de la pared. Lo idóneo es que todo el cableado se realice por medio de caños y conductos empotrados, sin quedar a la vista y cuya protección es la máxima posible. En cualquier caso, se debe recordar la conveniencia de no conectar más de un aparato eléctrico por cada toma de corriente. Las regletas son prácticas, pero su uso (y sobre todo, su abuso) también representa riesgos, incluso si el total del consumo que se realice está dentro de los límites de la potencia eléctrica de la casa.


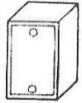
## Cajas y cajetines

Tanto los cajetines como las cajas de paso son intercalados o ubicados al final de un circuito eléctrico, con el objeto de realizar en ella derivaciones, empalmes de conductores eléctrico, o bien la conexión de los mismo a dispositivos de protección, maniobra, tales como interruptores para iluminación, tomacorrientes, interruptores termo-magnéticos, etc.

Los cajetines son pequeñas caja metálicas o plásticas PVC, de formas rectangulares, cuadradas, octogonales o redondas. Por lo general poseen en forma troquelada orificios con tapas de fácil remoción, para la ubicación de tuberías que serán fijadas con tuercas tipo conector a las paredes del cajetín. También dispone el cajetín en su parte frontal, de dos trozos de laminas en forma de lengüeta, perforadas para facilitar el paso de los tornillos que fijaran el puente sujetador del dispositivo interruptor de iluminación, tomacorriente, o bien una tapa ciega que cubra totalmente el cajetín.

Las dimensiones de cajetines más comunes, que se consiguen en el mercado de fabricación nacional son las siguientes:

✓ <b>Rectangular:</b> 5.086 x 10.172 x 3.81 cm (2 x 4 x 1 ½) pulgadas	
---	---

✓ <b>Octogonal:</b> 10.172 x 10.172 x 3.81 cm (4 x 4 x 1 1/3) pulgadas	
✓ <b>Cuadrada:</b> 12.715 x 12.715 x 5.086 cm (5 x 5 x 2) pulgada	

### ¿Cómo se une una tubería eléctrica?

Los tubos de PVC se unen siempre por junta elástica. En la unión por junta elástica el tubo lleva alojado en uno de sus extremos (en un resalte denominado cajera en la zona más amplia o embocadura) un aro de goma que proporciona la estanqueidad a la unión.

También se utilizan conectores EMT o PVC que están diseñados para deslizarse sobre el extremo de un tubo eléctrico en un lado y apretarse al interior de una caja eléctrica en el otro extremo. Los conectores se usan en los extremos de los conductos para aterrizar en una caja.



**Conector**





**Unión**













Código	MODELO	DESCRIPCIÓN	Diámetro nominal pulgadas	Diámetro con		Radio mínimo mm	PRECIO	TUBERIA METALICA ELECTRICA
				max	min			
GEDISA								
TB01L0050	TB50	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 1/2"	1/2"	0,84"	0,82"	82,55		
TB01L0075	TB75	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 3/4"	3/4"	1,05"	1,03"	107,95		
TB01L0100	TB100	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 1"	1"	1,31"	1,29"	165,10		
TB01L0150	TB150	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 1-1/2"	1 1/2"	1,9"	1,86"	228,60		
TB01L0200	TB200	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 2"	2"	2,37"	2,34"	282,45		
TB01L0250	TB250	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 2-1/2"	2 1/2"	2,87"	2,84"	371,35		
TB01L0300	TB300	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 3"	3"	3,5"	3,46"	444,50		
TB01L0400	TB400	TUBERIA FLEXIBLE LIQUITIGHT 4"	4"	4,5"	4,46"	609,60		
GEDISA								
Código	MODELO	DESCRIPCIÓN	Diámetro nominal pulgadas				PRECIO	CONECTOR RECTO
TB03C0038	LT9038	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	1/2"					
TB03C0050	LT9050	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	3/4"					
TB03C0075	LT9075	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	1"					
TB03C0100	LT90100	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	1 1/2"					
TB03C0150	LT90150	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	2"					
TB03C0200	LT90200	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	2 1/2"					
TB03C0250	LT90250	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	3"					
TB03C0300	LT90300	CONECTOR RECTO TUBERIA FLEXIBLE LT	4"					
GEDISA								
Código	MODELO	DESCRIPCIÓN	Diámetro nominal pulgadas	Angulo grados			PRECIO	CONECTOR CURVO
TB03C0038	LT9038	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	1/2"	90				
TB03C0050	LT9050	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	3/4"	90				
TB03C0075	LT9075	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	1"	90				
TB03C0100	LT90100	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	1 1/2"	90				
TB03C0150	LT90150	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	2"	90				
TB03C0200	LT90200	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	2 1/2"	90				
TB03C0250	LT90250	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	3"	90				
TB03C0300	LT90300	CONECTOR CURVO TUBERIA FLEXIBLE LT	4"	90				

Código GEDISA	Diámetro	DESCRIPCIÓN	Largo mts	Espesor de pared		PRECIO	TUBOS CONDUIT SHEDULE 40 NEMA TC-2	
				pulgadas	mm			
TUPS40050	1/2"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,109	2,77			
TUPS40075	3/4"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,113	2,87			
TUPS40100	1"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,133	3,38			
TUPS40150	1 1/2"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,145	3,68			
TUPS40200	2"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,154	3,91			
TUPS40300	3"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,216	5,49			
TUPS40400	4"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,237	6,02			
TUPS40500	5"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,258	6,55			
TUPS40600	6"	CONDUIT PVC SCHEDULE 40 espiga X campana	3	0,280	7,11			
Código GEDISA	Diámetro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor de pared		PRECIO	CURVA CONDUIT 90° SHEDULE 40 NEMA TC-2	
			pulgadas		mm			
TUPS40050C9	1/2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,109	2,77			
TUPS40075C9	3/4"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,113	2,87			
TUPS40100C9	1"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,133	3,38			
TUPS40150C9	1 1/2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,145	3,68			
TUPS40200C9	2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,154	3,91			
TUPS40300C9	3"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,216	5,49			
TUPS40400C9	4"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,237	6,02			
TUPS40500C9	5"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,258	6,55			
TUPS40600C9	6"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	90	0,280	7,11			
Código GEDISA	Diámetro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor de pared		PRECIO	CURVA CONDUIT 45° SHEDULE 40 NEMA TC-2	
			pulgadas		mm			
TUPS40050C4	1/2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,109	2,77			
TUPS40075C4	3/4"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,113	2,87			
TUPS40100C4	1"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,133	3,38			
TUPS40150C4	1 1/2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,145	3,68			
TUPS40200C4	2"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,154	3,91			
TUPS40300C4	3"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,216	5,49			
TUPS40400C4	4"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,237	6,02			
TUPS40500C4	5"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,258	6,55			
TUPS40600C4	6"	Curva PVC SHEDULE 40 espiga X campana	45	0,280	7,11			
Código GEDISA	MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo	Espesor de pared		PRECIO	ANILLO O UNION CAMPANA X SHEDULE 40 NEMA TC-2	
			pulgadas		mm			
TUPS40100A	US40100	ANILLO campana x campana	1"	0,133	3,38			
TUPS40150A	US40150	ANILLO campana x campana	1 1/2"	0,145	3,68			
TUPS40200A	US40200	ANILLO campana x campana	2"	0,154	3,91			
TUPS40300A	US40300	ANILLO campana x campana	3"	0,216	5,49			
TUPS40400A	US40400	ANILLO campana x campana	4"	0,237	6,02			
TUPS40500A	US40500	ANILLO campana x campana	5"	0,258	6,55			
TUPS40600A	US40600	ANILLO campana x campana	6"	0,280	7,11			
Código GEDISA	MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo	Espesor de pared		PRECIO		TERMINAL BOQUILLA SHEDULE 40 NEMA TC-2
			pulgadas		mm			
TUPS40200	US40200	TERMINAL BOQUILLA	2"	0,154	3,91			
TUPS40300	US40300	TERMINAL BOQUILLA	3"	0,216	5,49			
TUPS40400	US40400	TERMINAL BOQUILLA	4"	0,237	6,02			
TUPS40500	US40500	TERMINAL BOQUILLA	5"	0,258	6,55			
TUPS40600	US40600	TERMINAL BOQUILLA	6"	0,280	7,11			

Diametro pulgadas	DESCRIPCIÓN	Largo mts	Espesor de pared		PRECIO	TUBOS CONDUIT COVENIN 3828 NEMA TC-2
			pulgadas	mm		
1/2"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,060	1,52		
3/4"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,060	1,52		
1"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,060	1,52		
1 1/2"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,080	2,03		
2"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,100	2,54		
3"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,125	3,18		
4"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,150	3,81		
4"	CONDUIT PVC alto impacto espiga X campana	3	0,150	3,81		
Diametro pulgadas	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor de pared		PRECIO	CURVA CONDUIT 90° COVENIN 3842 NEMA TC-3
			pulgadas	mm		
1/2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,060	1,52		
3/4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,060	1,52		
1"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,060	1,52		
1 1/2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,080	2,03		
2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,100	2,54		
3"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,125	3,18		
4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,150	3,81		
4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	90	0,150	3,81		
Diametro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor de pared		PRECIO	CURVA CONDUIT 45° COVENIN 3842 NEMA TC-3
			pulgadas	mm		
1/2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,060	1,52		
3/4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,060	1,52		
1"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,060	1,52		
1 1/2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,080	2,03		
2"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,100	2,54		
3"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,125	3,18		
4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,150	3,81		
4"	Curva PVC alto impacto espiga X campana	45	0,150	3,81		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo	Espesor de pared		PRECIO	ANILLO O UNION PVC COVENIN 3842 NEMA TC-3
			pulgadas	mm		
UTP050	ANILLO PARA COND EMT 1/2"	1/2"				
UTP075	ANILLO PARA COND EMT 3/4"	3/4"				
UTP100	ANILLO PARA COND EMT 1"	1"				
UTP125	ANILLO PARA COND EMT 1 1/2"	1 1/2"				
UTP200	ANILLO PARA COND EMT 2"	2"				
UTP300	ANILLO PARA COND EMT 3"	3"				
MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo	Espesor de pared		PRECIO	CONECTOR O ADAPTADOR PVC COVENIN 3842 NEMA TC-3
			pulgadas	mm		
CTP050	CONECTOR EMT 1/2"	1/2"				
CTP075	CONECTOR EMT 3/4"	3/4"				
CTP100	CONECTOR EMT 1"	1"				
CTP125	CONECTOR EMT 1 1/2"	1 1/2"				
CTP200	CONECTOR EMT 2"	2"				
MODELO	DESCRIPCIÓN	HUECOS	MEDIDAS		PRECIO	CAJETIN PVC COVENIN 3842 NEMA TC-3
			A	B		
CR24050	CAJETIN RECTANGULAR 2X4	1/2"	2"	4"		
CR24075	CAJETIN RECTANGULAR 2X4	3/4"	2"	4"		
CR24000	CAJETIN RECTANGULAR 2X4	1/2" - 3/4"	2"	4"		
CO44050	CAJETIN OCTOGONAL 1/2	1/2"	4"	4"		
CO44075	CAJETIN OCTOGONAL 1/3	3/4"	4"	4"		
CO44075	CAJETIN OCTOGONAL 1/3	3/4"	4"	4"		

Diametro nominal pulgadas	DESCRIPCIÓN	Largo mts	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	numero hilos	longitud rosca mm	PRECIO	CONDUIT METALICO RIGIDO RMC
1/2"	CONDUIT METALICO RIG 1/2"	3	2,64	21,34	14,00	19,90		
3/4"	CONDUIT METALICO RIG 3/4"	3	2,72	26,67	14,00	20,20		
1"	CONDUIT METALICO RIG 1"	3	3,20	33,40	11,50	25,00		
1 1/2"	CONDUIT METALICO RIG 1 1/2"	3	3,51	48,26	11,50	26,00		
2"	CONDUIT METALICO RIG 2"	3	3,71	60,33	11,50	26,90		
3"	CONDUIT METALICO RIG 3"	3	5,21	88,90	8,00	41,40		
4"	CONDUIT METALICO RIG 4"	3	5,72	114,30	8,00	44,00		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro nominal pulgadas	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA CMR 90°
90IMC050	CURVA 90 COND RIG 1/2"	90	2,64	1/2"	102,00	38,00		
90IMC075	CURVA 90 COND RIG 3/4"	90	2,72	3/4"	114,00	38,00		
90IMC100	CURVA 90 COND RIG 1"	90	3,20	1"	146,00	48,00		
90IMC150	CURVA 90 COND RIG 1 1/2"	90	3,51	1 1/2"	210,00	51,00		
90IMC200	CURVA 90 COND RIG 2"	90	3,71	2"	241,00	51,00		
90IMC300	CURVA 90 COND RIG 3"	90	5,21	3"	330,00	79,00		
90IMC400	CURVA 90 COND RIG 4"	90	5,72	4"	406,00	86,00		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro nominal pulgadas	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA RMC 45°
45IMC050	CURVA 45 COND RIG 1/2"	45	2,64	1/2"	102,00	38,00		
45IMC075	CURVA 45 COND RIG 3/4"	45	2,72	3/4"	114,00	38,00		
45IMC100	CURVA 45 COND RIG 1"	45	3,20	1"	146,00	48,00		
45IMC150	CURVA 45 COND RIG 1 1/2"	45	3,51	1 1/2"	210,00	51,00		
45IMC200	CURVA 45 COND RIG 2"	45	3,71	2"	241,00	51,00		
45IMC300	CURVA 45 COND RIG 3"	45	5,21	3"	330,00	79,00		
45IMC400	CURVA 45 COND RIG 4"	45	5,72	4"	406,00	86,00		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo					PRECIO	ANILLO O UNION RMC
RIG050A	ANILLO PARA COND RIG 1/2"	1/2"						
RIG075A	ANILLO PARA COND RIG 3/4"	3/4"						
RIG100A	ANILLO PARA COND RIG 1"	1"						
RIG150A	ANILLO PARA COND RIG 1 1/2"	1 1/2"						
RIG200A	ANILLO PARA COND RIG 2"	2"						
RIG300A	ANILLO PARA COND RIG 3"	3"						
RIG400A	ANILLO PARA COND RIG 4"	4"						

Diametro nominal pulgadas	DESCRIPCIÓN	Largo mts	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	numero hilos	longitud rosca mm	PRECIO	CONDUIT METALICO INTERMEDIO IMC
1/2"	CONDUIT METALICO IMC 1/2"	3	1,90	20,75	14,00	15,80		
3/4"	CONDUIT METALICO IMC 3/4"	3	1,90	26,20	14,00	16,10		
1"	CONDUIT METALICO IMC 1"	3	2,25	32,95	11,50	19,90		
1 1/2"	CONDUIT METALICO IMC 1 1/2"	3	2,25	47,80	11,50	21,00		
2"	CONDUIT METALICO IMC 2"	3	2,40	59,90	11,50	21,50		
3"	CONDUIT METALICO IMC 3"	3	3,30	88,30	8,00	33,10		
4"	CONDUIT METALICO IMC 4"	3	3,30	113,45	8,00	35,10		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro nominal pulgadas	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA IMC 90°
90IMC050	CURVA 90 COND IMC 1/2"	90	1,90	1/2"	101,60	38,10		
90IMC075	CURVA 90 COND IMC 3/4"	90	1,90	3/4"	114,30	38,10		
90IMC100	CURVA 90 COND IMC 1"	90	2,25	1"	146,05	47,63		
90IMC150	CURVA 90 COND IMC 1 1/2"	90	2,25	1 1/2"	209,55	50,80		
90IMC200	CURVA 90 COND IMC 2"	90	2,40	2"	241,30	50,80		
90IMC300	CURVA 90 COND IMC 3"	90	3,30	3"	330,30	79,38		
90IMC400	CURVA 90 COND IMC 4"	90	3,30	4"	406,40	85,73		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro nominal pulgadas	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA CONDUIT 45°
45IMC050	CURVA 45 COND IMC 1/2"	45	1,90	1/2"	101,60	38,10		
45IMC075	CURVA 45 COND IMC 3/4"	45	1,90	3/4"	114,30	38,10		
45IMC100	CURVA 45 COND IMC 1"	45	2,25	1"	146,05	47,63		
45IMC150	CURVA 45 COND IMC 1 1/2"	45	2,25	1 1/2"	209,55	50,80		
45IMC200	CURVA 45 COND IMC 2"	45	2,40	2"	241,30	50,80		
45IMC300	CURVA 45 COND IMC 3"	45	3,30	3"	330,30	79,38		
45IMC400	CURVA 45 COND IMC 4"	45	3,30	4"	406,40	85,73		
MODELO	DESCRIPCIÓN	Tubo					PRECIO	ANILLO O UNION IMC
IMC050A	ANILLO PARA COND IMC 1/2"	1/2"						
IMC075A	ANILLO PARA COND IMC 3/4"	3/4"						
IMC100A	ANILLO PARA COND IMC 1"	1"						
IMC150A	ANILLO PARA COND IMC 1 1/2"	1 1/2"						
IMC200A	ANILLO PARA COND IMC 2"	2"						
IMC300A	ANILLO PARA COND IMC 3"	3"						
IMC400A	ANILLO PARA COND IMC 4"	4"						

Diametro nominal pulgadas	DESCRIPCIÓN	Largo mts	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	numero hilos	longitud rosca mm	PRECIO	TUBERIA METALICA ELECTRICA
1/2"	CONDUIT METALICO EMT 1/2"	3	0,90	17,90				
3/4"	CONDUIT METALICO EMT 3/4"	3	1,20	23,40				
1"	CONDUIT METALICO EMT 1"	3	1,40	29,50				
1 1/2"	CONDUIT METALICO EMT 1 1/2"	3	1,50	44,20				
2"	CONDUIT METALICO EMT 2"	3	1,50	55,80				
3"	CONDUIT METALICO EMT 3"	3	1,70	88,90				
4"	CONDUIT METALICO EMT 4"	3	1,900	114,30				
Diametro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA EMT 90°
1/2"	CURVA 90 COND EMT 1/2"	90	0,90	17,90	101,600	38,10		
3/4"	CURVA 90 COND EMT 3/4"	90	1,20	23,40	114,300	38,10		
1"	CURVA 90 COND EMT 1"	90	1,40	29,50	146,000	47,60		
1 1/2"	CURVA 90 COND EMT 1 1/2"	90	1,50	44,20	209,500	50,80		
2"	CURVA 90 COND EMT 2"	90	1,50	55,80	241,300	50,80		
3"	CURVA 90 COND EMT 3"	90	1,70	88,90	330,200	79,40		
4"	CURVA 90 COND EMT 4"	90	1,900	114,30	407	85,7		
Diametro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	CURVA EMT 45°
1/2"	CURVA 45 COND EMT 1/2"	45	0,90	17,90	101,600	38,10		
3/4"	CURVA 45 COND EMT 3/4"	45	1,20	23,40	114,300	38,10		
1"	CURVA 45 COND EMT 1"	45	1,40	29,50	146,000	47,60		
1 1/2"	CURVA 45 COND EMT 1 1/2"	45	1,50	44,20	209,500	50,80		
2"	CURVA 45 COND EMT 2"	45	1,50	55,80	241,300	50,80		
3"	CURVA 45 COND EMT 3"	45	1,70	88,90	330,200	79,40		
4"	CURVA 45 COND EMT 4"	45	1,900	114,30	407	85,7		
Diametro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor nominal mm	Diametro exterior mm	Radio minimo mm	tramo recto mm	PRECIO	ANILLO EMT
1/2"	ANILLO PARA COND EMT 1/2"	1/2"						
3/4"	ANILLO PARA COND EMT 3/4"	3/4"						
1"	ANILLO PARA COND EMT 1"	1"						
1 1/2"	ANILLO PARA COND EMT 1 1/2"	1 1/2"						
2"	ANILLO PARA COND EMT 2"	2"						
3"	ANILLO PARA COND EMT 3"	3"						
4"	ANILLO PARA COND EMT 4"	4"						
Diametro	DESCRIPCIÓN	Angulo grados	Espesor mm	Diametro mm	Radio mm	tramo recto mm	PRECIO	ADAPTADOR EMT
1/2"	CONECTOR EMT 1/2"	1/2"						
3/4"	CONECTOR EMT 3/4"	3/4"						
1"	CONECTOR EMT 1"	1"						
1 1/2"	CONECTOR EMT 1 1/2"	1 1/2"						
2"	CONECTOR EMT 2"	2"						
3"	CONECTOR EMT 3"	3"						
4"	CONECTOR EMT 4"	4"						
MODELO	DESCRIPCIÓN	HUECOS	MEDIDAS largo	MEDIDAS ancho	PRECIO	CAJETIN		
CR-1/2"	CAJETIN RECTANGULAR 2X4 - 1/2"	1/2"	4"	2"				
CR-3/4"	CAJETIN RECTANGULAR 2X4 - 3/4"	3/4"	4"	2"				
CC-1/2"	CAJETIN RECTANGULAR 4X4 - 1/2"	1/2"	4"	4"				
CC-3/4"	CAJETIN RECTANGULAR 4X4 - 3/4"	3/4"	4"	4"				
CO-1/2"	CAJETIN OCTOGONAL 1/2	1/2"	3 3/4"	3 3/4"				
CO-3/4"	CAJETIN OCTOGONAL 3/4	3/4"	3 3/4"	3 3/4"				



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# NORMA SENCAMER

# TUBOS Y ACCESORIOS EMT

**NORMA VENEZOLANA  
TUBOS (EMT) Y ACCESORIOS DE ACERO  
GALVANIZADOS PARA INSTALACIONES  
ELÉCTRICAS**

**PROYECTO  
11(R):2004  
(3<sup>ra</sup> Revisión)**

## 1 OBJETO

Esta Norma Venezolana establece los requisitos mínimos y métodos de ensayo que deben cumplir los tubos de acero (EMT) galvanizados, utilizados como conductos para alambres o cables en una instalación eléctrica y los métodos de ensayo para su verificación.

Esta norma contempla también las curvas realizadas en la tubería eléctrica metálica EMT.

En esta norma el tubo de acero (EMT) galvanizado para instalaciones eléctricas se denominará en adelante tubo EMT.

## 2 REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Venezolana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones más recientes de las normas citadas seguidamente.

<b>COVENIN 565:1997</b>	Productos de hierro y acero. Determinación de las características del recubrimiento de cinc.
<b>COVENIN 586:1997</b>	Ensayo de doblado para tubos de acero de sección circular.
<b>COVENIN 404:1996</b>	Pinturas y afines. Determinación de la adhesión.
<b>COVENIN 3133-1:2001</b>	Procedimiento de muestreo para inspección por atributos. Parte 1: Esquemas de muestreo indexados por nivel de calidad de aceptación (NCA) para inspección lote por lote.

## 3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se aplican las siguientes definiciones:

### 3.1 Curva

Es una sección de tubo EMT curvada a un predeterminado radio de curvatura, con sus extremos lisos.

### 3.2 Diámetro nominal

Es la denominación comercial del producto expresada en pulgadas.

### 3.3 Paquete o atado

Es uno o más artículos o piezas contenidas o aseguradas, formando una sola unidad.

## 4 MATERIAL Y FABRICACIÓN

### 4.1 Material

El material a utilizar en la fabricación de los tubos EMT debe ser acero laminado en frío, y cumplir con la composición química indicada en la Tabla 1.

**COVENIN 11(R):2004**

**Tabla 1: Composición Química (% máx de cada elemento)**

C	Mn	P	S
Carbono	Manganeso	Fósforo	Azufre
0,15	0,60	0,035	0,040

**4.2 Fabricación**

**4.2.1 Tubos**

**4.2.1.1 Generalidades**

Los tubos EMT deben ser suministrados en longitudes nominales de tres (3) metros con extremos lisos, protegidos con revestimiento anticorrosivo, siendo sus dimensiones las indicadas en la Tabla 2.

**4.2.1.2 Sección transversal**

El tubo EMT debe tener una sección transversal circular lo suficientemente exacta para permitir el uso de uniones y accesorios normalizados.

**4.2.1.3 Espesor de pared**

El espesor de pared del tubo EMT debe ser uniforme en toda su longitud.

**4.2.1.4 Superficie interna**

La superficie interna del tubo EMT debe estar libre de imperfecciones que puedan afectar a los cables eléctricos, durante su instalación.

**4.2.1.5 Soldadura**

La soldadura del tubo EMT formado, debe realizarse por un proceso continuo y el acabado no debe presentar aristas cortantes en la superficie interior de forma que no dañen los cables eléctricos al momento de su instalación.

**4.2.1.6 Limpieza**

Los tubos EMT deben limpiarse antes de la aplicación del revestimiento protector.

El proceso de limpieza debe dejar la superficie externa e interna del tubo EMT en condición adecuada para permitir la adherencia del revestimiento protector.

**4.2.1.7 Revestimiento protector externo**

La superficie externa del tubo EMT debe quedar completa y uniformemente revestida con zinc, para permitir la interfase entre metales y obtener así la protección galvánica contra la corrosión.

**4.2.1.8 Revestimiento protector interno**

La superficie interna del tubo EMT debe quedar completa y uniformemente revestida con zinc, esmalte u otro recubrimiento resistente a la corrosión.

**4.2.1.9 Extremos**

Cada extremo del tubo EMT debe ser cortado perpendicular a su eje y biselarse o tratarse por otro método para eliminar asperezas y bordes afilados. Cuando sea necesario biselar después de galvanizar, el perímetro biselado debe revestirse con un protector anticorrosivo.

**4.2.2 Curvas**

Las curvas se pueden obtener a partir del tubo EMT terminado, cuyas características se indican en el punto 4.2.1.

COVENIN 11(R):2004

## 5 REQUISITOS

### 5.1 Dimensiones y pesos de los tubos

Las dimensiones y los pesos de los tubos EMT deben cumplir con los valores indicados en la Tabla 2. El peso de los tubos se debe verificar según lo establecido en el punto 7.1.

Tabla 2. Dimensiones y pesos de los tubos EMT (Nota 1)

Diámetro nominal (Nota 2) (pulg)	Designación en mm	Diámetro Exterior D.E (mm)	Espesor Nominal (mm)	Número de tubos por paquete	Peso Nominal por tubo (kg)
½	15	17,9	0,9	217	1,15
¾	20	23,4	1,2	169	2,00
1	25	29,5	1,4	91	2,95
1 ¼	32	38,35	1,5	91	4,08
1 ½	40	44,3	1,5	91	4,80
2	50	55,8	1,5	61	6,10
3	80	88,9	1,7	37	11,00
4	100	114,3	1,9	19	15,90

Nota 1) Longitud de los tubos = 3 m

Las tolerancias permisibles son:

Longitud:  $\pm 25,4$  mm (1 pulg)

Diámetro exterior:

Para tubos cuyo diámetro nominal sea de 1/2 a 2 pulg =  $\pm 0,13$  mm D.E.

Para tubos cuyo diámetro nominal sea 3 pulg =  $\pm 0,38$  mm D.E.

Para tubos cuyo diámetro nominal sea 4 pulg =  $\pm 0,51$  mm D.E.

Peso por tubo =  $\pm 10,0$  % del peso nominal

Espesor de pared =  $\pm 10,0$  % del espesor nominal

Nota 2: Véase la definición de diámetro nominal descrita en el punto 3.2 de esta norma.

### 5.2 Dimensiones de las curvas

Las dimensiones de las curvas de 90° (ilustradas en la Figura 1), deben cumplir con los valores indicados en la Tabla 3 y se deben verificar según lo establecido en el punto 7.2.

Tabla 3. Dimensiones de las curvas de 90° de tubos EMT

Diámetro nominal (Nota 1) (pulg)	Designación mm	Radio mínimo al centro del tubo (mm)	Longitud recta mínima en cada extremo, Ls (mm)
½	15	101,6	38,1
¾	20	114,3	38,1
1	25	146,0	47,6
1 ¼	40	209,5	50,8
2	50	241,3	50,8
3	80	330,2	79,4
4	100	407,0	85,7

Nota 1: Véase la definición de Diámetro Nominal descrita en el punto 3.2 de esta norma.

## COVENIN 11(R):2004

### 5.3 Revestimiento de zinc

El revestimiento de zinc debe cubrir completamente la superficie externa del tubo, estar firmemente adherido en todo el área del mismo y no debe presentar burbujas u otras imperfecciones que vayan en detrimento de las propiedades del revestimiento.

Lo anterior se debe verificar según lo establecido en el punto 7.3.

### 5.4 Revestimiento interno del tubo

El revestimiento de zinc, esmaite u otro revestimiento resistente a la corrosión, debe ser uniforme en toda la superficie interna del tubo EMT, tener un espesor homogéneo, poseer un acabado suficientemente liso y no debe ablandarse a una temperatura de 50°C.

El revestimiento debe ser suficientemente elástico para resistir el ensayo especificado en el punto 7.4.

### 5.5 Resistencia al doblado

El tubo EMT sin revestimiento debe soportar el ensayo de doblado para la determinación de la ductilidad de la soldadura descrito en el punto 7.5.2, sin que se presenten grietas o rupturas en el cordón de soldadura.

El tubo EMT terminado con revestimiento protector debe soportar el ensayo de doblado descrito en el punto 7.5.3, sin agrietarse o desprenderse su revestimiento.

## 6 INSPECCIÓN Y RECEPCIÓN

### 6.1 Inspección

Los criterios a utilizar para la aceptación o rechazo de lotes seleccionados durante la inspección, serán los indicados en la Norma Venezolana COVENIN 3133-1, seleccionando las tablas correspondientes al plan de muestreo simple para inspección normal donde el Nivel de Calidad de Aceptación (NCA) se determinará de mutuo acuerdo entre el cliente y el proveedor.

Todas las pruebas e inspecciones pueden realizarse en la fábrica, sin causar molestias durante el proceso normal de fabricación.

### 6.2 Recepción

A solicitud del cliente, cada entrega se acompañará con un documento de conformidad, el cual indique que el lote cumple cabalmente con los requisitos de esta norma.

## 7 MÉTODOS DE ENSAYO

### 7.1 Peso de los tubos

#### 7.1.1 Objeto

Verificar que el peso de los tubos EMT cumple con los valores indicados en la Tabla 2.

#### 7.1.2 Equipos a utilizar

- Báscula debidamente calibrada con una apreciación de 5 kg.

#### 7.1.3 Preparación de la muestra

La muestra a ensayar consiste en un paquete (o atado) de tubos EMT, tomados de un mismo lote.

#### 7.1.4 Procedimiento

Se pesa la muestra en la báscula y se verifica que el peso por unidad no sea menor que el indicado en la Tabla 2. El peso por unidad viene dado por la expresión:

$$\text{PESO POR UNIDAD} = \frac{\text{PESO TOTAL DEL PAQUETE}}{\text{N}^{\circ} \text{ DE TUBOS DEL PAQUETE}}$$

**COVENIN 11(R):2004**

**7.2 Radio mínimo y longitud de las secciones rectas de las curvas**

**7.2.1 Objeto**

Verificar que el radio mínimo y la longitud de las secciones rectas de las curvas cumplan con los valores indicados en la Tabla 3 de la presente norma.

**7.2.2 Instrumentos a utilizar**

- Compás adecuado para el rango de medición.
- Vernier con una apreciación de 0,1 mm.

**7.2.3 Preparación de la muestra**

La muestra a ensayar consiste en una curva terminada.

**7.2.4 Procedimiento**

- Se dibuja sobre papel el contorno de la curva. Por métodos geométricos se determina el centro de este arco y se mide la distancia del mismo a cualquier punto de la curva imaginaria (Figura 1). Ésta será la medición del radio de la curva.
- Se verifica que el radio medido no sea menor que el indicado en la Tabla 3 de esta norma.
- Para medir la longitud de las secciones rectas de las curvas se utiliza el vernier especificado en el punto 7.2.2 de esta norma.

**7.3 Revestimiento de zinc**

**7.3.1 Objeto**

Verificar que el revestimiento de zinc cumple con lo indicado en el punto 5.3 de la presente norma, al ser ensayado según lo indicado en la norma COVENIN 565.

**7.3.2 Preparación de la muestra**

La muestra a ensayar consiste en secciones de tubo (EMT) terminado.

**7.3.3 Procedimiento**

El revestimiento de zinc se debe verificar según lo indicado en la norma COVENIN 565. Se considera que el espesor y la uniformidad del revestimiento de zinc cumplen con lo indicado en dicha norma, si las muestras soportan como mínimo dos inmersiones de un (1) minuto cada una en una solución de sulfato de cobre.

**7.4 Revestimiento interno de esmalte**

**7.4.1 Objeto**

Verificar que el revestimiento interno de esmalte resistente a la corrosión cumpla con lo especificado en el punto 5.4 de la presente norma.

**7.4.2 Flexibilidad del esmalte**

Este ensayo se realiza de acuerdo a lo establecido en la norma COVENIN 404 a excepción de la preparación de la muestra:

**7.4.2.1 Preparación de la muestra**

La muestra a ensayar consiste en trozos de diez (10) cm de tubos EMT cortados a diez (10) cm del extremo del mismo y posteriormente seccionados en forma paralela al eje del tubo (véase la Figura 2).

**7.5 Resistencia al doblado**

**7.5.1 Objeto**

Este ensayo tiene por objeto verificar lo establecido en el punto 5.5 de la presente norma.

#### COVENIN 11(R):2004

##### 7.5.2 Determinación de la ductilidad de la soldadura

Este ensayo se realiza de acuerdo con lo establecido en la norma COVENIN 586, a excepción de los puntos siguientes:

###### 7.5.2.1 Equipo a utilizar

Matriz cuyo radio sea cuatro (4) veces el diámetro nominal del tubo sometido al ensayo (véase Figura 3).

###### 7.5.2.2 Preparación de la muestra

La muestra a ensayar consiste en tres (3) trozos de tubos EMT, sin revestimiento, con una longitud mínima de 50 cm cada uno.

###### 7.5.2.3 Procedimiento

- a) Se dobla cada muestra a noventa (90) grados alrededor de la matriz.
- b) La primera muestra se dobla con la línea de soldadura en contacto con la superficie de la matriz.
- c) La segunda muestra se dobla con línea de soldadura en la posición diametralmente opuesta a la superficie de la matriz.
- d) La tercera muestra se dobla con la línea de soldadura en posición media, respecto a las dos posiciones anteriores.
- e) Durante y hasta terminar la realización de este ensayo, el cordón de soldadura debe reportarse sin grietas o fisuras.

##### 7.5.3 Determinación de la flexibilidad del revestimiento protector de zinc

Este ensayo se realiza según lo establecido en la norma COVENIN 586, a excepción de los puntos siguientes:

###### 7.5.3.1 Equipos a utilizar

Matriz cuyo radio sea seis (6) veces el diámetro nominal del tubo sometido al ensayo (véase Figura 3).

###### 7.5.3.2 Preparación de la muestra

La muestra a ensayar consiste en trozos de tubos IMC terminados, cortados a diez (10) cm de los extremos del mismo.

###### 7.5.3.3 Procedimiento

- a) Para tubos de diámetro nominal igual a 15 mm (1/2 pulg). Se dobla la muestra hasta ciento ochenta grados (180°) sobre la matriz.
- b) Para tubos de diámetros nominales mayores de 15 mm (1/2 pulg). Se dobla la muestra hasta noventa grados (90°) sobre la matriz.
- c) Durante y hasta terminar el ensayo, el revestimiento no debe agrietarse ni desprenderse en ningún punto de la superficie del tubo.

##### 7.6 Informe

Al finalizar los ensayos se debe elaborar un informe que contenga como mínimo lo siguiente:

- Fecha de realización de los ensayos y nombre de la persona que lo realizó.
- Realizado de acuerdo a la Norma COVENIN correspondiente.
- Identificación de la muestra.
- Resultados parciales y/o finales.
- Determinación realizada con sus valores parciales y totales.
- Observaciones.

COVENIN 11(R):2004

## 8 ROTULACIÓN

Cada paquete de tubos o atado contemplados en esta norma debe llevar indicado en una tarjeta firmemente adherida la siguiente información:

- Diámetro nominal y la palabra "EMT".
- Identificación del producto
- Nombre del fabricante o marca comercial registrada.
- La leyenda "Hecho en Venezuela" o país de origen.

## BIBLIOGRAFÍA

ANSI C 80-3-1994	Specification for Electrical Metallic Tubing, Zinc Coated (EMT). Edited by American National Standard Institute. 1995, New York USA
ASTM B 504-2002	Measurement of Thickness of Metallic Coatings by the Coulometric Method. Edited by American Society for Testing and Materials. 2002. USA.
COVENIN 200-2004	Código Eléctrico Nacional. Editado por CODELECTRA-COVENIN. 1999. Caracas. Venezuela.
UL 797-2000	Standard for Electrical Metallic Tubing. Edited by Underwriters Laboratories Inc. 2000. USA.
ASTM A239-1999	Standard Practice for Location theThinnest Spot in a Zinc (Galvanized) Coating on Iron or Steel Articles. Edited by American Society for Testing and Materials. 1999. New York. USA

COVENIN 11(R):2004

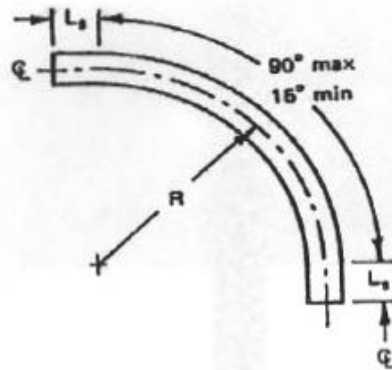


Figura 1. Radio mínimo y longitud recta de las curvas



Figura 2. Área interna de muestra tubular para la realización de ensayo de adherencia

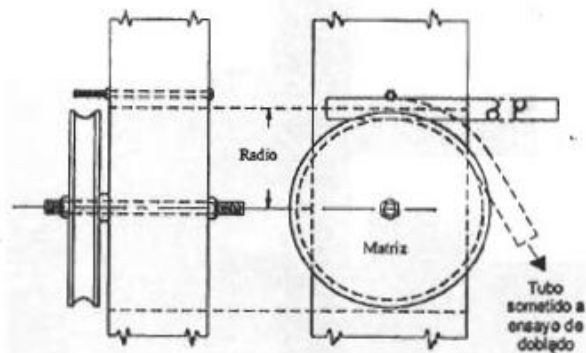


Figura 3. Equipo para Ensayo de Doblado



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# CANTIDAD DE CABLE EN UNA TUBERÍA ELÉCTRICA

**CANTIDAD DE CONDUCTORES  
ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT PVC TIPO A  
CABLES THHN/THWN Y THWN-2**

Calibre	1/2" / 13mm	3/8" / 19mm	1" / 25mm	1 1/8" / 32mm	1 1/2" / 38mm	2" / 51mm	2 1/2" / 64mm	3" / 76mm	3 1/2" / 89mm	4" / 102mm
14	16	27	44	73	96	150	225	338	441	566
12	11	19	32	53	70	109	164	246	321	412
10	7	12	20	33	44	69	103	155	202	260
08	4	7	12	19	25	40	59	89	117	150
06	31	5	8	14	18	28	43	64	84	108
04	1	3	5	8	11	17	26	39	52	66
02	1	1	3	6	8	12	19	29	37	47
01	1	1	2	4	6	9	14	21	27	35
1/0	1	1	2	4	5	8	11	17	23	29
2/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
3/0	1	1	1	2	3	5	8	12	16	20
4/0	1	1	1	1	3	4	6	10	13	17
250	1	1	1	1	2	3	5	8	10	14
300	1	1	1	1	1	3	4	7	9	12
350	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10
400	1	1	1	1	1	2	3	5	7	9
500	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7
600	1	1	1	1	1	1	2	3	5	6
750	1	1	1	1	1	1	2	3	4	5
800	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5
900	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
1000	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4

**CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT PVC TIPO A  
CABLES TW Y THW**

Calibre	1/2" / 13mm	3/4" / 19mm	1" / 25mm	1 1/4" / 32mm	1 1/2" / 38mm	2" / 51mm	2 1/2" / 64mm	3" / 76mm	3 1/2" / 89mm	4" / 102mm
14	11	18	31	51	67	105	157	235	307	395
12	8	14	24	39	51	80	120	181	369	303
10	6	10	18	29	38	60	89	135	176	226
08	3	6	10	16	21	33	50	75	98	125
06	1	3	6	9	13	20	30	45	59	75
04	1	2	4	7	9	15	22	33	44	56
02	1	1	3	5	7	11	16	24	32	41
01	1	1	1	3	5	7	11	17	22	29
1/0	1	1	1	3	4	6	10	14	19	24
2/0	1	1	1	2	3	5	8	12	16	21
3/0	1	1	1	1	3	4	7	10	13	17
4/0	1	1	1	1	2	4	6	9	11	14
250	1	1	1	1	1	3	4	7	9	12
300	1	1	1	1	1	2	4	6	8	10
350	1	1	1	1	1	2	3	5	7	9
400	1	1	1	1	1	1	3	5	6	8
500				1	1	1	2	4	5	7
600				1	1	1	1	3	4	5
750				1	1	1	1	3	3	4
800					1	1	1	2	3	4
900					1	1	1	2	3	4
1000					1	1	1	1	3	3

**El porcentaje de la sección transversal en tubería con el llenado de conductores no puede ser mayor del 40%**

**CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT METALICA  
CABLES THHN/THWN Y THWN-2**

Calibre	½" / 13mm	¾" / 19mm	1" / 25mm	1 ¼" / 32mm	1 ½" / 38mm	2" / 51mm	2 ½" / 64mm	3" / 76mm	3 ½" / 89mm	4" / 102mm
14	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608
12	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443
10	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279
08	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161
06	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116
04	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71
02	1	1	3	5	5	11	20	30	40	51
01	1	1	1	4	4	8	15	22	29	37
1/0	1	1	1	3	3	7	12	19	25	32
2/0	1	1	1	2	3	6	10	16	20	26
3/0	1	1	1	1	2	5	8	13	17	22
4/0	1	1	1	1	1	4	7	11	14	18
250	1	1	1	1	1	3	6	9	11	15
300	1	1	1	1	1	3	5	7	10	13
350	1	1	1	1	1	2	4	6	9	11
400	1	1	1	1	1	1	4	6	8	10
500	1	1	1	1	1	1	3	5	6	8
600	1	1	1	1	1	1	2	4	5	7
750	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5
800	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5
900	1	1	1	1	1	1	1	3	3	4
1000	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4

El porcentaje de la sección transversal en tubería con el llenado de conductores no puede ser mayor del 40%

**CANTIDAD DE CONDUCTORES ADMISIBLE EN TUBERIAS CONDUIT METALICA**

**CABLES TW Y THW**

Calibre	1/2" / 13mm	3/8" / 19mm	1" / 25mm	1 1/8" / 32mm	1 1/2" / 38mm	2" / 51mm	2 1/2" / 64mm	3" / 76mm	3 1/2" / 89mm	4" / 102mm
14	8	15	25	43	58	96	168	254	332	424
12	6	11	19	33	45	74	129	195	255	326
10	5	8	14	24	33	55	96	145	190	243
08	2	5	8	13	18	30	53	81	105	135
06	1	3	4	8	11	18	32	48	63	81
04	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60
02	1	1	2	4	6	10	17	26	34	44
01	1	1	1	3	4	7	12	18	24	31
1/0	1	1	1	2	3	6	10	16	20	26
2/0	1	1	1	1	3	5	9	13	17	22
3/0	1	1	1	1	2	4	7	11	15	19
4/0	1	1	1	1	1	3	6	9	12	16
250	1	1	1	1	1	3	5	7	10	13
300	1	1	1	1	1	2	4	6	8	11
350	1	1	1	1	1	1	4	6	7	10
400	1	1	1	1	1	1	3	5	7	9
500	1	1	1	1	1	1	3	4	6	7
600	1	1	1	1	1	1	2	3	4	6
750	1	1	1	1	1	1	1	3	4	5
800	1	1	1	1	1	1	1	3	3	5
900	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4
1000	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# EMPALMES

---

**Centro Integral Educativo CIBA**

Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegraleducativociba@gmail.com](mailto:centrointegraleducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>



Los empalmes eléctricos son quizás unos de los factores que más influyen para el correcto funcionamiento de una instalación eléctrica. Dependiendo la situación en la que se encuentre la instalación y como se vayan instalar los cables eléctricos, se cómo se debe de llevar a cabo el empalme más adecuado.

Las instalaciones eléctricas domésticas, comerciales o industriales; siempre han de necesitar unos que otros **empalmes eléctricos** y estos persiguen unir circuitos con perfecta seguridad y con sustentabilidad; para ello el presenta este material que garantiza un proceso de aprendizaje exitoso; donde los empalmes se manejan con una acentuada participación para que se domine con profesionalismo esta área que deja muchas veces las instalaciones con errores, solo por desconocer todo sobre los **tipos de instalaciones** eléctricas o no contar con planos de instalaciones eléctricas correctas.

Así mismo es importante conocer sobre la **simbología de las instalaciones** eléctricas y los **tipos de empalmes eléctricos** existentes, para emprender este mundo difícil pero contagioso por su dinámica y demanda socio, laboral y económico en el mundo actual. Por consiguiente, los empalmes brindan prolongación segura y estable a los circuitos, sin recalentamiento y garantizando una instalación exitosa.

Por esta razón se dedican esté material, para que los participante del curso de electricistas residencial puedan consultar y hacer de este material su **diccionario sobre empalmes eléctricos**. Capacitando continuamente al profesional y principiante de cómo hacer **empalmes de trenzado**, o sencillamente **empalmes de prolongación** acompañados de atrevimientos técnicos que se permiten porque son los dobleces en los cables aceptados y que no hacen recalentar los circuitos. Por su parte, estos empalmes hoy día se pueden realizar con unos dispositivos metálicos que han salido al mercado; pero no es igual conocer todo sobre los **tipos de empalmes eléctricos** y los **empalmes eléctricos básicos**.

Las normativas de muchos países prohíben por seguridad el uso de empalmes en algunas situaciones. Es común la prohibición de realizar empalmes donde se puedan acumular gases inflamables.

Las conexiones o uniones de cables solo con cinta aislante están prohibidas en cualquier instalación. Siempre se deben realizar en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en ciertos casos como los provisionales o las emergencias.

A continuación, vamos a ver los diferentes tipos de empalmes, tanto de derivación como de prolongación.

### Empalme trenzado o cola de rata simple

Este tipo de empalme se emplea cuando los cables no van a estar sujetos a esfuerzos de tensión elevados. En este tipo de uniones, el encintado puede ser sustituido por un conector de capuchón.

#### Procedimiento:

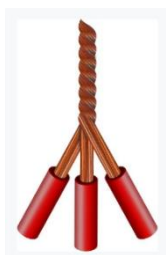


- Retira aproximadamente 3 cm de aislamiento de cada una de las puntas de los conductores a unir.
- Coloca las puntas formando una X un poco antes de donde está el aislante, y con la ayuda de un alicate comienza a torcer las puntas desnudas como si fuera una cuerda.
- Aprieta correctamente la unión, sin estropear los cables.

### Empalme multiple trenzado, cola de rata triple

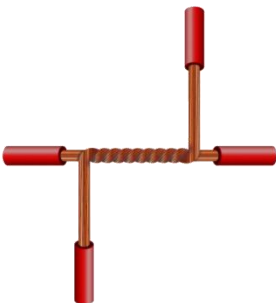
Es el empalme más usado en circuitos eléctricos, puede comprender la unión de 2, 3 y hasta 4 cables conductores, aunque no se recomienda llegar a unir 4 cables con este empalme, solo debe usarse cuando los cables no están expuestos a tirones o movimientos bruscos, por lo general se usa en las cajas de conexión o salidas, ya sea de tomacorrientes o interruptores.

#### Procedimiento:



- Retira aproximadamente 3 cm de aislamiento de cada una de las puntas de los conductores a unir.
- Coloca las puntas formando una X un poco antes de donde está el aislante, y con la ayuda de un alicate comienza a torcer las puntas desnudas como si fuera una cuerda.
- Aprieta correctamente la unión, sin estropear los cables.

### Empalme de derivación doble H.



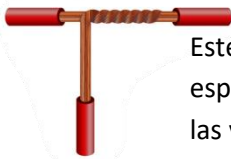
En este tipo de empalme eléctrico se utilizan dos conductores que se asemejan a la letra “H”, lo que le da su nombre. Uno de los conductores es el de la línea principal, y el otro es el que se convierte en dos ramales.

### Empalme de derivación doble tipo "C"



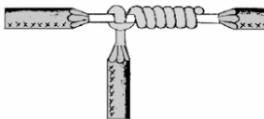
Se utiliza para unir dos conductores gruesos en caso de que se necesite derivar un alambre de un cable. También se lo conoce como "unión enrollada".

### Empalme en "T" o derivación simple



Este es otro de los 15 tipos de empalmes eléctricos más útiles que existen, especialmente cuando se quiere derivar energía eléctrica adicional. Se aconseja que las vueltas estén bien sujetas sobre el conductor recto.

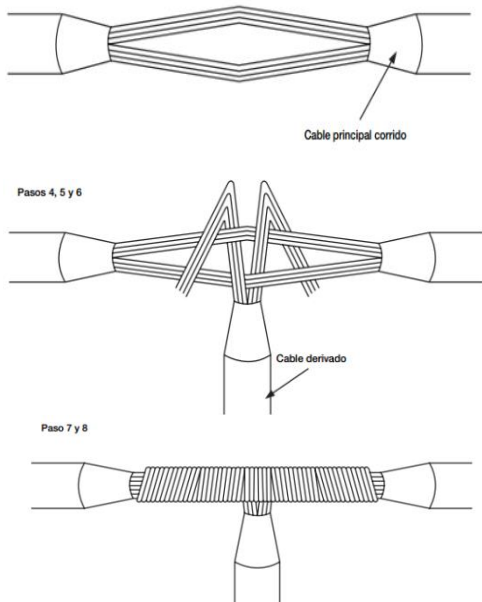
### Empalme en "T" o derivación con nudo



Este tipo de empalme eléctrico es igual al anterior pero se le agrega un nudo a partir del mismo alambre derivado.

### Empalme en "T" o de derivación múltiple

Este empalme se emplea para realizar uniones entre una punta de un cable de derivación a otro que corre de manera continua.



1. Retire aproximadamente de 3 a 5 cm del aislamiento del cable principal que corre; si es necesario, con una lija limpie el tramo desnudo.
2. Con la ayuda de las pinzas, abra el cable principal, girándolo en sentido contrario al trenzado 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 aproximadamente de 3 a 5 cm del aislamiento de la punta del cable a unir, límpiense y enderece los alambres.
5. Corte el alambre central del cable que va a unir, a partir de donde comienza el aislamiento.

**Centro Integral Educativo CIBA**

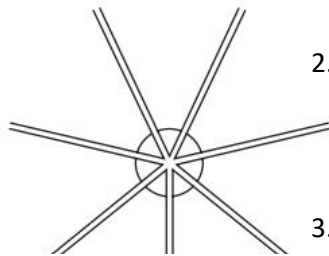
Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegrateducativociba@gmail.com](mailto:centrointegrateducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>

6. Introduzca 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 trenzado.
8. Enrolle la otra parte de los alambres del cable a unir en sentido contrario a la parte anterior y con la ayuda de las pinzas apriete las espiras o vueltas.

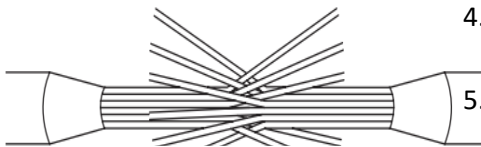
### **Empalme de prolongación**

Este tipo de empalme se utiliza para la prolongación de cables gruesos.

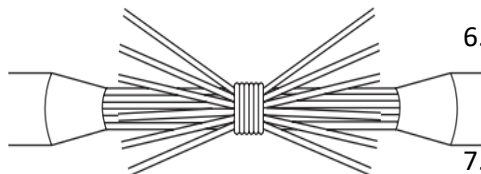
Pasos 1, 2, 3 y 4



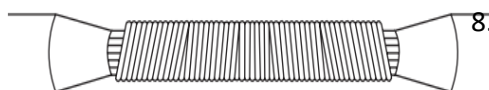
Paso 5



Pasos 6 y 7



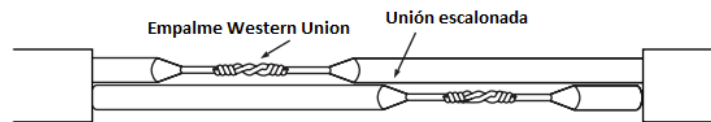
Paso 8



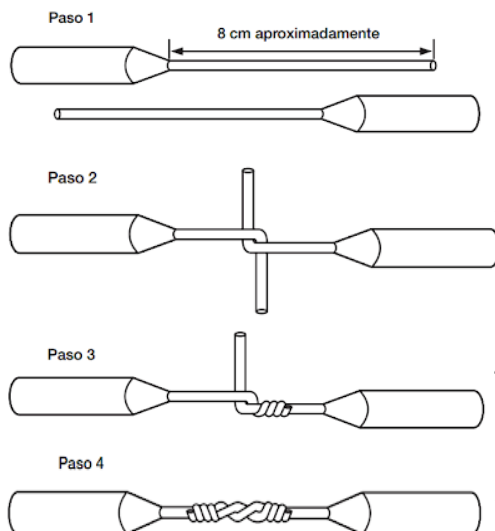
1. Retire aproximadamente de 8 a 10 cm de aislamiento de las puntas de los cables a unir.
2. Con un alambre delgado (o sujételo con un alicata), realice un atado en forma de anillo de aproximadamente 3 cm del aislamiento de cada una de las puntas y con las pinzas apriéte los.
3. Abra los alambres del 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 realizó la atadura del anillo.
5. Retire el anillo de una de las puntas de los cables y coloque ésta 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 trenzado 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.

## Empalme dúplex

En la figura 1.15 se ilustra este empalme, el cual es utilizado para unir alambres dúplex. Este empalme está compuesto por dos uniones Western Union, realizados escalonadamente, con el propósito de evitar diámetros excesivos al colocar la cinta aislante y evitar un posible cortocircuito.



## Empalme Western Union



1. Retire el aislamiento aproximadamente 8 cm de la punta de los conductores a unir.
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.



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# DIAGRAMA UNIFILAR

El **diagrama unifilar** es el plano para el análisis del sistema eléctrico. Es el primer paso en la preparación de un plan de respuesta crítico, lo que le permite familiarizarse completamente con el diseño y la disposición del sistema de distribución eléctrica en sus instalaciones.

Ya sea que tenga instalaciones nuevas o existentes, el diagrama unifilar es la hoja de ruta vital para todas las actividades futuras de pruebas, servicio y mantenimiento. Como tal, el diagrama unifilar es como un balance de sus instalaciones y proporciona un panorama de las instalaciones en un momento dado. Debe cambiar a medida que las instalaciones cambian para garantizar que los sistemas estén protegidos adecuadamente.

Un diagrama unifilar efectivo mostrará claramente cómo se conectan los componentes principales del sistema eléctrico, incluidos los equipos redundantes y los repuestos disponibles. Muestra una ruta de distribución de energía correcta desde la fuente de alimentación entrante hasta cada carga circuitos abajo, incluidas las clasificaciones y los tamaños de cada equipo eléctrico, sus conductores de circuito y sus dispositivos de protección.

En muchas instalaciones de procesos, se añaden o eliminan cargas continuamente en pequeños incrementos. El efecto neto no siempre se observa hasta que alguna parte del sistema se sobrecarga o presenta otros problemas. Muchas veces se añaden circuitos sin modificaciones adecuadas de los ajustes estándar en los disyuntores ascendentes asociados. Los dispositivos de protección que se utilicen deben coordinarse con las curvas de tiempo/corriente y entre sí. El diagrama unifilar proporciona la hoja de ruta para permitir el diseño adecuado de equipos, redundancia y protección.

Los requisitos de NFPA-70E exigen diagramas unifilares precisos y actualizados.

Para cumplir con estos requisitos, se debe realizar un levantamiento completo del sitio para desarrollar diagramas unifilares para las instalaciones o para actualizar los diagramas existentes.

El levantamiento debe incluir:

- Tener un inventario de equipos.
- Verificar la existencia de diagramas según la construcción y que estén disponibles adecuadamente.
- Verificar que se implemente un proceso que garantice que los diagramas según la construcción se mantengan en condiciones actualizadas.
- Confirmar que las cargas estén conectadas a alimentadores de emergencia/en espera
- Verificar posibles puntos únicos de fallo.
- Evaluar la redundancia de diseño de sistemas críticos (N, N+1, N+2...) y si todos los equipos críticos se pueden mantener sin un apagado.

- Elaborar un reporte que describa los hallazgos por centro junto con las medidas recomendadas.
- Actualizar los diagramas unifilares proporcionados por el cliente hasta los tableros de conmutación de 360V.
- Proporcionar una copia del diagrama eléctrico unifilar en formato Digital.
- Publicar diagramas según la construcción en cada instalación.

Un diagrama unifilar actualizado es vital para una variedad de actividades de servicio, que incluyen:

- Cálculos de cortocircuitos.
- Estudios de coordinación.
- Estudios de flujo de carga.
- Estudios de evaluación de la seguridad.
- Todos los demás estudios de ingeniería.
- Procedimientos de seguridad eléctrica.
- Mantenimiento eficiente.

#### **Beneficios**

- Ayudar a identificar las ubicaciones de los fallos y simplificar la resolución de los problemas
- Identificar posibles fuentes de energía eléctrica durante el procedimiento de bloqueo y etiquetado.
- Garantizar la seguridad del personal.
- Mantener el cumplimiento con los requisitos de NFPA 70E.
- Garantizar una operación segura y confiable de las instalaciones.

#### **Alcance**

Para obtener una imagen precisa del sistema eléctrico, la información del diagrama unifilar normalmente debe incluir:

- Líneas de entrada (voltaje y tamaño).
- Fusibles principales de entrada, cabezales, disyuntores, interruptores e interruptores principales/de brida.
- Transformadores de potencia (clasificación, conexión de bobinado y medios de conexión a tierra).
- Interruptores de alimentación e interruptores con fusible.
- Relés (función, uso y tipo).
- Transformadores de corriente/potencial (tamaño, tipo y relación).



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

- Transformadores de control.
- Todos los cables principales y el tendido de cables con sus interruptores de aislamiento y cabezales asociados (tamaño y longitud del recorrido).
- Todas las subestaciones, incluidos los relés integrales y los paneles principales y la naturaleza exacta de la carga en cada alimentador y en cada subestación.
- Voltaje y tamaño críticos del equipo (UPS, batería, generador, distribución de energía, interruptor de transferencia, aire acondicionado de la sala de computadoras).

---

**Centro Integral Educativo CIBA**

Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegraleducativociba@gmail.com](mailto:centrointegraleducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>

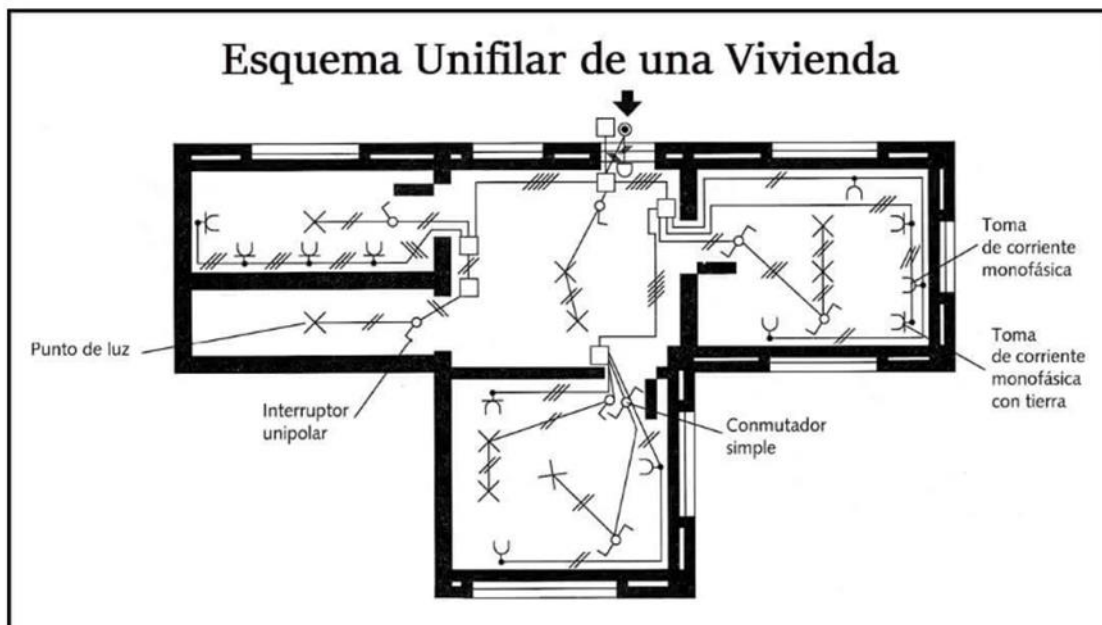
### Diferencia entre Esquema Unifilar y Multifilar

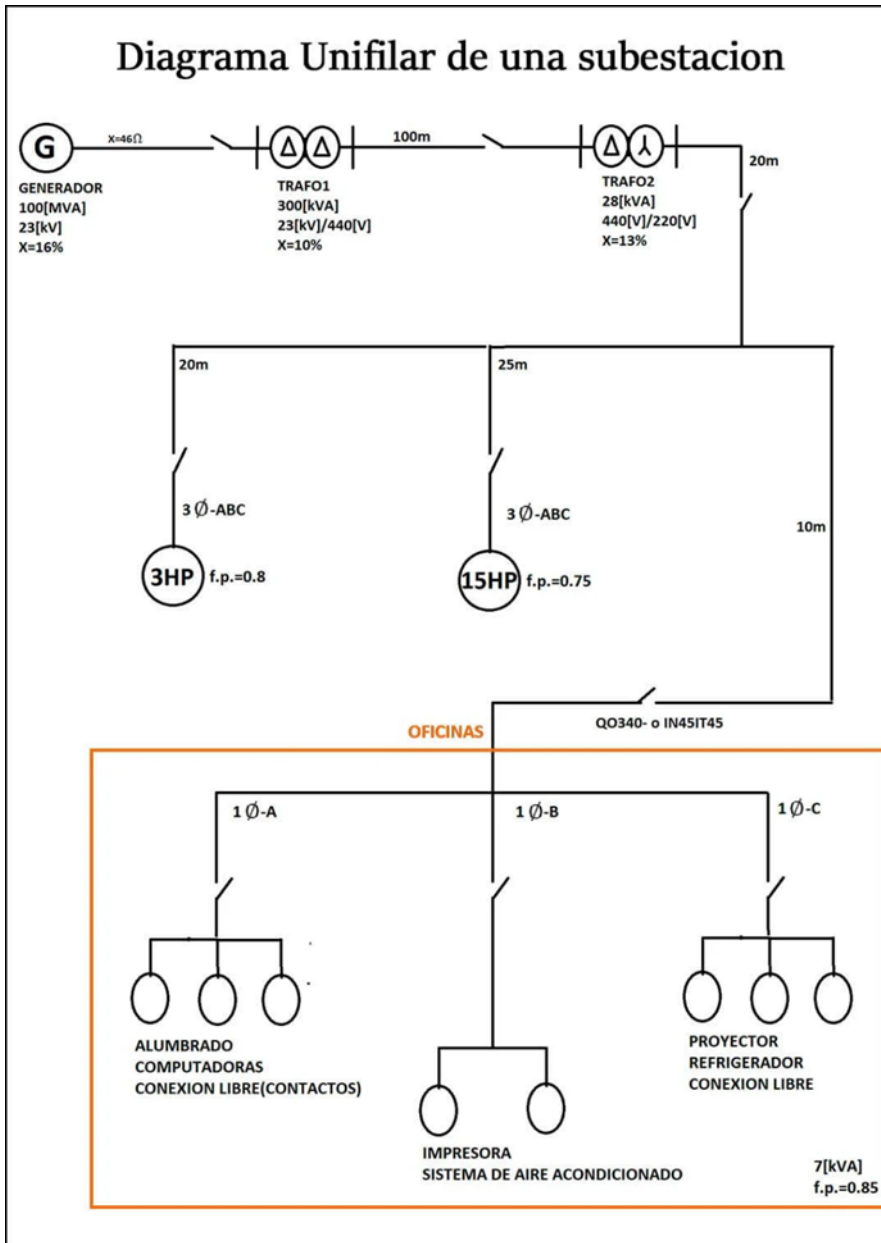
Estos esquemas son los más utilizados para representar instalaciones eléctricas, ya que son más simples y rápidos de realizar. La principal diferencia entre ambos es la siguiente:

- ✚ **Unifilar:** Es la representación esquemática de un circuito, en el que todos los conductores de un tramo son representados con una sola línea o trazo.
- ✚ **Multifilar:** Es una representación más completa de todos los trazos, pero es la forma más compleja de representar un esquema eléctrico.

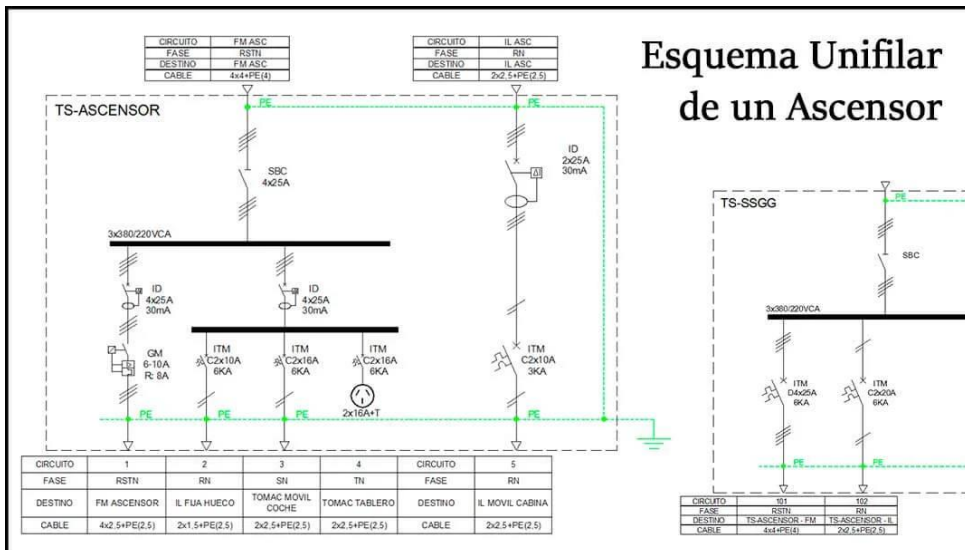
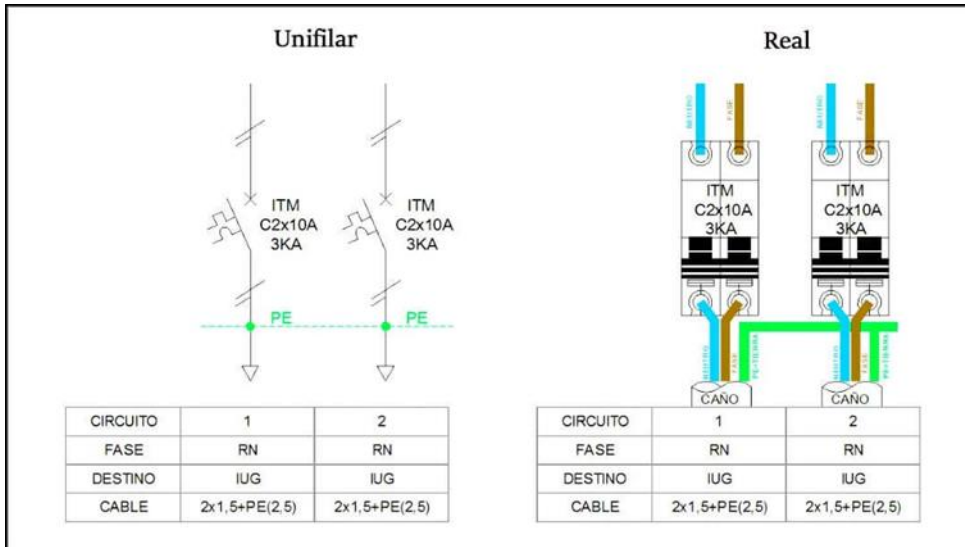
#### **Diagrama Unifilar de una casa**

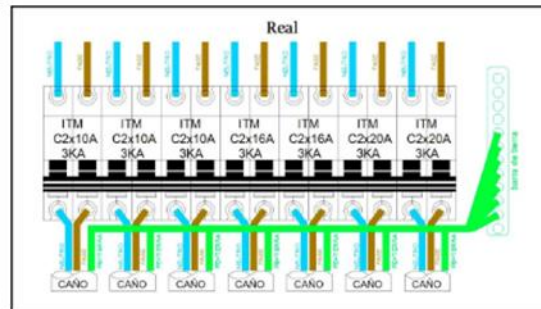
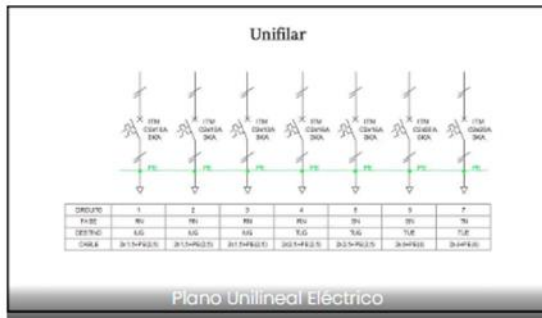
En el siguiente ejemplo se tiene un esquema unifilar de una vivienda con su correspondiente instalación eléctrica:





## Esquema Unifilar de un Cuadro Eléctrico





## Elementos de un Esquema Unifilar Eléctrico

Los elementos o partes de un diagrama unifilar son las siguientes:

- ❏ **Cuadros Eléctricos:** Todos los componentes de un cuadro eléctrico se representan en el interior de un polígono (probablemente un rectángulo). Este polígono representa al cuadro eléctrico y se suele dibujar con una línea discontinua. Además, es conveniente que una etiqueta identifique a qué cuadro hace referencia cada polígono por medio de un rótulo técnico en el margen inferior derecho.
- ❏ **Circuito:** Un circuito es una rama del esquema unifilar con dos extremos (Superior e Inferior).
- ❏ **Número y Características de los Conductores:** El número de conductores de un circuito se representa mediante unos trazos oblicuos, y paralelos entre sí. Solamente se representan los conductores activos (no el de tierra), por lo que es habitual encontrar dos, tres o cuatro trazos, para circuitos monofásicos, trifásicos sin neutro y trifásicos con neutro, respectivamente.
- ❏ **Parámetros Eléctrica de Protección:** En algunas ramas del esquema unifilar es posible encontrar parámetros de protección como, por ejemplo, interruptores diferenciales, magnetotérmicos o relés.
- ❏ **Receptores:** Las ramas inferiores del esquema unifilar alimentan a receptores eléctricos, tales como lámparas, tomas de corriente, motores, etc. Cada grupo de receptores iguales en un mismo circuito se representa mediante un único símbolo.

## Símbolos más comunes de un esquema unifilar

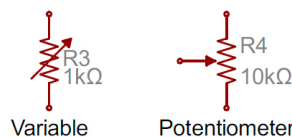
### Resistores

Sin duda, los más importantes dentro los componentes de un circuito. Los resistores son usualmente representados por líneas en zigzag, con dos terminales extendidas hacia afuera. Los planos internacionales podrían usar en su lugar un rectángulo.



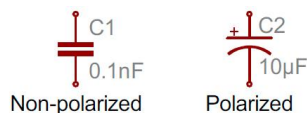
### Potenciómetros y resistores variables

Estos aumentan el símbolo estándar del resistor con una flecha. El resistor variable permanece como un dispositivo de dos terminales, por lo que la flecha se coloca diagonalmente a través de la mitad. Un potenciómetro es un dispositivo de tres terminales, así que la flecha se convierte en la tercera.



### Capacitores

Existen dos símbolos comunes para los capacitores. Uno representa un capacitor polarizado, y el otro uno que no. El símbolo con una lámina es el polarizado, y representa el cátodo del capacitor, el cual debe estar a un menor voltaje que el ánodo positivo. Un signo de más también puede ser agregado



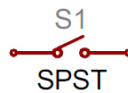
### Inductores

Estos son usualmente representados con una serie de curvas o bobinas en bucle. Los símbolos internacionales pueden definirlo solamente como un rectángulo con relleno.

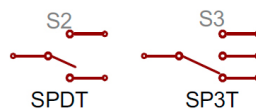


## Interruptores

Los interruptores existen de muchas formas. El más básico, unipolar, es dos terminales con una línea conectada a la mitad que representa el solenoide (la parte que conecta a las terminales)



Los interruptores con más de un tiro añaden más sitios de aterrizaje para el solenoide.

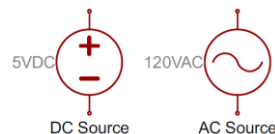


Los interruptores con múltiples polos usualmente tienen otros interruptores parecidos con una línea punteada pasando por en medio del solenoide.



## Corriente alterna o continúa

Las fuentes de voltaje variarán constantemente. Estos son los símbolos empleados para representar una fuente que suministra corriente alterna o continúa:



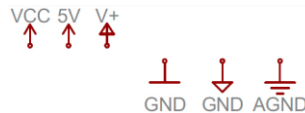
## Baterías

Ya sean cilíndricas, alcalinas o recargables, las pilas aparecen como un par de líneas paralelas desproporcionadas:



## Nodos de voltaje

En ocasiones, se le pueden asignar símbolos especiales a los nodos de voltaje. Es posible conectar los dispositivos a los símbolos de una terminal, para enlazarlos directamente a 5 V, 3.3 V, un colector común de voltaje, o a tierra. Los nodos de voltaje positivo usualmente son representados con una flecha apuntando hacia arriba, mientras que los nodos de tierra tienen una o hasta tres líneas, o un triángulo apuntando hacia abajo.

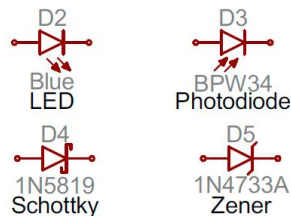


## Diodos

Los diodos básicos son representados con un triángulo presionado contra una línea. Estos también pueden estar polarizados, por lo que cada una de las dos terminales requiere identificativos. El ánodo positivo es la terminal de que corre hacia el borde plano del triángulo. El cátodo negativo se extiende fuera de la línea en el símbolo.

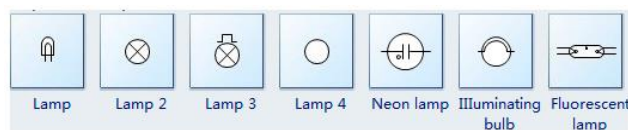


Hay todo tipo de diodos, cada uno con un riff especial en el símbolo estándar. Los LEDs lo aumentan con un par de líneas apuntando hacia afuera. Los fotodiodos, los cuales generan energía a partir de la luz, voltean las flechas hacia adentro.



## Luces

Estas se muestran como óvalos con una línea ondulada dentro, algunos hasta parecen bulbos. Distintos tipos de luz son indicados con diferentes símbolos.

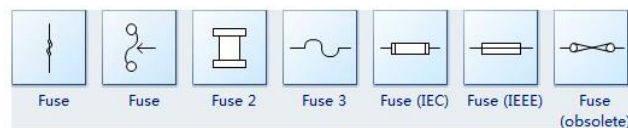


## Termostatos

Los termostatos se simbolizan con una abertura en la línea, pero también tienen una ondulación que los conecta a esta.

## Fusibles

Se representan con un ligero zigzag en la línea. Los motores se muestran con bultos a lo largo de la línea.



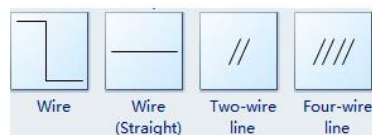
## Tierra

Es representada con un triángulo apuntando hacia abajo o un conjunto de líneas paralelas que se hacen más cortas de arriba hacia abajo. Se trata de un punto de referencia común para mostrar la unidad general de varias funciones.























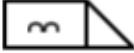



## Cable

Una línea representa a un cable, el cual es usado para conectar los dispositivos. Los cables pueden cruzarse con otros en un esquema eléctrico, pero eso no significa que estén conectados. Si no lo hacen, uno será mostrado dando una vuelta alrededor del otro en semicírculo. Si sí lo hacen, se cruzarán con un punto en donde se tocan.





















**Símbolos de electrodomésticos**

Frigorífico con congelador 	Horno microondas 	Secador eléctrico 	Bomba eléctrica 	Termostato 
Frigorífico / nevera 	Horno eléctrico 	Cocina eléctrica 	TV - Televisión 	Automático de escalera 
Aire acondicionado 	Ventilador / Extractor 	Lavavajillas 	Calentador de agua 	Dispositivo de seguridad con llave 
Aire acondicionado 	Congelador 	Lavadora 	Calentador 	Accionamiento por tarjeta 

















 Calefactor	 Dispositivo eléctrico de apertura de puertas Cerradura eléctrica
 Interfono, intercomunicador	 Timbre eléctrico
 Cámara TV	

### Símbolos de Corriente eléctrica

 <p>Polaridad positiva</p>	 <p>Polaridad negativa</p>	 <p>Corriente continua, CC</p>	 <p>Corriente continua, CC</p>
 <p>Corriente continua, CC</p>	 <p>Corriente alterna, CA Baja frecuencia</p>	 <p>Corriente mixta Corriente rectificadora</p>	 <p>Corriente mixta Corriente rectificadora</p>
 <p>Equipamiento universal Funciona indistintamente con corriente alterna o continua, CA / CC</p>	 <p>Frecuencias medias corriente alterna</p>	 <p>Altas frecuencias corriente alterna</p>	 <p>Convertidor de CC / CC</p>
 <p>Convertidor de CC / CA inversor, ondulator</p>	 <p>Convertidor de CA / CA</p>	 <p>Convertidor de CA / CC Rectificador</p>	 <p>Corriente alterna, CA Ejemplo: frecuencia de 50Hz</p>
 <p>Neutro</p>	 <p>3 50 Hz Corriente trifásica de 50hz</p>	<p>R / S / T Fases R/S/T o L1/L2/L3</p>	


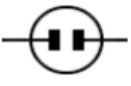


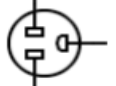

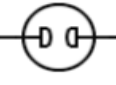

















**Símbolos de estación de energía eléctrica**



















<p>Central hidroeléctrica en servicio</p>	<p>Central eólica en servicio</p>	<p>Central de plasma en servicio MHD Magnetohidrodinámica</p>	<p>Central termoeléctrica en servicio</p>	
<p>Central hidroeléctrica en proyecto</p>	<p>Central eólica en proyecto</p>	<p>Central de plasma en proyecto MHD Magnetohidrodinámica</p>	<p>Central termoeléctrica en proyecto</p>	
<p>Estación de generación eléctrica en servicio Símbolo genérico</p>	<p>Central geotérmica en servicio</p>	<p>Central nuclear en servicio</p>	<p>Central solar en servicio</p>	<p>Central combinada de generación eléctrica y térmica en servicio</p>
<p>Estación de generación eléctrica en proyecto Símbolo genérico</p>	<p>Central geotérmica en proyecto</p>	<p>Central nuclear en proyecto</p>	<p>Central solar en proyecto</p>	<p>Central combinada de generación eléctrica y térmica en proyecto</p>

<p>Subestación compacta bóveda en servicio</p> 	<p>Subestación compacta bóveda en proyecto</p> 	<p>Subestación eléctrica en servicio</p> 	<p>Subestación eléctrica en proyecto</p> 
<p>Subestación aérea monoposte en servicio</p> 	<p>Subestación aérea monoposte en proyecto</p> 	<p>Subestación compacta pedestal en servicio</p> 	<p>Subestación compacta pedestal en proyecto</p> 
<p>Subestación en servicio</p> 	<p>Subestación en proyecto</p> 	<p>Subestación aérea biposte en servicio</p> 	<p>Subestación convertidora en servicio Ejemplo: CC / CA</p> 
<p>Subestación eléctrica en servicio</p> 	<p>Subestación eléctrica en proyecto</p> 	<p>Subestación aérea biposte en proyecto</p> 	<p>Subestación convertidora en proyecto Ejemplo: CC / CA</p> 

**Simbolos de conectores, enchufes y clavijas**

<p>Conexión macho hembra doble</p>	<p>Conexión macho hembra</p>	<p>Conexión de 3 conectores Conexión multipolar</p>	<p>Conexión macho macho con base de enchufe</p>	<p>Conector jack hembra bipolar</p>	<p>Conector jack hembra</p>
<p>Conexión macho hembra</p>	<p>Conector bipolar macho</p>	<p>Conexión con conectores iguales</p>	<p>Conexión macho hembra doble</p>	<p>Conector jack hembra</p>	<p>Conector jack hembra</p>
<p>Conector hembra Símbolo genérico en el Sistema NEMA</p>	<p>Conector hembra Símbolo genérico en el Sistema IEC</p>	<p>Conector coaxial hembra</p>	<p>Conexión de 3 conectores Conexión multipolar</p>	<p>Conexión jack tripolar</p>	<p>Conector jack hembra</p>
<p>Conector macho Toma de corriente enchufe o clavija Símbolo genérico en el Sistema NEMA</p>	<p>Conector macho Toma de corriente enchufe o clavija Símbolo genérico en el Sistema IEC</p>	<p>Conector coaxial macho</p>	<p>Conexión hembra hembra</p>	<p>Conexión jack bipolar</p>	<p>Conector jack hembra</p>

<p>Conector macho no polarizado</p> 	<p>Conector macho no polarizado</p> 	<p>Conector jack hembra bipolar</p> 	<p>Conector jack hembra bipolar</p> 
<p>Conector hembra polarizado</p> 	<p>Conector macho polarizado</p> 	<p>Conector hembra no polarizado</p> 	<p>Conector hembra no polarizado</p> 
<p>Contacto genérico</p> 	<p>Conector punto y raya</p> 	<p>Conector hembra polarizado</p> 	<p>Conector hembra polarizado</p> 
<p>Conector de corriente en edificación</p> 	<p>Conector de corriente monofásica</p> 	<p>Enchufe macho a la red eléctrica con toma de tierra</p> 	<p>Enchufe macho a la red eléctrica</p> 
<p>Toma de corriente con tierra</p> 	<p>Base de corriente trifásica y con toma de tierra</p> 	<p>Conector de corriente trifásica en edificación</p> 	<p>Conector de corriente trifásica</p> 
<p>Conector de corriente con obturador</p> 	<p>Conector de corriente con transformador</p> 	<p>Base de conectores de corriente con protección 3 conectores</p> 	<p>Base de conectores de corriente 3 conectores</p> 

 Conector de corriente con interruptor unipolar	 Conector de corriente con interruptor de protección	 Conector de telecomunicaciones
 Parte fija de un enchufe	 Parte móvil de un enchufe	 Conexión por contacto deslizando
 Conector de corriente con conductor de protección	 Enlace de conexión cerrado	 Conector de corriente con conductor de protección
 Enlace de conexión abierto	 Enlace de conexión cerrado	 Conector de corriente con conductor de protección
 Conector de pines 6x1	 Conector de pines 6x2	 Conector de corriente con conductor de protección
 Conector de corriente con conductor de protección	 Conector de corriente con conductor de protección	 Conector de corriente con conductor de protección

### Símbolos de cajas y registros eléctricos

<p>Caja de conexión Derivación</p>	<p>Caja de empalmes Ejemplo: tres conductores representación unifilar</p>	<p>Cuadro general o centro de distribución Ejemplo: Representación con cinco cableados</p>	<p>Caja general de protección</p>	<p>Caja de registro</p>	
<p>Caja / Registro</p>	<p>Caja de empalmes Ejemplo: tres conductores con derivación representación unifilar</p>	<p>Extremos de cables sellados Ejemplo: tres cables</p>	<p>Cuadro general o centro de distribución Ejemplo: Representación con cinco cableados</p>	<p>Caja de paso</p>	
<p>Caja de conexión Derivación</p>	<p>Caja de empalmes Ejemplo: tres conductores representación multifilar</p>	<p>Extremos de cables sellados Ejemplo: cable tripolar</p>	<p>Caja cabina de exterior Ejemplo: Amplificación</p>	<p>Caja / Registro</p>	
<p>Caja Registro eléctrico Símbolo genérico</p>	<p>Caja de empalmes Ejemplo: tres conductores con derivación representación multifilar</p>	<p>Contención de cable con tensión de luz Ejemplo: tres cables</p>	<p>Caja cabina de exterior</p>	<p>Caja de acometida Terminal del consumidor Ejemplo: Representación de un cableado</p>	<p>Caja de conexiones</p>



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

# TABLEROS ELECTRICOS

### **¿Qué es un tablero eléctrico?**

Un tablero eléctrico o cuadro eléctrico es uno de los componentes principales de una instalación eléctrica, en él se protegen cada uno de los distintos circuitos en los que se divide la instalación a través de fusibles, protecciones magneto térmicas y diferenciales.

Estos tableros, constituyen uno de los componentes más importantes de las instalaciones eléctricas y están destinados a cumplir con algunas de las siguientes funciones: medición, control, maniobra y protección.

Los tableros eléctricos adquieren las más variadas formas y dimensiones de acuerdo con la función específica que les toque desempeñar, como pueden ser aquellos que se emplean en los distintos tipos de inmuebles (viviendas, sanatorios, escuelas, estadios deportivos, etc.) o bien en industrias.

### **¿Cuáles son las funciones de un tablero eléctrico en una vivienda?**

El tablero eléctrico de una vivienda tiene las siguientes funciones:

1. Protege a los electrodomésticos de cualquier subida de tensión.
2. Garantiza la seguridad de las personas.
3. Permite detectar problemas y buscar soluciones al observar qué interruptor ha saltado.
4. Limitar el consumo de energía en las instalaciones para no generar algún riesgo eléctrico.
5. Sirve para cortar el suministro cuando hay exceso en el consumo.

Los tableros eléctricos (o cuadros eléctricos) que se suelen encontrar son el tradicional y el actual. El primero de ellos posee tres grupos de interruptores. Sin embargo, el actual tiene cinco.

### **Componentes de un tablero eléctrico**

1. **Interruptor termomagnético o disyuntor.** Comúnmente llamados interruptores térmicos, pero su nombre correcto es interruptor termomagnético. Estos interruptores cuentan con una capacidad de corriente máxima para interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando se detectan valores mayores a ciertos límites.
2. **Interruptor diferencial.** Es un dispositivo electromecánico, esto quiere decir que dentro de su funcionamiento están involucradas tanto energía eléctrica como energía mecánica. Funciona como un sistema de protección automático en caso de haber fallas en el circuito eléctrico, su fin de salvaguardar la integridad de las personas que operan estos equipos.

3. **Conductores.** Son los cables. Los conductores tienen la capacidad de transportar la corriente (en amperes).
4. **Fusibles.** Son las unidades que se instalan dentro del tablero para preservar los circuitos eléctricos y electrónicos. Si los fusibles se mantienen en óptimas condiciones, permitirán el paso de la corriente.
5. **Contactador.** Es un dispositivo que tiene la función de habilitar o cortar un flujo de corriente. Este equipo electromecánico es clave en el funcionamiento de motores para automatización.
6. **Guardamotor.** Es un interruptor automático destinado al comando y protección de los motores eléctricos. Su finalidad principal es proteger al motor de inestabilidades de la corriente y, por ende, prolongar su vida útil.
7. **Relé térmico.** Es un equipo de protección que trabaja contra los sobresaltos de energía y calentamientos, por lo que se utiliza primariamente en motores.
8. **Pulsadores.** Un interruptor o pulsador eléctrico es un aparato que permite desviar o impedir el curso de una corriente eléctrica. En el mundo moderno, sus tipos y aplicaciones son innumerables, van desde un simple que apaga o enciende una bombilla, hasta un complicado selector de transferencia automático de múltiples capas, controlado por computadora.
9. **Selectores.** Es un dispositivo utilizado para desviar o interrumpir el curso de una corriente eléctrica, mediante el accionamiento manual de un eje que se rota en posiciones definidas, a fin de modificar una vez el estado eléctrico de contactos internos del equipo.
10. **Pilotos.** Los pilotos multiled, bombillas led y elementos luminosos constituyen una parte fundamental en cualquier instalación, ya que son completamente necesarios y útiles para poder establecer un sistema de señalización correcto, seguro y eficaz.

### **Tipos de tableros eléctricos**

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:






- ✓ **Tablero principal de distribución:** Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.
- ✓ **Tableros secundarios de distribución:** Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de sub-alimentadores.
- ✓ **Tableros de paso:** Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas a alimentadores o sub-alimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- ✓ **Gabinete individual del medidor:** Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- ✓ **Tableros de comando:** Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

## Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica

Como sabemos, la energía eléctrica tiene múltiples usos. Puede tener uso industrial, doméstico, también es posible utilizarla en grandes cantidades para alumbrado público, entre otros. Por otro lado, los tableros eléctricos tienen, según el uso de la energía eléctrica, las siguientes aplicaciones:

- ✓ Centro de Control de Motores
- ✓ Subestaciones
- ✓ Alumbrado
- ✓ Centros de carga o de uso residencial
- ✓ Tableros de distribución
- ✓ Celdas de seccionamiento
- ✓ Centro de distribución de potencia
- ✓ Centro de fuerza

### Partes de un tablero eléctrico

<p><b>Gabinete</b> Es la parte exterior que se encarga de proteger a todos los componentes de un circuito de control, principalmente los podemos encontrar de metal aunque en algunas ocasiones y depende de su aplicación los encontramos de plástico.</p>	
<p><b>Rieles metálicos</b> Estos rieles sirven como base para poder montar todos los componentes que se van a utilizar para el control del sistema.</p>	
<p><b>Barras colectoras</b> Estas barras son de un material conductor y se utilizan para suministrar la corriente eléctrica a los componentes del tablero, por lo regular se utilizan cuando se necesita de una gran cantidad de energía.</p>	
<p><b>Canaletas</b> Son unos canales de plástico en donde se colocan los cables para llevarlos de un lugar del tablero hacia otro.</p>	
<p><b>Borneras de conexiones</b> También se les conocen como clemas y son prácticamente son conectores eléctricos que aprisionan el cable a través de un tornillo, estas borneras se utilizan principalmente cuando los cables van a salir del tablero hacia un componente externo</p>	

### **Prensa cables**

También se les conoce como conectores de glándula y estos van empotrados en el gabinete eléctrico para poder transportar los cables de una manera segura desde el exterior al interior o viceversa.



## **Componentes eléctricos y electrónicos**

Los componentes pueden variar según el tipo de sistema que se necesite puede ser desde uno básico con fusibles y protecciones hasta uno más complejo con Plc's, contactores, guardamotors, temporizadores, etcétera.

Ahora bien, para fabricar los tableros eléctricos se debe cumplir con una serie de normas que permitan su funcionamiento de forma adecuada cuando ya se le ha suministrado la energía eléctrica. El cumplimiento de estas normas garantiza la seguridad tanto de las instalaciones en las que haya presencia de tableros eléctricos como de los operarios.

Una importante medida de seguridad para los tableros eléctricos es la instalación de interruptores de seguridad, estos deben ser distintos del interruptor explicado más arriba. Dichos interruptores de seguridad suelen ser de dos tipos: termomagnético, que se encarga de proteger tanto el tablero eléctrico como la instalación de variaciones en la corriente, y diferencial, que está dirigido a la protección de los usuarios.

### **¿Dónde se debe ubicar el tablero general de electricidad?**

En relación a la ubicación de los tableros, estos deben colocarse en un lugar preferentemente seco y bien ventilado, con suficiente espacio que permita la accesibilidad y maniobra de quienes lo operan.

La altura recomendable de un tablero de distribución es de 1.50 metros a 2.20 metros con respecto al piso. Además el tablero debe quedar correctamente en forma horizontal con el piso, y vertical con la pared donde está instalado.

Los circuitos mínimos necesarios son:

- Dos o más circuitos derivados de 20 amperes para aparatos pequeños.
- Al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos de la lavadora.

- Al menos un circuito derivado de 20 amperes para alimentar los contactos del cuarto de baño. El o los circuitos para la lavadora y cuartos de baño, no deben tener otras salidas.

Para identificar de mejor forma las terminales de conexión, podemos mencionar que la más robusta colocada en una barra con derivaciones comunes donde se alimentan los circuitos derivados es la correspondiente a la fase.

### **Los pasos a seguir**

Pensemos que se va a colocar el tablero en una obra nueva, con alimentación monofásica:

**Paso 1.** Selecciona una localización para el tablero que sea de fácil acceso, que no quede detrás de puertas o muebles que impidan su fácil identificación y operación en caso de ser necesario.

**Paso 2.** Determina la altura a la cual se montará el tablero. Traza una línea asegurándote que está correctamente nivelada, para ello ayúdate de un nivel.

**Paso 3.** Si el tablero será empotrado, verifica en las instrucciones del fabricante la distancia a la que debe quedar colocado dentro de la pared.

**Paso 4.** Verifica el número de canalizaciones que llegarán al tablero y retira los discos desprendibles (chiqueadores). Coloca la canalización asegurándote que no tendrá contacto la lámina con los conductores. Esto se puede lograr dejando un pequeño sobrante de canalización dentro del gabinete.

**Paso 5.** En caso de que el tablero se monte sobre la pared, fija una madera de un tamaño ligeramente mayor al del tablero. La madera debe quedar nivelada, sobre ella traza una línea que deberá servirte de guía para el montaje del tablero.

**Paso 6.** Marca los orificios de montaje en la tabla y de ser necesario realiza una guía con una broca delgada, que facilitará la colocación de los tornillos.

**Paso 7.** Coloca el tablero y fíjalo con tornillos (de ser externo). Recuerda que el equipo eléctrico debe estar firmemente sujeto a la superficie sobre la que está montado. No deben utilizarse taquetes de madera en agujeros sobre ladrillo, concreto, yeso o en materiales similares.

**Paso 8.** Realiza el cableado desde la protección principal manteniendo el código de colores para diferenciar la fase, el neutro y la puesta a tierra.



**Área:** Electricidad y Electrónica  
**Especialidad** Electricidad Residencial  
**Profesor** Alberto Jaimes B

---

**Paso 9.** La conexión es relativamente simple: Desforra la cantidad de conductor indicada en el instructivo, afloja los tornillos, inserta el cable y aprieta nuevamente.

**Paso 10.** Verifica que no exista cobre expuesto en las terminales de conexión, excepto el conductor de puesta a tierra y en especial si es conductor desnudo.

**Paso 11.** Para concluir, inserta los interruptores termomagnéticos y cabléalos según la distribución planeada previamente.

---

**Centro Integral Educativo CIBA**

Av. Nicanor Bolet Peraza, Quinta Irlanda. Urb Santa Mónica local 1-B  
Teléfono +58 0414-2331152 [centrointegraleducativociba@gmail.com](mailto:centrointegraleducativociba@gmail.com)  
<https://www.aqui.com.ve/cieciba.html>