




Unidad Didáctica  
Medidas de Intensidad

*FONDO  FORMACION*

---

# Programa de Formación Abierta y Flexible

*Obra colectiva de FONDO FORMACION*

**Coordinación** *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION  
(Dirección de Recursos)*

**Diseño y maquetación** *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

*No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.*

**Depósito Legal** *AS -742-2001*

# Unidad Didáctica Medidas de Intensidad

*Cuando debas realizar el seguimiento de una instalación eléctrica para detectar posibles averías, te basarás en la medición de una serie de magnitudes eléctricas, y entre ellas de la intensidad.*

*Para medir la intensidad, generalmente debes abrir el circuito e intercalar el instrumento de medida. Existen también amperímetros, denominados de tenaza o pinza, que permiten medir la corriente sin necesidad de abrir el circuito.*

---

En esta unidad didáctica, se desarrollarán los siguientes contenidos:

- Amperímetro.
- Ampliación del alcance de un amperímetro:
  1. Mediante resistencia shunt.
  2. Mediante transformador de intensidad.
- Medida de magnitudes eléctricas con tenazas.

---

## Tus objetivos

Al finalizar el estudio de esta unidad, deberías ser capaz de:

- Emplear de forma correcta un amperímetro.
- Identificar sistemas para ampliar el alcance del amperímetro.
- Distinguir y emplear tenazas amperimétricas.

## Consejos de estudio

Para conseguir los objetivos propuestos en cada unidad didáctica, deberás rodearte de un ambiente de estudio adecuado y que favorezca la concentración.

Un ambiente adecuado es aquel que te permite cumplir los objetivos propuestos en el menor tiempo posible. Si el estudio lo realizas en tu casa, es importante:

- Disponer de una mesa amplia y silla cómoda.
- Que nadie te interrumpa.
- Estudiar sin ruidos.
- Tener luz suficiente.
- Rodearte del material necesario.
- No tener elementos distractores cerca (TV, radio, etc.).
- Buscar los momentos del día disponibles cuando por experiencia, sabes que es importante.

## Amperímetro

Los instrumentos que miden la intensidad o corriente a través de un conductor son los amperímetros. En la figura 1 puedes ver el símbolo del amperímetro.

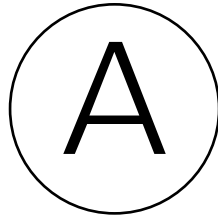


Fig. 1: Símbolo del amperímetro.

El amperímetro **se conecta en serie** con el circuito cuya intensidad se desea medir. Esto implica que se debe abrir el circuito para conectar el conductor a los extremos del amperímetro. En la figura 2, puedes ver la forma en la que se conecta el amperímetro para medir la corriente en la resistencia  $R_c$ .

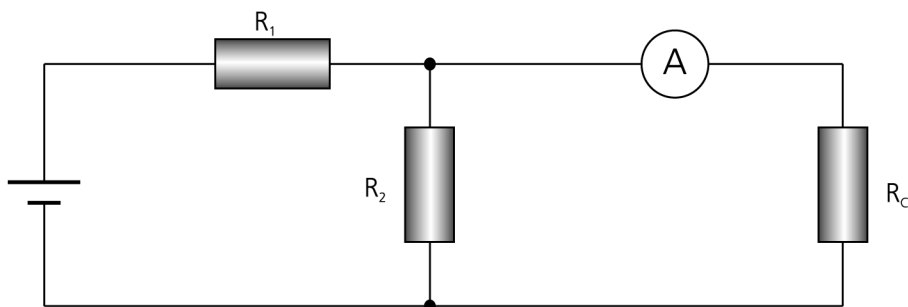


Fig. 2: Medición de corriente por  $R_c$ .

La conexión del amperímetro puede modificar las magnitudes del circuito que se va a medir, ya que la corriente que pasa por el amperímetro produce una caída de tensión en él.

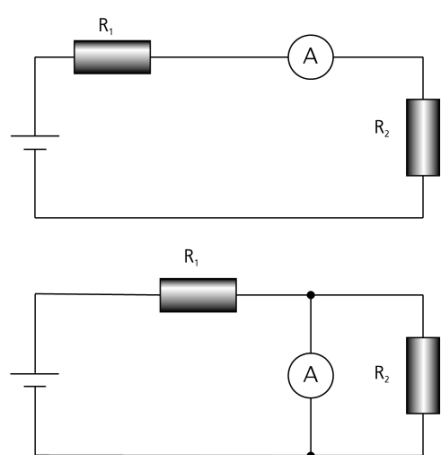
Con el fin de que la caída de tensión en el amperímetro sea lo más reducida posible, su resistencia debe ser de un valor muy pequeño.

La medición de corriente se realiza de la misma forma en corriente continua o alterna; pero en cada caso debemos elegir el tipo de aparato en función del tipo de corriente que se desea medir. En general, según la clase de corriente, los tipos de amperímetros que se utilizan son:

- De bobina móvil, para corriente continua.
- De bobina móvil con rectificador, para corriente alterna.
- De hierro móvil, electrodinámicos y térmicos, para corriente continua y alterna.

### ACTIVIDAD 1

Indica qué medición de las representadas es de intensidad y cuál no lo es. Razona la respuesta en cada caso.



## Ampliación del alcance del amperímetro

### Mediante shunt

Cuando el alcance del amperímetro sea inferior a la corriente que se desea medir, puedes conectar una resistencia en paralelo con el instrumento, llamada shunt (fig. 3). Esto te permitirá medir una porción de la corriente a través del conductor.

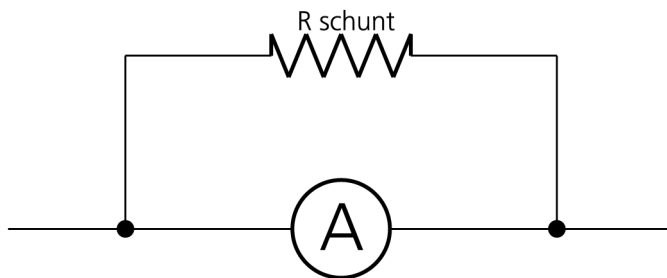


Fig. 3: Resistencia shunt.

La shunt desvía una parte de la corriente que se desea medir, para que no circule una corriente excesiva hacia el amperímetro. Cuanto menor es la shunt, mayor corriente desvía.

Para calcular la corriente real que atraviesa el circuito, debemos multiplicar por una **constante K** la intensidad indicada por el amperímetro.

La constante K recibe el nombre de **factor multiplicador** y depende del valor de la resistencia shunt utilizada y de la resistencia del propio amperímetro.

Basándonos en la figura 4, vamos a deducir el valor de la constante K.

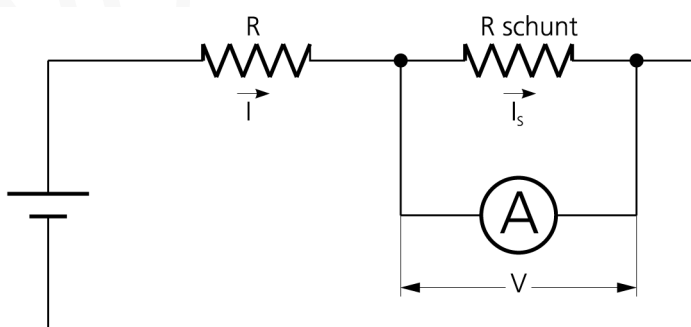


Fig. 4: Cálculo del factor multiplicador.

---

Despejando la tensión en el amperímetro y en la resistencia shunt mediante la ley de Ohm, tenemos:

$$\mathbf{V = I_a \cdot R_a ; V = I_s \cdot R_s}$$

Donde:

**V** : tensión en extremos del amperímetro y de la shunt.

**I<sub>a</sub>** : intensidad por el amperímetro.

**R<sub>a</sub>** : resistencia interna del amperímetro.

**I<sub>s</sub>** : intensidad por la resistencia shunt.

**R<sub>s</sub>** : resistencia shunt.

**I** : intensidad por el circuito.

Como ambas tensiones son iguales, igualando las ecuaciones nos queda:

$$I_a \cdot R_a = I_s \cdot R_s$$

Despejando la intensidad en la resistencia shunt:

$$I_s = (I_a \cdot R_a) / R_s$$

$$\text{Como } I = I_a + I_s$$

Sustituyendo I<sub>s</sub> por su valor, tenemos que:

$$I - I_a = (I_a \cdot R_a) / R_s$$

$$I = I_a + (I_a \cdot R_a) / R_s$$

Sacando factor común\*, tenemos que:

$$I = I_a \cdot (1 + R_a / R_s)$$

Si llamamos K a la expresión (1 + R<sub>a</sub> / R<sub>s</sub>), deducimos:

$$I = I_a \cdot K$$

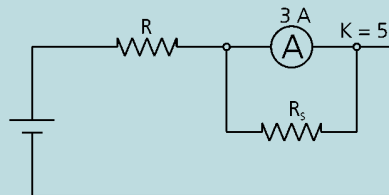
Esta ecuación nos indica que la intensidad I que se desea medir es K veces la que indica el amperímetro.



La utilidad de la resistencia shunt tiene como inconveniente la disipación\* de energía que se produce en ella. Dicha energía perdida en forma de calor es proporcional al cuadrado de la intensidad que recorre la shunt.

### Ejemplo:

Con un amperímetro de alcance  $I_{\max} = 10$  amperios, y de resistencia interna  $R_a = 0,5$  ohmios, debemos medir una corriente superior. Así le conectamos en paralelo una resistencia shunt de factor multiplicador  $K = 5$ , como puedes ver en la figura. ¿Cuál es la corriente real si el amperímetro marca 3 A?



Aplicando la fórmula, tenemos:

$$I = I_a \cdot K = 3 \times 5 = 15 \text{ A.}$$

Para conseguir varios alcances en un mismo amperímetro, se puede disponer de varias resistencias shunt y un conmutador que permita la selección de una de ellas, como puedes ver en la figura 5.

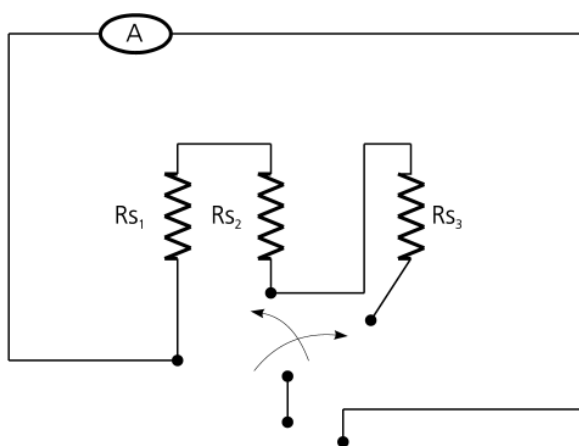
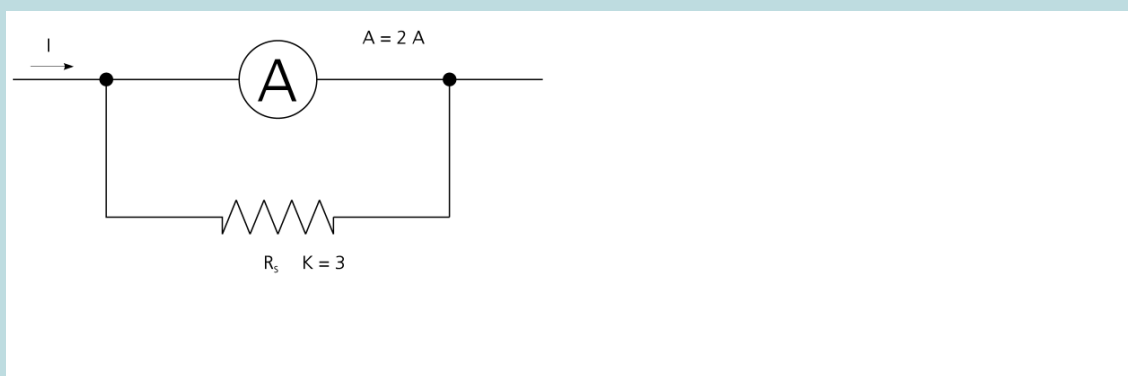


Fig. 5: Amperímetro con varias resistencias shunt.

La medición de la intensidad se hará, una vez seleccionado el alcance o rango del aparato, por aproximación a la corriente que va a circular por él. Como norma general, se selecciona el alcance mayor, para disminuirlo hasta que la aguja quede situada entre el centro de la escala y la parte final de ésta.

## ACTIVIDAD 2

Calcula la corriente que circula por el conductor de la figura.



## Transformadores de intensidad

Cuando se realizan mediciones de intensidades altas en corriente alterna, se recurre a los **transformadores de intensidad**.

Como puedes ver en la figura 6, la corriente del circuito pasa a través del primario del transformador, y produce en el secundario una intensidad proporcional, cuyo valor puede ser medido por un amperímetro.

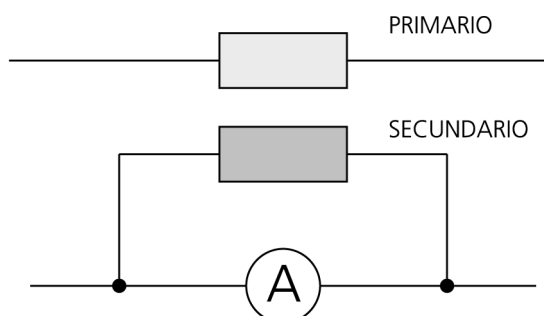


Fig. 6: Medición de corriente mediante transformador de intensidad.

Generalmente, la corriente máxima en el secundario es de unidades de amperio, aunque la escala del aparato de medida está construida de tal manera que indica el valor real de corriente, que puede ser de cientos de amperios.

## Medición de magnitudes eléctricas con tenazas o pinzas

En la figura 7 puedes ver una tenaza para la medida de magnitudes eléctricas. La utilización de este tipo de instrumento se ha extendido notablemente, debido a que no es necesario abrir el circuito para realizar las mediciones de intensidad.

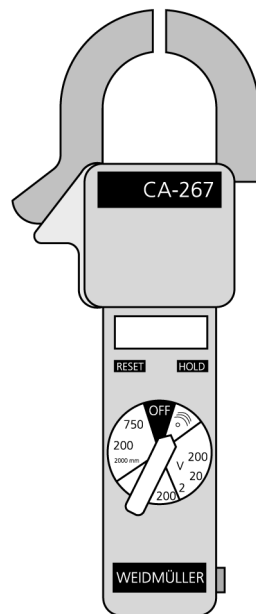


Fig. 7: Tenazas o pinzas amperimétricas.

Existen diversas tenazas. En función de la medición que realizan, podemos clasificarlas en:

- Amperimétricas.
- Vatimétricas.
- Fasimétricas.

En este documento nos centraremos en las tenazas amperimétricas.

---

Las **tenazas amperimétricas** se utilizan en circuitos de corriente alterna de baja tensión para medir la intensidad de corriente que circula por un conductor, sin necesidad de abrir el circuito.

Están constituidas por un transformador de intensidad, cuyo núcleo magnético tiene forma de pinza o anillo; y en su interior está montado el secundario del transformador. El primario lo constituye el propio conductor cuya intensidad se desea medir. La figura 8 muestra la forma de realizar la medición de la intensidad a través del circuito de una bombilla.

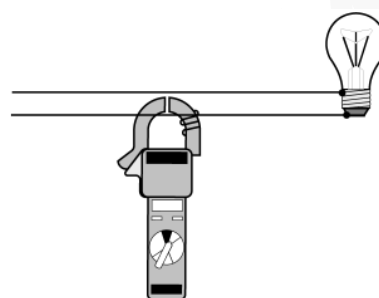


Fig. 8: Medición de intensidad mediante pinzas amperimétricas.

Muchas de las tenazas amperimétricas permiten realizar mediciones de tensión y resistencia conectando los cables de prueba a unos bornes destinados a tal fin. En el caso de la tenaza de la figura 7, para medir resistencia se utilizarían los bornes indicados con el texto **ohms** y **com**; y para medir tensión se utilizarían los bornes indicados con el texto **volt** y **com**.

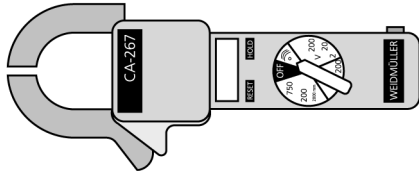
Para facilitar la medición de valores, algunas tenazas tienen un botón para retener (Hold o Lock) el indicador en el valor medido y otro para liberar la retención (Reset). Otras realizan ambas tareas con un único interruptor.

A la hora de utilizar tenazas amperimétricas, debes tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Liberar el indicador y ajustarlo a cero si es necesario.
- Seleccionar la modalidad de medida (tensión, corriente o resistencia) y el rango superior antes de comenzar la medición.
- El cambio de rango en la medida de intensidad se realizará con el conductor fuera de la tenaza.
- Si se quiere mantener el valor medido, bloquear el índice.

### ACTIVIDAD 3

Indica los pasos que se deben seguir para medir corriente con la tenaza amperimétrica que te muestra la figura.



#### Medición de corrientes pequeñas

Cuando la corriente que se desea medir es muy reducida, es posible que el indicador del aparato no marque un valor significativo, aunque estemos utilizando el calibre más pequeño. En estos casos, podemos recurrir al procedimiento mostrado en la figura 9. Éste consiste en arrollar, sobre el núcleo magnético de la pinza el conductor que queremos medir con dos, tres o más vueltas.

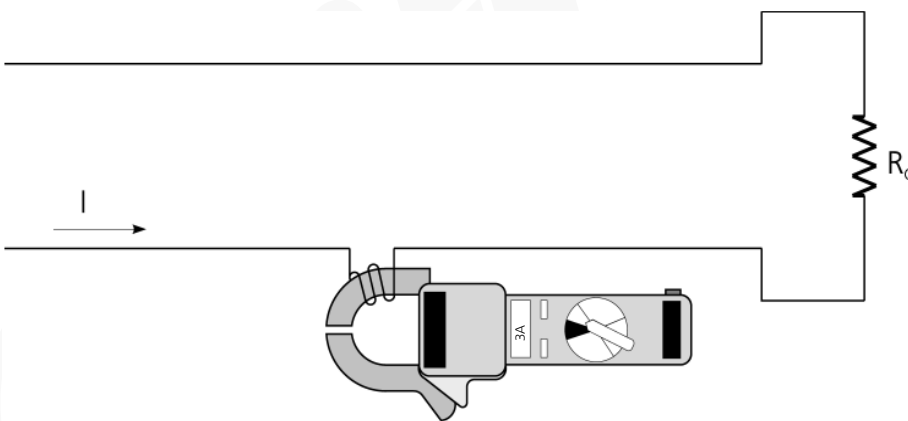


Fig. 9: Medición de intensidades reducidas con tenaza amperimétrica.

---

Al hacer este arrollamiento, debes tener en cuenta que la relación del transformador utilizado en la tenaza amperimétrica es:

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2$$

Donde:

**$N_1$** : número de espiras del primario.

**$I_1$** : intensidad del primario (la del conductor).

**$N_2$** : número de espiras del secundario.

**$I_2$** : intensidad del secundario (la del aparato de medida).

Despejando la intensidad del secundario, tenemos que:

$$I_2 = (N_1 / N_2) \cdot I_1$$

En el funcionamiento normal, el cociente ( $N_1 / N_2$ ) es 1. Pero, si realizamos dos o tres arrollamientos, el cociente será respectivamente 2 y 3. Así pues, la intensidad real es tantas veces superior a la indicada en la medida, como vueltas demos con el conductor al núcleo de la pinza.

Resumiendo, si utilizas este método para saber el valor real de la intensidad que recorre el circuito, tendrás que dividir la indicación del instrumento entre el número de vueltas que le has dado al conductor alrededor del núcleo.

En el caso de la figura 9, la corriente marcada por el instrumento es  $I_2 = 3$  A; el número de vueltas dadas con el conductor al núcleo magnético es 3 ( $N_1 / N_2$ ). Podemos calcular la corriente real por el conductor  $I_1$ , de la siguiente forma:

$$N_1 \cdot I_1 = N_2 \cdot I_2$$

$$I_1 = (N_2 / N_1) \cdot I_2 = (1 / 3) \times 3 = 1 \text{ A}$$

---

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

## Cuestiones de autoevaluación

1 Completa el texto con las palabras siguientes:

*transformador de intensidad, resistencia shunt, amperímetro, serie, shunt, amperio*

La unidad de intensidad es el ..... . Para medirla se utiliza el ..... que se conecta en ..... con el circuito.

El alcance de un amperímetro se puede aumentar colocando una ..... en paralelo con él o utilizando un .....

El factor multiplicador depende de la resistencia del amperímetro y de la .....

2 Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

**V F**

- a. El amperímetro debe tener una resistencia interna elevada.
- b. La resistencia shunt se debe colocar en serie con el amperímetro.
- c. Para medir corrientes pequeñas con una tenaza amperimétrica, conviene arrollar el conductor con varias vueltas sobre el núcleo magnético de la pinza.

## Respuestas a las actividades

**R**

### ACTIVIDAD 1

La medición A es correcta y mide la intensidad a través del circuito.

La medición B no es correcta, ya que el amperímetro se ha conectado en paralelo con la resistencia  $R_2$ .

**R**

### ACTIVIDAD 2

La corriente que circula por el conductor es de 6 amperios. El índice del aparato marca 2 amperios, pero debemos tener en cuenta el factor multiplicador.

$$I = I_a \cdot K = 2 \times 3 = 6 \text{ A}$$

**R**

### ACTIVIDAD 3

La secuencia de pasos que hayas descrito debe parecerse a la siguiente:

- 1°. Resetear el aparato de medida si es necesario.
- 2°. Seleccionar la modalidad de medida (tensión, corriente o resistencia) y el rango superior antes de comenzar la medición.
- 3°. Para las medidas de intensidad, realizar los cambios de rango oportunos con el conductor fuera de la tenaza.
- 4°. Si se quiere mantener el valor medido, bloquear el índice.



## Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

La unidad de intensidad es el **amperio**. Para medirla se utiliza el **amperímetro** que se conecta en **serie** con el circuito.

El alcance de un amperímetro se puede aumentar colocando una **shunt** en paralelo con él o utilizando un **transformador de intensidad**.

El factor multiplicador depende de la resistencia del amperímetro y de la **resistencia shunt**.

2

- a. **Falsa:** la resistencia interna del amperímetro debe ser reducida para que no caiga tensión en ella.
- b. **Falsa:** la resistencia shunt se debe colocar en paralelo con el amperímetro.
- c. **Verdadera.**

---

# Resumen de Unidad

**Amperímetro** Es el aparato que se utiliza para medir corriente. Debe conectarse en serie con el elemento cuya corriente se quiere medir. El símbolo del amperímetro es un círculo con una A en su interior.

**Ampliación del alcance del amperímetro** El alcance del amperímetro puede aumentarse mediante una resistencia shunt conectada en paralelo con el aparato, o mediante un transformador de intensidad.

Al ampliar el alcance se debe tener en cuenta que, si la escala del aparato no permite la medición directa, debemos multiplicar el valor medido por el factor multiplicador.

**Factor multiplicador** Es la relación entre el valor real de una medición y el indicado por un amperímetro con resistencia shunt.

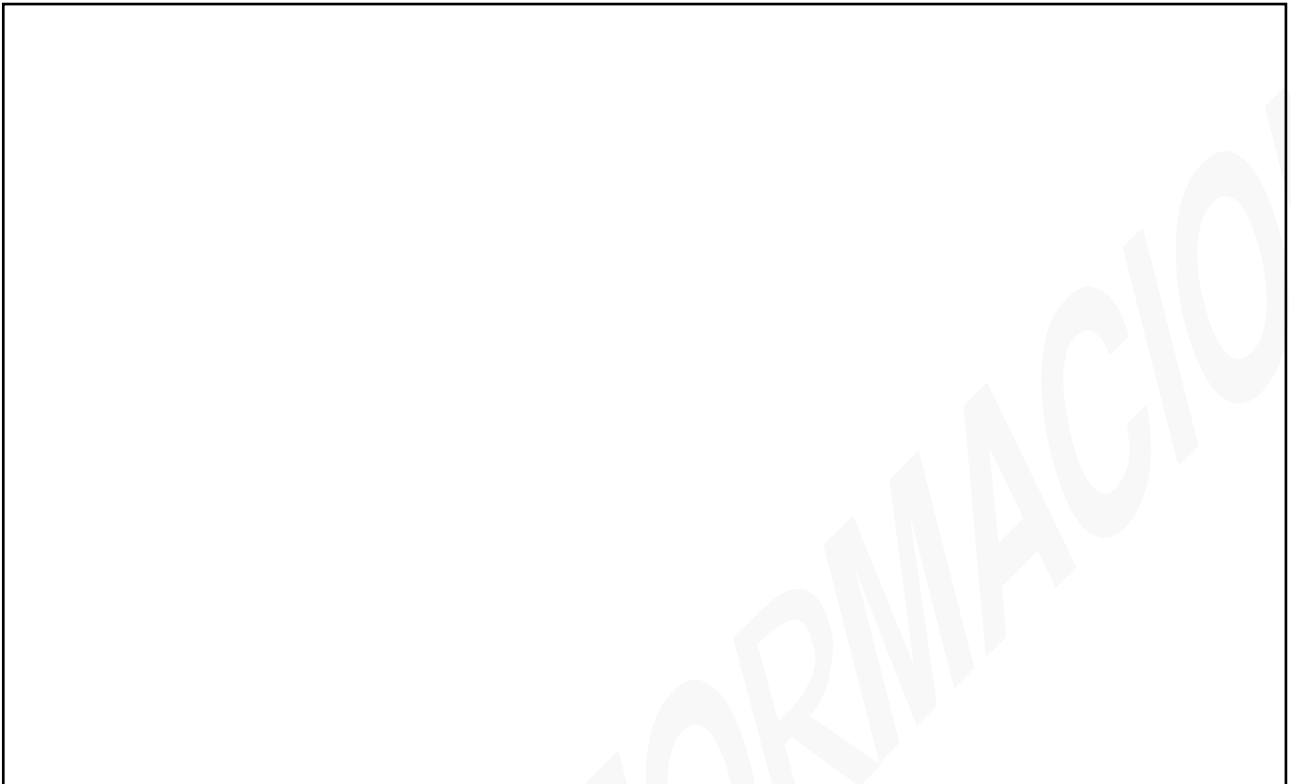
**Tenaza amperimétrica** Las tenazas amperimétricas se utilizan en circuitos de corriente alterna de baja tensión para medir la intensidad de corriente que circula por un conductor, sin necesidad de abrir el circuito.

Están constituidas por un transformador de intensidad cuyo núcleo magnético tiene forma de pinza o anillo. En su interior se encuentra montado el secundario del transformador. El primario lo constituye el propio conductor cuya intensidad se desea medir.

A la hora de utilizar tenazas amperimétricas, debes tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- Liberar el indicador y ajustarlo a cero si es necesario.
- Seleccionar la modalidad de medida (tensión, corriente o resistencia) y el rango superior antes de comenzar la medición.
- El cambio de rango en la medida de intensidad se realizará con el conductor fuera de la tenaza.
- Si se quiere mantener el valor medido, bloquear el índice.

## Notas



## Vocabulario

**Disipación:** es la acción de esparcir algo. En este caso la disipación se refiere a pérdida de energía en forma de calor.

**Factor común:** es el valor que multiplica a todos los sumandos de una ecuación. Por ejemplo: en la ecuación  $b = 3a + 5a$ , **a** es el factor común; por tanto, la ecuación puede reducirse a la siguiente forma:  $b = a \cdot (3 + 5)$ .



*FONDO  FORMACION*