

# 4 Medidas eléctricas

## Vamos a conocer...

1. El multímetro digital
2. Características y marcas de un polímetro
3. Medida de tensión
4. Medida de resistencia, continuidad y diodos
5. Comprobación de continuidad
6. Comprobación de diodos
7. Medida de corriente CC y CA
8. Verdadero valor eficaz o TRMS
9. Medida de potencia activa

### PRÁCTICA PROFESIONAL RESUELTA

Análisis y traducción de manual de usuario de pinza amperimétrica

### PRÁCTICA PROFESIONAL PROPUESTA

Medidas con el multímetro digital y la pinza amperimétrica

## Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los principales tipos de multímetros y sus características.
- Sabrás cómo efectuar medidas de tensión, resistencia, continuidad y comprobación de diodos con un multímetro.
- Aprenderás a medir la intensidad con un multímetro y con unas pinzas amperimétricas.
- Estudiarás cómo medir el verdadero valor eficaz y la potencia activa usando un analizador de red.

# 1. El multímetro digital

La herramienta básica de medida en electricidad y electrónica es el multímetro o polímetro, que se llama así porque permite hacer medidas de múltiples parámetros eléctricos que se eligen mediante un selector rotativo.

Las medidas más habituales son la tensión (CA y CC), la intensidad (CA) y la resistencia, aunque podemos encontrar dispositivos que miden otros parámetros como intensidad CC, frecuencia, capacidad, ganancia de transistores, temperatura, etc. Hace la función de amperímetro, voltímetro, óhmetro, capacímetro, termómetro, etc., en un solo dispositivo.

Se clasifican, según su principio de funcionamiento, en:

- Analógicos: la magnitud provoca el desplazamiento de una aguja sobre una escala graduada. Están en desuso.
- Digitales: recogen muchos valores de la señal, los convierten en digitales y los procesan para mostrar el valor promedio en una pantalla o *display*.

## Vocabulario

**Fondo de escala:** es el valor máximo que se puede medir en esa posición del selector de medida.

Por ejemplo, la marca 200 mA en el selector de intensidad significa que en esa posición se pueden medir hasta 200 mA.



**Botón RANGE:** cada vez más polímetros incorporan la función autoescala, en la que el propio aparato adapta la escala más apropiada a la magnitud de la señal medida, incorporan un botón (RANGE) para seleccionar manualmente la escala.

**Selector de medida:** suele ser una rueda con varias posiciones, agrupadas por tipo de medida y fondo de escala.

**Sondas o puntas de prueba:** son los cables que conectan el polímetro con la parte a medir. Están formados por clavijas aisladas que entran en los bornes del multímetro y puntas con mango aislado.

**Display:** es la pantalla en la que se muestran el valor medido y otras indicaciones. Cuando el valor medido rebasa el máximo de la escala seleccionada, se indica de alguna de las dos formas siguientes.

Indicaciones de desbordamiento de escala



a)

b)

**Siempre se conecta:**

Sonda negra:

A borne COM

Sonda roja:

A borne requerido:  
V, A, mA, Ω

**Bornes de conexión**

- COM: es el común para todas las medidas, es negro porque se conecta a él la punta negra.
- V, Ω: se conecta la punta roja para la medida de la tensión, resistencia y otras magnitudes.
- A, mA: se conecta la punta roja para la medida de intensidad. Pueden existir bornes con distinto límite de intensidad.

Figura 4.1. Partes de un multímetro digital.

## Vocabulary

- Multímetro digital: *digital multimeter (DMM)*.
- Escala: *range*.
- Autoescala: *autorange*.
- Desbordamiento: *overload (OL)*.
- Resolución: *resolution*.
- Precisión: *accuracy*.
- Sonda de prueba: *test probe*.
- Cable de prueba: *test lead*.
- Retener: *hold*.

Una variante de los multímetros son las pinzas amperimétricas que permiten medir la corriente sin necesidad de interrumpir la línea. Constan de un sensor inductivo en forma de mordaza que se abre y rodea al cable del que se quiere medir la intensidad. Resulta mucho más seguro para el operario, pues no requiere eliminar el aislamiento del cable ni interrumpir el circuito.

### 1.1. Precauciones de uso del multímetro















La medida, para que sea lo más exacta posible, debe estar preferentemente por encima de tres cuartas partes del fondo de la escala en el que estemos midiendo, porque en escalas muy superiores a la magnitud que se quiere medir se pierde resolución.

Antes de comenzar una medida, hay que tomar una serie de precauciones:

- Los bornes deben estar bien conectados según la medida que se va a realizar. Si vamos a medir tensión de una fuente, nunca se debe conectar la punta roja en el borne de intensidad, porque provocaríamos un cortocircuito y, probablemente, destruiríamos el polímetro.
- Si no conocemos la magnitud del parámetro a medir, seleccionar el mayor fondo de escala e ir bajando una vez conocido el rango de la señal a medir para evitar daños al polímetro.
- Nunca poner las sondas en paralelo con un elemento de un circuito mientras estén enchufadas en el borne de corriente.
- Desconectar primero la punta conectada a potencial antes de la que está conectada a tierra.
- Antes de medir continuidad o resistencia, desconectar la alimentación y descargar todos los condensadores.
- Al hacer medida de corriente, desconectar la alimentación antes de intercalar el multímetro en el circuito.
- Después de finalizar la medida de corriente, desconectar la punta de prueba roja para evitar que se puedan usar incorrectamente y provocar cortocircuitos.

## 2. Características y marcas de un polímetro

En la siguiente figura se indica el significado de las principales indicaciones, símbolos y botones que nos podemos encontrar en un multímetro.

| Símbolos multímetro |   |  |
|---------------------|---|--|
| Medida              | Selector   | Sonda roja  |
| Tensión continua    | VDC, DCV, V    | V  |
| Tensión alterna     | VAC, ACV, V    |  |
| Intensidad continua | ADC, DCA, A    | A o mA   |
| Intensidad alterna  | AAC, ACA, A    |  |
| Resistencia         | $\Omega$  | $\Omega$   |
| Continuidad         |    |  |
| Diodo               |    |  |
| Frecuencia          | Hz  | Hz   |
| Capacidad           |    |             |
| Temperatura         | °C  |             |
| Ganancia transistor | $h_{FE}$  |             |

| Marca   | Significado  |
|---------|--|
| HOLD    | Congela valor en <i>display</i>                                  |
| MAX/MIN | Muestra el valor máximo/mínimo de la medida                      |
| REL     | Pone a 0 la magnitud leída y la toma como referencia             |
| RANGE   | Activa la función de autorango y conmuta entre distintas escalas |

Figura 4.2. Símbolos y marcas de un polímetro.



Además de los distintos parámetros que pueden medir, es importante conocer el significado de las principales características que debe presentar un dispositivo de medida. Veamos alguna de ellas:

- **Resolución:** es el valor mínimo que se puede detectar al realizar una medición.

Así, un voltímetro con una precisión de 0,1 V permite observar cambios de hasta 100 mV en la medida de tensión.

Dependiendo de la magnitud de los valores que tengamos que medir, necesitaremos mayores o menores resoluciones. Por ejemplo, para medir tensiones en instalaciones eléctricas bastaría con una resolución de 1 V, pero para comprobar la carga de una pila debería ser de unos 10 mV.

- **Precisión:** es el error más grande que se puede dar en una medición. En otras palabras, es la máxima diferencia entre el valor mostrado y el real de la señal medida.

La precisión de un multímetro se puede expresar normalmente como porcentaje sobre el rango de escala o sobre lectura.

Las especificaciones también pueden incluir un rango de dígitos añadidos a la especificación de precisión. Esto indica cuánto puede variar el dígito más a la derecha de la pantalla. Por tanto, el ejemplo anterior de precisión podría expresarse como  $\pm(1\% + 2)$ .

La precisión normal de un multímetro digital está comprendida entre  $\pm(0,7\% + 1)$  y  $\pm(0,1\% + 1)$  de lectura o más.

## Ejemplo

**¿Entre qué valores estaría comprendida la lectura de 100 V en un multímetro con una precisión de lectura del 1%? ¿Y si la lectura es de 50 V?**

La lectura de 100 V significa que el valor real puede estar entre 99 y 101 V, ya que el 1% de 100 V es 1 V.

La de 50 V está entre 49,5 y 50,5 V.

**Si la precisión de la actividad anterior fuera sobre el rango de escala, ¿cuáles serían los márgenes en cada caso?**

Al tratarse de precisión sobre el rango de escala significa que el error es de  $\pm 1$  V para cualquier lectura. Por tanto:

- En 100 V está entre 99 y 101 V, como antes.
- En 50 V está entre 49 y 51 V, ha aumentado el error.

Por tanto, en precisión sobre rango de escala, cuanto más se desvíe la magnitud del fondo de escala mayor es el error.

**Si en el primer ejemplo se incluye un rango de dos dígitos en la precisión, ¿cuáles son los valores reales entre los que puede estar una medida de 80 V?**

Con una precisión de lectura de 1%, los márgenes son de  $\pm 0,8$  V. Quedaría entre 79,2 y 80,8 V, pero, como el último dígito puede variar en dos unidades, la variación está entre 79,0 y 81,0 V.

## Actividades

1. Busca por internet las especificaciones técnicas del multímetro Fluke 87 V e indica la resolución y la precisión en las medidas de tensión e intensidad CA y resistencia.
2. Si se hace una medida de intensidad alterna con el multímetro anterior y se muestra en pantalla 8,13 A, ¿entre qué dos valores máximo y mínimo puede estar el valor real?

### Saber más

Los osciloscopios miden y muestran en pantalla la forma de las tensiones.

Para poder ver la forma de onda de una corriente es necesario convertirla en tensión. La forma más habitual de hacerlo es intercalando una resistencia muy baja (llamada *shunt*) con la intensidad que se va a medir. La caída de tensión producida en la resistencia tiene la misma forma y es proporcional a la intensidad que la atraviesa.

Este mismo principio es el que usan los multímetros para medir corriente.

## 3. Medida de tensión

Una de las tareas más habituales de un multímetro es la medida de tensión. Por ejemplo, en la localización de averías, el primer paso suele ser comprobar el correcto suministro de tensión. También se mide cuando hay que comprobar la ausencia o presencia de tensión en trabajos que requieran seguridad.

La medida de tensión se realiza conectando las puntas del voltímetro en paralelo con el elemento que se quiere medir.

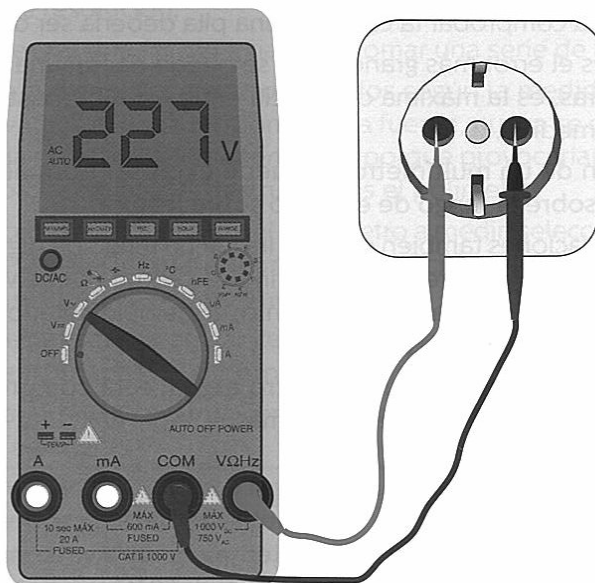


Figura 4.3. Conexión para medir tensión.

Como el voltímetro presenta una resistencia muy elevada, se comporta como un circuito abierto, por lo que no hay riesgo de provocar cortocircuitos o de modificar los parámetros del circuito al tomar medidas de tensión.

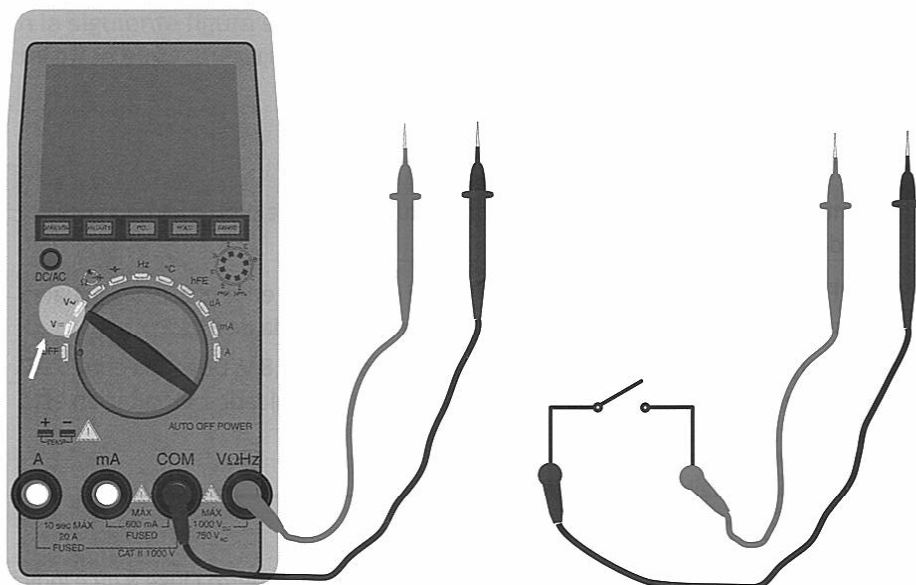


Figura 4.4. Voltímetro como un circuito abierto.

No hay riesgo para el polímetro si la tensión medida es superior al fondo de escala seleccionada, en ese caso, se muestra en la pantalla «1» o «OL».

La selección de la medida de tensión entre CA o CC depende del multímetro. En algunos aparece en posiciones distintas del selector, y en otros hay una sola posición para la tensión y se conmuta entre CC y CA mediante un botón. En el *display* se mostrará AC o DC indicando la tensión que se va a medir. En el frontal del polímetro se indica la tensión máxima de entrada y la categoría; esta última se refiere a la resistencia a sobretensiones (mayor cuanto más alta la categoría) según donde se use el polímetro. Así, la categoría II es adecuada para la medida de cargas monofásicas, la III para líneas trifásicas de interior, y la IV para trifásicas de exterior.

## Vocabulary

- Fusible: fuse.
- Categoría: category.
- Pinza amperimétrica: current clamp.
- Sonda de alta tensión: high voltage probe.
- Continuidad: continuity.
- Diodo: diode.
- Divisor de tensión: voltage divider.
- Valor eficaz: root mean square (RMS).
- Verdadero valor eficaz: true root mean square (TRMS).

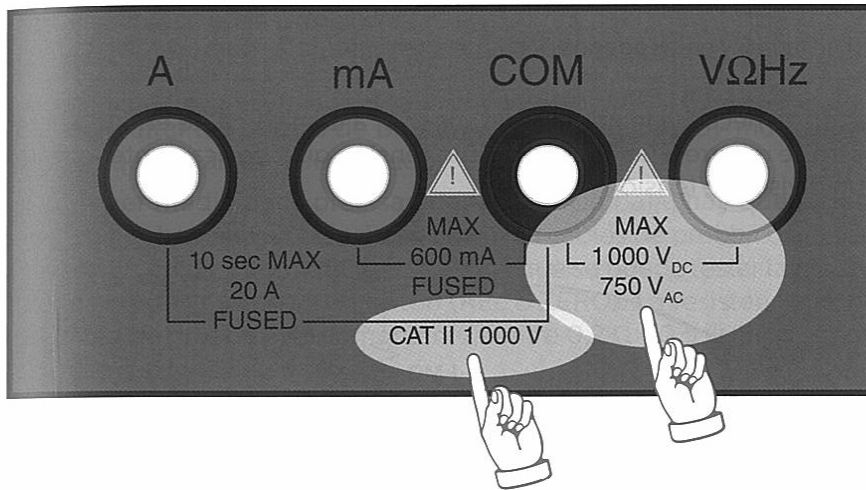
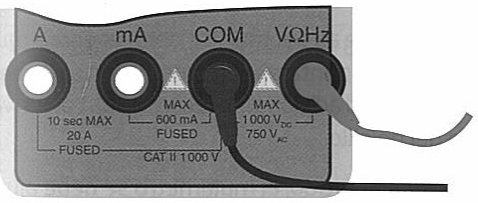
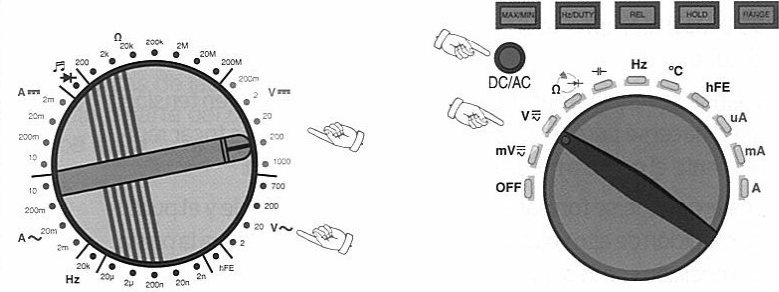
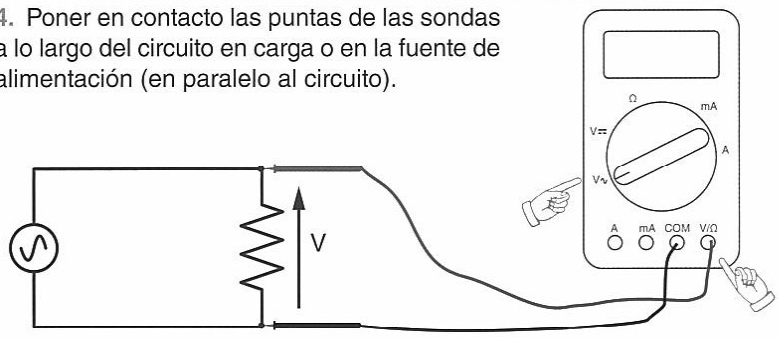


Figura 4.5. Tensión de entrada y categoría.

### 3.1. Cómo medir tensión

1. Conectar la sonda de prueba negra en la entrada COM y la roja en la entrada V.
 
2. Seleccionar V~ (CA) o V (CC), según la fuente a medir. En la siguiente figura se muestran dos de las variantes de selectores que podemos encontrar.
 
3. Si no conocemos el nivel de la tensión a medir, seleccionar el rango máximo posible de manera que no se produzca sobrecarga en la señal de entrada.
4. Poner en contacto las puntas de las sondas a lo largo del circuito en carga o en la fuente de alimentación (en paralelo al circuito).
 
5. Observar la lectura, asegurándose de tener en cuenta la unidad de medición (mV o V).
 

**Nota:** Para lecturas de CC con polaridad correcta ( $\pm$ ), la punta se debe conectar al punto positivo del circuito, y la negra al negativo o conexión a tierra del circuito. Al invertir las conexiones, el multímetro digital mostrará un signo menos; si se utiliza un multímetro analógico, podría dañarlo.

Figura 4.6. Cómo medir tensión.

## Vocabulary

- Medir: *to measure.*
- Medida: *measurement, measuring.*
- Valor: *value.*
- Valor relativo: *relative value.*
- Aislamiento: *insulation.*
- Cortocircuito: *short circuit.*
- Perilla, selector: *knob.*

## Seguridad

Es importante cerciorarse de que hemos seleccionado el tipo de corriente adecuado en el selector.

Si medimos una tensión de CA con el selector en CC, o al revés, una CC con el selector en CA, la **lectura será de 0 V**, aunque el elemento que estamos midiendo esté realmente en tensión, con el consiguiente riesgo de electrocución.

## Ejemplo

En el circuito de encendido de la lámpara de una habitación, la luz no se enciende. Si solo tenemos acceso a las conexiones del interruptor, ¿podríamos averiguar la causa de que no se encienda la luz haciendo uso de un polímetro midiendo tensión?

Colocamos el selector del polímetro en la mayor posición de tensión CA (600 V) y la sonda roja en el borne V y la negra en COM. Tomamos lectura entre los extremos del interruptor, pulsamos la tecla y volvemos a medir.

Si en las dos posiciones del interruptor medimos 230 V significa que llega tensión al circuito y que la lámpara está bien porque tiene continuidad: el interruptor no cierra el circuito.

Si medimos 0 V en las dos posiciones del interruptor, la lámpara está abierta.

Cuando se necesita medir tensión superior a la máxima de entrada al multímetro se recurre a las sondas de alta tensión que, básicamente, consisten en un divisor de tensión resistivo.

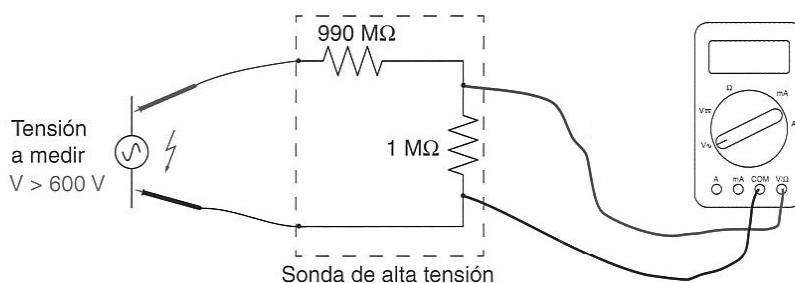


Figura 4.7. Divisor de tensión 1:1000, el voltaje que llega al multímetro es una milésima parte del real.

Debido a la presencia de alta tensión, las resistencias deben estar aisladas en el interior de la sonda, de manera que no sean accesibles.

## Recomendaciones de seguridad en medidas de alta tensión

- La punta de medición de alto voltaje (la de la resistencia de 990 MΩ) siempre se debe conectar antes de dar tensión al circuito.
- Cuando se requiera hacer una medición con el equipo en tensión, debe hacerse primero la conexión a tierra y después tocar rápidamente el punto a medir con la punta de medición.
- Los arcos que se forman entre la punta de alto voltaje y el punto de medición de alto voltaje podrían ser dañinos tanto para la punta de medición como para los componentes del equipo bajo prueba.
- Al realizar una medición de alto voltaje, se debe asegurar que tanto las manos como la punta de alto voltaje estén secas. Como medida de seguridad adicional se recomienda conservar una mano dentro del bolsillo.
- Al medir un voltaje desconocido, el multímetro se debe ajustar en la escala más alta antes de usar la punta de medición de alto voltaje. Se debe evitar en lo posible una sobrecarga al multímetro.

## Actividades

3. Indica los ajustes del multímetro para medir la tensión de una batería de coche de 12 V.

| Selector | Borne punta negra | Borne punta roja | Conexión de las puntas en la batería |
|----------|-------------------|------------------|--------------------------------------|
| .....    | .....             | .....            | .....                                |

4. Indica los ajustes del multímetro para medir la tensión de existente en un enchufe.

| Selector | Borne punta negra | Borne punta roja | Conexión de las puntas en la batería |
|----------|-------------------|------------------|--------------------------------------|
| .....    | .....             | .....            | .....                                |

## 4. Medida de resistencia, continuidad y diodos

Los valores de resistencia pueden variar enormemente, desde unos pocos miliohmios ( $m\Omega$ ) para la resistencia del contacto cerrado de un interruptor, hasta miles de millones de ohmios para aisladores de alta tensión. La mayoría de los multímetros digitales pueden medir como mínimo  $0,1\ \Omega$  y algunos un máximo de hasta  $300\ M\Omega$  ( $300\ 000\ 000$  ohmios).

Para la medida de resistencia, la sonda roja se conecta al borne  $\Omega/V$  y el selector se coloca en la posición  $\Omega$ .

Antes de la medida el multímetro muestra «OL» o «1» en pantalla, ya que la resistencia en circuito abierto es infinita. Lo primero que se debe hacer es cortocircuitar las puntas de prueba y ver que el *display* muestra «0», indicando que están en buen estado.

Para obtener mediciones precisas de resistencia baja, hay que tener en cuenta que debe restarse la resistencia en los cables de prueba de la resistencia total medida. Hay multímetros en los que se puede restar la resistencia de las puntas pulsando un botón (REL o ZERO). La resistencia normal en un cable de prueba está comprendida entre  $0,2\ \Omega$  y  $0,5\ \Omega$ . Si es superior a  $1\ \Omega$ , deberían sustituirse.

Las mediciones de resistencia deben realizarse sin tensión, en caso contrario, el multímetro o el circuito podrían resultar dañados.

### Saber más

Es importante desenergizar el equipo bajo prueba y descargar todos los condensadores. Para descargar los condensadores, solo se necesita cortocircuitar sus terminales.

### 4.1. Cómo medir la resistencia

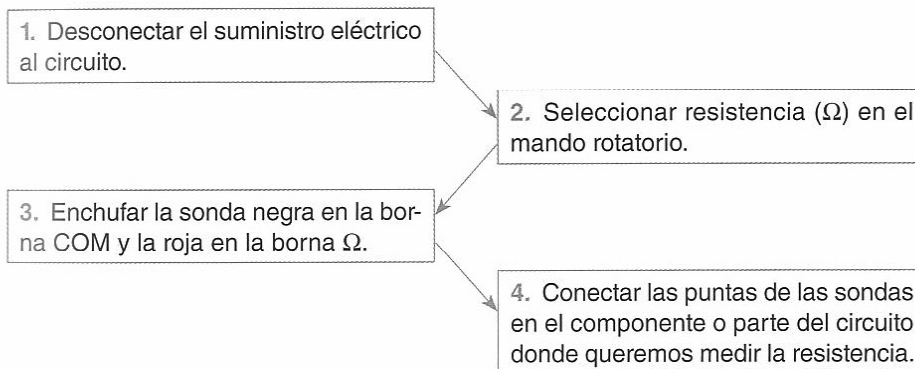


Figura 4.8. Cómo medir la resistencia.

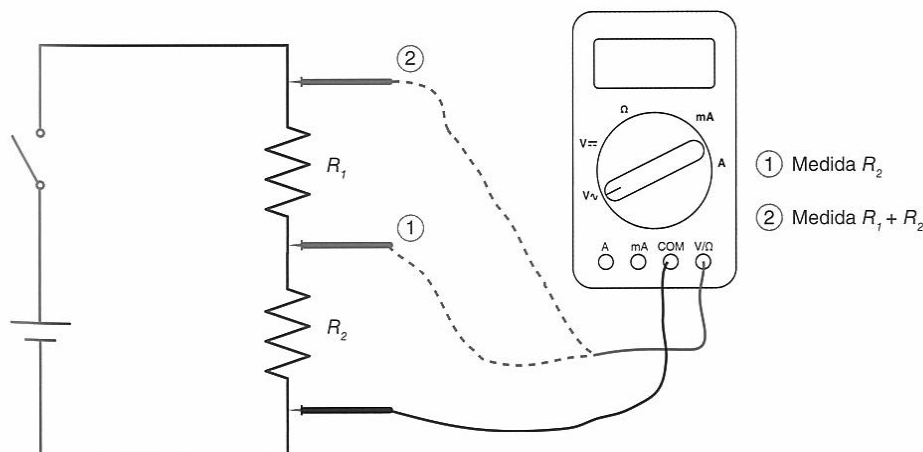


Figura 4.9. Medida de la resistencia.

## 5. Comprobación de continuidad

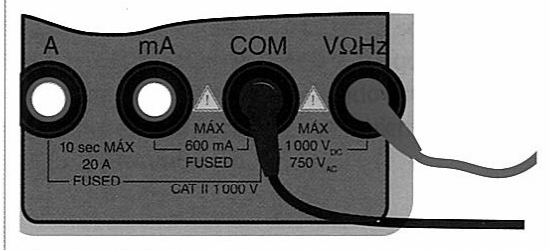
La medida de continuidad se incluye en la mayoría de los multímetros y sirve para indicar mediante una señal acústica si dos puntos a medir están en cortocircuito. En algunos polímetros es necesario pulsar un botón para activar el sonido.

El multímetro emite una señal acústica cuando detecta un circuito cerrado, por lo que no es necesario observar el multímetro durante la prueba. El nivel de resistencia necesario para disparar la señal acústica varía en función del modelo de multímetro.

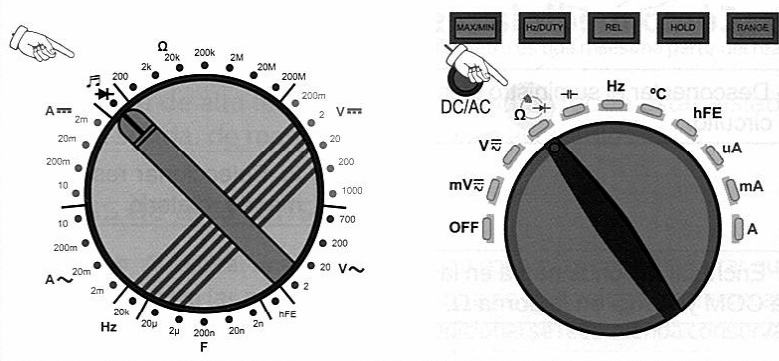
Se emplea para comprobar que un cable no está cortado, para seguir una pista de circuito impreso, comprobar si un fusible está quemado, ver si un interruptor está en posición de abierto o cerrado, localizar averías en circuitos, existencia de zonas en cortocircuito, etc.

### 5.1. Cómo medir continuidad

1. Conectar punta negra en COM y roja en Ω.



2. Poner selector en posición de continuidad.



3. Comprobar el correcto funcionamiento cortocircuitando las puntas. El polímetro debe pitar y la pantalla mostrar un valor cercano a 0 Ω. Si el multímetro tiene compensación de sondas, pulsar el botón correspondiente para ponerlo a 0 (REL o ZERO).

4. Medir entre los dos puntos en los que se quiere comprobar la continuidad.

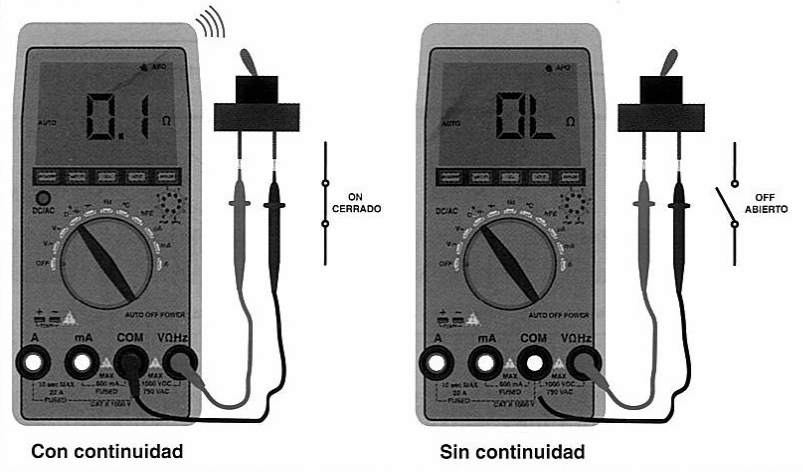


Figura 4.10. Cómo medir continuidad.

## 6. Comprobación de diodos

Algunos multímetros incluyen, además, un modo de prueba de diodo. Un diodo es un dispositivo que actúa como una válvula unidireccional: deja pasar corriente en un sentido, pero no en el otro. Se usa mayoritariamente para rectificar CA y convertirla en CC, al dejar pasar solo los semiciclos positivos.

Mide la tensión umbral del diodo, que es el valor a partir del cual el diodo conduce. Debe ser inferior a 0,85 V cuando se conecta la sonda negra en el terminal del diodo marcado con una raya y la roja en el otro. Invertiendo las sondas, el *display* debe mostrar «OL» o «1» indicando que presenta resistencia infinita.

Al igual que la medida de continuidad, la comprobación de diodos está asociada a la de resistencia. Y sirve para comprobar el estado y medir la tensión umbral (valor a partir del cual conduce) del diodo.

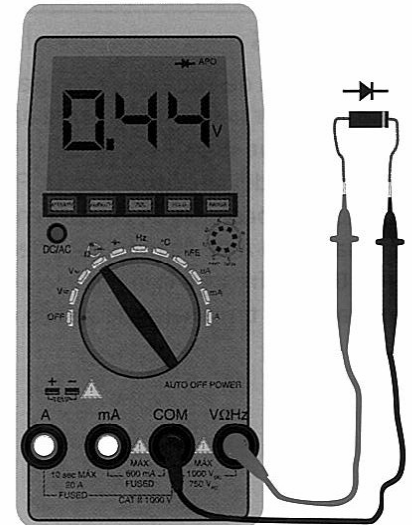


Figura 4.11. Comprobación de diodos.

### 6.1. Cómo comprobar diodos

1. Conectar las puntas.

2. Poner el selector en posición.

3. Conectar la punta negativa al terminal del diodo marcado con una franja (cátodo) y la positiva roja al otro terminal (ánodo). Si la lectura está entre 0,2 y 0,85 V, el diodo está bien; si mide menos, está en cortocircuito y para valores superiores está abierto.

4. Invertir las puntas y comprobar que indica «OL» o «1», si no, está defectuoso.

**Estado del diodo:**

|              |   |
|--------------|---|
| <b>Bien:</b> | $V_{\text{umbral}} < 0,85$                            |
| <b>Mal:</b>  | $- V_{\text{umbral}} < 0,1 \rightarrow$ Cortocircuito |
|              | $- \text{“OL”} \rightarrow$ Abierto                   |

Figura 4.12. Cómo comprobar diodos.

## Actividades

5. Si, midiendo en los dos sentidos un diodo, obtenemos en ambos casos una lectura de OL, ¿qué le ocurre al diodo?
6. Y si, en otro diodo, haciendo lo mismo que antes, obtenemos 0 en ambos casos, ¿qué le pasa?

## 7. Medida de corriente CC y CA

### Saber más

La impedancia de entrada del amperímetro debe ser lo suficientemente baja como para que no afecte al valor de la intensidad del circuito en serie. Por ejemplo, la impedancia de entrada en el terminal de 10 A de un medidor puede ser de  $0,01 \Omega$ , frente a la impedancia de entrada en los terminales de voltaje de  $10 \text{ M}\Omega$ .

Esta medida se usa cuando se necesita conocer la intensidad que atraviesa un conductor o una carga, calcular la potencia o comprobar si hay una sobrecarga.

Las medidas de corriente son las más comprometidas que se pueden hacer con el multímetro por el riesgo de provocar cortocircuito si no se manipula correctamente. Un error común es dejar los cables de prueba conectados en las entradas de corriente y, a continuación, intentar efectuar una medición de tensión. Esto provoca un cortocircuito entre la fuente y la resistencia interna del multímetro llamada *shunt*.

Cuando se mide la intensidad, la resistencia es muy baja, por lo que hay riesgo de cortocircuito y de modificar la resistencia equivalente del circuito a medir.

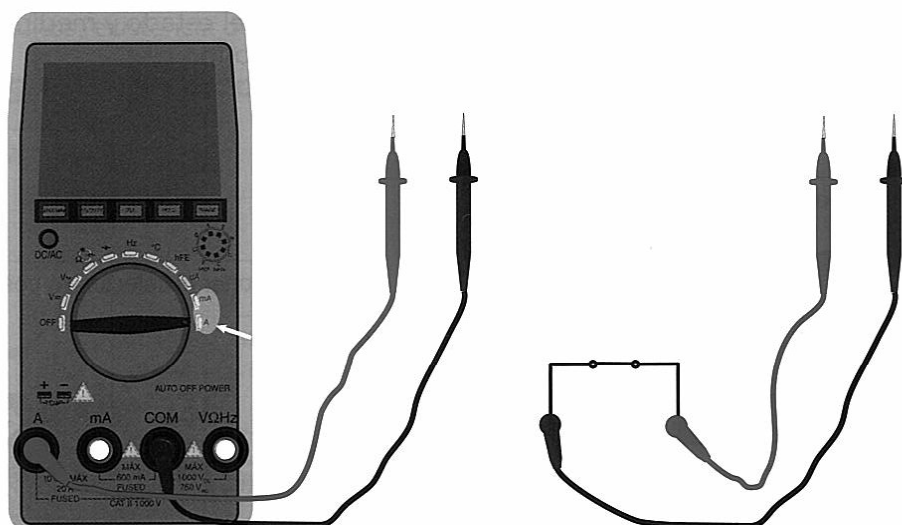


Figura 4.13. Amperímetro como cortocircuito.

El multímetro se conecta en serie con el circuito que se va a medir. Esto implica abrir el circuito e intercalar los cables de prueba del multímetro.

Normalmente, se disponen dos bornes, uno para medir intensidades del orden de miliamperios y otro para valores de amperios, ambos pueden estar protegidos por fusible interior. Esto se indica en los bornes mediante la palabra *fused* (o *unfused* si no está protegido).

### Saber más

No se debe intentar realizar una medición de corriente en un circuito cuyo potencial sea mayor a los 600 V. Esto dañaría al multímetro (o su fusible) y, principalmente, el usuario correrá un gran peligro de descarga eléctrica.

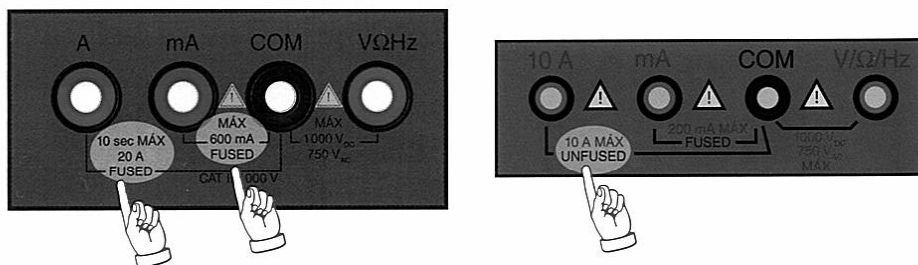


Figura 4.14. Bornes protegidos y no protegidos con fusible.

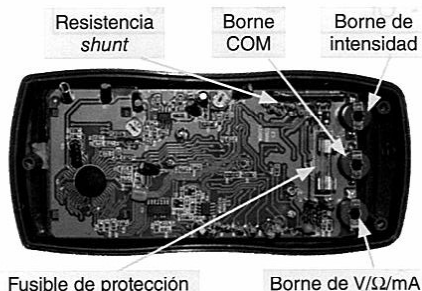


Figura 4.15. Interior de un polímetro.

### Ejemplo

Si la resistencia interna de un multímetro es de  $0,2 \Omega$ , ¿a partir de qué valor de tensión fundirá el fusible que protege la entrada de 10 A?

Aplicamos la ley de Ohm:  $V = I \cdot R = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ V}$

Si a través del multímetro fluye una corriente alta y no está protegido adecuadamente, se pueden producir daños graves en el multímetro y en el circuito, además de lesiones en el operador.

Para la medida de intensidades sin interrumpir el circuito, se emplean habitualmente las pinzas amperimétricas, que se cierran alrededor del conductor sin necesidad de interrumpir el circuito.

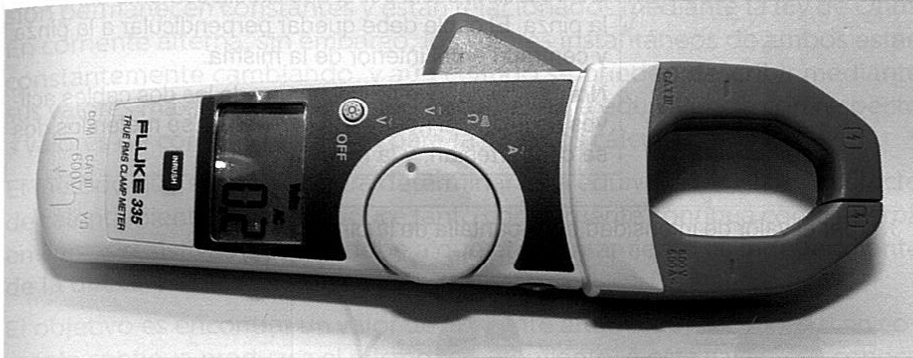
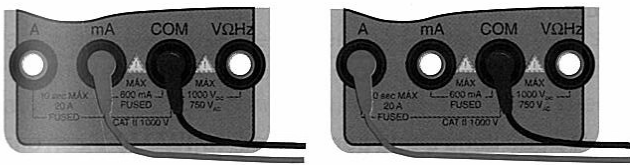


Figura 4.16. Pinza amperimétrica.

## 7.1. Cómo medir la corriente con multímetro

1. Conectar el cable negro en la clavija COM y el rojo en la clavija de amperios o miliamperios, según el valor de lectura previsto. Si no se conoce el orden de magnitud a medir, empezar en la escala mayor.

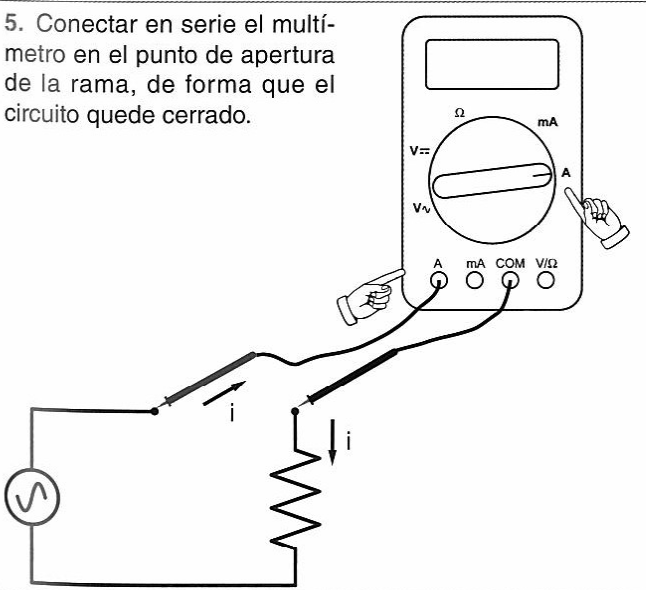


Conexión para la medida de intensidad en mA

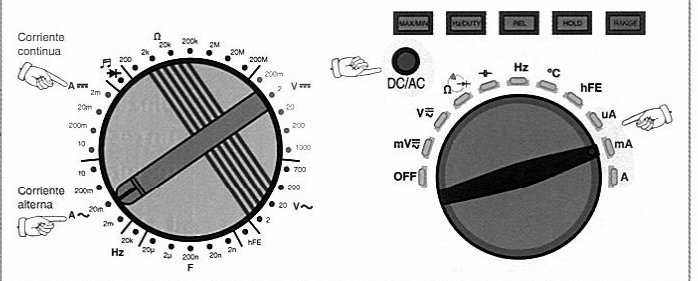
Conexión para la medida de intensidad en A

3. Desconectar el suministro eléctrico al circuito.

5. Conectar en serie el multímetro en el punto de apertura de la rama, de forma que el circuito quede cerrado.



2. Poner el selector en intensidad (CA o CC, según corresponda) y en la magnitud de amperios o miliamperios según donde se conectaron los cables.



4. Abrir la rama del circuito en la que se quiere medir la corriente.

6. Volver a alimentar el circuito. Observar la lectura, asegurándose de tener en cuenta la unidad de medición.

**Nota:** Si los cables de prueba están invertidos para una medición de CC, se mostrará el signo - en la pantalla.

Figura 4.17. Cómo medir la corriente con multímetro.

## Saber más

Para medir corrientes muy bajas con una pinza amperimétrica se puede usar el siguiente «truco»:

Dar varias vueltas a la pinza con el cable, la intensidad medida se multiplicará por el número de vueltas y, al acercarlo al fondo de escala, aumentará la precisión de la medida.

Para obtener la intensidad real, bastará con dividir la lectura entre el número de vueltas.



Figura 4.19. En caso de corrientes muy bajas.

## 7.2. Cómo medir intensidad con pinza

1. Elegir el rango de medida de intensidad en el selector giratorio.

2. Abrir la mordaza de la pinza pulsando la tecla lateral e introducir el cable por el que circula corriente dentro de la pinza y centrado en el interior de la misma.

**Nota:** Solo debe introducirse uno de los dos cables activos (la fase o el neutro) en la pinza, si se meten los dos se contrarrestan, y la medida da cero.

3. Leer el valor de intensidad en la pantalla de la pinza.



Figura 4.18. Cómo medir intensidad con pinza.

### Ejemplo

Se quiere medir la intensidad que llega a una bombilla de 40 W/230 V con una pinza amperimétrica con un rango mínimo de 10 A. Al hacer la medida obtenemos un resultado de 0,09 A. ¿Es correcta la medida? ¿Cómo deberíamos proceder para mejorar la precisión?

La  $I$  de la bombilla debe ser cercana a:  $I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi} = \frac{40}{230 \cdot 1} = 0,17 \text{ A}$

Resulta obvio que la lectura no es muy precisa. Para mejorar la precisión deberíamos dar varias vueltas al conductor a través de la pinza.

Cuantas más vueltas demos, más se acercará la intensidad leída al fondo de escala y mayor será la precisión.

Para obtener el valor real habrá que dividir la corriente que aparece en pantalla entre el número de vueltas.

### Medidas de seguridad al usar multímetros:

- Usar multímetro con entradas de corriente protegidas con fusibles.
- Revisar que los cables de prueba no presenten daños antes de realizar una medición.
- Comprobar la continuidad de los cables de prueba.
- Seleccionar la función y el rango apropiados para la medición.
- Desconectar siempre primero el cable de prueba rojo.
- Al medir corriente sin una pinza, desactivar la alimentación antes de realizar conexiones en el circuito.

## Saber más

Existen dos tipos básicos de pinzas para la medida de intensidad: **transformadores de corriente**, que solo se utilizan para medir la intensidad de CA, y las **sondas de efecto Hall**, que se utilizan para medir corriente de CA o de CC.

## 8. Verdadero valor eficaz o TRMS

El valor eficaz o RMS es uno de los conceptos más frecuentemente utilizados en electrotecnia y, por eso, es importante entender claramente su significado.

Al realizar cálculos con corriente continua, los valores de la corriente y la tensión permanecen constantes y están relacionados mediante la ley de Ohm. En corriente alterna, sin embargo, los valores instantáneos de ambos están constantemente cambiando, y aún cuando se pueden describir mediante sus valores máximos, es necesario encontrar una equivalencia con respecto a valores de corriente continua para facilitar los cálculos.

El método que se emplea para determinar esta equivalencia utiliza el efecto de calentamiento que se produce tanto con corriente continua como alterna en cargas resistivas. Esto se debe a que el calentamiento es independiente de la dirección del flujo de corriente.

El objetivo es encontrar un valor de corriente alterna cuya magnitud en corriente continua produzca el mismo calentamiento. A este valor se le conoce como **valor eficaz o RMS**.

Para una señal alterna senoidal este valor eficaz es igual al valor máximo dividido entre 1,41 (factor de cresta). Para otro tipo de señales alternas, el factor de cresta, que relaciona el valor máximo con el eficaz, es diferente.

Todos los multímetros digitales tienen la capacidad de medir el valor RMS de señales senoidales, pero no todos pueden medir el valor RMS de señales de otro tipo.

Para medir señales que no tengan forma senoidal se deben utilizar multímetros que tengan la especificación TRMS (*true root mean square* o **verdadero valor eficaz**), de lo contrario, se obtendrá una medición errónea.

Por lo tanto, es importante conocer el tipo de señal a medir para saber si nos basta con un polímetro de RMS o necesitamos un TRMS.

Para determinar el valor eficaz verdadero de cualquier señal alterna el procedimiento es el que sigue:

1. Elevar al cuadrado los valores instantáneos de la señal durante un periodo.
2. Calcular el promedio de los valores instantáneo. Este resultado es equivalente al cuadrado de la señal de corriente continua.
3. Finalmente, aplicar la raíz cuadrada al valor promedio obtenido; de esta forma, se obtiene el valor eficaz o RMS.

El término RMS proviene de las palabras *root mean square*, que describe el procedimiento visto, esto es, la raíz cuadrada del promedio de los valores al cuadrado.

Se deberá tener especial precaución al medir valores RMS en inversores y convertidores, pues en ellos las señales no tienen forma senoidal. En este caso, se deberá utilizar un multímetro capaz de medir valores TRMS.

La mayoría de las pinzas amperimétricas miden tensiones de CA con frecuencias de 50 Hz a 500 Hz, pero la medida de un multímetro puede llegar a los 100 kHz. Por eso, los multímetros pueden dar una lectura diferente a la de las pinzas, puesto que «recibe» una señal CA mucho más compleja. Las especificaciones de precisión de un multímetro digital para la tensión y la corriente de CA deben expresar el rango de frecuencia, además de la precisión del rango.

### Saber más

#### Causas comunes de fallos en los multímetros

1. Contacto con una fuente de alimentación mientras los cables de prueba están conectados en los bornes de corriente.
2. Contacto con una fuente de alimentación en el modo de resistencia.
3. Exposición a transitorios de alta tensión.
4. Superar el límite máximo de entrada (tensión y corriente).

### Vocabulario

**Promedio:** media aritmética. Se calcula sumando un grupo de números y dividiendo a continuación por el recuento de dichos números.

Por ejemplo, el promedio de 2, 3, 3, 5 y 7 es 20 dividido entre 5, que es 4.

**Factor de cresta:** relación entre el valor máximo y el eficaz de una señal. En señales senoidales vale 1,41; en rectificadas de media onda vale 2; en cuadrada vale 1, y en triangular vale 1,73.

Es un indicador de la presencia de armónicos, sobre todo cuando es mayor de 1,41.

### Saber más

En la siguiente figura se muestra el valor RMS de una onda senoidal, una cuadrada y una triangular, respectivamente.

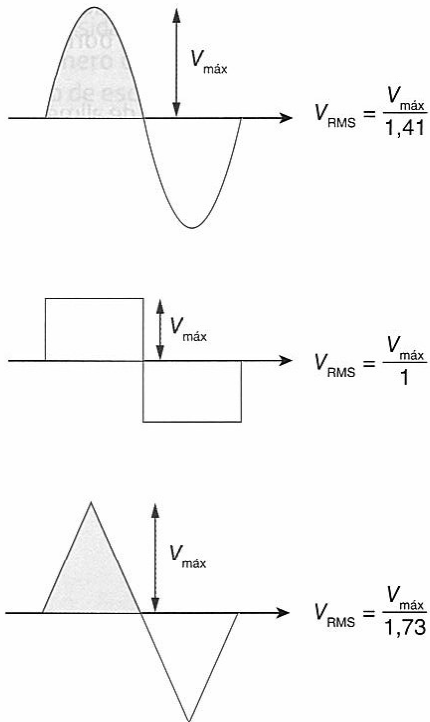


Figura 4.20. Valor RMS de una onda senoidal.

Si se dividiera el valor máximo entre 1,41, el resultado sería correcto solo en el caso de la señal senoidal.

### Vocabulario

**Vatímetro:** medidor de potencia activa. Tiene cuatro terminales, dos a los que se conectan los extremos de la carga (bobina voltimétrica) y otros dos que se conectan en serie con la carga (bobina amperimétrica).

En la siguiente imagen se muestra su símbolo.

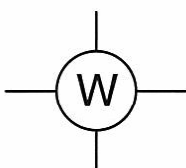


Figura 4.23. Símbolo del vatímetro.

**Vármetro:** medidor de potencia reactiva, es igual que el vatímetro, pero con la bobina de tensión desfasada 90°.

## 9. Medida de potencia activa

La potencia de una corriente continua se puede determinar midiendo la tensión y la intensidad, y multiplicándolas.

$$P = I \cdot V \text{ [W]}$$

Es lo que se conoce como **método indirecto**. También se puede medir mediante el **método directo**, empleando un vatímetro, aunque este se usa solo cuando la potencia fluctúa mucho.

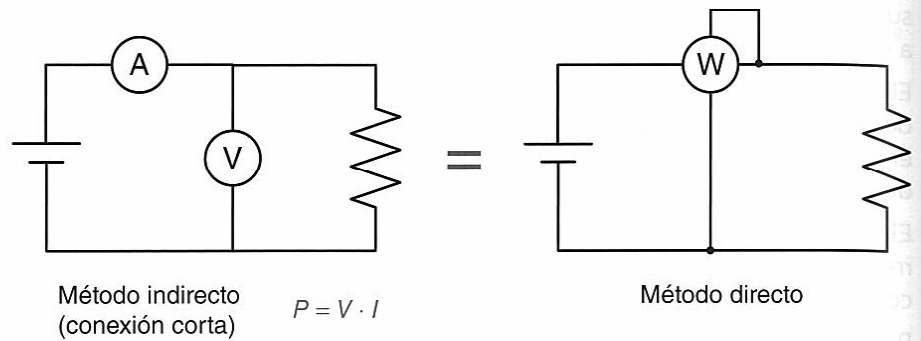


Figura 4.21. Medida indirecta y directa de la potencia activa en CC.

La potencia de la corriente alterna monofásica, como sabemos, depende del desfase, y entran en juego tres potencias diferentes: la activa, la reactiva y la aparente.

Utilizaremos el mismo método indirecto que en CC, es decir, medir la tensión y la intensidad y las multiplicaremos para obtener el valor de la potencia aparente.

La potencia activa la medimos directamente con un vatímetro.

Y la potencia reactiva, o bien la calculamos a partir de las medidas de las potencias activa y aparente, o bien hacemos la medida directa con un vármetro.

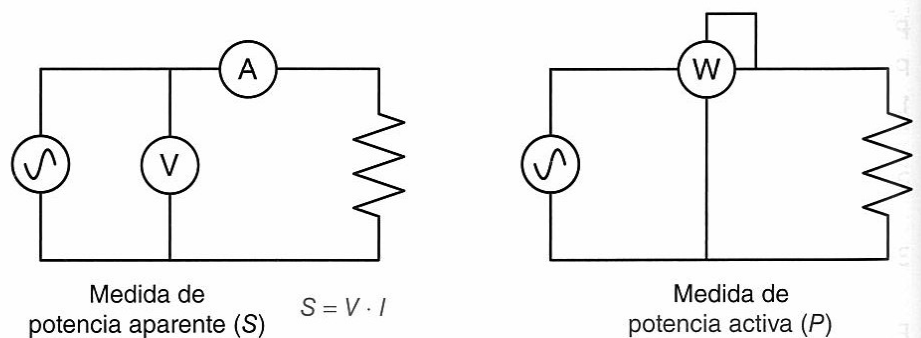


Figura 4.22. Medida de la potencia aparente y de la potencia activa en CA.

Se deben conectar los circuitos voltimétricos delante de los circuitos amperimétricos.

### 9.1. Analizadores de red

Los analizadores de red son dispositivos digitales que miden las tensiones e intensidades existentes en una instalación y, mediante un microprocesador incorporado, calculan los demás parámetros eléctricos.

Su funcionamiento se basa en la toma de muchos valores instantáneos de tensión e intensidad y su procesamiento para obtener parámetros como las potencias y energías o la distorsión producida por los armónicos.

Los hay de panel y portátiles. Los primeros se emplean para ir montados en los cuadros eléctricos y, normalmente, van conectados a una red de datos en la que se almacenan y registran los valores para su procesamiento y análisis.

Los portátiles sirven para hacer mediciones y registros puntuales en una instalación. Toman las medidas de tensión directamente de la línea y la intensidad a través de pinzas amperimétricas. Disponen de memoria en la que almacenar los datos registrados para su posterior análisis.

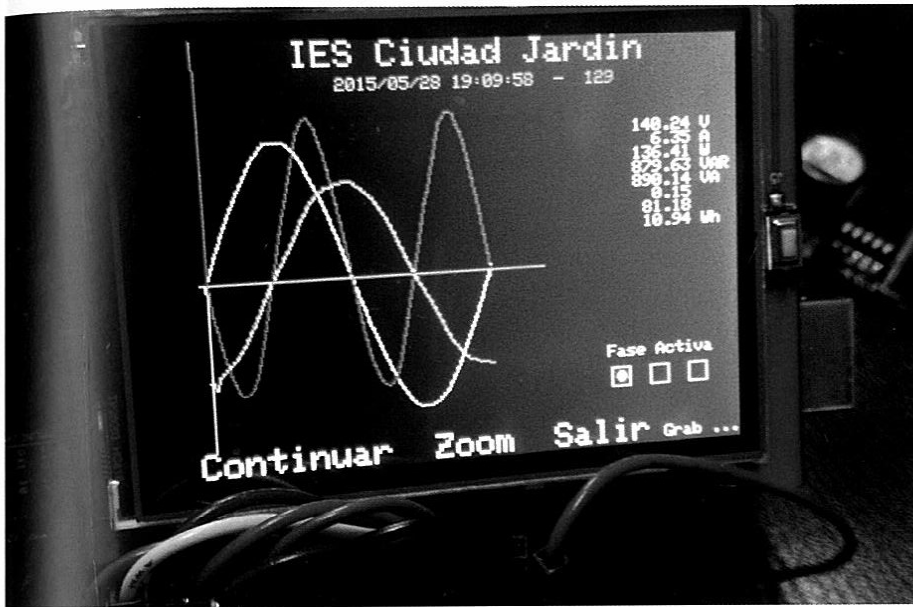


Figura 4.24. Analizador de red registrando una señal.



Figura 4.25. Analizador de red mostrando valores de medidas.

Los analizadores disponen de múltiples tipos de medida y registro. Además de la medida de valores instantáneos, pueden mostrar valores eficaces, máximos, mínimos, gráficos, etc. Y, en cuanto a parámetros, además de la tensión y la intensidad, pueden medir las potencias y energías activa, reactiva y aparente, el factor de potencia, los armónicos, las perturbaciones transitorias, las corrientes de arranque, etc.

Son un instrumento muy valioso para el estudio energético de la instalación, la realización de auditorías de eficiencia energética, el estudio de consumos, la localización de averías, el mantenimiento preventivo y predictivo, etc.