

# Curso básico de introducción: mediciones eléctricas y conexiones

Para evitar malentendidos es conveniente indicar que los temas tratados aquí sólo se abordan en la medida y la profundidad necesaria para poder trabajar con la caja de experimentación.

## 1 Medir con un multímetro digital

Este capítulo aporta indicaciones y consejos para manejar el multímetro digital. No se trata de unas instrucciones de uso oficiales, que en caso de duda deberán tenerse en cuenta.

### 1.1 Advertencias de seguridad

El multímetro digital sólo puede ser utilizado según las instrucciones del experimento o las que dé el profesor o profesora. Si no se respetan las instrucciones el aparato se puede dañar o resultar perjudicial para la salud. A continuación figuran las advertencias de seguridad que hay que respetar:

- Protejan el aparato de la humedad, las salpicaduras, el calor y sólo úsenlo en ambientes limpios y secos.
- No dejen caer el multímetro digital ni lo sometan a una fuerte carga mecánica.
- Nunca abran el multímetro digital ustedes mismos sin seguir las indicaciones del profesor o profesora.
- La medición de la tensión: Con el multímetro digital y el juego de cables de medición suministrados en la caja de experimentación **sólo se pueden medir tensiones pequeñas de hasta 25 voltios**.
- La medición de la corriente eléctrica: Tanto en el intervalo de 200 mA como en el de 10 A no se pueden medir corrientes superiores.

### 1.2 ¿Qué funciones tiene el multímetro digital?

- 1 Visualizador o *display* LCD donde se indican los valores de medición.
- 2 Conmutador giratorio: On/off y selección del tipo y del intervalo de medición.
- 3 La toma de entrada de la intensidad 10 A (superior a 200 mA).
- 4 La toma de entrada de la tensión (V), la resistencia ( $\Omega$ ), la intensidad hasta 200 mA (A) corresponde al **polo positivo** (cable de medición rojo).
- 5 COM ("common"): La toma de entrada general corresponde al **polo negativo** (conectar con el cable de medición negro).

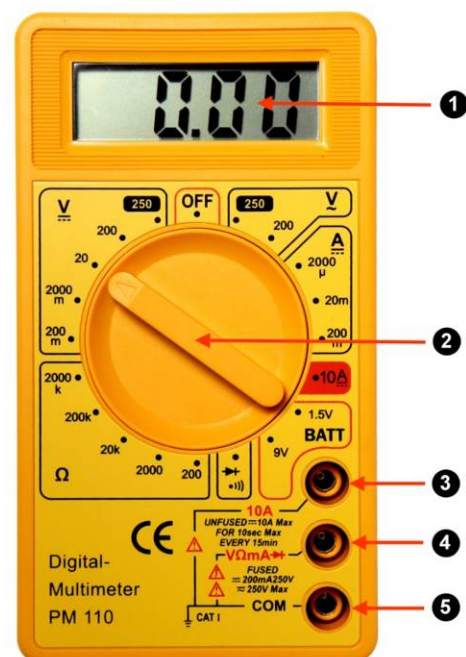


Fig. 1: Multímetro digital PM110.

### 1.3 Cómo colocar la pila

- Antes de utilizarlo por primera vez hay que poner la pila suministrada.
- Al abrir la tapa trasera con un destornillador en cruz el aparato no puede estar conectado a nada. El conmutador giratorio tiene que estar en la posición "OFF".
- Al volver a cerrar la tapa trasera hay que procurar que no se apriete el cable de conexión de la pila. En este caso no hay que forzarlo para poder atornillarlo, sino que hay que guardar primero el cable de la pila correctamente debajo de la pila (véase la fig. 2, b).

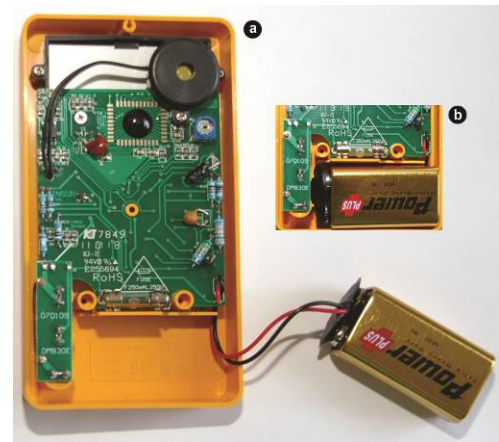


Fig. 2: Cómo colocar la pila

### 1.4 Prender y apagar el aparato

Para prender girar el conmutador de la posición "OFF" a la función de medición deseada. Para apagarlo, volver a ponerlo en la posición "OFF". **Apaguen siempre** el aparato **inmediatamente después de utilizarlo** para no consumir la pila del multímetro digital de forma innecesaria.

### 1.5 Selección del tipo o función de medición

Se pueden medir las siguientes magnitudes eléctricas (véase la fig. 3):

- a) corriente continua, seleccionando el intervalo de 20 V.
- b) corriente alterna, seleccionando el intervalo de 200 V.
- c) corriente continua (hasta 200 mA), seleccionando el intervalo de 200 mA
- d) corriente continua (hasta 10 A)
- e) resistencia, seleccionando el intervalo de 2.000 Ohm. El display muestra un "1" cuando la resistencia es superior al intervalo de medición elegido.

Si hiciera falta hay explicaciones sobre las funciones de medición "Comprobación de diodos/de paso" y "Test de la pila" en las instrucciones de uso originales del aparato.

#### Atención al cambiar de función de medición:

Si quieren cambiar de una función a otra, p. ej., cambiar de "medición de la resistencia" a "medición de la tensión continua", **¡hay que siempre quitar el cable de medición del objeto que se quiere medir!** De no ser así, el aparato o el objeto de medición podría ser perjudicado. Sólo si p. ej. cambian directamente de "tensión continua" a "OFF" y después a "corriente continua" no puede pasar nada.

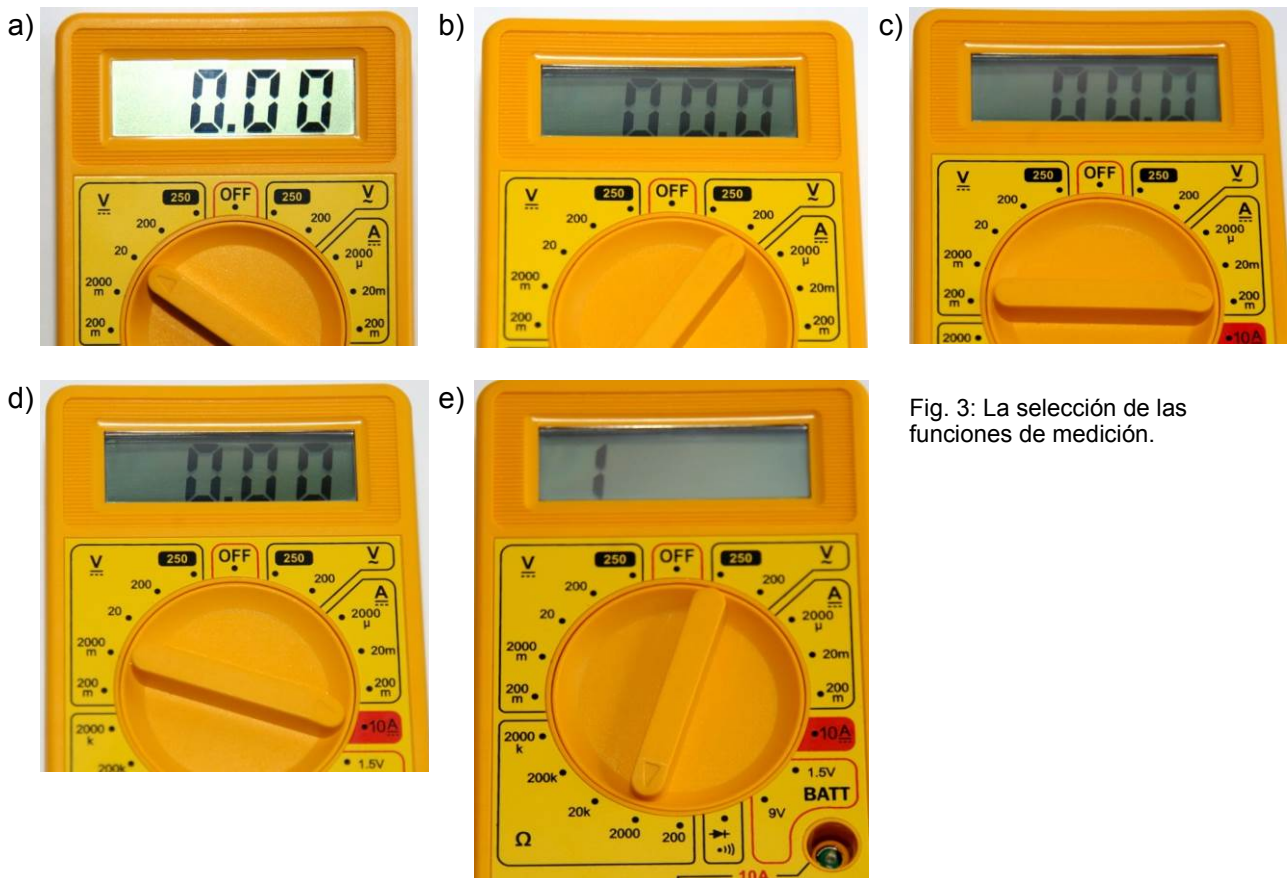


Fig. 3: La selección de las funciones de medición.

## 1.6 Conectar correctamente los cables de medición

### 1.6.1 La regla a seguir es: ¡El cable negro siempre hay que conectarlo a COM!

- La **toma COM** es donde debe conectarse el cable de medición **negro**.  
¡Deben conectarlo siempre al **polo negativo** del circuito de medición!
- La toma con la mención “**V Ω mA**” es la toma de entrada para el cable de medición **rojo** para realizar todas las mediciones de tensión, resistencia y corriente (salvo 10 A)  
¡Deben conectarlo siempre al **polo positivo** del circuito de medición!
- La toma que pone “**10A**” es la toma de entrada para el cable **rojo** para medir corrientes elevadas. ¡Deben conectarlo siempre al **polo positivo** del circuito de medición!



Fig. 4: Cómo conectar correctamente los cables de medición al multímetro.

A continuación una vez más todas las reglas:

| toma          | cable | polo     |
|---------------|-------|----------|
| COM           | negro | negativo |
| V $\Omega$ mA | rojo  | positivo |
| 10A.          | rojo  | positivo |

### 1.6.2 Verificación de la conexión correcta

¡Comprueben ustedes mismos con una pila, una batería o una célula solar si se han seguido correctamente las reglas!

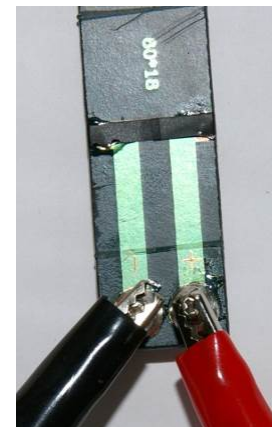
Coloquen el conmutador giratorio en corriente continua y elijan el intervalo de 20 V al utilizar una pila de 9 V. Conecten correctamente los cables de medición al multímetro digital (el negro a "COM", el rojo a "V  $\Omega$  mA"). Ahora conecten el cable de medición rojo al polo negativo y el negro al polo positivo de la pila. En el *display* aparecerá una tensión negativa. Ahora conecten el cable de medición negro al polo negativo y el rojo al polo positivo de la pila. En el *display* aparecerá ahora una tensión positiva. Cuando se conecta el polo positivo de una célula solar al cable rojo y el negativo al cable negro también aparece la indicación de una tensión positiva.



a) No se ha conectado correctamente el cable de medición al multímetro digital. En el *display* aparecerá una tensión negativa.



b) Se ha conectado correctamente el cable de medición al multímetro digital. En el *display* aparecerá una tensión positiva.



c) La conexión a esta célula solar con polo positivo y negativo marcados es correcta.

Fig. 5: La conexión del cable de medición al multímetro digital.

## 1.7 ¿Qué intervalo de medición hay que elegir?

Si se desconoce el valor de la magnitud a medir seleccionen **primero siempre el intervalo más elevado**. Es decir, tratándose de corriente continua p. ej. 250 V. Ajusten el intervalo de medición de arriba a abajo y vayan aproximándose así al valor de medición. El ajuste óptimo lo verán en la **resolución máxima del valor de medición**. Tratándose de una pila de 9 V la peor es la selección de 250 V (fig. 6, a), con 200 V (fig. 6, b) ya mejora y con 20 V (fig. 6, c) es la mejor selección. Seleccionar 2000 mV o 2 V (fig. 6, d) es completamente incorrecto tratándose de una pila de 9 V. La indicación "1" significa "overflow" (**sobrecarga**). Además, este método – empezar la selección con el valor más elevado – les garantiza que no se funda el fusible del aparato.

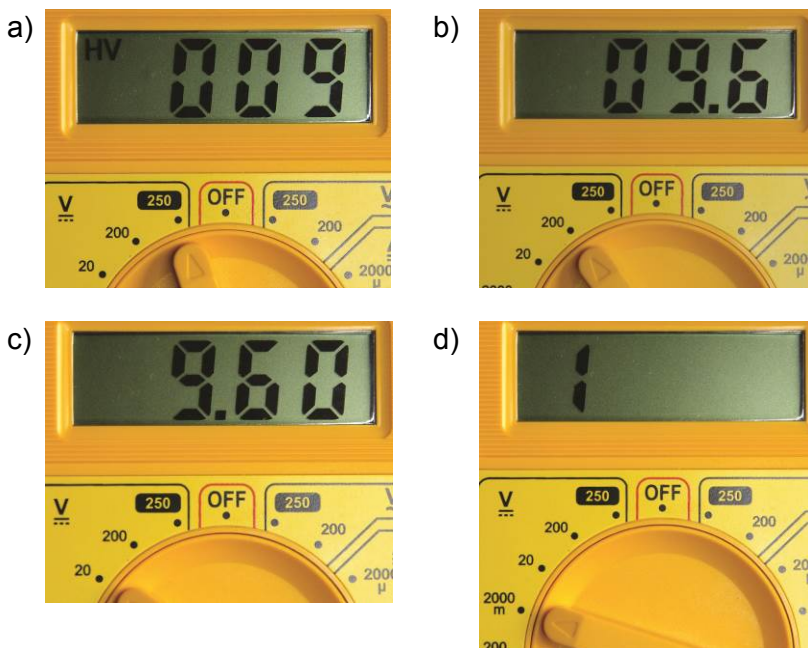


Fig. 6: La selección óptima del intervalo de medición en base al ejemplo de una pila de 9 V.

## 1.8 Determinación de un polo desconocido de fuentes de corriente o tensión

Las reglas descritas en el punto 1.6 respecto a la forma de conectar los cables de medición al multímetro y al objeto a medir parecen arbitrarias. ¿No se podrían definir al revés sin ningún problema?

La respuesta es que no, porque al respetar estas reglas podemos determinar la polaridad de las fuentes de corriente y tensión cuando las desconecemos.

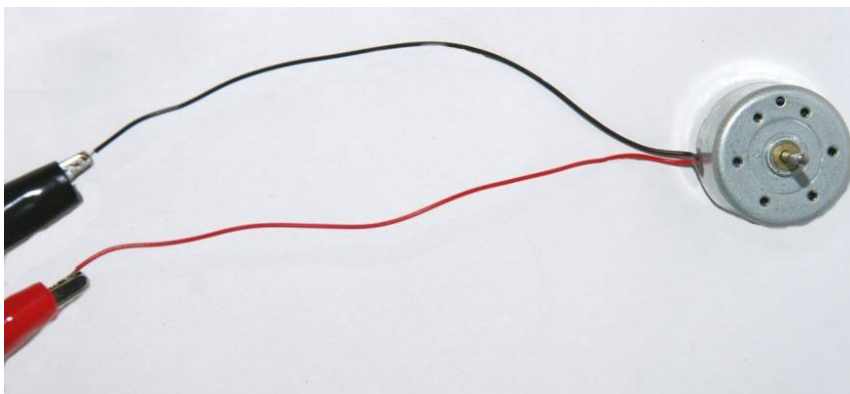


Fig. 7: Queremos utilizar el motor eléctrico como generador en el sentido de las agujas del reloj. Para ello comprobamos si una rotación a la derecha suministra tensión positiva en esta conexión.

El conocer la polaridad de las fuentes de corriente y tensión es muy importante, porque muchos componentes eléctricos no funcionan si se conectan a los polos equivocados. Los LED, p. ej., no se encienden, los acumuladores y los condensadores electrolíticos no se cargan si se conectan al polo equivocado o incluso pueden romperse.

Si queremos utilizar, por ejemplo, un motor eléctrico como generador para cargar un condensador electrolítico o una célula electroquímica, tenemos que saber qué alambre de conexión es el polo positivo y cuál es el negativo. Si en nuestro ejemplo (fig. 7) en una rotación a la derecha el multímetro indicara una tensión positiva, entonces sabríamos: Que el borne de conexión rojo del motor al girar en este sentido es el polo positivo.

## 2 Circuitos para mediciones eléctricas sencillas

Este tema sólo se presenta en la medida y la profundidad necesarias para poder trabajar con la caja de experimentación.

### 2.1 Medición de la tensión en un circuito eléctrico

En general la regla es: El aparato de medición siempre se conecta **en paralelo a la fuente de tensión** o al objeto a medir. El cable rojo se conecta al polo positivo y el negro al negativo del objeto de medición.

#### 2.1.1 La medición de la tensión en vacío de una fuente de corriente

El aparato de medición en este caso es el único consumidor. La resistencia interna del aparato de medición, es decir, la resistencia de carga, es extremadamente alta tratándose de una medición de tensión (en multímetros digitales de hasta 20 M $\Omega$ ).

La resistencia interna de la fuente de tensión (en nuestro ejemplo, una pila o acumulador) es por consiguiente extremadamente baja en comparación con la resistencia de carga. Por eso, en el circuito eléctrico casi no pasa la corriente de carga (“en vacío”) por el multímetro digital. En la fuente de tensión sin carga se mide por esta razón la tensión en vacío.

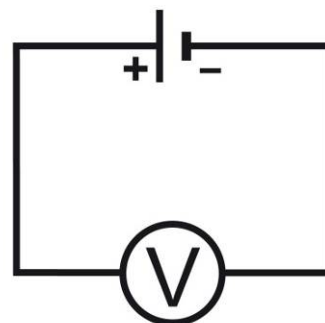


Fig. 8: Esquema del circuito eléctrico para la medición de la tensión en vacío.

#### 2.1.2 La medición de la tensión bajo carga

Aquí pasa en el circuito eléctrico por el consumidor (en nuestro ejemplo, un foco) una corriente de carga. La tensión medida es menor a la tensión en vacío. En función de si la resistencia interna de la fuente de tensión es más o menos pequeña en comparación con la resistencia de carga, la disminución de la tensión en comparación con la tensión en vacío será menor o mayor.

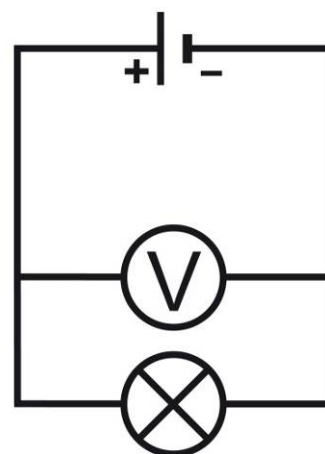


Fig. 9: Esquema para la medición de tensión en un circuito con un consumidor.

### 2.1.3 La medición de la tensión en redes con diferentes ramales

En caso de que en un circuito eléctrico haya varios “consumidores” conectados uno tras otro (conexión en serie), se divide la tensión. La tensión puede ser medida como tensión total (aquí,  $V_1$ ) en paralelo a la fuente de tensión, y como tensión parcial en cada resistencia de carga (aquí,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ ).

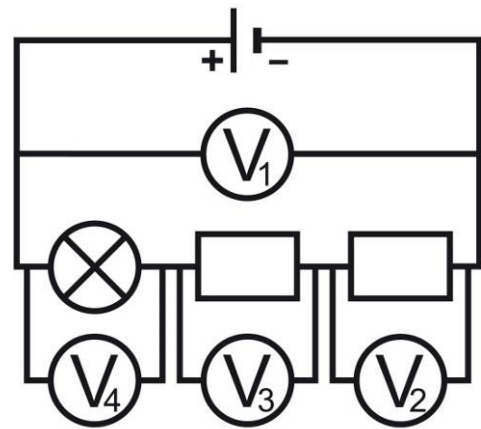


Fig. 10: Esquema para la medición de tensión en un circuito con varios consumidores.

## 2.2 Medición de la intensidad en un circuito eléctrico

En general la regla es: El aparato de medición siempre se conecta **en serie al consumidor o al objeto a medir**. El cable rojo se conecta al polo positivo y el negro al negativo del objeto de medición.

### 2.2.1 La medición de la corriente de cortocircuito de una fuente de corriente

El multímetro digital tiene una resistencia extremadamente baja al medir la corriente, así que la resistencia de carga es a su vez extremadamente baja. El aparato de medición en este caso es el único consumidor. La resistencia interna de la fuente de corriente (en nuestro ejemplo, una pila o acumulador) es por consiguiente relativamente alta en comparación con la resistencia de carga. Por ello la conexión al multímetro digital tiene un efecto prácticamente como el de un cortocircuito. La intensidad es por lo general mayor que cuando pasa la corriente por un consumidor normal.

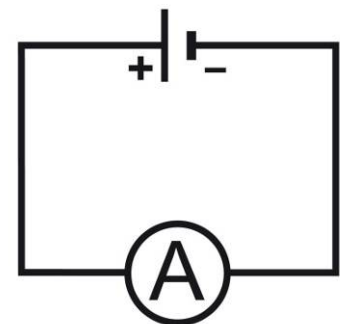


Fig. 11: Esquema del circuito eléctrico para la medición de la corriente de cortocircuito.

**Advertencia:** La corriente de cortocircuito nunca debe medirse tratándose de acumuladores o pilas, dado que puede hacer que se rompan los acumuladores, las pilas y el aparato de medición. Por esta razón, el estado de carga de un acumulador o de una pila sólo se puede determinar a partir de la medición de la tensión y no de la corriente.

## 2.2.2 La medición del paso de corriente por un “consumidor”

Si se quiere medir el paso de corriente por un consumidor se debe conectar el aparato de medición en serie con el objeto de medición.

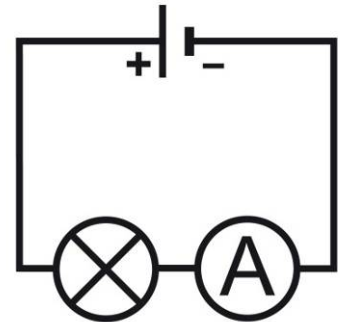


Fig. 12: Esquema para la medición de corriente en un circuito con un consumidor.

## 2.2.3 La medición del paso de la corriente en conexiones con diferentes ramales

Si se quiere medir el paso de corriente por varios consumidores se debe conectar el aparato de medición en serie con cada objeto de medición conectado en paralelo a la fuente de corriente. Porque por la fuente de corriente pasan las diferentes corrientes (en nuestro ejemplo,  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ ). Por objetos de medición conectados en serie (en nuestro ejemplo, dos focos) pasa la misma corriente (en nuestro caso  $I_3$ ), por lo que es suficiente con un aparato de medición común. La corriente total resulta de la suma de  $I_1$ ,  $I_2$  e  $I_3$ .

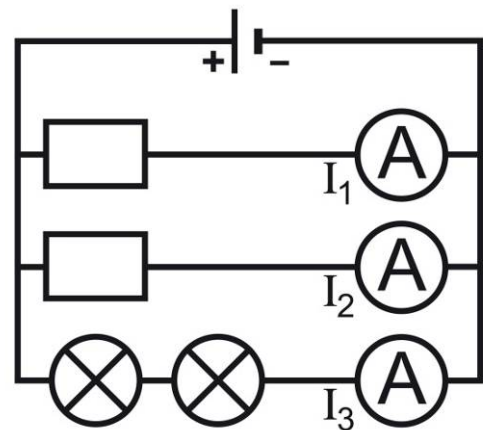


Fig. 13: Esquema para la medición de corriente en un circuito con varios consumidores.

## 2.3 La medición de resistencias

### 2.3.1 La medición directa de la resistencia

En general la regla es: El aparato de medición se conecta en paralelo a la resistencia.

Para determinar la resistencia el multímetro digital aplica una tensión a la resistencia y mide la corriente que pasa por ella. A partir de  $U/I$  el aparato de medición calcula automáticamente la resistencia y la indica en el *display*.

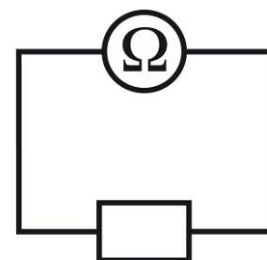


Fig. 14: Esquema para la medición de una resistencia individual.



**Atención:** Las resistencias individuales nunca deben ser medidas en circuitos complejos que ya estén contruidos del todo. En caso de que en ese circuito complejo haya todavía en alguna parte tensiones (p. ej., debido a unos condensadores que no estén descargados), pueden producirse errores en la medición e incluso se puede dañar el aparato de medición. Pero también por otro motivo es conveniente no medir resistencias en circuitos complejos. Porque en caso de que haya otras resistencias conectadas en paralelo con la resistencia que se quiere medir, ya no se medirá la resistencia individual sino el valor de resistencia de la combinación de varias resistencias.

### 2.3.2 La determinación indirecta de la resistencia a partir de la tensión y la corriente

Para determinar la resistencia se conecta la resistencia a una fuente de tensión (aquí, un acumulador o una pila) y se mide la tensión aplicada y la corriente que pasa por la resistencia. A partir de  $U/I$  se calcula entonces la resistencia.

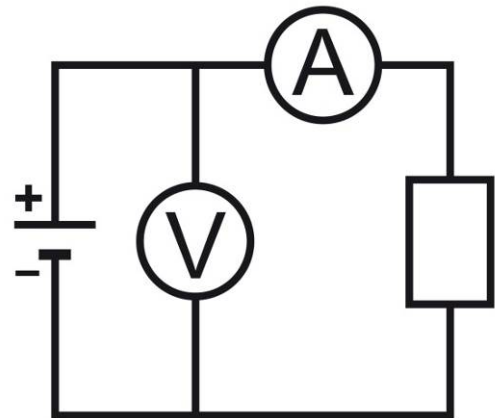


Fig. 15: Esquema de medición de la resistencia de forma indirecta, midiendo la corriente y la tensión.

### 3 Evitar cortocircuitos al construir los circuitos eléctricos

El cableado con pinzas de cocodrilo funciona muy rápidamente pero es susceptible de tener fallos. Por esta razón, hay que trabajar con mucho cuidado.

**Atención, peligro de cortocircuito:** En caso de que los bornes de conexión estén muy próximos como, p. ej., en la célula solar, hay que prestar atención a que las pinzas de cocodrilo de los dos cables de conexión no se toquen entre sí.

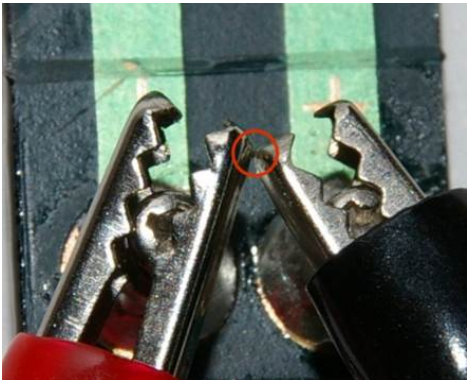


Fig. 16: Incorrecto: Las pinzas de cocodrilo se tocan, se produce un cortocircuito.

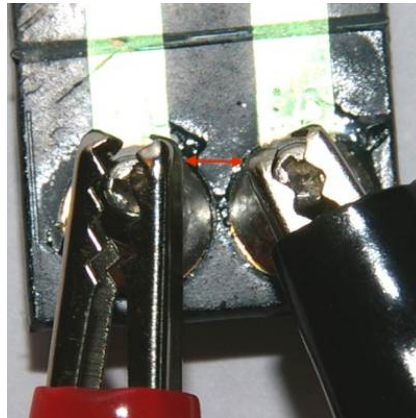


Fig. 17: Correcto, se mantiene una distancia segura: Las pinzas de cocodrilo no se pueden tocar, incluso si se mueven los cables.

**Cómo colocar los cables limpiamente en una conexión en paralelo:** En caso de que se coloquen demasiadas pinzas de cocodrilo en un borne de conexión (p. ej., en las células solares), casi seguramente se producirá un cortocircuito o un contacto falso. Aquí es conveniente conectar cada célula solar por separado a un par de cables y realizar la conexión en paralelo a través de los puntos de cruce de los otros extremos de los cables.

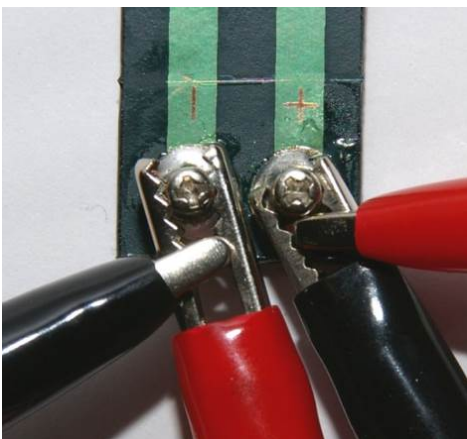


Fig. 18: Incorrecto: Hay demasiadas pinzas en el borne de un aparato.

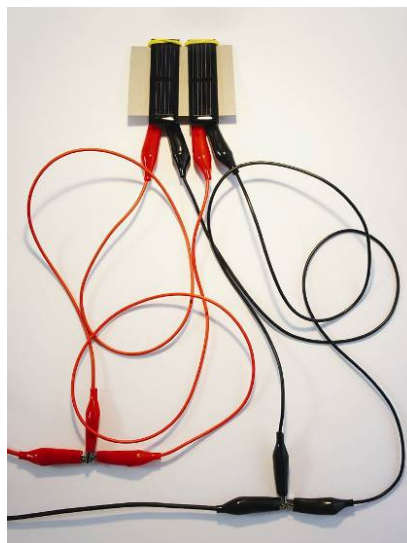


Fig. 19: Correcto: Cableado seguro en conexión en paralelo. Las dos células solares se conectan a través del punto de cruce de los cables en paralelo.

## 4 Uso de pilas y acumuladores





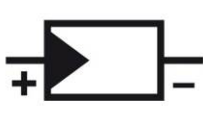

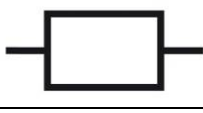
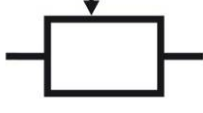



Los acumuladores deben ser recargados inmediatamente después de ser utilizados. También es recomendable recargarlos si no se han utilizado durante mucho tiempo.

Las pilas y los acumuladores no deben cortocircuitarse nunca. En un cortocircuito pasa durante unos instantes corriente de varios amperios (tratándose de pilas alcalinas de manganeso, p. ej., de hasta 80 A). En el mejor de los casos se descargan por completo y se rompe la pila o el acumulador. Pero, en el peor de los casos, se produce una explosión y se prende fuego. También si se calienta el acumulador se puede producir una explosión.

Las pilas y los acumuladores no se deben tirar a la basura normal sino que hay que recolectarlas para que sean reciclados.

## 5 Anexo Símbolos utilizados en los esquemas de conexión

Para poder “leer” las conexiones, tienen que conocer los principales símbolos utilizados.

| aparato                                   | símbolo de conexión   | observaciones especiales  |
|---|---|---|
| voltímetro,<br>medición de la tensión     |    | El multímetro digital se convierte en un voltímetro al seleccionar las funciones de medición de corriente continua o alterna.                           |
| amperímetro,<br>medición de la intensidad |    | El multímetro digital se convierte en un amperímetro al seleccionar las funciones de corriente continua o alterna en miliamperios o amperios.           |
| diodo luminoso                            |    | patita corta = polo negativo<br>patita larga = polo positivo  |
| motor                                     |   | En el motor, el polo positivo por lo general se define de forma que al aplicar tensión continua el motor gira en el sentido de las agujas del reloj.    |
| célula solar                              |  | La célula solar tiene al ser un componente plano un símbolo de conexión propio diferente del diodo fotovoltaico. ¡Presten atención para no confundirse! |
| acumulador, pila                          |  | ninguna observación   |
| resistencia                               |  | ninguna observación   |
| potenciómetro                             |  | Resistencia variable, es posible regular la resistencia a través de un contacto variable corredizo.   |
| condensador                               |  | Un condensador de pequeña capacidad, aquí no es importante la polaridad.  |
| condensador electrolítico                 |  | Para los condensadores de gran capacidad se utilizan electrolitos. Por ello es importante la polaridad. Pueden romperse por una polaridad equivocada.   |
| foco eléctrico                            |  | ninguna observación   |