

## MEDIR CON EL MINILAB LA TEMPERATURA II

### La ley de ohm

En los experimentos que os hemos propuesto en anteriores números de la revista, habéis manejado entre otros componentes, numerosas resistencias, y más de una vez os habréis preguntado cual es la utilidad de estos minúsculos cilindros con bandas de color impresas en su cuerpo, y porque su valor se mide, en ohm.

Para explicaros en que consiste un resistencia eléctrica debemos hablaros de una ley fundamental de la electrónica, que lleva el nombre de su descubridor, la ley de Ohm.

Esta ley fue desarrollada por Georg Simon Ohm en el año 1827, y es de gran importancia para el estudio de fenómenos eléctricos, ya que nos permite entender como varía la corriente que atraviesa un conductor, al cambiar la tensión aplicada en sus extremos.

Para comprenderlo mejor, realizaremos como de costumbre algunos experimentos, utilizando los dos instrumentos del Minilab que conocemos el voltímetro y el amperímetro.

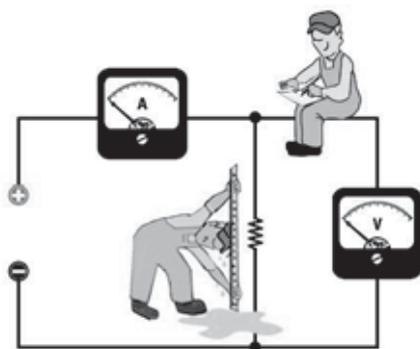


Fig.16 para realizar nuestro experimento deberéis extraer del kit la resistencia con 1% de tolerancia de 1000 ohm. Para distinguirla de las otras, observad la banda impresa en su cuerpo.

A diferencia de las resistencias comunes, que tienen una tolerancia del 5% y 4 bandas coloreadas, las resistencias del 1% tienen por lo general 5 cintas coloreadas.

Para determinar su valor observad los siguientes colores:

**1000 ohm 1% marrón-negro-negro-marrón-marrón**

**Nota:** en las resistencias de precisión del 1% la tolerancia está indicada por una banda marrón, mientras que en las resistencias comunes de 5% está indicada por una cinta de color oro.

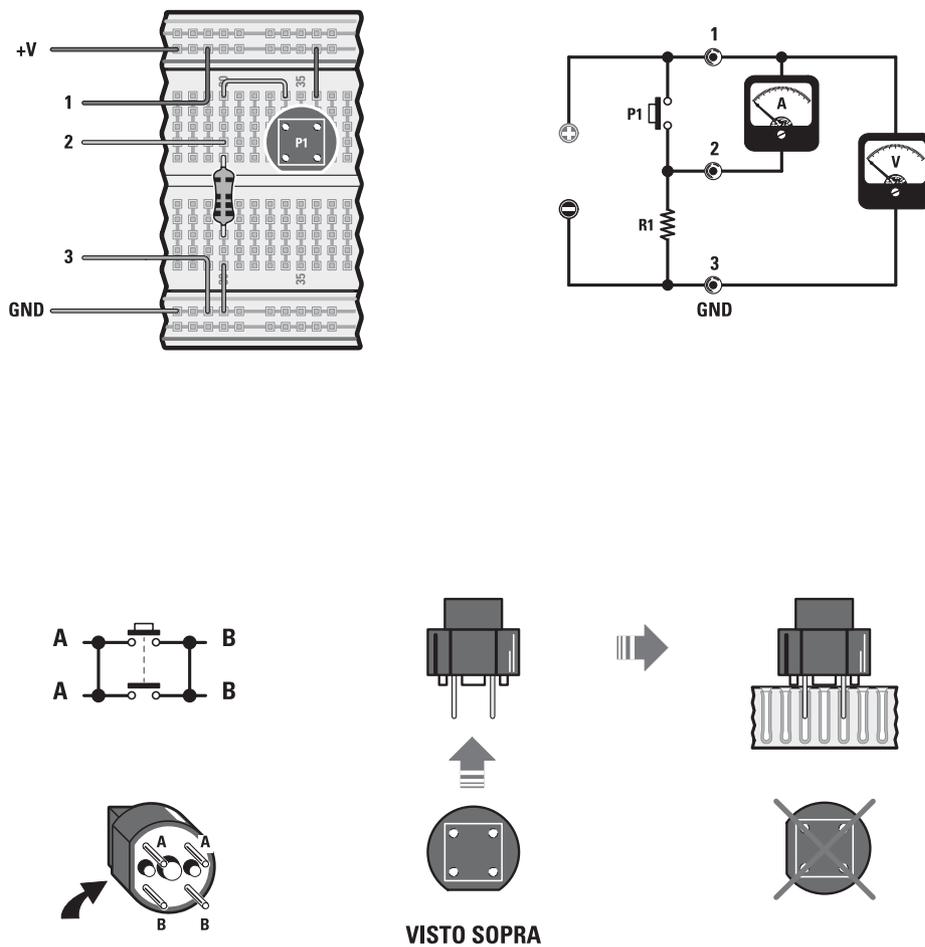


Fig.17 coged la resistencia de 1000 ohm e introducidla en la breadboard tal y como viene indicado.

Luego, insertad el botón en la posición indicada, prestando atención al orientar el bisel hacia abajo que hay en un lado de su cuerpo.

Después, insertad en la patilla los dos cables que conectan el botón a la alimentación con el cable rojo, y por el otro a la resistencia.

A continuación, completad el montaje con los dos cables que conectan la tarjeta al alimentador del Minilab, por un lado el cable azul con el signo -, y por el otro el rojo al signo +.

Por último, conectar a la breadboard tres trozos de cable de color rojo, azul y verde en las posiciones que se indican en la figura.

De este modo, habéis realizado un circuito como se representa en la figura que, conectado al voltímetro y al amperímetro del Minilab, os permitirá medir la tensión aplicada en la resistencia R1 y en la corriente que le atraviesa. De hecho, cuando se presiona el botón P1, el voltímetro mide la tensión que se aplica en los extremos del R1, mientras que cuando se suelta el P1, el amperímetro mide la corriente que atraviesa el R1.

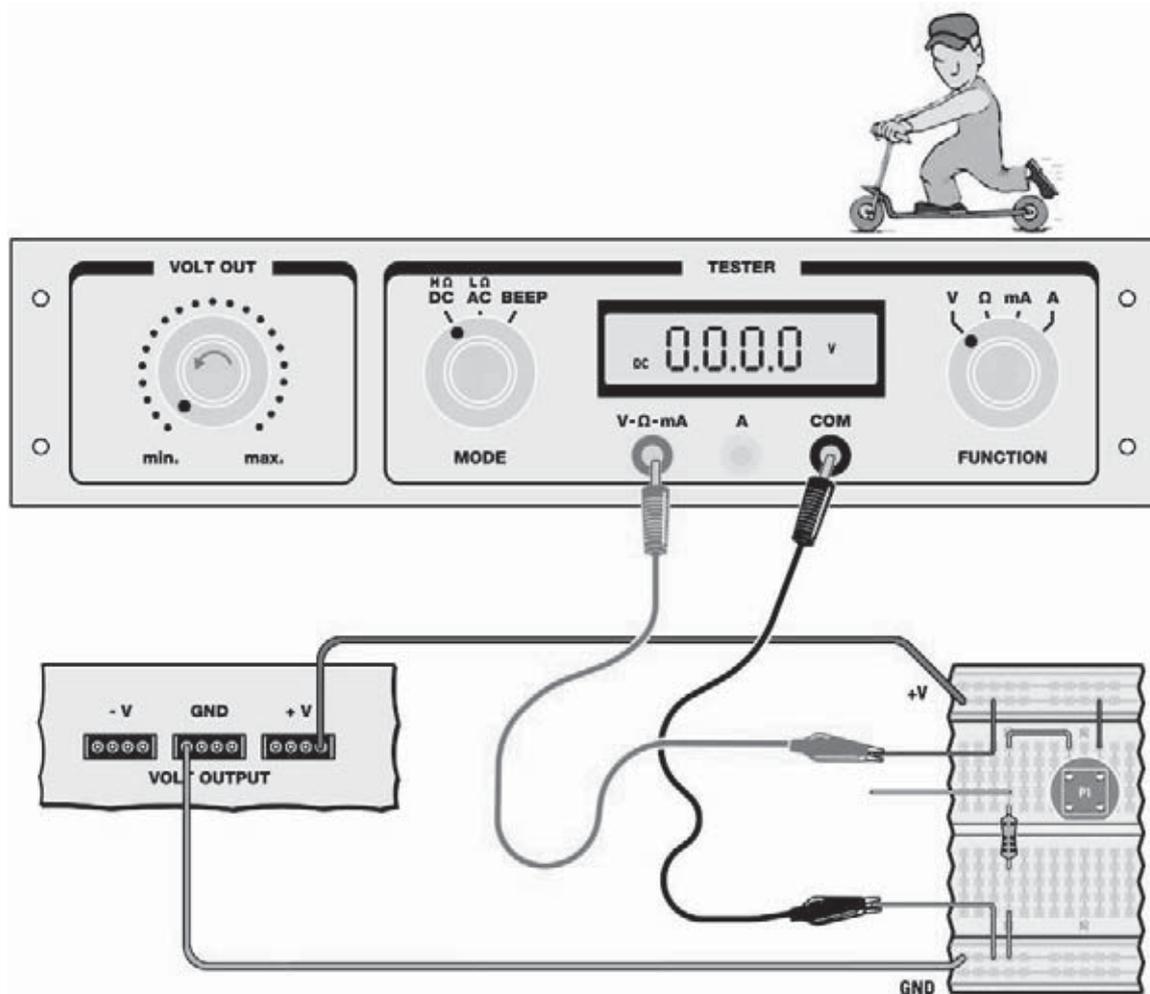


Fig.18 en este punto deberéis conectar al alimentador la breadboard del Minilab. Antes de realizar la conexiones girad el mando VOLT OUT todo a la izquierda para situarlo en min.

Luego, seleccionad el conmutador MODE en CC y el conmutador FUNCTION en V.

Hecho esto, conectad el cable azul que va a la línea azul a cualquiera de los 4 orificios del conector GND, y luego conecta el cable rojo que va a la línea roja a cualquiera de los 4 orificios del conector +V, como se indica en la figura.

Ahora, utilizando los cables de cocodrilo y los cables de puntas, conectad el cable azul situado en la parte inferior derecha de la patilla a la entrada COM del tester como se indica en la figura, y el rojo situado en la parte superior derecho de la patilla en la entrada V-Ω-mA.

Estas conexiones os servirán para medir con el voltímetro la tensión que se suministrará a la resistencia.

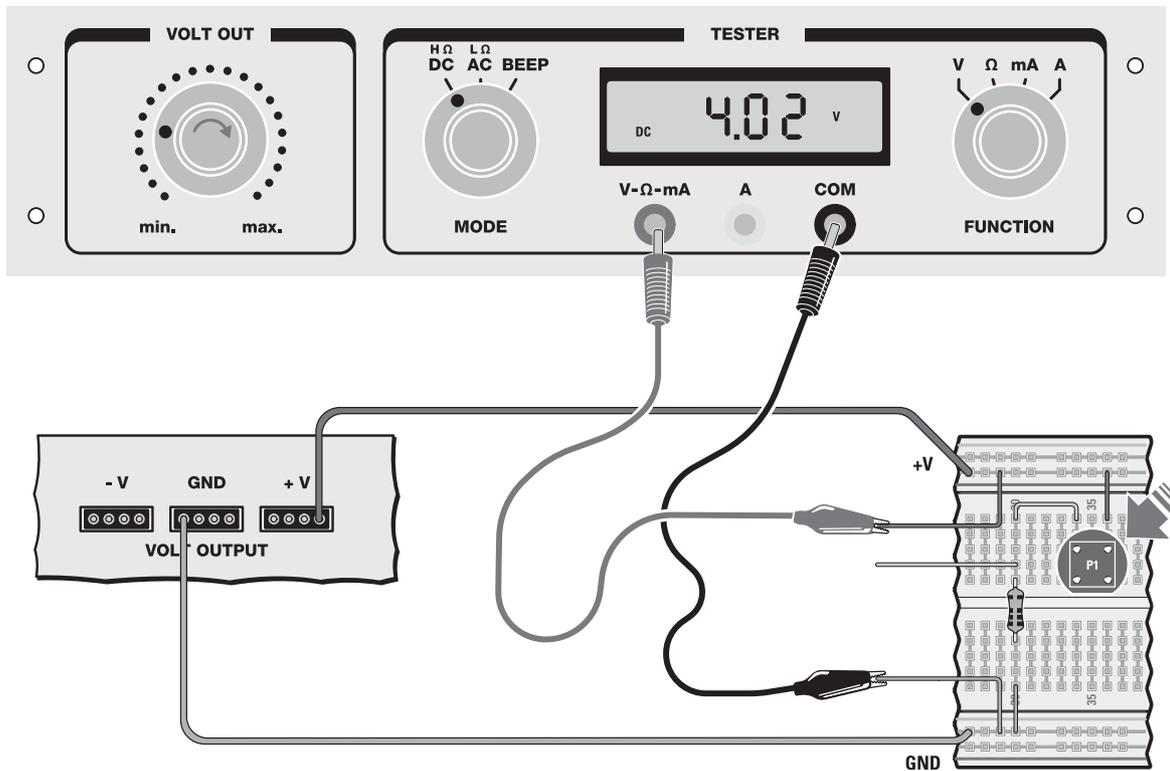


Fig.19 ahora estáis listos para realizar medidas. Antes de iniciar os aconsejamos hacer una tablilla como la que hay debajo, para escribir los valores de tensión en voltios (V) y de corriente en Amperios (A) que iréis midiendo.

Resistencia medida: 1000 ohm 1%

Tensión (V)	Corriente (A)	Voltio/Amperio (R)

Como podéis observar, además de las dos columnas de la tensión y de la corriente hemos creado un tercera, que hemos llamado R, en la que se escribirá el valor que se obtiene dividiendo el valor de tensión e voltios por el valor de la corriente en Amperios. Veremos al final de la medición para que sirve.

Encended el Minilab. Luego apretad el botón de la breadboard y girad lentamente el mando del VOLT OUT en sentido de la agujas del reloj. Mantened apretado el botón y al mismo tiempo girad el mando del VOLT OUT hasta leer en el display una tensión lo más cercana posible a los 4,00 voltios.

En realidad conseguir el valor exacto de 4,00 porque, como podéis ver el mando del VOLT OUT es muy sencillo, pero esto no importa porque no perjudica a la medición. De todas maneras acercaros el máximo posible a los 4,00 voltios y cuando lleguéis no toquéis más el mando y soltad el botón. Supongamos que hayáis alcanzado los 4,02 voltios como aparece en la figura.

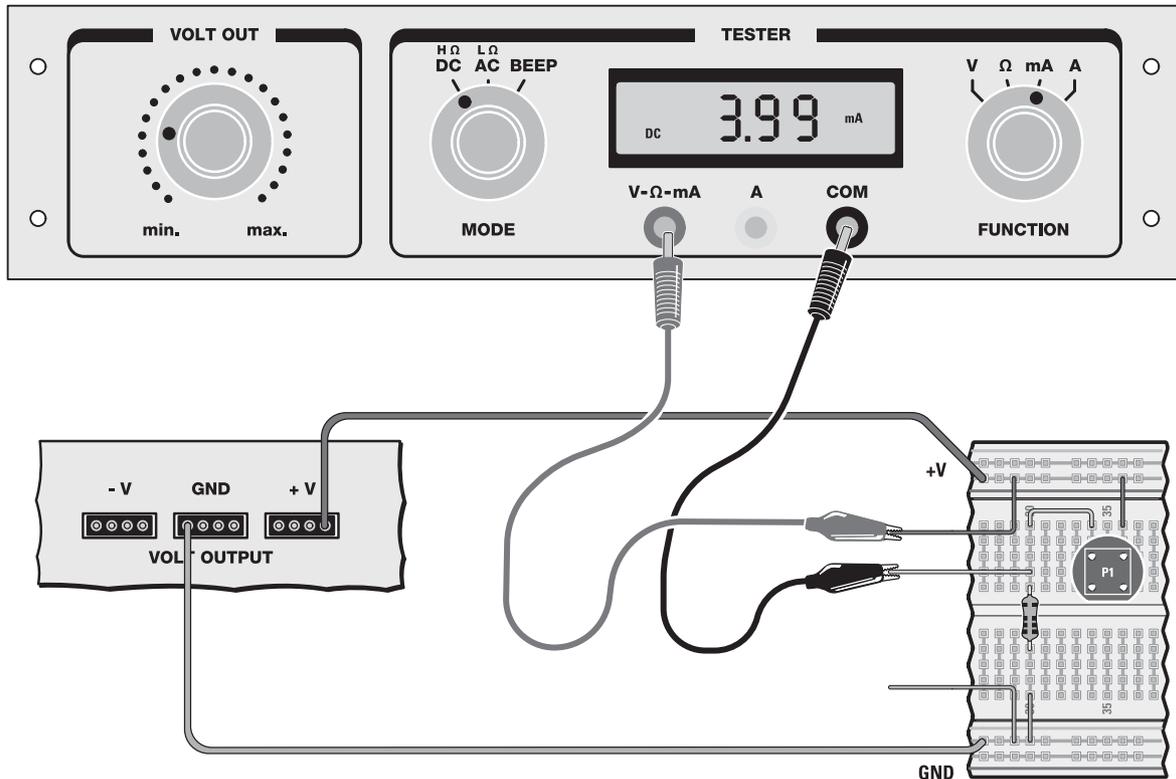


Fig.20 a continuación, desconectar el cocodrilo negro del cable azul y, solo después de haberlo hecho, girad el mando FUNCTION del tester en mA.

**Nota:** como os hemos dicho no gireis nunca el mando FUNCTION de la posición V a la posición mA, ya que podríais dañar tanto el circuito como el Minilab.

Ahora conectad el cocodrilo negro que habéis desconectado al cable verde de la bread-board, como se indica en la figura. Llegados a este punto, veréis aparecer en el display del tester el valor de la corriente que atraviesa la resistencia en miliamperios.

Supongamos que leéis un valor de 3,99 miliamperios. Como 1 miliamperio es la milésima parte de un amperio, es decir 0,001 Amperios, los 3,99 miliamperios pasan a ser 0,00399 Amperios.

Si dividís la tensión de 4,02 voltios por el valor de corriente de 0,00399 amperios obtendréis:

$$4,2 \text{ (voltio)} : 0,00399 \text{ (Amperios)} = 1,007,5$$

Luego escribid los valores que habéis medido en la tabla.

Resistencia medida : 1000 ohm 1%

Tensión (V)	Corriente (A)	Voltio/Amperio (R)
4,02	0.00399	1007,6

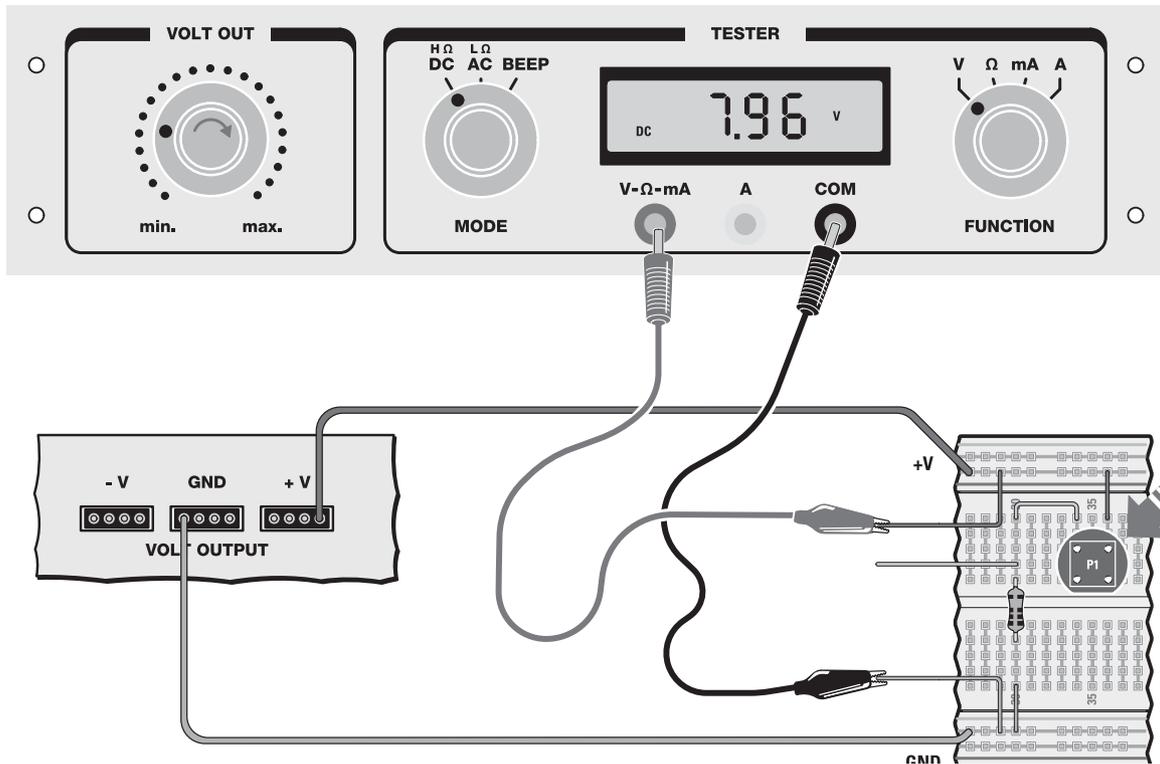


Fig.21 ahora desconectad el cocodrilo negro del cable verde y girad el mando FUNCTION en V.

Luego, conectad el cocodrilo negro al cable azul tal y como se ve en la figura.

Pulsad el botón de la breadboard a la vez que giráis el mando del VOLT OUT lentamente en sentido de las agujas del reloj, hasta que no leáis en el display una tensión cercana a los 8,00 voltios.

Llegados a este soltad el botón.  
Supongamos que habéis obtenido sobre el display una tensión igual a 7,96 voltios.

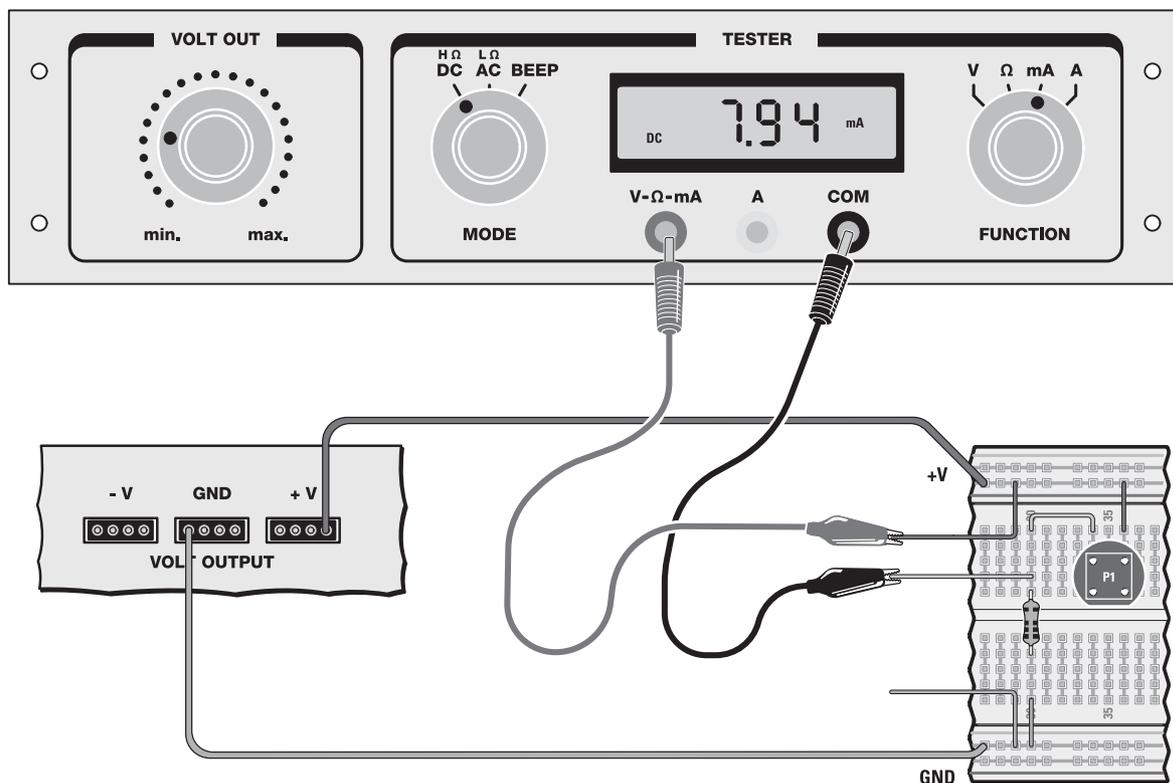


Fig.22 ahora no debéis tocar más el mando del VOLT OUT. Desenchufad el cable negro del cable azul.

Girad el mando FUNCTION en mA y conectad el cocodrilo al cable verde.

En este punto veréis aparecer en el display el valor de la corriente que atraviesa la resistencia en miliamperios.

Supongamos que esta vez leéis un valor de 7,94 miliamperios que es igual, como ya hemos dicho antes, a 0,00794 amperios.

También esta vez obtendréis el valor de R, dividiendo la tensión por la corriente:

$$7,96 \text{ (voltio)} : 0,00794 \text{ (Amperio)} = 1.002,5$$

Escribid nuevamente los valores en la tabla:

Resistencia medida : 1000 ohm 1%

Tensión (V)	Corriente (A)	Voltio/Amperio (R)
4,02	0.00399	1007,6
7,96	0.00794	1002,5

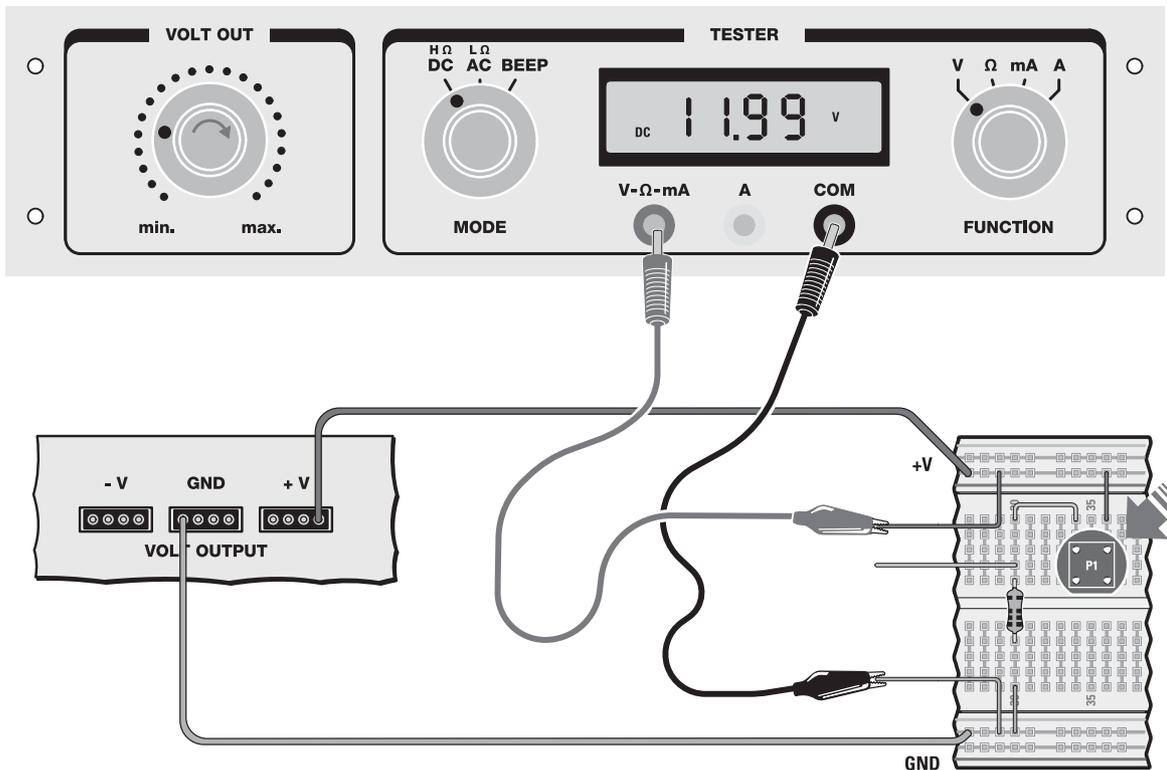


Fig.23 ahora desconectad el cocodrilo negro del cable verde.

Girad el mando FUNCTION en V y conectad nuevamente el cocodrilo negro al cable azul.

Pulsad el botón y girad el mando del VOLT OUT lentamente en sentido de las agujas del reloj, hasta que veáis en el display una tensión cercana a 12 voltios.

Después, soltad el botón.

Supongamos que leéis en el display un valor igual a 11,99 voltios.



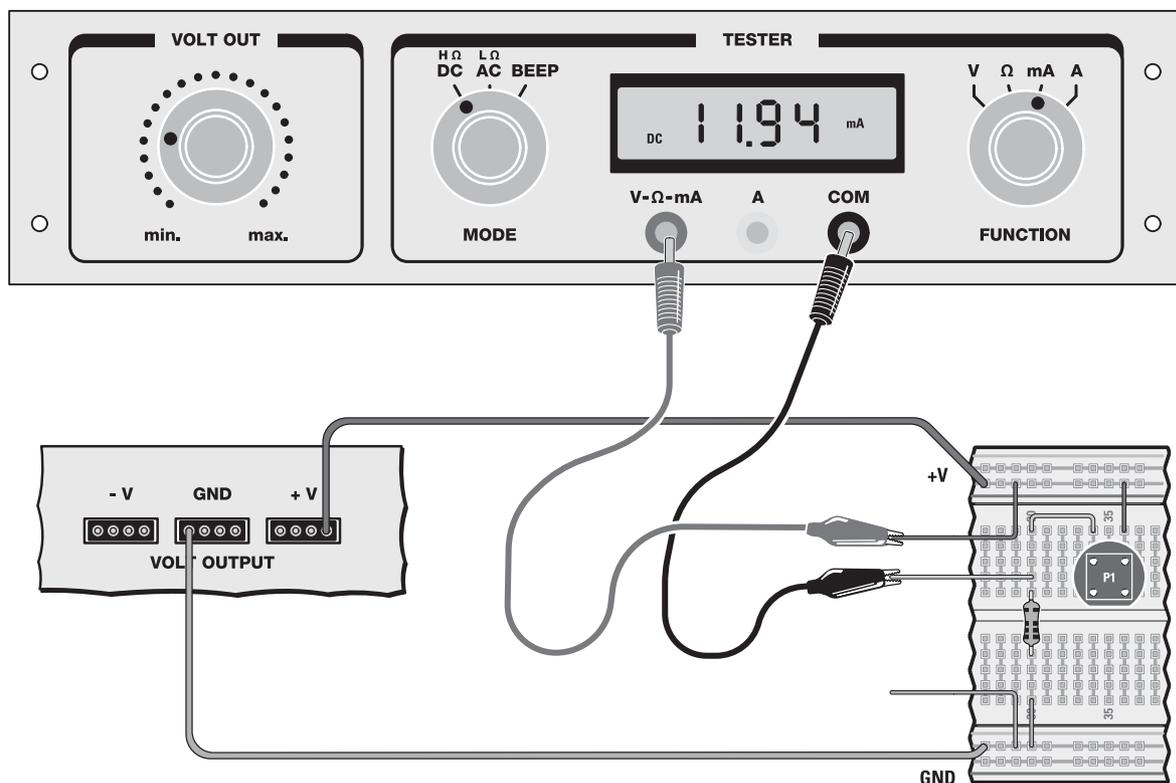


Fig.24 no toquéis el mando del VOLT OUT. Desconectad el cocodrilo negro del cable azul y girad nuevamente el mando FUNCTION en mA. Entonces conectáis el cocodrilo negro al cable verde.

Llegados a este punto aparecerá el valor de la corriente que atraviesa la resistencia en miliamperios en el tester.

Supongamos que leéis un valor de 11,94 miliamperios, iguales a 0,01194 amperios. Luego, calculad por última vez el valor de R, dividiendo la tensión por la corriente.

$$11,99 \text{ (voltio)} : 0,01194 \text{ (amperio)} = 1.004,1$$

Tensión (V)	Corriente (A)	Voltio/Amperio (R)
4,02	0.00399	1007,6
7,96	0.00794	1002,5
11,99	0.01194	1002,1

Llegados a este punto el experimento se ha terminado. Ahora veamos que podemos hacer con las mediciones realizadas.

## Un estudiante más bien inquieto

Una cosa que sorprende sobre **Simon Ohm** (nacido el 16 de marzo de 1789 en Baviera y muerto el 6 de julio del 1854 en Munich) es que gran parte de su instrucción académica no fue realizada en la escuela, sino que fue llevada a cabo por su padre.

Aunque solo fuera un herrero, **Johann Wolfgang Ohm** había conseguido alcanzar una notable instrucción académica y una vasta cultura, aprendiendo únicamente de su pasión por la lectura.

Visto que disfrutaba de una buena condición económica, su hijo **Simon** hubiera podido acudir sin alguna dificultad a la escuela pública.

Sin embargo, **Johann Wolfgang** decidió ocuparse en primera persona de la educación de su hijo, trasladándole la pasión por las ciencias y una solida preparación matemática, química y física algo nada común en aquel tiempo.



El joven **Simon** se apasionó tanto con sus estudios, que cuando ingresó al **Gymnasium** de **Erlangen** en la ciudad bávara donde había nacido, se da cuenta rápidamente del desfase educativo entre la educación de su padre y la escasa que ofrecía la escuela.

Terminado el Gymnasium se inscribe en la universidad local en 1805, pero deja de frecuentarla para dedicarse al patinaje sobre hielo, al baile y a jugar al billar.

Su padre, que veía que no progresaba en la educación que él le había ofrecido con tantos sacrificios, le obliga a interrumpir los estudios para enviarle a Suiza, donde Simon encontró sitio como profesor en la escuela de la ciudad de Gottstadt.

Más tarde, al inicio de 1809 Simon quiso recuperar aquella pasión que tenía en los estudios y contactó con uno de sus profesores que se había transferido a Heidelberg, con la intención de inscribirse en la universidad de aquella ciudad.

Inesperadamente, el profesor le aconsejó estudiar solo, recomendándole los textos de matemáticos famosos como **Eulero**, **Laplace** o **Lacroix**.

Con un poco de desgana, Simon se sumerge de nuevo en los estudios en solitario, que completó finalmente a los dos años cuando en octubre de 1811 consiguió en la Universidad de **Erlangen**, en la cual encontró velozmente trabajo como ayudante de matemáticas.

Pero la vida tranquila no estaba hecho para él, ya que solo después de tres meses abandonó su puesto, convencido de que el futuro guardaba algo mejor para él.

Del gobierno bávaro recibe la oferta de un trabajo en calidad de profesor de matemáticas en un escuela de **Bamberga**, en la que enseñó por 3 años hasta 1816, año en que

por dificultades económicas la escuela debe cerrar. En aquel tiempo la situación del joven profesor empezaba a ser algo difícil, ya que sin un trabajo estable no tenía medios para subsistir.

Fue un periodo turbio, en el que el joven Simón tiene tiempo para pensar en sus elecciones que son un poco impulsivas. Luego, cuando menos se lo esperaba, se le presentó una grande ocasión en septiembre de 1817, en el momento en se le ofertó una cátedra de matemáticas y física en el **Gymnasium Gesuita** de **Colonia**.

Era la mejor escuela en la que él podía estar, lo que tendrá gran peso en su futuro gracias a sus avanzados laboratorios de física.

Aquí Simón se dedica con gran pasión a sus estudios de matemáticas, leyendo trabajos de **Lagrange**, **Legendre** y **Poisson**. Queda sorprendido del trabajo de un matemático francés **Fourier**, y de este modo comienzan sus primeros experimentos con la electricidad en el laboratorio de la escuela, después de saber que **Oersted** descubrió en 1820 en electromagnetismo.

Es en estos momentos cuando Ohm comienza su dedicación en el laboratorio tanto para satisfacer su curiosidad como para dar una explicación teórica de los fenómenos eléctricos.

De este modo, se da cuenta de la existencia de lo que hoy conocemos como “Ley de Ohm”, comprendiendo que la corriente eléctrica que atraviesa un conductor depende en modo proporcional de la tensión aplicada.

Este resultado no lo expresa en su primera publicación de 1825.

Únicamente lo hará dos publicaciones más tarde en 1826, cuando Ohm comienza a proponer su teoría de la conducción eléctrica, teniendo como modelo el estudio de **Fourier** sobre la propagación del calor.

Finalmente, la enunciación de su ley aparece en el trabajo publicado en 1827, en la que el científico expone de modo completo sus hipótesis sobre la electricidad.

Sus consideraciones despertaron un gran asombro dentro del campo científico, puesto que su contenido netamente matemático no era comprendido por los estudiosos de entonces, ya que en su mayoría eran experimentos científicos que no comprendían.

Es curioso observar que la teoría de la propagación de la electricidad adoptada por Ohm, en contraste con la que había en boga, era la de la propagación entre “partículas contiguas”.

La gran intuición de Ohm se basa en estudiar el comportamiento de la electricidad partiendo de un riguroso modelo matemático.

Este enfoque no fue entendido por sus colegas, que discrepaban siempre de ello.

Y por contra, es justamente este modo de afrontar los problemas, el que lo convierte en un científico actual, haciéndolo sentir mucho más cercano.



## Conclusiones

- Hemos aplicado tres tensiones diferentes a una resistencia de 1000 ohm y hemos medido los valores de corriente que le atraviesan.
- También hemos calculado la relación entre la tensión y la corriente, a la que hemos llamado R.
- Si observamos los valores de R que hemos escrito en la tabla vemos que cambian muy poco.
- Si realizamos muchas mediciones con diferentes valores de tensión, nos daremos cuenta de que el valor de R queda siempre prácticamente igual.
- Esto significa que en un conductor la relación R entre la tensión y la corriente es constante. La relación R se define como la RESISTENCIA del conductor y se mide en Ohm.

De este modo hemos explicado experimentalmente la ley de Ohm, la cual afirma que “ en un conductor la relación entre la tensión aplicada y la corriente que lo atraviesa es constante, y equivale a las resistencias del conductor.

La ley de Ohm también se puede escribir de la siguiente manera:

$$R = V : I$$

donde:

- R es la resistencia en Ohm
- V es la tensión en voltios
- I es la corriente en Amperios

La resistencia R de un conductor da la idea de la oposición que ofrece el conductor al paso de la corriente.

Cuanto más alta es la resistencia, más se opone el conductor al paso de la corriente.

Cuanto más baja es la resistencia, menos se opone el conductor al paso de la corriente.

Por tanto, si aplicamos una tensión a un conductor que tiene un alta resistencia, el valor de la corriente que lo atraviesa será baja.

Si aplicamos la misma tensión a un conductor que tiene un baja resistencia, el valor de la corriente que lo atraviesa será mayor.

Si conocemos el valor de la resistencia en Ohm de un conductor, aplicando la ley de Ohm podemos calcular el valor de la corriente que lo atraviesa, cuando en sus extremos se aplica un tensión V.

De hecho la formula anterior también puede ser escrita:

$$I = V : R$$

donde:

- I es la corriente en Amperios
- V es la tensión en voltios
- R es la resistencia en Ohm

Si por ejemplo, si antes de medirla, queremos saber cual es la corriente que atraviesa nuestra resistencia de 1000 ohm, aplicándole una tensión de 9 voltios, bastará con aplicar la formula siguiente:

$$I = 9 \text{ Voltio} : 1000 \text{ ohm} = 0.009 \text{ Amperios, es decir } 9 \text{ miliamperios}$$

Después de realizar el experimento con los valores de tensión que hemos indicado, podréis continuar repitiendo la mediciones con los valores de tensión que vosotros elijáis, comprobando si la relación R entre la tensión y la corriente continua constante.

Como conocéis el valor de la resistencia, que es de 1000 ohm, midiendo la tensión que se aplica cada vez podéis utilizar esta fórmula para calcular la corriente que debe atravesar la resistencia.

Podéis de este modo comprobar la corriente que medís si corresponde con vuestro cálculo.

**Pregunta:** *cuando hemos realizado las medidas con la resistencia de 1000 ohm, dividiendo la tensión aplicada por la corriente no hemos podido realmente obtener el valor de 1000, como ya podríamos esperar, pero tres valores unos diferente del otro (1007,5-1002,5 y 1004,1) ¿por qué?*

**Respuesta:** por dos razones : primeramente la resistencia que hemos utilizado tiene una tolerancia del 1%. Esto significa que su valor podría estar entre los 1000 ohm + / - 1%, es decir entre 990 y 1010 ohm. Además, debéis saber que cada vez que realizáis una medición se necesita tener en cuenta un porcentaje de error experimental, que puede reducirse al mínimo pero nunca a 0. Por ejemplo, al mirar sobre el display habréis observado que los valores no son fijos, ya que tienen una pequeña fluctuación. Por otro lado, los valores que leemos en el display del tester siempre se redondean. Por esta razón, los valores que hemos encontrado se alejan del cálculo teórico de la ley de Ohm, y por ello son un poco diferentes.

**Pregunta:** ¿qué es la resistencia?

**Respuesta:** para entender lo que es la resistencia se necesita explicar que la corriente eléctrica se constituye por un flujo de pequeñas partículas, dotadas de una carga eléctrica negativa, los electrones. Los electrones, cambiándose dentro de la materia, pueden avanzar más o menos bien dependiendo del tipo de material que atraviesen.

Por ejemplo, pueden cambiarse con gran facilidad dentro de los materiales conductores, como los metales. Este caso se dice que estos materiales son buenos conductores, y su resistencia, es decir la oposición que hacen al paso de los electrones, es muy baja.

Por el contrario, pueden encontrar una mayor oposición cuando atraviesan otro tipo de materiales, como los semiconductores. En este caso la resistencia de estos materiales es bastante alta.

Si por último encontramos materiales aislantes, los electrones encuentran una resistencia altísima a su movimiento.

En todos los casos la medida de la resistencia es una medida muy útil ya que nos podemos entender como se comportará un determinado material al paso de la corriente eléctrica.

## L'Ohm sus múltiplos y submúltiplos

Para indicar el valor de la resistencia se utiliza tanto el ohm como la letra del alfabeto griego  $\Omega$  (omega).

Según el valor de la resistencia se utilizan diferentes múltiplos y submúltiplos del ohm, de hecho:

- Para los valores entre los 0,001 y 0,009 ohm se usa los milliohm y se indican con la sigla mohm m $\Omega$

1 milliohm = 0,001 Ohm.

Por tanto de una resistencia de 0,5 ohm, también se puede decir que mide 500 milliohm.

- Para los valores entre 1 y 999 ohm se usa la sigla  $\Omega$

- Para valores entre 1000 y 999.999 ohm se usa el múltiplo kilohm indicado con la sigla kohm -k $\Omega$

Por tanto una resistencia de 10.000 ohm equivale a una resistencia de 10 kilohm.

- Para valores superiores de 1.000.000 ohm se usa el Megaohm y la inscripción Mohm -M $\Omega$   
Una resistencia de 4.700.000 pasa a ser una resistencia del 4,7 Megaohm.

## Medimos una resistencia con el Óhmetro del Minilab

El experimento que os hemos mostrado anteriormente ha servido para entender como se obtiene experimentalmente la ley de Ohm. Sin embargo, cuando se quiere medir la resistencia de un conductor no se sigue este procedimiento, ya que es algo complicado, usándose por contra un instrumento que automáticamente aplica una tensión al conductor que queremos medir, midiendo la corriente que lo atraviesa, calculando su relación y suministrando directamente el valor de su resistencia en ohm. Este aparato se llama óhmetro.

El Minilab está dotado con un óhmetro que funciona con dos modos diferentes.

El modo L $\Omega$  que significa Low Ohm, sirve para medir los valores de resistencias más bajos, entre los 10 ohm y 39,9 kiloohm.

El modo H $\Omega$  que significa High Ohm, sirve para medir los valores de resi más altos, entre 40 kiloohm y 1 Megaohm.

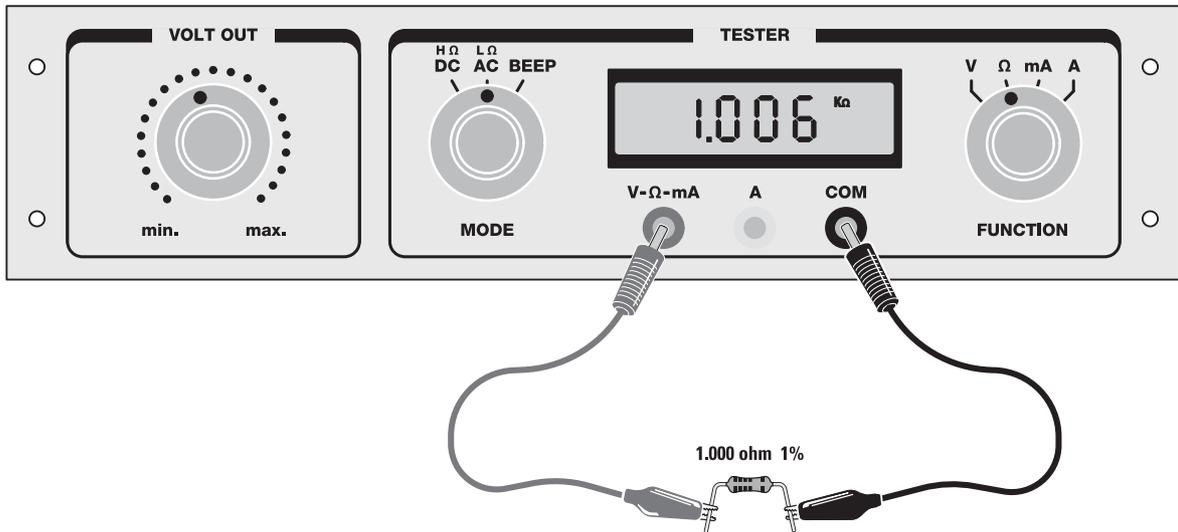


Fig.25 coged del kit la resistencia de 1.000 ohm 1%.

Conectadlo a los dos cables de cocodrilo y conectad estos últimos a las entradas COMy V-C $\Omega$ mA del Minilab, como se indica en la figura, utilizando la pareja de cables llenos de puntas. Girad el mando MODE del Tester en la posición AC-L $\Omega$  y el mando FUNCTION en  $\Omega$

Encended el Minilab. En el display veréis aparecer el valor de la resistencia en Ohm. Como podéis observar junto al valor que aparece en el display, está el símbolo  $\Omega$  indicando los ohm. En el ejemplo que se ve en la figura se esta midiendo un valor de 1.006 k $\Omega$

Como ya sabéis la tolerancia de la resistencia es del 1%, por tanto su valor podría estar entre los:

**1.000 +/- 10 ohm es decir entre 990 y 1.010 ohm**

Por otro lado, se necesita tener en cuenta siempre el redondeo del display y los inevitables errores experimentales, que hacen que los valores medidos se alejen un poco de los valores calculados.