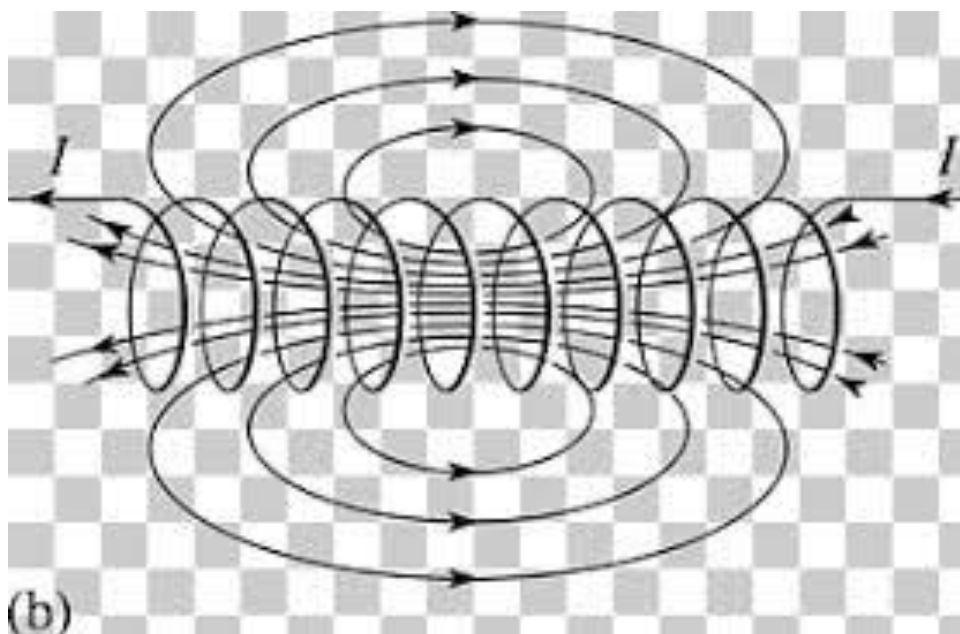


FACULTAD DE CIENCIAS BIOQUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS

Universidad Nacional de Rosario

FÍSICA II



Guía de laboratorio:

Uso del multímetro

1er. Cuatrimestre

-2020-

Trabajo Práctico N° 1:

Introducción a las mediciones en Electricidad. Descripción y uso del multímetro digital.

Introducción

Un **circuito eléctrico** se compone en general de los siguientes elementos:

- Una fuente de alimentación: proporciona la energía al circuito.
- Conductores (cables de cobre): son los elementos por los cuales circula una corriente eléctrica.
- Carga: es el elemento en el cual se consume la energía suministrada: esta carga puede ser una resistencia, una bobina, un capacitor, etc. (No confundir con la carga eléctrica, dada en Coulombs).

En la Figura 1 se ha esquematizado un circuito simple donde pueden observarse los distintos elementos que lo componen.

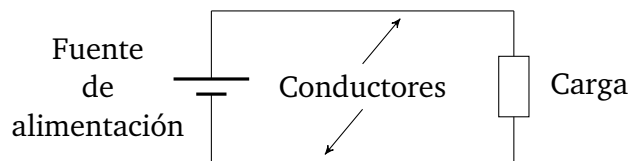


Figura 1

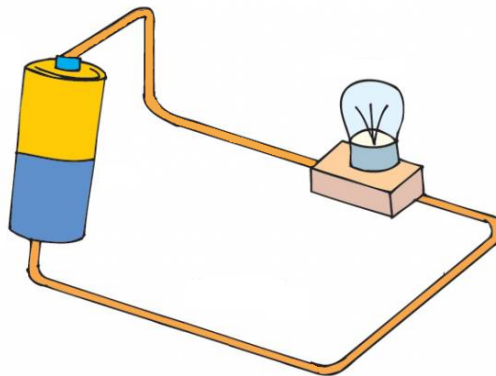


Figura 2

La Figura 2 es un ejemplo de circuito sencillo donde una lamparita (carga) se conecta mediante cables (conductores) a una pila (fuente de alimentación).

Corriente eléctrica y Resistencia

Existen materiales que con mucha facilidad pierden los electrones más externos de sus átomos. Son los llamados materiales conductores. Si estos electrones “libres” se ponen en movimiento en un mismo sentido aparece lo que conocemos como **corriente eléctrica**. Los elementos que ofrezcan fácilmente muchos electrones “libres” serán los buenos conductores (por ejemplo, los metales). Los elementos que ofrezcan pocos electrones “libres” serán los malos conductores o aislante (por ejemplo, la madera o el plástico).

Las **resistencias** son elementos contruidos a partir de sustancias no conductoras. Su símbolo es:



y su unidad es el ohm (Ω). Se caracterizan por su valor nominal, tolerancia (o error, dado en valores porcentuales) y potencia disipada en forma de calor. En las resistencias de carbón, el valor nominal y la tolerancia vienen dados por un código de colores que indica cuál es el valor de fabricación (ver *Apéndice*). En otros tipos de resistencias (de mayor precisión), el valor nominal, la tolerancia y la potencia se indican directamente sobre el material que envuelve la resistencia.

Fuente de alimentación o Fuerza electromotriz (f.e.m.)

Supongamos que hay un conductor cargado a un potencial V_1 y otro a un potencial V_2 , y se los conecta mediante un hilo conductor a través de una resistencia, como muestra la Figura 3. Aparecerá entonces una corriente de corta duración hasta que se iguales los potenciales.

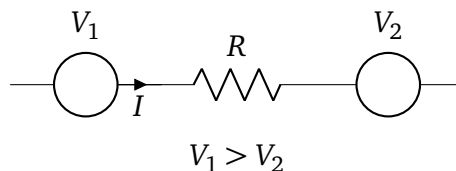


Figura 3

Si se quiere mantener constante la corriente por el alambre será necesario que la diferencia de potencial permanezca constante entre dichos conductores para lo cual se requiere una fuente de energía (generador) (Figura 4), denominada **fuerza electromotriz** (f.e.m.).

Es importante notar que la f.e.m no es una “fuerza”: la unidad de medida de la f.e.m. es el **voltio**.

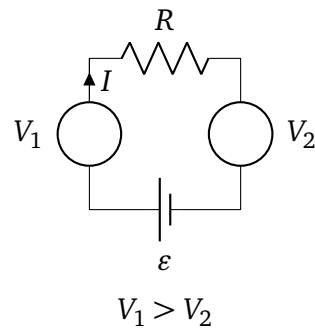


Figura 4

Existe un símil mecánico que permite entender de forma sencilla el concepto de f.e.m., el cual se ilustra en el siguiente esquema:

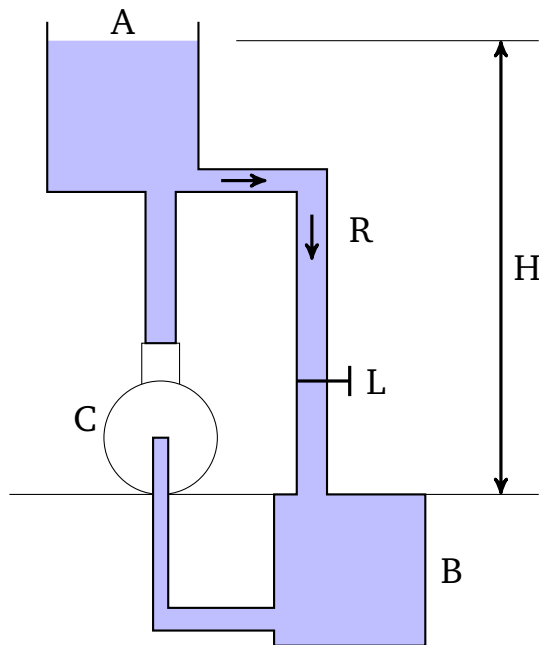


Figura 5

El depósito A en la figura 5 está lleno de líquido, pero se vaciará rápidamente en otro B (situado en un nivel inferior) en el momento que se abra la llave de paso L. En este instante fluirá una corriente de líquido por la tubería debido a la diferencia de altura (H), pero ésta dejará de fluir tan pronto el depósito A se haya agotado. Si se desea mantener el líquido en *circulación*, habrá que instalar una bomba C que aspire el agua de B y la lleve hasta A, manteniendo la diferencia de altura. La bomba ejerce un trabajo sobre el líquido que mantiene la diferencia de nivel en distintos puntos del mismo.

Como ejemplo de fuentes o f.e.m. podemos citar:

a) Las pilas y acumuladores

En ambos se transforma la energía química en eléctrica. En las primeras se efectúa la transformación sin que se haya suministrado energía eléctrica. Los acumuladores reciben energía eléctrica que transforman en química (carga) y después transforman en eléctrica nuevamente (descarga).

b) Alternadores y dinamos

Éstos transforman energía mecánica en eléctrica. El principio utilizado tiene como fundamento que en todo conductor que gira dentro de un campo magnético (polos de un imán o electroimán) aparece una f.e.m inducida.

Fuentes de Voltaje DC

La fuente de voltaje ideal es aquella que mantiene entre sus terminales (bornes) una diferencia de potencial constante (la f.e.m.); esto es, la diferencia de potencial no depende de la corriente que está circulando.

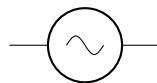
Las compañías de electricidad suministran tensión de línea alterna de 220 V de valor eficaz, a 50 Hz. En las fuentes de tensión o de voltaje se transforma la corriente alterna en corriente continua (DC); estas fuentes de continua tienen a su salida entre sus bornes una tensión constante dentro de un amplio rango de corriente I_0 característico de la fuente. En las fuentes se utiliza una convención de colores para identificar la polaridad de los terminales o bornes: el rojo para el positivo (+) y el negro para el negativo (-). El símbolo que representa una fuente de tensión continua es:



siendo el borne + el que se encuentra a mayor potencial.

Fuentes de Voltaje AC

Una fuente de tensión alterna proporciona una diferencia de potencial que varía con el tiempo, generalmente de forma sinusoidal. El símbolo que representa una fuente de tensión alterna es:



En nuestro laboratorio usaremos como fuente de alimentación una fuente de corriente continua variable (permite variar V_0) y una fuente de corriente alterna con tensión fija.

PRECAUCIÓN

Si la carga que conectemos a la fuente (Figura 1) es muy pequeña circulará una corriente muy grande que podría dañar la fuente.

Consulte con los docentes cuál es el valor máximo de corriente que puede entregar la fuente que se le proporcionará en el laboratorio

Descripción y uso del multímetro digital

Para realizar mediciones en circuitos eléctricos se utiliza un *multímetro digital* en los siguientes trabajos prácticos de Laboratorio. Este instrumento permite medir, alternativamente, **resistencia, voltaje o corriente** u otros parámetros tales como capacitancia, frecuencia, temperatura, etc. La Figura 6 muestra una fotografía de la parte frontal del multímetro digital con las puntas de prueba a utilizar en el laboratorio.



Figura 6

En la Figura 7 se muestra una representación del panel frontal de un multímetro de calidad similar a los que emplearemos en los trabajos prácticos:

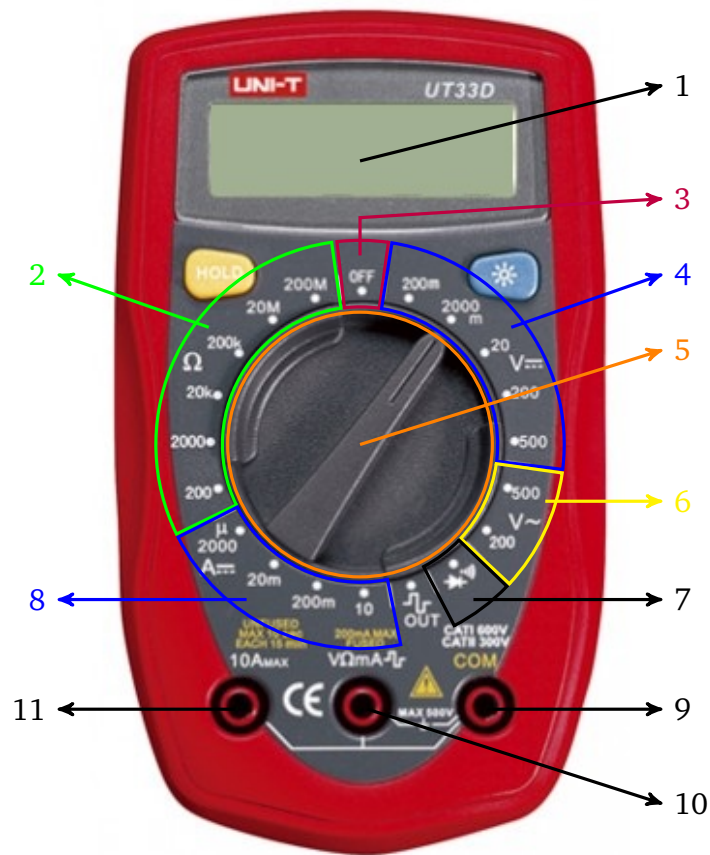


Figura 7

Referencias:

1. *Display de cristal líquido.*
2. *Escala para medir resistencia.*
3. *Selector para apagar el multímetro.*
4. *Escala para medir **tensión (voltaje) en continua** (puede indicarse **DC** en vez de una línea continua y otra punteada).*
5. *Llave selectora de medición.*
6. *Escala o rango para medir **tensión en alterna** (puede indicarse **AC** en vez de la línea ondeada).*
7. *Selector para medir continuidad de un cable.*
8. *Escala o rango para medir **corriente en continua** (puede indicarse **DC** en vez de una línea continua y otra punteada).*

9. Borne de conexión o “jack” negativo para la punta negra (todas las mediciones).
10. Borne o “jack” de conexión para la punta roja, para medir tensión (tanto en alterna como en continua), resistencia o **corriente en mA (miliAmperes)**.
11. **Borne de conexión o “jack” para la punta roja si se va a elegir el rango de 10 A máximo.**

Comparación entre testers: digital y analógico

Es importante poder disponer del manual de operación de cada modelo diferente de multímetro o tester, pues en él el fabricante describe los valores máximos de corriente y tensión que el instrumento puede soportar y el modo más seguro de manejo, tanto para evitar el deterioro del instrumento como para prevenir accidentes en la operación.

El multímetro digital que se muestra como ejemplo es genérico, es decir que no se trata de una marca en particular; por lo tanto existe la posibilidad que existan otros con posibilidad de medir otras magnitudes.

En el **multímetro digital (numérico)** el proceso de la medición proporciona una información discontinua (a diferencia de la medición que se realiza con un instrumento analógico), que se expresa por medio de un número de varias cifras. En general, los instrumentos digitales poseen impedancia de entrada muy elevada en los circuitos de voltaje (superior a $2M\Omega$), un consumo de energía pequeño y una mayor exactitud; pueden incorporar selección automática de escala, e indicación de polaridad, lo que salvaguarda el instrumento y mejora la fiabilidad de la medida.

Con un tester digital se tiene una lectura directa de la magnitud que se quiere medir, con el margen de precisión que el fabricante expresa en su manual de uso.

En cambio con el **tester analógico (o de aguja)** es necesario comparar la posición de la aguja con respecto a la escala, lo cual trae aparejado dos errores, como el de apreciación (que depende de la buena visión del operario) y el error de paralaje (por la desviación de la vista que muchas veces no repesta la dirección perpendicular a la escala).

A todo esto se debe agregar el error de precisión del propio instrumento; por estas razones resulta mucho más fácil la medición empleando instrumentos digitales.

Los multímetros digitales se caracterizan por la cantidad de dígitos que presentan en la pantalla: a mayor cantidad de dígitos mayor precisión. Los instrumentos que emplearemos son de $3\frac{1}{2}$, por lo que el mayor número que puede observarse en la pantalla es el 1999.

Clase de un instrumento

El error de clase ΔX_C es el mayor error absoluto que acusa un instrumento en cualquier punto de la escala. Este valor es informado por el fabricante en el manual del instrumento.

En los instrumentos digitales el error de clase es un porcentaje del **valor medido** (esta consideración es diferente en el uso de instrumentos analógicos). Así en el caso de mediciones con instrumentos digitales, dos medidas diferentes obtenidas en una misma escala tendrán diferente error absoluto (o de apreciación), pero igual error relativo de clase.

Error de apreciación

Además de tener en cuenta el error de clase, también debemos considerar el error de apreciación (ΔX_A); en el caso de los instrumentos digitales podemos considerar como error de apreciación una unidad del valor del último dígito en la lectura.

Error total

Finalmente, el error será la suma de ambos tipos de incertezas:

$$X_{medido} = X_{ledo} \pm (\Delta X_C + \Delta X_A) = X_{ledo} \pm \Delta X$$

Ejemplo: Si un voltímetro es de Clase 2 y tenemos una lectura de 14,0 V, el valor del error de clase será:
 $\Delta V_C = 14V \cdot 2/100 = 0,28V$.

Y el error de apreciación será: $\Delta V_A = 0,1V$.

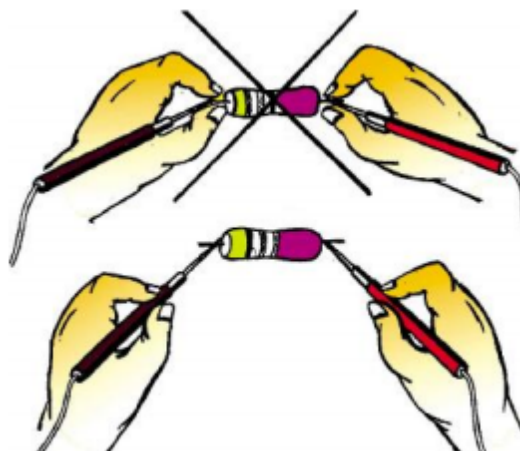
Por lo tanto, el error en la medición es:

$$\Delta V = \Delta V_C + \Delta V_A = 0,28V + 0,1V = 0,38V \approx 0,4V$$

Selección de las magnitudes y escalas o rangos

Continuidad y medición de resistencias

Tengamos en cuenta que para utilizar el multímetro en esta escala (como óhmetro), el componente a medir **no debe recibir corriente del circuito al cual pertenece y debe encontrarse desconectado**. La punta de prueba de color negro debe conectarse al borne “COM” y la roja al borne “V/ Ω /Hz”. La forma correcta de colocar las puntas de prueba sobre la resistencia a medir se muestra en la Figura 8:



No se debe tocar ambos terminales con la mano durante la medición

Forma correcta de efectuar una medición

Figura 8

Los valores indicados en la respectiva escala, por ejemplo pueden ser:



Puntas de prueba:
Negra a “COM” (9) y
roja a V/ Ω /mA (10)

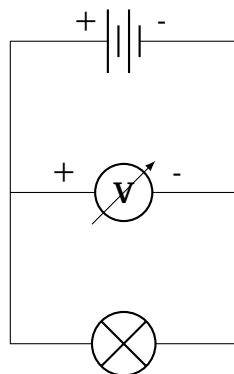
Es posible medir continuidad de un cable (es decir, que el mismo no está cortado) mediante el sonido de un timbre o “buzzer”. Se activa un zumbido si la resistencia es menor a $30\ \Omega$ (aproximadamente). Si la resistencia es despreciable (como debería ocurrir en un conductor), no sólo sonará el buzzer sino que además el display indicará 000.

Para medir valores de resistencia existen escalas o rangos con máximos de: $200\ \Omega$, $2\ \text{K}\Omega$, $20\ \text{K}\Omega$ y $2\ \text{M}\Omega$; en algunos testers es posible medir hasta $200\ \text{M}\Omega$.

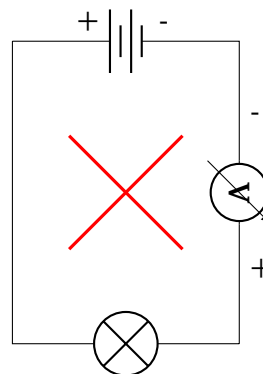
Si el valor a medir supera el máximo de la escala elegida, el display mostrará un 1 (uno) a su izquierda. Por lo tanto habrá que ir subiendo de rango hasta encontrar la escala correcta.

Tensión en DC

Un voltímetro se conecta en paralelo con el elemento al cual se le quiere medir la diferencia de potencial entre sus extremos (ver Figura 9). Un voltímetro ideal no debe modificar la corriente ni el voltaje en el circuito en el que se está midiendo. Sin embargo, la mayoría de los voltímetros tiene una resistencia interna que hace que circule cierta cantidad de corriente a través del instrumento (*el multímetro del laboratorio puede considerarse ideal para las mediciones que realizaremos*).



Forma Correcta



Forma Incorrecta

Figura 9

Para medir la diferencia de potencial (o caída de tensión) en corriente continua se elige la escala correspondiente posicionando la llave selectora en alguna de las indicadas en la figura siguiente:



Puntas de prueba:
Negra a “COM” (9) y
roja a $V/\Omega/mA$ (10)

donde la etiqueta “200m” indica que el máximo, o “fondo de escala”, es 200 milivolts (0,2 V); la etiqueta “2000m” indica que el máximo es 2 volts; las demás marcas corresponden a lo expresado por los números.

Por seguridad, siempre es recomendable empezar a medir en la escala de mayor valor de máximo, e ir bajando a la escala más apropiada para mejorar la precisión de la medición.

Si el valor a medir supera el máximo elegido, el instrumento indicará un 1 (uno) en el lado izquierdo del display. En ese caso (en corrientes o voltajes), apagar inmediatamente la fuente de energía.

Ejemplo: Para medir la tensión en una pila (1,5 V de valor nominal) debemos colocar la llave selectora en la escala correspondiente a un máximo valor de 2 V, conectando la punta de prueba de color rojo al borne positivo (+) de la batería y el cable de color negro al borne negativo (-) como muestra la figura siguiente:

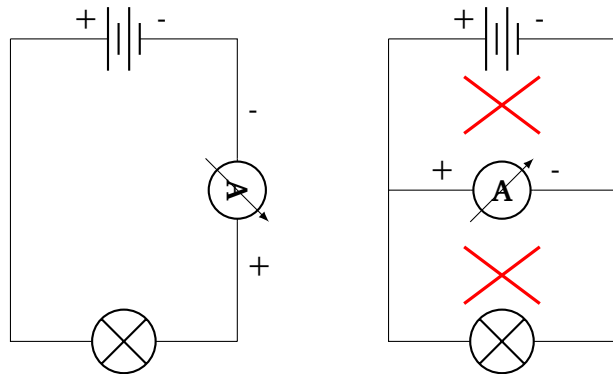
Foto

Si se conectan las puntas en forma inversa en el display aparecerá el mismo número precedido por el signo menos.

Foto2

Corriente en DC

Para medir corrientes, hay que tener ***mucha precaución*** porque como amperímetro el instrumento ***debe conectarse en serie***; por lo tanto toda la corriente a medir se conducirá por su interior, con el riesgo de quemarlo si la corriente es excesiva para la escala utilizada.



Forma Correcta

Forma Incorrecta

Figura 10

En el manual de uso el fabricante aconseja no sólo el máximo de corriente que puede soportar el instrumento sino además el tiempo en segundos (por ejemplo 10 seg.)

La escala a utilizar es:



Puntas de prueba:

Negra a "COM" (9) y roja a "V/Ω/mA" (10) para 2000μ , 20m y 200m. Para 10 la roja a " $10A_{max}$ " (11)

donde la escala indica el rango: 2000μ es 2 mA (0,002 A); 20m es 20 mA (0,02 A); 200m es 200 mA (0,2 A) y por lo tanto 10 es 10 A.

Tensión y corriente en AC

Para medir tensión y corriente en corriente alterna las puntas deben colocarse de forma similar a lo descrito para corriente continua colocando la llave selectora en $V \sim$ y en $A \sim$

¿Qué debo tener en cuenta cuando me dispongo a medir?

- La magnitud a medir y su orden de magnitud.
- Si el circuito está alimentado por corriente continua o alterna.
- El grado de exactitud que requiere la medición.
- El lugar donde voy a efectuar la medición.
- El método que voy a emplear.
- La forma en que se deben conectar los instrumentos.

Con esta información estoy en condiciones de seleccionar el o los instrumentos adecuados, teniendo presente exactamente qué es lo que se mide y en qué unidades.

Antes de comenzar la tarea, es necesario tomar todas las precauciones necesarias para evitar riesgos tanto para la seguridad personal como la de los instrumentos y de los elementos o circuitos sobre los cuales se va a intervenir.

PRECAUCIONES AL CONECTAR LOS INSTRUMENTOS

Como regla general, dado que al medir operamos sobre circuitos bajo tensiones relativamente importantes (salvo en el caso del óhmetro), la primera precaución debe ser la seguridad del operador a fin de prevenir daños o lesiones personales. La principal de ellas es evitar entrar en contacto con las partes bajo tensión, para lo cual es fundamental no conectar el circuito a la fuente antes de haber concluido y verificado todas las conexiones. Ello evitará igualmente que se dañen o destruyan instrumentos y/o componentes del circuito a medir.

La segunda precaución de tipo general es tener una idea aproximada del orden de magnitud de lo que queremos medir para poder elegir instrumentos de rango adecuado: si el valor a fondo de escala (alcance) es inferior a la magnitud de la variable a medir, éste se quemará. Si por el contrario el alcance del instrumento es muy superior, no estaremos midiendo con el último tercio de la escala y por consiguiente el error relativo que tendrán los valores leídos será mayor. Si no tenemos seguridad sobre el orden de magnitud, comenzar con la escala de mayor alcance para luego ir bajando.

NO PONER NADA BAJO TENSION SIN QUE ESTÉ PRESENTE PERSONAL DOCENTE DE LA CÁTEDRA

APÉNDICE**Código de colores para resistencias:**

Color de “a, b o c”	valor	Color de “d”	valor
Negro	0	Dorado	5 %
Marrón	1	Plateado	10 %
Rojo	2		
Naranja	3		
Amarillo	4		
Verde	5		
Celeste	6		
Violeta	7		
Gris	8		
Blanco	9		



El valor de la resistencia es

$$R = a \, b \, 10^c \, \Omega$$

con un error relativo porcentual indicado por la banda d.

Ejemplo:

La secuencia de bandas: Naranja - Violeta - Amarillo - Dorado
representa una resistencia: $R = 37 \cdot 10^4 \Omega$

con una tolerancia del 5%, es decir que su error absoluto es:

$$\Delta R = 0,05 \cdot 37 \cdot 10^4 \Omega = 18500 \Omega$$

por lo que el valor de la resistencia se expresa como

$$R = (370000 \pm 20000) \Omega$$

o bien:

$$R = (37 \pm 2) 10^4 \Omega$$

o también:

$$R = (370 \pm 20) k\Omega = (0,37 \pm 0,02) M\Omega$$