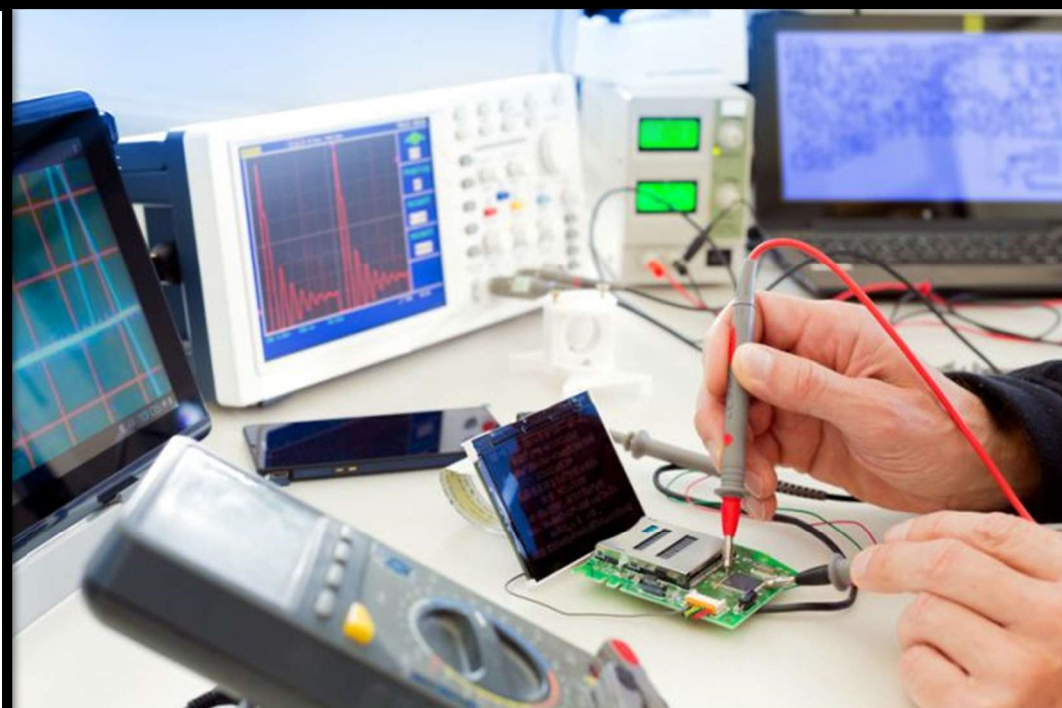


# *Instrumentación electrónica: El multímetro*



## Índice

1. Datos generales .....	1
2. Introducción .....	1
2.1. ¿Qué entendemos por instrumentación electrónica?.....	1
2.2. Principales instrumentos de electrónica.....	2
2.3. Usos y aplicaciones.....	4
2.4. Objetivos del curso.....	5
3. El multímetro .....	5
3.1. Descripción del multímetro.....	5
3.2. Descripción general de los controles .....	6
3.3. Conectores frontales .....	8
3.4. Ruleta de selección de magnitud y *escala .....	9
4. Teoría básica de circuitos .....	10
4.1. Ley de Ohm.....	10
4.2. Cálculo de resistencias en serie .....	10
4.3. Cálculo de resistencias en paralelo .....	11
5. Tomar medidas con el multímetro .....	12
5.1. Medir tensión .....	12
5.2. Medir corriente .....	13
5.3. Medir resistencia.....	14

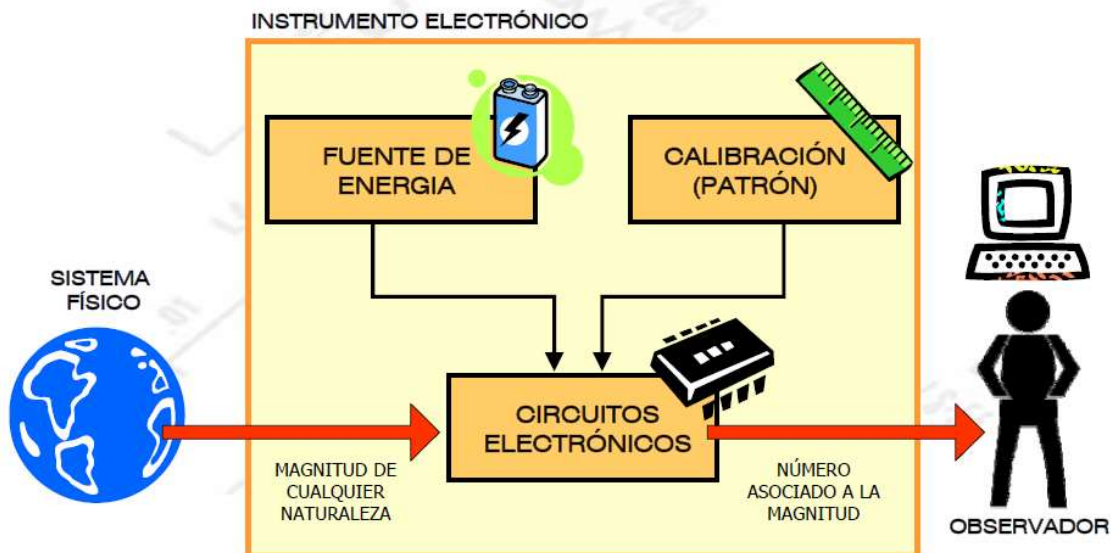
## 1. Datos generales

- Título: INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA – EL MULTÍMETRO
- Organiza: DIGITAL CODESIGN – KREITEK – COLEGIO NURYANA
- Fecha: 16/09/19
- Horario: 17:00 – 19:30
- Horas lectivas: 2.5
- Plazas: 20
- Lugar: MAKERSPACE KREITEK – COLEGIO NURYANA
- Ponentes: MIQUEAS FORTES GONZÁLEZ
- Categoría: TÉCNICAS DE LABORATORIO

## 2. Introducción

### 2.1. ¿Qué entendemos por instrumentación electrónica?

Desde un punto de vista amplio la instrumentación electrónica es la materia que se ocupa de la medición de cualquier tipo de magnitud física, de su conversión a magnitudes eléctricas y de su tratamiento para proporcionar información para un sistema de control o a una persona.



Si bien esta materia se centra principalmente en el diseño y caracterización de circuitos electrónicos para sensores y equipos de medida, en este curso partiremos con uno de los temas más básicos y necesarios de electrónica, conocer los principales instrumentos

y equipos de medida, imprescindibles en cualquier taller o laboratorio de electrónica, y aprender lo elemental acerca de su manejo.

## 2.2. Principales instrumentos de electrónica

Los principales instrumentos de un taller o laboratorio de electrónica son cuatro:

- El **multímetro**, también denominado polímetro o tester, es un instrumento que sirve para medir determinadas magnitudes eléctricas básicas como la tensión, la corriente y la resistencia.

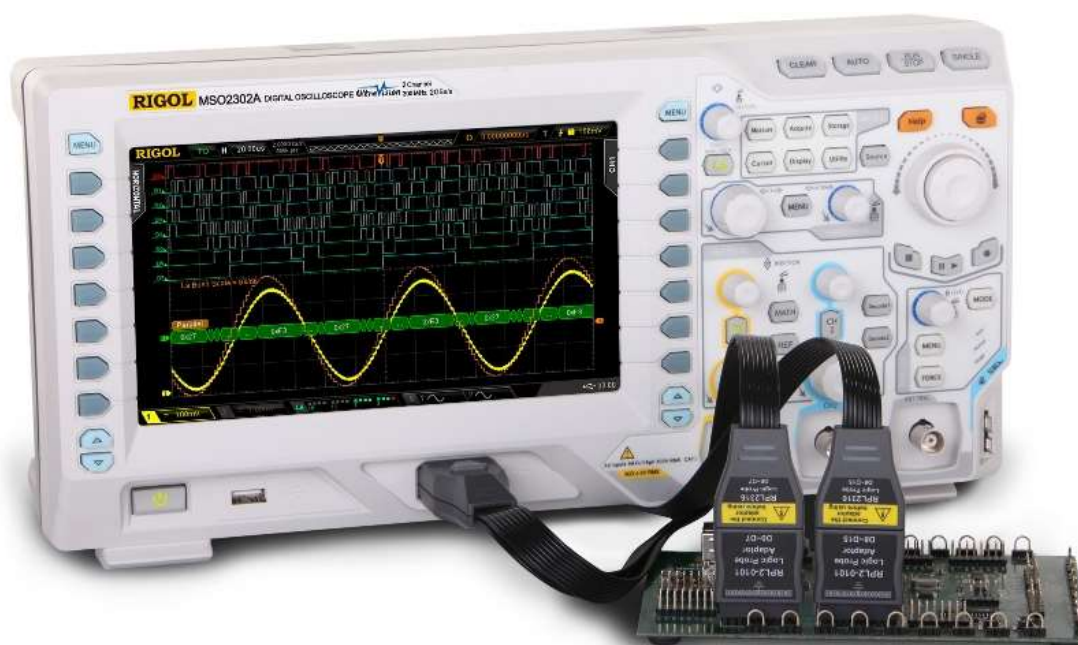


- La **fente de alimentación regulable**. En general, una fuente de alimentación es un dispositivo que transforma la corriente alterna (CA) en uno o varios valores concretos de corriente continua (CC), con el fin de suministrar el nivel de tensión y corriente óptimos al dispositivo al que alimenta. La fuente de alimentación regulable de laboratorio es un instrumento que nos permite hacer esto mismo, pudiendo controlar de forma precisa los valores de tensión y corriente suministrados al circuito electrónico objeto de estudio.





- El **osciloscopio**. Un osciloscopio es un instrumento utilizado para visualizar la forma de las señales eléctricas por medio de una gráfica de coordenadas cartesianas de dos ejes (X,Y), lo que nos permite saber cómo es y cómo varía una señal eléctrica en el tiempo.



- El **generador de señales**, también conocido como generador de funciones o formas de onda, es un instrumento que sirve para generar señales, periódicas y no periódicas, tanto analógicas como digitales, pudiendo por lo general regular la frecuencia de la señal generada. Las formas de onda disponibles depende del modelo de generador, pero las más comunes son la forma sinusoidal, cuadrada y triangular.



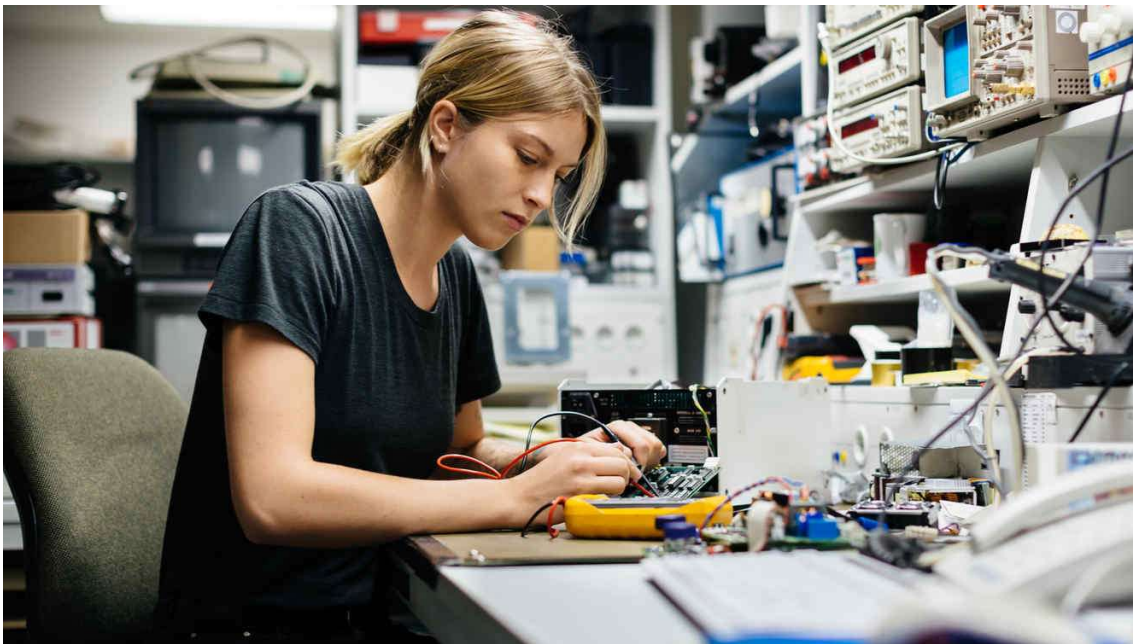
### 2.3. Usos y aplicaciones

En laboratorios de electrónica y talleres, el uso de estos instrumentos es totalmente imprescindible. Incluso fuera del sector profesional, resulta cada vez más habitual encontrar estos aparatos en hogares de aficionados a la electrónica, makerspaces y centros de enseñanza.

Entre los cuatro instrumentos introducidos anteriormente tenemos dos tipos. Por un lado la fuente de alimentación regulable y el generador de señales, que nos permiten actuar de forma controlada sobre el circuito, teniendo la capacidad de alimentar a niveles exactos de tensión y corriente, así como de aplicar señales de forma, frecuencia y amplitud controlada, y de hacerlo además de forma segura para el circuito y el técnico.

Si bien es cierto que al principio suele ser suficiente una fuente de alimentación simple (el típico cargador), una batería o una pila, para hacer nuestras primeras pruebas con circuitos, en cuanto empecemos a hacer cosas que excedan de lo básico comenzaremos a notar falta de control a la hora de actuar sobre nuestros diseños.

En lo que respecta al multímetro y al osciloscopio, estos instrumentos son nuestros ojos dentro de los circuitos, ya que nos permiten tomar medidas precisas y comprobar lo que está ocurriendo físicamente. A menos que lo que tengamos delante sea un error muy evidente, resultaría imposible detectar fallos o averías, realizar comprobaciones, diagnosticar si un componente electrónico o un módulo se encuentra en buen o mal estado, etc..., por lo que no disponer de estos aparatos significaría trabajar completamente a ciegas.



## 2.4. Objetivos del curso

El objetivo del curso es dar a conocer los principales instrumentos y equipos de medida necesarios en cualquier laboratorio o taller de electrónica, centrándonos en esta primera unidad en el manejo del multímetro por ser el primero y el más básico de los instrumentos, sin bien haremos también una presentación de la fuente de alimentación regulable, el osciloscopio y el generador de señales, junto con algún ejemplo práctico para tener una visión global de estos equipos.

## 3. El multímetro

### 3.1. Descripción del multímetro

Como veíamos al principio, el **multímetro**, **polímetro** o **tester**, en su versión más simple es un instrumento que sirve para medir determinadas magnitudes eléctricas básicas como la tensión, la corriente y la resistencia. No obstante, hoy en día la mayoría de los

multímetros comerciales son capaces de medir otras magnitudes entre las que podemos encontrar: continuidad, voltaje alterno, condensadores, diodos, ganancia de transistores (hFE), frecuencia y temperatura.

El multímetro que vamos a ver es el típico multímetro portátil, que es el más utilizado con diferencia, no obstante comentar que también existen los multímetros de sobremesa:



**Multímetro portátil**



**Multímetro de sobremesa**

### 3.2. Descripción general de los controles

Podemos encontrar dos tipos de controles en los multímetros portátiles, los controles básicos que son comunes a la mayoría de los multímetros, y los controles específicos que añaden funciones adicionales y que pueden variar mucho en función del modelo de la marca y el modelo de multímetro.





Botones para funciones adicionales que dependen del modelo de multímetro

Ruleta de selección de magnitud y \*escala

Conectores frontales

### 3.3. Conectores frontales

Los conectores frontales son lo primero y lo más importante que hay que conocer acerca del multímetro. Normalmente son entre 3 y 4 conectores (3 en este caso), y sirven para conectar las sondas de medida.

En el común (**COM**) de color negro conectamos la sonda negra y será así para cualquier magnitud que queramos medir.



Luego el lugar dónde conectar la sonda roja dependerá de la magnitud que pretendamos medir y de los valores máximos que podamos alcanzar. Hay que fijarse bien en todas las indicaciones que aparecen inscritas junto a los conectores rojos del multímetro.

Si nos fijamos en la imagen de arriba, los símbolos que hay junto al **conector rojo de la derecha** nos indican que conectando la sonda roja a ese terminal podemos medir **tensiones (V)**, **resistencias ( $\Omega$ )**, **corrientes del orden de miliamperios (mA)**, **continuidad**, **diodos**, **capacidades**, **frecuencias** o **temperatura**.

El conector rojo de la derecha lleva conectado en serie un fusible de protección que limita la corriente máxima a 600 mA (**FUSED 600 mA**). Si medimos una corriente que sobrepase este valor, por ejemplo de 1 A, con la sonda roja conectada en el terminal de la derecha, el fusible se romperá y deberemos cambiarlo.

Luego tenemos la categoría de medición indicada en el multímetro mediante la palabra abreviada **CAT**, lo que nos indica el ámbito de uso del multímetro según para lo que ha sido diseñado por el fabricante. Existen cuatro categorías CAT definidas por la norma. Un número CAT alto hace referencia a un entorno eléctrico con una potencia disponible más alta y con transitorios de energía más altos. Por consiguiente, un multímetro diseñado para la norma CAT III resiste transitorios de energía más altos que uno diseñado para la norma CAT II.

La siguiente tabla muestra los entornos de trabajo para cada categoría de medición:

Clasificación de medición	En breve	Ejemplos
<b>CAT IV</b>	Conexión trifásica en la conexión del suministro, cualquier conductor en exteriores	Se refiere al "origen de la instalación", es decir, donde se realiza la conexión de baja tensión (acometida) a la red de la compañía eléctrica Contadores de electricidad y equipos de protección principales contra sobrecorrientes Acometida exterior y de servicio, cable de acometida desde el origen de media tensión al edificio, tramo entre el contador y el cuadro Línea aérea hasta edificios no adosados, línea subterránea a bombas de pozo
<b>CAT III</b>	Distribución trifásica, incluida la iluminación comercial monofásica	Equipos en instalaciones fijas, como cuadros de conmutación y motores polifásicos Barras y sistemas de alimentación de plantas industriales Alimentación y líneas cortas, cuadros de distribución Sistemas de iluminación en grandes edificios Tomas de corriente de dispositivos eléctricos con conexiones cortas a entradas de servicio
<b>CAT II</b>	Cargas conectadas en tomas de tensión monofásicas	Dispositivos eléctricos, instrumentos portátiles y otras cargas domésticas similares Tomas de corriente y ramales largos - Tomas de corriente a más de 10 metros de una fuente CAT III - Tomas de corriente a más de 20 metros de una fuente CAT IV
<b>CAT 0</b>	Equipo electrónico	Equipo electrónico protegido Equipo conectado a circuitos (de fuente) en los que se han tomado medidas para reducir las sobretensiones de los transitorios a un nivel bajo apropiado Cualquier fuente de alta tensión y baja energía derivada de un transformador de alta resistencia de devanado, tal como

En el caso del multímetro que estamos utilizando se trata de un CAT II.

Finalmente tenemos el **terminal rojo de la izquierda**, que en este caso está pensado para medir corrientes superiores a los 600 mA a los que nos limita el fusible del terminal rojo de la derecha, y hasta un máximo de 10 A. El terminal de la izquierda dispone también de un fusible de protección que soporta 10 A (**MAX 10 A FUSED**).

Los conectores frontales no son iguales en todos los multímetros, aunque sí bastante similares, por lo que siempre tendrás que comprobar sus características antes de empezar a usar un multímetro.

En el caso del multímetro que estamos utilizando podemos resumir diciendo que la manera de conectar las sondas de medida sería:

- La sonda negra siempre en el terminal negro.
- La sonda roja en el terminal de la derecha para medir cualquier magnitud eléctrica, salvo corrientes superiores a los 600 mA, en cuyo caso utilizaríamos el terminal de la izquierda, teniendo cuidado de no sobrepasar los valores máximos absolutos que admite el multímetro.

### 3.4. Ruleta de selección de magnitud y \*escala

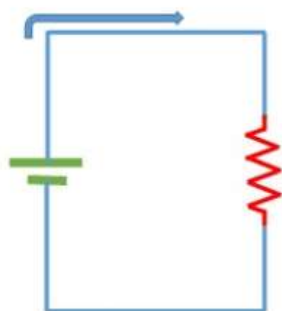
La mayoría de los multímetros digitales emplean una ruleta para seleccionar la magnitud a medir y la escala, aunque también hay modelos que en lugar de ruleta utilizan botones. La razón por lo que en el título del apartado "escala" aparece con asterisco, es porque muchos multímetros vienen con función de autorango, de modo que la ruleta sirve solo para seleccionar la magnitud a medir. Compara la ruleta del multímetro que estamos utilizando con función de autorango (imagen de la izquierda) con la ruleta de otro modelo de multímetro cuya ruleta viene con selector de escala (imagen de la derecha):



## 4. Teoría básica de circuitos

### 4.1. Ley de Ohm

En electrónica y electricidad existe una ley fundamental, la **Ley de Ohm**, que relaciona las tres magnitudes básicas más importantes de un circuito: **Tensión (Voltaje)**, **Corriente (Intensidad)** y **Resistencia**.



$$I = \frac{V}{R}$$

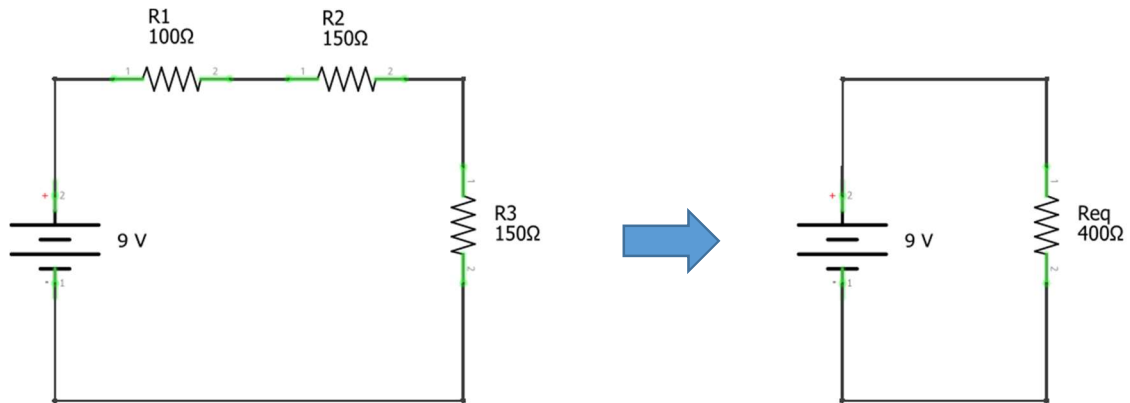
$$R = \frac{V}{I}$$

$$V = I \cdot R$$

### 4.2. Cálculo de resistencias en serie

Un concepto básico en electrónica es el cálculo de resistencias conectadas en serie como también conectadas en paralelo tal y como veremos en el próximo apartado. La siguiente imagen muestra un circuito formado por una pila de 9V y tres resistencias conectadas en serie:





Para simplificar los cálculos y obtener la corriente del circuito podemos calcular una resistencia equivalente que es la suma de las tres resistencias en serie:

$$R_{eq} = R1 + R2 + R3$$

Sustituyendo valores por los del circuito de ejemplo tenemos:

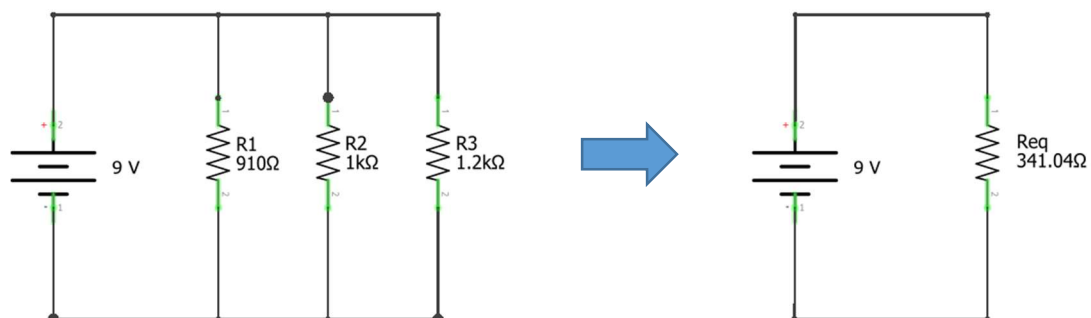
$$R_{eq} = 100 + 150 + 150 = 400 \text{ ohm}$$

Ahora que tenemos la resistencia equivalente del circuito podemos calcular fácilmente la corriente aplicando la Ley de Ohm:

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{9}{400} = 0,0225 \text{ A} = 22,5 \text{ mA}$$

#### 4.3. Cálculo de resistencias en paralelo

Ahora vamos a suponer que tenemos el siguiente circuito:



Para el caso de resistencias conectadas en paralelo podemos obtener también una resistencia equivalente aplicando la siguiente fórmula:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}$$

Por tanto:

$$R_{eq} = \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}{R_2 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_3 + R_1 \cdot R_2}$$

Sustituyendo valores por los del circuito de ejemplo tenemos:

$$R_{eq} = \frac{910 \cdot 1000 \cdot 1200}{1000 \cdot 1200 + 910 \cdot 1200 + 910 \cdot 1000} = 341,04 \text{ ohm}$$

Ahora que tenemos la resistencia equivalente del circuito podemos calcular fácilmente la corriente aplicando la Ley de Ohm tal y como hicimos en el caso anterior:

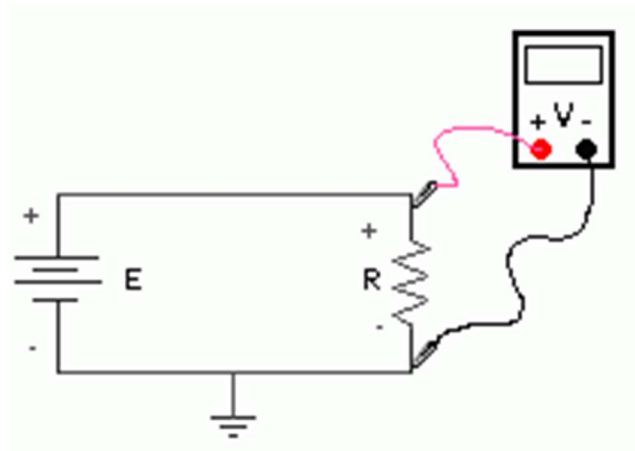
$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{9}{341,04} = 0,026 \text{ A} = 26 \text{ mA}$$

## 5. Tomar medidas con el multímetro

### 5.1. Medir tensión

Lo primero que tienes que hacer es asegurarte de que tienes el multímetro en la posición correcta. Verifica que la sonda negra está conectada en el conector común de color negro y que la sonda roja está conectada al conector rojo que tenga el símbolo de tensión. Luego giramos la ruleta hasta seleccionar la magnitud de tensión continua. Ahora que ya tenemos el multímetro preparado ya podemos medir.

La tensión se mide colocando las sondas de medida en paralelo con los terminales entre los que deseamos medir la caída de tensión o diferencia de potencial, de la manera que se muestra en la siguiente imagen:

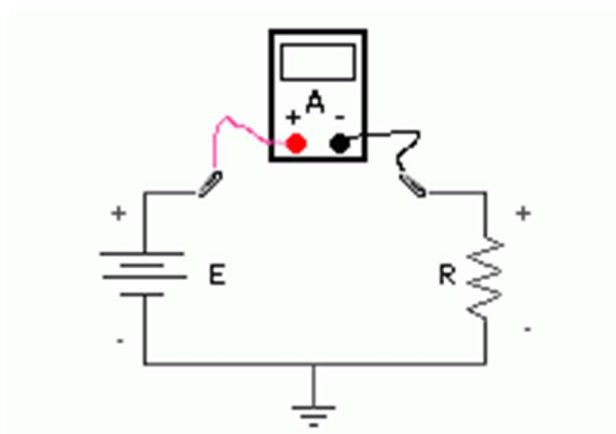


## 5.2. Medir corriente

Lo primero que tienes que hacer es asegurarte de que tienes el multímetro en la posición correcta. Verifica que la sonda negra está conectada en el conector común de color negro y que la sonda roja está conectada al conector rojo que permite medir corriente dentro del máximo admisible por el fusible correspondiente. Ten mucho cuidado en este paso de no conectar la sonda roja al terminal incorrecto para evitar romper el fusible o provocar daños al multímetro. Si no estás seguro de que la corriente que vas a medir es más pequeña que el amperaje del fusible de menor valor, más vale que utilices el terminal rojo del fusible de mayor valor.

Una vez colocadas las sondas en el lugar correcto, gira la ruleta hasta seleccionar amperios o miliamperios dependiendo del orden de magnitud aproximado que esperas medir.

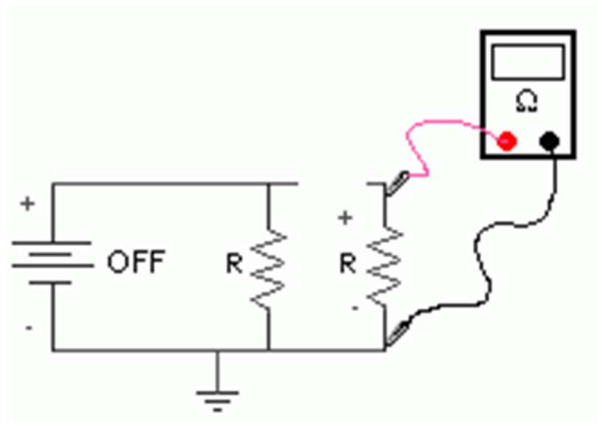
Hecho esto ya puedes medir la corriente del circuito. Para ello tienes que abrir el circuito y cerrarlo conectando las sondas del multímetro en serie tal y como se muestra en la imagen:



### 5.3. Medir resistencia

Lo primero que tienes que hacer es asegurarte de que tienes el multímetro en la posición correcta. Verifica que la sonda negra está conectada en el conector común de color negro y que la sonda roja está conectada al conector rojo que permite medir resistencias. Una vez colocadas las sondas en el lugar correcto, gira la ruleta hasta seleccionar ohmios antes de proceder a medir la resistencia o las resistencias.

Para medir el valor de una resistencia o de un conjunto de resistencias, tienes que tocar los pines del componente con las sondas del multímetro, asegurándote primero de haber desconectado la resistencia del circuito, ya que mientras está conectada el valor medido no será correcto. ¿Por qué sucede esto? Si mides una resistencia dentro de un circuito lo que vas a ver no es solo el valor de la resistencia, sino la resistencia de todos los componentes del circuito que entre todos generan una resistencia equivalente conectada en paralelo a la resistencia que deseamos medir, lo que significa que el valor que visualizaremos en el multímetro será inferior al valor real de la resistencia. Esto mismo ocurre también con otros componentes que normalmente se pueden medir con el multímetro como el condensador.

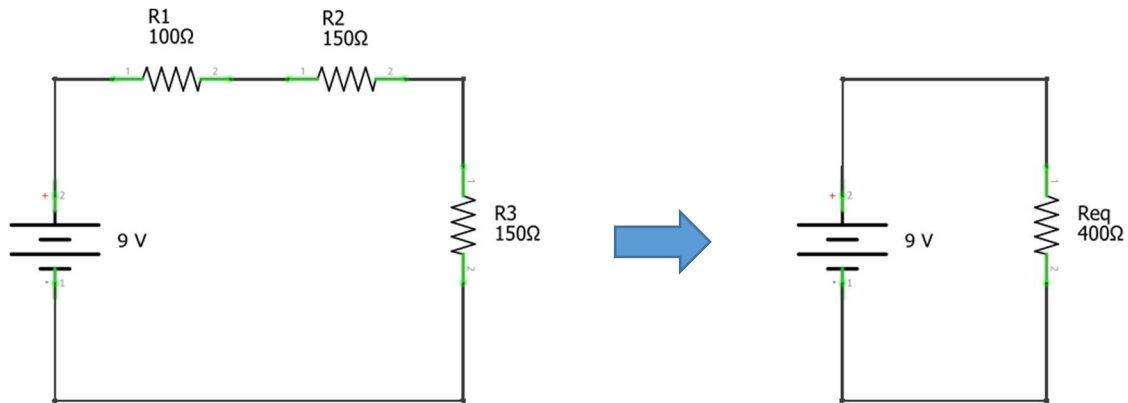


## 6. Práctica con el multímetro

### 6.1. Circuito en serie

Volvamos al circuito anterior de tres resistencias conectadas en serie, en el que hicimos el cálculo teórico de resistencia equivalente y corriente:



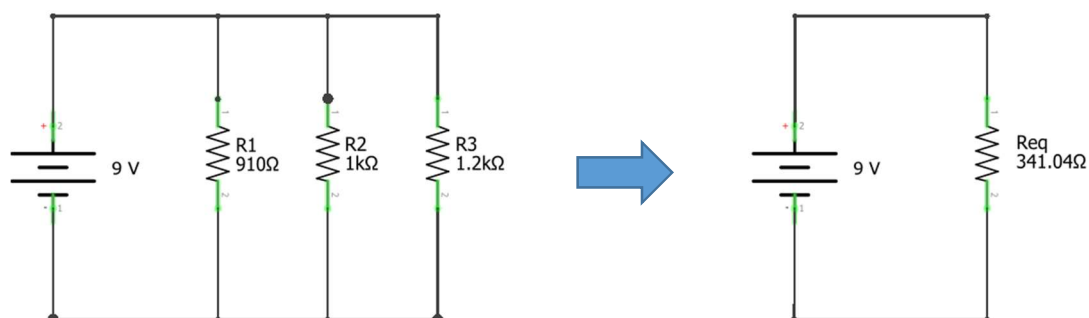


Ahora con el multímetro vamos a comprobar como efectivamente los valores reales se aproximan mucho a los valores teóricos. Realiza las siguientes mediciones:

- Mide la tensión real de la pila
- Mide los valores de las resistencias por separado
- Conecta las tres resistencias en serie y mide el valor de la resistencia equivalente
- Mide la corriente del circuito
- Mide la caída de tensión en cada una de las resistencias
- Ahora alimenta el circuito con la fuente de alimentación regulable en lugar de con la pila, y prueba diferentes niveles de tensión entre 5 y 12 V. Realiza mediciones con el multímetro para ver cómo varía la corriente en función de la tensión.

## 6.2. Circuito en paralelo

Volvamos al circuito anterior de tres resistencias conectadas en paralelo, en el que hicimos el cálculo teórico de resistencia equivalente y corriente:



Ahora con el multímetro vamos a comprobar como efectivamente los valores reales se aproximan mucho a los valores teóricos. Realiza las siguientes mediciones:

- Mide la tensión real de la pila

- Conecta las tres resistencias en paralelo y mide el valor de la resistencia equivalente
- Mide la corriente del circuito
- Mide la corriente en cada resistencia y comprueba que la suma de las tres coincide con la corriente de la pila
- Mide la caída de tensión en cada una de las resistencias
- Ahora alimenta el circuito con la fuente de alimentación regulable en lugar de con la pila, y prueba diferentes niveles de tensión entre 5 y 12 V. Realiza mediciones con el multímetro para ver cómo varía la corriente en función de la tensión.