

## Guía de laboratorio N°1 – *Corriente Continua*

### 1. Resumen

En esta actividad práctica se realizan mediciones de voltaje ( $V$ ) y corriente ( $I$ ), sobre circuitos eléctricos de corriente continua en serie y paralelo, ocupando el multímetro en modo de voltímetro para medir el voltaje y en modo de amperímetro para medir la corriente. Se establece la relación entre el voltaje y la corriente para elementos pasivos como resistencias y ampollitas, y se verifican las leyes de Ohm y de Kirchhoff.

### 2. Objetivos

- Entender los conceptos básicos de circuitos eléctricos
- Familiarizarse con el uso del multímetro en modo de voltímetro y de amperímetro
- Verificar la ley de Ohm y las leyes de Kirchhoff

### 3. Materiales

- Fuente de poder
- Multímetro
- Resistencias

### 4. Introducción

La diferencia de potencial o **voltaje** se define como la cantidad de energía por unidad de carga que debe suministrarse para que la carga eléctrica (electrones) se desplace entre dos puntos de un circuito conductor, matemáticamente tenemos:

$$\Delta V_{ab} = \frac{\Delta U}{q} = \frac{W_{ab}}{q} = \frac{-\int_a^b \vec{F} d\vec{l}}{q} = -\int_a^b \vec{E} d\vec{l} \quad (1)$$

Se presenta una diferencia de potencial de 1 Volt entre dos puntos si se intercambia 1 Joule de energía al mover 1 Coulomb de carga entre dos puntos. Para su medición se utiliza un instrumento denominado voltímetro y su unidad es el volt ( $V$ ).

En un punto  $\vec{r}$ , el potencial eléctrico se define como:

$$V(\vec{r}) = \int_{\vec{r}}^{\infty} \vec{E}(\vec{r}') \cdot d\vec{r}' \quad (2)$$

La **corriente** eléctrica se define como el flujo de electrones que se genera a través de la sección transversal de un conductor, como respuesta a un campo eléctrico externo aplicado. La intensidad de la corriente eléctrica se mide con un amperímetro y tiene como unidad el Ampere ( $A$ ).

$$I = \frac{dq}{dt} \quad (3)$$

La **resistencia** eléctrica es la oposición a la movilidad del flujo de electrones a través de cualquier material, es similar en muchos aspectos a la fricción mecánica. En función del valor de esta propiedad, los materiales se clasifican en conductores, semiconductores o aislantes. La resistencia es un elemento pasivo que disipa la energía en forma de calor debido a las colisiones entre electrones y átomos en el material, se mide con un ohmetro y su unidad es el Ohm ( $\Omega$ ).

El **multímetro** es un instrumento que reúne en un sólo dispositivo la medición de las tres variables mencionadas, voltaje, corriente y resistencia, para circuitos de corriente continua y alterna. Es importante conocer la forma correcta de conectar cada uno de los instrumentos, así como también el modo de operación, **una mala conexión puede quemar el multímetro!** Cuando el instrumento está mal conectado o fuera de la escala de medición emite un sonido (bip). El **voltímetro** y el **ohmetro** se conectan **siempre en paralelo** al elemento eléctrico que es objeto de la medición. En el multímetro se debe realizar la conexión en los terminales  $V\Omega$  de color rojo y  $COM$  de color negro. El **amperímetro** se conecta **siempre en serie** con el elemento eléctrico; esto requiere “abrir” el circuito e intercalar ahí el amperímetro. En el multímetro se debe realizar la conexión en los terminales  $m\mu A$  o  $10A$  de color amarillo (dependiendo de la escala de trabajo) y  $COM$  de color negro.

Cuando se trate de un circuito de corriente continua, debe respetarse la polaridad. El instrumento tiene diferentes escalas, debe seleccionar la escala más próxima a la medida; si no se tiene una estimación del valor a medir, entonces conviene, para seguridad del instrumento, elegir la mayor escala y desde ahí ajustar a la escala más apropiada.

La **ley de Ohm** establece que la intensidad de la corriente eléctrica que pasa por un conductor en un circuito es directamente proporcional a la diferencia de potencial aplicada a sus extremos e inversamente proporcional a la resistencia del conductor. Matemáticamente esta ley se expresa por la relación:

$$V = IR \quad (4)$$

La **ley de voltaje de Kirchhoff (KVL)** establece que en toda malla la suma de todas las caídas de tensión (diferencia de potencial) es igual a la tensión total suministrada. De forma equivalente, en toda malla la suma algebraica de las diferencias de potencial eléctrico es igual a cero.

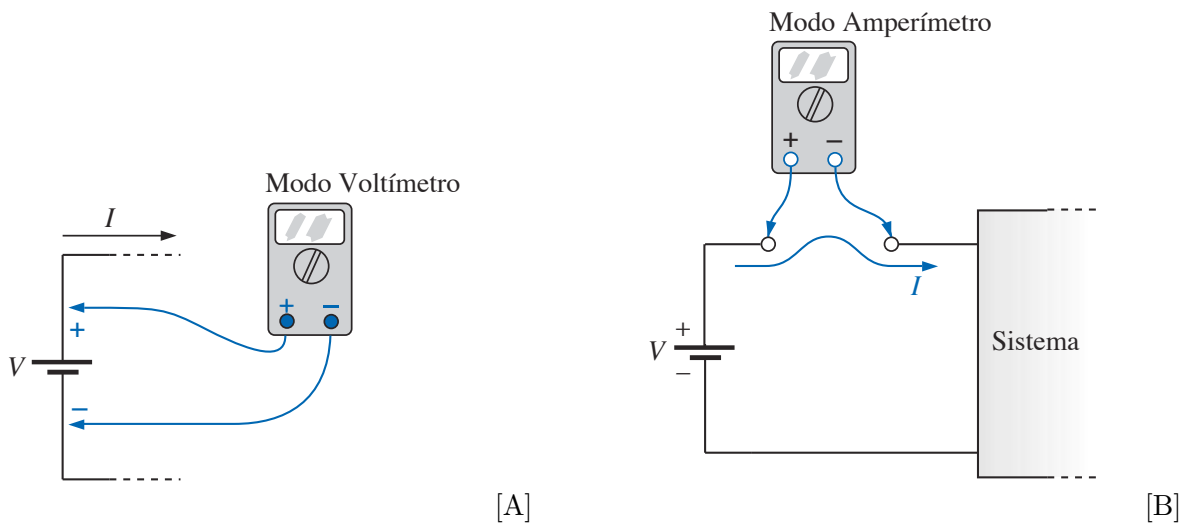


Figura 1: [A] Conexión del voltímetro. [B] Conexión del amperímetro.

$$\sum_{k=1}^n V_k = V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n = 0 \quad (5)$$

**La ley de corriente de Kirchhoff** establece que en cualquier nodo, la suma de las corrientes que entran en ese nodo es igual a la suma de las corrientes que salen. De igual forma, La suma algebraica de todas las corrientes que pasan por el nodo es igual a cero.

$$\sum_{k=1}^n I_k = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n = 0 \quad (6)$$

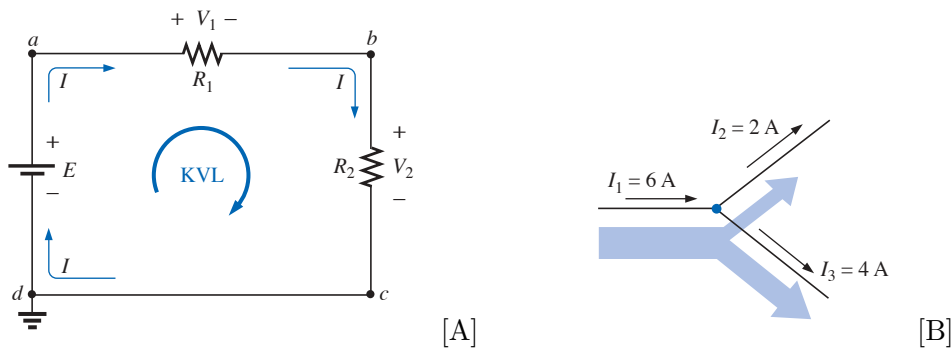


Figura 2: [A] Aplicación de la ley de voltaje de Kirchhoff a un circuito en serie, en este ejemplo se tiene  $E = V_1 + V_2$  por lo que se cumple que  $-E + V_1 + V_2 = 0$ . [B] Aplicación de la ley de Kirchhoff a un nodo, en este ejemplo  $I_1 = I_2 + I_3$  se cumple que  $-6A + 4A + 2A = 0$

## 5. Actividad práctica

### Ley de Ohm

a) Arme el circuito como lo muestra la figura 3 donde  $R_1 = 10k\Omega$  (No encienda la fuente de poder todavía)

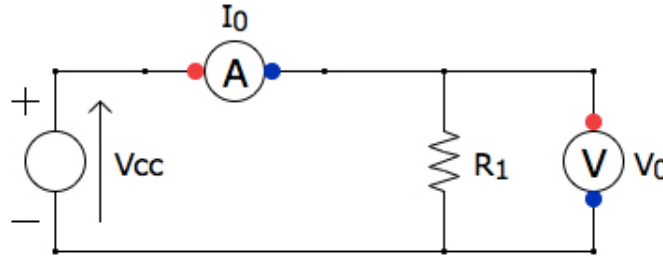


Figura 3: Diagrama del circuito,  $V_{cc}$  representa el voltaje entregado por la fuente de poder,  $I_0$  representa la corriente medida con el amperímetro  $A$  y  $V_0$  representa el voltaje medido con el voltímetro  $V$ ,  $R_1$  representa la resistencia

b) Mida el valor de la resistencia con el multímetro (en modo de ohmetro  $\Omega$ ) y anote su valor real. Si el valor de la resistencia es muy bajo, el multímetro puede emitir un sonido al momento de la medición. Nota: las ampolletas no tienen  $R_{nominal}$ .

$R_{nominal}$	$R_{medida}$	error %

c) Luego de verificar que las conexiones están correctas encienda la fuente de poder  $V_{cc}$  (si el multímetro emite un sonido (bip) es porque esta en una escala de medición incorrecta o está mal conectado). Varíe el voltaje de la fuente de poder, para 10 valores distintos (correlativos) entre 0 y 30 V (cuando trabaje con la ampolleta varíe el voltaje entre 0 y 12 V), complete una tabla de acuerdo a la siguiente información:

$V_{cc}$	$V_0$	$I_0$	$V_0/I_0$

d) Calcule la media  $\bar{x}$  y la desviación estándar  $\sigma$  para la relación  $V_0/I_0$  de los datos medidos. En Matlab puede calcular  $\sigma$  con la función `std()`

$\bar{x} = \sum(V_0/I_0)$	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_1^N (x_i - \bar{x})^2}$

e) Con el programa Matlab realice un gráfico de voltaje ( $V_0$ ) v/s corriente ( $I_0$ ) con la función `plot(I0,V0,'-o')`, luego identifique los coeficientes con la función `polyfit(I0,V0,1)` y obtenga la relación entre voltaje y corriente. Indique si la resistencia cumple o no con la ley de Ohm. (también puede realizar la operación en Excel). Imprima el gráfico.

f) Reemplace la resistencia  $R_1$  por una ampolleta, como lo muestra la figura 4 y repita los pasos anteriores b), c), d) y e)

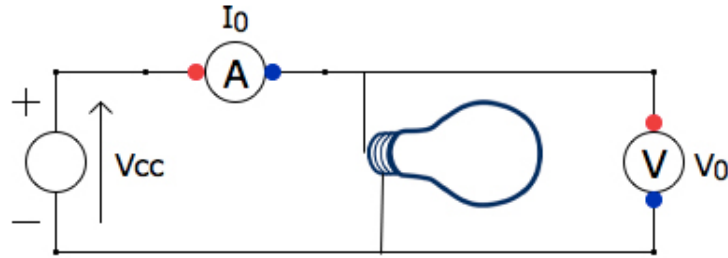


Figura 4: Diagrama del circuito similar a la figura 3, donde  $R_1$  es reemplazado por una ampollita

### Ley de Kirchoff

g) Seleccione tres resistencias y mida sus valores con el mutímetro, complete una tabla de acuerdo a la siguiente información:

$R_{nominal}$	$R_{medido}$	error %

h) Calcule la resistencia equivalente (con los valores de la medición) en serie y paralelo para las resistencias seleccionadas

$Req_{paralelo}$	$Req_{serie}$

Nota: las resistencias en serie y paralelo se calculan como:

$$R_{serie} = \sum_{k=1}^n R_k = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$\frac{1}{R_{paralelo}} = \sum_{k=1}^n \frac{1}{R_k} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

i) Arme el circuito en serie como lo muestra la figura 5 con las resistencias seleccionadas.

j) Fije un valor para el voltaje entregado por la fuente de poder  $V_{cc}$ , mida la corriente  $I_0$  y el voltaje  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  sobre la resistencia que se desea medir, es decir, sobre  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  respectivamente, reemplazando el voltímetro según sea necesario. Indique si se cumple o no con la ley de voltaje de Kirchoff

$V_{cc}$	$V_{R1}$	$V_{R2}$	$V_{R3}$	$I_0$

k) Arme el circuito en serie como lo muestra la figura 6 con las resistencias seleccionadas.

l) Fije un valor para el voltaje entregado por la fuente de poder  $V_{cc}$ , mida el voltaje  $V_0$  y la corriente  $I_1$ ,  $I_2$  y  $I_3$  sobre la resistencia que se desea medir, es decir, sobre  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$  respectivamente, reemplazando el amperímetro según sea necesario. Indique si se cumple o no con la ley de corriente

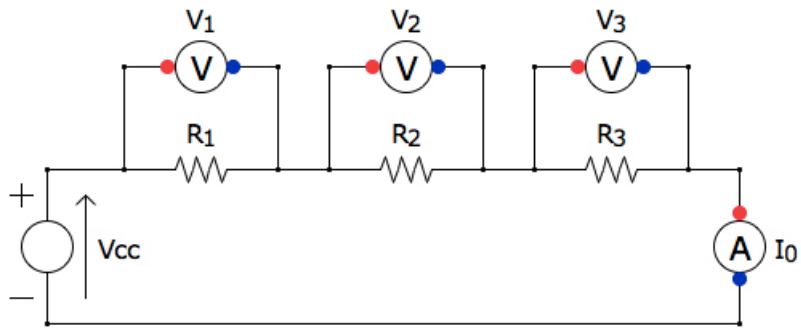


Figura 5: Diagrama del circuito,  $V_{cc}$  representa el voltaje entregado por la fuente de poder,  $I_0$  representa la corriente medida con el amperímetro  $A$ .  $V_1$ ,  $V_2$  y  $V_3$  representan el voltaje medido con el voltímetro  $V$ , sobre las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$

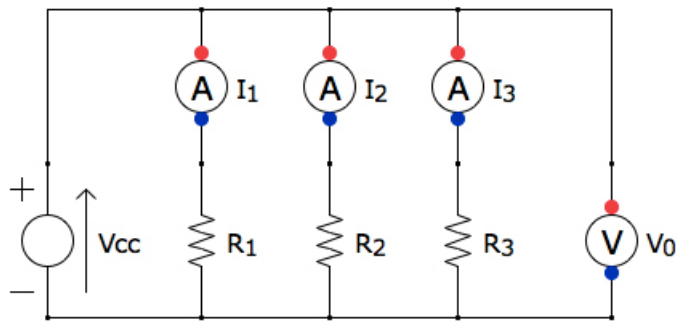


Figura 6: Diagrama del circuito,  $V_{cc}$  representa el voltaje entregado por la fuente de poder,  $V_0$  representa el voltaje medido con el voltímetro  $V$ .  $I_1$ ,  $I_2$  y  $I_3$  representan la corriente medida con el amperímetro  $A$ , sobre las resistencias  $R_1$ ,  $R_2$  y  $R_3$

de Kirchhoff

$V_{cc}$	$I_{R1}$	$I_{R2}$	$I_{R3}$	$V_0$

## 6. Referencias

- Introducción al análisis de circuitos, Robert L. Boylestad
- Circuitos Eléctricos, James W. Nilsson
- Physics for Science & Engineering, Raymond A. Serway