AMPERÍMETROS Y VOLTÍMETROS

Los instrumentos diseñados para medir una corriente eléctrica se les llama **amperímetros** y los proyectados para medir la diferencia de potencial se denominan **voltímetros**.

Galvanómetro. Una bobina de alambre fino de cobre está montado entre los dos polos de un imán permanente y su notación, está restringida por un resorte espiral. Cuanto más gire la bobina desde su posición de equilibrio o posición cero, es mayor la fuerza restauradora. A esta bobina está sujeta una larga aguja al final de la cual hay una escala fija que da lecturas en amperios si es un amperímetro, o en voltios si es un voltímetro. Al aumentar la corriente por la bobina móvil, el campo resultante entre la bobina y el imán se distorciona más y más. Por lo tanto, el incremento resultante de la fuerza hace girar a la bobina un ángulo cada vez mayor, hasta llegar a un punto donde esté equilibrada por la fuerza restauradora del resorte espiral.

Los medidores son instrumentos costosos que deben usarse con cuidado y buen juicio. Si en un amperímetro se permitiera pasar una corriente grande por la bobina, no tardaría mucho en quemarse.

Un amperímetro debe conectarse siempre en serie con un circuito, **nunca en paralelo**. Una conexión en paralelo puede destruir inmediatamente al instrumento .

Un voltímetro se conecta siempre en paralelo con el circuito, **nunca en serie**. Al medir un voltaje desconocido, comience siempre por la escala más elevada.

A un aparato utilizado para medir el valor de una resistencia se le llama **ohmímetro**.

Para usarlo correctamente se ponen en corto circuito las terminales de prueba. Esto equivale a una resistencia cero y la aguja del medidor se desvía de la izquierda a la derecha. Se ajusta la aguja a cero. A continuación se coloca entre las terminales, una resistencia, R_X. La aguja se desviará menos en la escala completa. La escala se leerá directamente en ohms, o bien, para otros valores mayores puede especificarse que se multiplique el valor indicado por 10, 100 ó 1,000, según la escala.

Antes de usar el ohmímetro para probar un circuito, asegúrese que se **haya retirado la energía** del equipo que vaya a examinarse. Lo mejor será que este desconectada la clavija de la fuente de voltaje.

Los instrumentos modernos usados por los técnicos, incluyen por lo regular, un voltímetro, un amperímetro y un ohmímetro en una sola caja. Estos contienen un sistema interruptor apropiado para cambiar la función del medidor. A estos aparatos se les llama **multímetros**.

Al usar un multímetro hay que recordar como usarlo:

- Amperímetro, se debe conectar en serie al circuito.
- Voltímetro, se debe conectar en paralelo.
- Ohmímetro, el circuito que se va analizar debe estar desconectado de la fuente de energía.

LEY DE OHM

George S Ohm observó que si se aumenta la diferencia de potencial o voltaje a un circuito, aumenta la intensidad de la corriente eléctrica; también comprobó que al aumentar la resistencia del conductor, disminuye la intensidad de la corriente eléctrica. Tomando en cuenta estas observaciones enunció la ley que lleva su nombre:

La intensidad de la corriente de un circuito eléctrico es directamente proporcional a la diferencia de potencial (voltaje) e inversamente proporcional a la resistencia.

$$\text{Intensidad } (I) = \frac{(V) \text{ voltaje (volts)}}{(R) \text{ Resistencia (ohms)}}$$

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

A pesar de su utilidad, la ley de Ohm tiene limitaciones definidas. Entre otras están las siguientes:

- Se aplica sólo a los sólidos no a los líquidos.
- Debe tomar en consideración cualquier cambio de temperatura. Esto es particularmente importante puesto que todos los resistores se calientan cuando los electrones los atraviesan.
- Debe modificarse cuando se aplica a los circuitos con corriente alterna.
- Algunas combinaciones de materiales conducen las cargas con mayor facilidad en un sentido que en el opuesto.

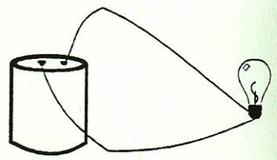
La ley de Ohm funcionará y le proporcionará las respuestas correctas para cualquiera de las situaciones en un problema que puede tratar de resolver con su ayuda, si se recuerda que en la ecuación, la primera regla es:

- La corriente (I) se expresa siempre en ampers (A).
  El voltaje (V) se expresa en volts (V).
  La resistencia se expresa en ohms (Ω).

Hay una segunda regla que se debe aplicar desde el inicio. Siempre que se quiera resolver un problema que involucre la lay de Ohm, se debe dibujar un diagrama del circuito que se esté considerando antes de comenzar a realizar los cálculos basados en los valores del circuito.

Ejemplo No. 12
Se conectan varias baterías en serie y se obtiene un voltaje de 27 volts y se conecta una resistencia de 9 ohms. Calcular la intensidad de la carriente en el circuito.

$$I = \frac{V}{R}$$
$$I = \frac{27\,V}{9\,\Omega}$$
$$I = 3\,A$$



LEY DE LOS VOLTAJES DE KIRCHHOFF

La ley de los voltajes de Kirchhoff establece que la suma de las caídas de voltaje en cada una de las resistencia conectadas en serie es igual al voltaje total.

De la figura No. 38 podemos deducir:

$$V = IR_1 + IR_2 + \ldots IR_n$$

Por lo tanto podemos calcular el voltaje existente en cada uno de los puntos marcados en la figura para el ejemplo No. 13

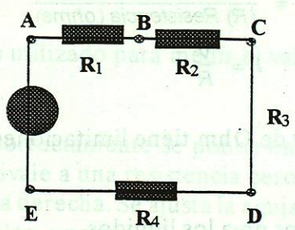


Fig. No. 38

V_A = 125 V
$V_B = V_A - IR_1$ = 125 V - (6.25 A x 5 Ω) = 93.75 V
$V_C = V_B - IR_2$ = 93.75 V - (6.25 A x 5 Ω) = 62.50 V
$V_D = V_C - IR_3$ = 62.50 V - (6.25 A x 5 Ω) = 31.25 V
$V_E = V_D - IR_4$ = 31.25 V - (6.25 A x 5 Ω) = 0 V

Otra forma de medir el voltaje a un circuito serie es utilizando un par de puntos. Trabajando en el mismo ejemplo tendremos:

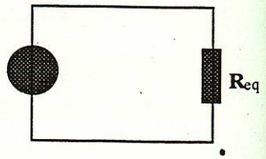
$V_{AB} = IR_1$ = (6.25 A)(5 Ω)

Ejemplo No. 13
Se conectan en serie 4 focos de 5 ohms cada uno. Si el voltaje de la fuente es de 125 volts, ¿cuál es la corriente eléctrica en el circuito?

Se dibuja un diagrama del circuito (figura No. 38) y se reduce el circuito serie a un circuito simple (Figura inferior).

$$R_{eq} = 5\,\Omega + 5\,\Omega + 5\,\Omega + 5\,\Omega$$
$$R_{eq} = 20\,\Omega$$

$$I = \frac{V}{R}$$
$$I = \frac{125\,V}{20\,\Omega}$$
$$I = 6.25\,A$$



$V_{BC} = IR_2$ = (6.25 A)(5 Ω
$V_{CD} = IR_3$ = (6.25 A)(5 Ω
$V_{DE} = IR_4$ = (6.25 A)(5 Ω
V_T = 125 V

Ejemplo No. 14.
Se conectan en paralelo 4 focos de 5 ohms cada uno a una toma de 125 volts. Calcular la resistencia equivalente y la corriente máxima del circuito.

La solución se inicia con el diagrama del circuito para reducirlo a un circuito simple, como anteriomente se mencionó.

Por la definición del cálculo de la resistencia equivalente de un circuito paralelo, tenemos:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots + \frac{1}{R_n}$$
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{5\,\Omega} + \frac{1}{5\,\Omega} + \frac{1}{5\,\Omega} + \frac{1}{5\,\Omega}$$
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{0.2}{\Omega} + \frac{0.2}{\Omega} + \frac{0.2}{\Omega} + \frac{0.2}{\Omega}$$
$$\frac{1}{R_{eq}}\ 10\ \frac{0.8}{\Omega}$$
$$R_{eq} = \frac{1\,\Omega}{0.8}$$
$$R_{eq}\ 1.25\,\Omega$$

Por la ley de Ohm, tenemos:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{125\,V}{1.25\,\Omega}$$
$$I = 100\,A$$

Como se observa al ralizar la suma de los voltajes en cada resistencia se cumple la ley de Kirchhoff para voltajes en el cual se obtiene el valor del voltaje de la fuente.

Para este ejemplo, los valores de los voltajes son iguales en cada resistencia por tener en ellas el mismo valor (5 ohms), pero circuitos en donde se tengan resistencias con valores diferentes, el valor del voltaje variará para cada resistencia.

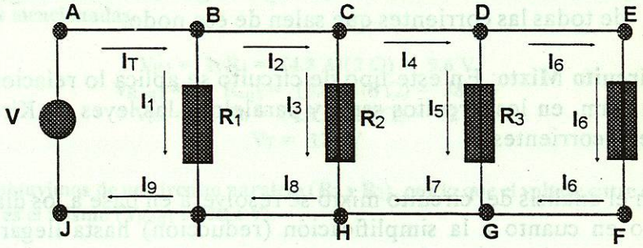
Ahora conocemos tres puntos importantes acerca de los circuitos serie:

- La corriente que fluye a través de éste es la misma en cualquier punto.
- La resistencia total de un circuito serie es igual a la suma de las resistencias que componen el mismo.
- Cuando se suman entre sí las caídas de voltaje en un circuito serie, su valor total es igual al voltaje total aplicado.

LEY DE LAS CORRIENTES DE KIRCHHOFF

La ley de las corrientes de Kirchhoff establece que la suma de todas las corrientes que fluyen hacia cualquier punto de unión es igual a la suma de todas las corrientes que fluyen hacia afuera del mismo.

Utilizando la ley de las corrientes de Kirchhoff en el ejemplo 14, se obtendrá que el voltaje en cada resistencia es el mismo pero la corriente se disminuye en cada rama de acuerdo al valor de la resistencia.



Utilizando los datos que se tienen en el circuito simple de **V**, **I** y **R** se obtendrán las corrientes para cada nodo (punto de unión).

Por la ley de Ohm, tendremos:

$$I_{R_1} = \frac{V}{R_1} = \frac{125\,V}{5\,\Omega} = 25\,A$$

$$I_{R_2} = \frac{V}{R_2} = \frac{125\,V}{5\,\Omega} = 25\,A$$

$$I_{R_3} = \frac{V}{R_3} = \frac{125\,V}{5\,\Omega} = 25\,A$$

$$I_{R_4} = \frac{V}{R_4} = \frac{125\,V}{5\,\Omega} = 25\,A$$

$$I_T = 100\,A$$

De acuerdo a lo que se muestra en la figura anterior:

$$I_{R_1} = I_1 = 25\,A$$
$$I_{R_3} = I_3 = 25\,A$$
$$I_{R_3} = I_5 = 25\,A$$
$$I_{R_4} = I_6 = 25\,A$$

Teniendo estos valores, podemos calcular la corriente por cada uno de los nodos observando la figura.

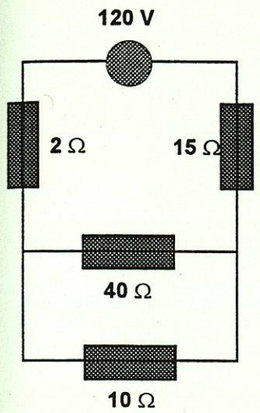
Nodo A = 100 A	Nodo B = 75 A	Nodo C = 50 A	Nodo D = 25 A
Nodo E = 25 A	Nodo F = 25 A	Nodo G = 50 A	Nodo H = 75 A
Nodo I = 100 A	Nodo J = 100 A		

Ahora conocemos tres puntos importantes acerca de los circuitos en paralelo.

- El voltaje de cada resistencia de un circuito paralelo es el mismo, y es igual al de la fuente de voltaje.
- Para el circuito paralelo, la resistencia equivalente de todos los elementos conectados en paralelo, es igual al inverso de la suma de los inversos de cada una de las resistencias.
- La suma de todas las corrientes que llegan a un nodo es igual a la suma de todas las corrientes que salen de ese nodo.

Circuito Mixto: En este tipo de circuito se aplica lo relacionado con la ley de Ohm, en los circuitos serie y paralelo, y las leyes de Kirchhoff para voltajes y corrientes.

En el análisis del circuito mixto se resolverá en base a los diagramas del circuito en cuanto a la simplificación (reducción) hasta llegar al circuito simple.



Ejemplo No. 16
Se tiene un circuito mixto formado por 4 resistencias: R_1 = 2 ohms, R_2 = 10 ohms, R_3 = 4 ohms, R_4 = 15 ohms y una fuente de voltaje de 120 volts, tal como se muestra en la figura.
Calcular:
a) La resistencia equivalente del circuito.
b) La corriente total del circuito.
c) El voltaje en cada resistencia.
d) La corriente en cada resistencia.
e) La corriente en cada nodo.

Realizando la simplificación del circuito mixto, tenemos que R_2 y R_3 se encuentran en paralelo, por lo que tenemos:

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{1}{10\,\Omega} + \frac{1}{40\,\Omega}$$

$$\frac{1}{R_{eq1}} = \frac{0.1}{\Omega} + \frac{0.025}{\Omega}$$

$$R_{eq1} = 8\,\Omega$$

Quedando ahora reducido a un circuito serie, en las que intervienen: R_1, R_{eq1} y R_4. Por lo que podemos calcular una nueva resistencia equivalente, R_{eqT}.

$$R_{eqT} = R_1 + R_{eq1} + R_4$$
$$R_{eqT} = (2\,\Omega + 8\,\Omega + 15\,\Omega)$$
$$R_{eqT} = 25\,\Omega.$$

Hemos reducido a un circuito simple que consta de la fuente de voltaje y una resistencia (R_{eqT}) por lo que podemos obtener la corriente total del circuito utilizando la ley de Ohm.

$$I_T = \frac{V}{R_{eqT}} = \frac{120\,V}{25\,\Omega}$$
$$I_T = 4.8\,A$$

Como ya anteriormente vimos, la R_{eqT} la obtuvimos de un circuito serie, por lo que la corriente que circula por R_1, R_{eq1} y R_4 es la misma.

$$I_T = I_{R1} = I_{Req1} = I_{R4} = 4.8\text{ A}$$

Utilizando los datos correspondientes y la ley de Ohm se obtienen los voltajes en las resistencias mencionadas.

$$V_{R1} = I_T R_1 = (4.8\text{ A})(2\,\Omega) = 9.6\text{ V}$$
$$V_{Req1} = I_T R_{eq1} = (4.8\text{ A})(8\,\Omega) = 38.4\text{ V}$$
$$V_{R4} = I_T R_4 = (4.8\text{ A})(15\,\Omega) = 72\text{ V}$$
$$V_T = 120\text{ V}$$

La R_{eq1} la obtuvimos de un circuito paralelo (R_2 y R_3), por lo que el voltaje entre esas dos resistencia es el mismo (V_{Req1} = 38.4 V).

$$V_{Req1} = V_{R2} = V_{R3} = 38.4\text{ V}.$$