http://www.rubenprofe.com.ar
biofisica@rubenprofe.com.ar

RESISTENCIAS EN SERIE Y LEY DE LAS MALLAS

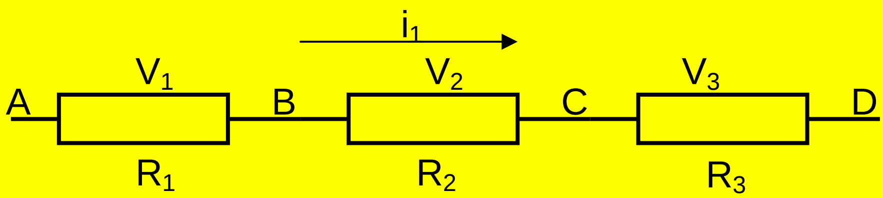

Figura 1

Nomenclatura:

Suponemos que el potencial en A es mayor que el potencial en B, por lo tanto la intensidad de la corriente se mueve hacia la derecha.

Se puede decir que V_A-V_D>0 O bien que el potencial del punto A es mayor que el potencial del punto D.

La diferencia de potencial entre los puntos A y B de la primera resistencia se escriben $\mathbf{V_A}$**-**$\mathbf{V_B}$ = $\mathbf{V_1}$ = $\mathbf{V_{AB}}$ y se suele llamar **caída de potencial** a través de $\mathbf{R_1}$

Una buena forma de tratar los datos es la que se reproduce en la siguiente tabla:

Elemento	Resistencia	intensidad	caída de potencial
1	R_1	i_1	V_1
2	R_2	i_2	V_2
3	R_3	i_3	V_3

La relación existente entre los tres elementos de la tabla está regida por la ley de Ohm.

Propiedades del circuito de resistencias en serie

1.- **La resistencia total** del circuito en serie **es igual a la suma de todas las resistencias** que lo integran**.**

$$\mathbf{R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \ldots + R_n}$$

2.- **La intensidad** de la corriente eléctrica **que circula por** cada una de **las resistencias** que forman el circuito de resistencias en serie **es la misma**.

$$\mathbf{i_1 = i_2 = i_3 = i_4 = \ldots = i_n}$$

3.- **La caída de potencial total**, entre los extremos del circuito, de resistencias en serie **es** igual a **la suma de las caídas de potencial** en cada una **de las resistencias**

$$\mathbf{V_A - V_B = V_1 + V_2 + V_3 + V_4 + \ldots + V_n}$$

Algunos tips

1.- La resistencia total del circuito es siempre mayor que cualquiera de las componentes.

2.- Si se conectan en serie dos resistencias iguales, la caída de potencial de cada una de ellas es igual a la mitad de la caída de potencial total.

3.- En el circuito en serie la caída de potencial producida por cada una de las resistencias es directamente proporcional a su valor.

4.- En un circuito en serie las resistencias iguales producen iguales caídas de potencial

Ejercicio de aplicación usando la fórmula de la ley de Ohm

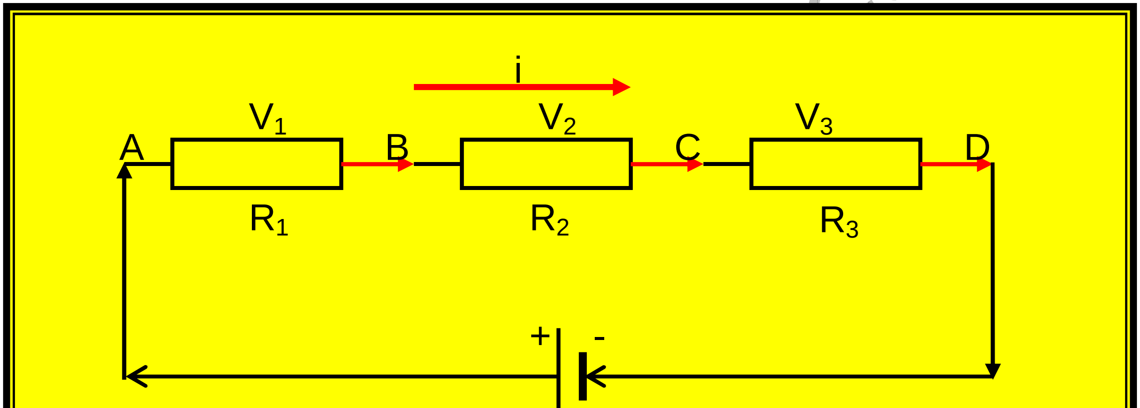

Figura 2

En el circuito de la figura el valor de la fuerza electro motriz (fem) de la fuente **e** es de 10 voltios. Completar la tabla siguiente:

Solución

elemento	R (Ω)	i (A)	V (V)
1	5	¿?	¿?
2	3	¿?	¿?
3	2	¿?	¿?
12	¿?	¿?	¿?
23	¿?	¿?	¿?
123	¿?	¿?	10

Cálculo de las resistencias

$R_{12}=R_1+R_2$
$R_{12}=5\Omega+3\Omega$
$R_{12}=8\Omega$

$R_{23}=R_2+R_3$
$R_{23}=3\Omega+2\Omega$
$R_{23}=5\Omega$

$R_{123}=R_1+R_2+R_3$
$R_{123}=5\Omega+3\Omega+2\Omega$
$R_{123}=10\Omega$

Cálculo de las intensidades

$$\boxed{i_{123} = \frac{V_{123}}{R_{123}} = \frac{e}{R_{123}} = \frac{10V}{10\Omega} = 1A}$$

$$\boxed{i_{123} = i_1 = i_2 = i_3 = 1A}$$

Cálculo de las caídas de potencial

$V_{123} = R_{123}\,\mathbf{i}_{123} = 10V$	$V_1 = R_1\,\mathbf{i}_1 = 5V$	$V_2 = R_2\,\mathbf{i}_2 = 3V$
$V_3 = R_3\,\mathbf{i}_3 = 2V$	$V_{12} = R_{12}\,\mathbf{i}_{12} = 8V$	$V_{23} = R_{23}\,\mathbf{i}_{23} = 5V$

Tabla de resultados

elemento	R (Ω)	i (A)	V (V)
1	5	1	5
2	3	1	3
3	2	1	2
12	8	1	8
23	5	1	5
123	10	1	10

Incorporando la potencia

La potencia se puede calcular mediante tres fórmulas que son:

$$\boxed{Pot = V \times i \qquad Pot = R \times i^2 \qquad Pot = \frac{V^2}{R}}$$

La primera fórmula es adecuada para el cálculo de la potencia entregada por la fuente, las otras dos se adaptan para el cálculo de la potencia disipada por una resistencia.

elemento	R (Ω)	i (A)	V (V)	W
1	5	1	5	**5**
2	3	1	3	**3**
3	2	1	2	**2**
12	8	1	8	**8**
23	5	1	5	**5**
123	10	1	10	**10**

El mismo ejercicio usando la fórmula Ley de las mallas de Kirchhoff

Esta ley dice que **en toda malla** de un circuito eléctrico la **suma de las fuerzas electromotrices aplicadas es igual a la suma de todas las caídas de potencial**

$$\boxed{\sum_j e_j = \sum_k R_k \times i_k}.$$

Los subíndices k corresponden al número de la resistencia.
Los subíndices j corresponden al número de la fuente de fem.

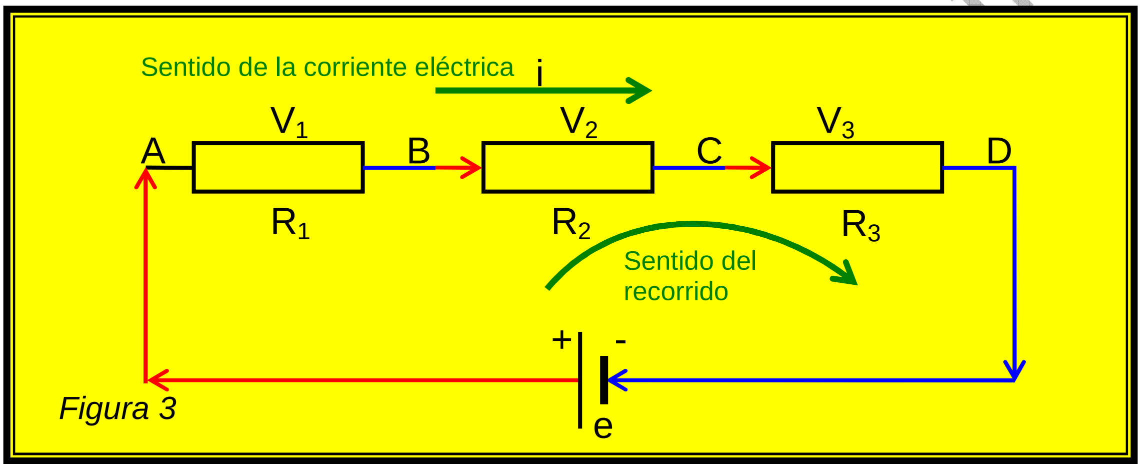

Figura 3

Regla de los signos:
Se **recorre** el circuito en el **sentido** de las agujas del reloj (**horario**), es decir, **ABCDe**.

1.- El **signo** de la **caída de potencial** es **positivo** si cuando se atraviesa la resistencia, el **sentido del recorrido** es **igual** al **sentido de la corriente**.

2.- El **signo** de la **fem** será el signo del **polo de salida** cuando se **atraviesa la fuente.**

Aplicando la regla de los signos se construyó la siguiente tabla adaptada al circuito anterior

Elemento k o j	Resistencia R_k	intensidad i_k	caída de potencial $V_k = R_k\ i_k$	fuerza electromotriz e_j
k = 1	R_1	i_1	$V_1= R_1\ i_1$	
k = 2	R_2	i_2	$V_2= R_2\ i_2$	
k = 3	R_3	i_3	$V_3= R_3\ i_3$	
j = 1				**e_1**
Ley de las mallas de Kirchhof			$V_1+ V_2 +V_1$	**e_1**

Por estar en serie todas las resistencias, la intensidad será única **$i_1 = i_2 = i_3 = i$**

Aplicación de la fórmula de la ley de Kirchhoff

$$\sum_j e_j = \sum_k R_k \times i_k$$

$$\sum_{j=1}^{j=1} e_j = \sum_{k=1}^{k=3} R_k \times i_k$$

$$e_1 = R_1 \times i_1 + R_2 \times i_2 + R_3 \times i_3$$

Por tratarse de un circuito en serie todas las intensidades de corrienete son iguales $i_1 = i_2 = i_3 = i$

$$e_1 = R_1 \times i + R_2 \times i + R_3 \times i$$

$$10\ V = 5\Omega \times i + 3\Omega \times i + 2\Omega \times i$$

$$10\ V = (5\Omega + 3\Omega + 2\Omega) \times i$$

$$10\ V = (10\Omega) \times i$$

$$\frac{10\ V}{(10\Omega)} = i \Rightarrow i = 1\ A$$

Con los valores del ejemplo anterior se construye la siguiente tabla

Elemento k o j	Resistencia R_k (Ω)	intensidad i_k (A)	caída de potencial $V_k = R_k\ i_k$ (V)	fuerza electromotriz e_j (V)
k = 1	5	1	5	
k = 2	3	1	3	
k = 3	2	1	2	
j = 1				10
Ley de las mallas de Kirchhof			5 + 3 + 2	**10**

Verificación

Siguiendo la figura 3 en el sentido horario indicado en **verde,** se puede verificar la ley de las mallas de Kirchhoff:

$$\mathbf{R_1\ i_1 + R_2\ i_2 + R_3\ i_3 = 5\Omega.1A + 3\Omega.1A + 2\Omega.1A = 10\ V}$$

Las **caídas de potencial** son **positivas** porque cuando se atraviesa la resistencia el **sentido** de la **corriente** y el **sentido** del **recorrido** son **iguales**

$$\mathbf{e = 10\ V}$$

El valor de la **fem** es **positivo** porque cuando se atraviesa la pila se **sale** por el polo **positivo**.

Quedó perfectamente verificada la ley de las mallas:

$$\sum_{j=1}^{j=1} e_j = \sum_{k=1}^{k=3} R_k \times i_k$$
$$e_1 = R_1 \times i_1 + R_2 \times i_2 + R_3 \times i_3$$
$$10\ V = 5\Omega \times 1A + 3\Omega \times 1A + 2\Omega \times 1A$$

Otra verificación:

Para concluir la ilustración del método verificaremos nuevamente la ley de las mallas recorriendo ahora la malla en el sentido opuesto a las agujas del reloj (sentido anti horario)

Recorriendo elcircuito de la figura 4 en el sentido anti horario indicado por la flecha **roja**, se puede verificar la ley de las mallas de Kirchhoff:

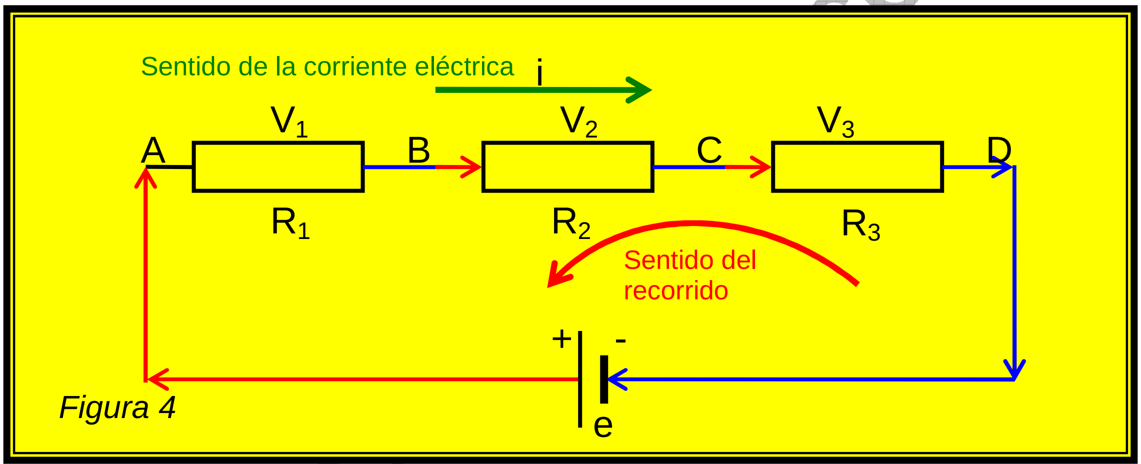

Figura 4

Las **caídas de potencial** son **negativas** porque cuando se atraviesa la resistencia el **sentido** de la **corriente** y el **sentido** del **recorrido** son **opuestos**
e = - 10 V

El valor de la **fem** es **negativo** porque cuando se atraviesa la pila se **sale** por el polo **negativo**.

$$- R_3\ i_3 - R_2\ i_2 - R_1\ i_1 = 2\ \Omega.1A - 3\ \Omega.1A - 5\ \Omega.1A = -10\ V$$

$$e = -10\ V$$

$$\sum_{j=1}^{j=1} e_j = \sum_{k=1}^{k=3} R_k \times i_k$$
$$-e_1 = -R_1 \times i_1 - R_2 \times i_2 - R_3 \times i_3$$
$$-10\ V = -5\Omega \times 1A - 3\Omega \times 1A - 2\Omega \times 1A$$

Se verifica nuevamente la ley de las mallas quedando claro que el resultado de la aplicación es independiente del sentido en que se recorra el circuito.

Diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito en serie

Para calcular la diferencia de potencial entre un punto A y otro punto B de un circuito, se debe realizar un recorrido, saliendo de A y llegando a B.

Se aplican las mismas reglas de los signos de la ley de Kirchhoff y se usa la fórmula siguiente:

$$V_A - V_B = \sum_i R_i - \sum_j e_j$$

Desarrollamos un ejemplo para el circuito de la figura 5:

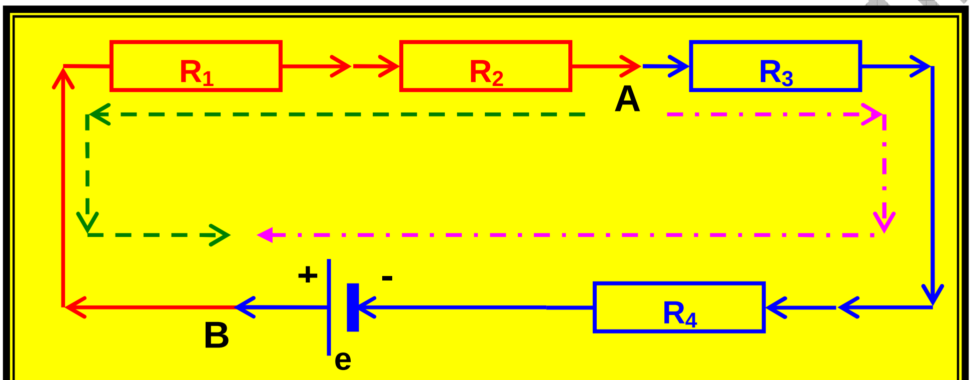

Figura 5

Tabla de valores de los elementos del circuito

Elemento k o j	Resistencia R_k (Ω)	intensidad i_k (A)	caída de potencial $V_k = R_k\ i_k$ (V)	fuerza electromotriz e_j (V)
k = 1	1	1	1	
k = 2	2	1	2	
k = 3	3	1	3	
k = 4	4	1	4	
j = 1				10

Recorriendo en el sentido horario, flecha punteada color **fucsia:**

$$V_A - V_B = \sum_{i=3}^{i=4} R_i - \sum_{j=1}^{J=1} e_j$$
$$V_A - V_B = R_3 \times i + R_4 \times i - e$$
$$V_A - V_B = 3\Omega \times 1A + 4\Omega \times 1A - (+10V)$$
$$V_A - V_B = 7\Omega \times 1A\ -\ 10V$$
$$V_A - V_B = -\ 3V$$

Recorriendo en el sentido anti horario, flecha punteada color **verde**:

$$V_A - V_B = \sum_{i=2}^{i=1} R_i - \sum_{j=1}^{J=1} e_j$$
$$V_A - V_B = -R_2 \times i - R_1 \times i$$
$$V_A - V_B = -2\Omega \times 1A - 1\Omega \times 1A$$
$$V_A - V_B = -2V - 1V$$
$$V_A - V_B = -3V$$

En ambos sentidos se obtiene la misma diferencia de potencial, en ambos establece que el potencial del punto A es inferior al potencial del punto B.

Naturalmente si se recorre el camino en sentido opuesto, es decir, partiendo del punto B y llegando al punto A se obtendrá **$V_B - V_A = +3$Volt.**

Nota:

Algunas veces se usa la expresión ΔV para indicar la diferencia de potencial entre dos puntos, para usar esta nomenclatura con propiedad es necesario colocar los puntos entre los cuales se indica la diferencia de potencial, es decir, **ΔV_{AB}** que significa **diferencia** de **potencial entre** el punto **B y** el punto **A**, porque ***Δ*** *significa la diferencia entre un valor final y un valor inicial*. Entonces:

$$\boxed{\Delta V_{AB} = V_B - V_A}$$