


Unidad Didáctica
Circuito Eléctrico

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© **FONDO FORMACION - FPE**

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal *AS -742-2001*

Unidad Didáctica Circuito Eléctrico

En tu vivienda habrás pulsado muchas veces interruptores y pulsadores para accionar diferentes aparatos que pertenecen a un circuito eléctrico.

Éstos se pueden representar muchas veces por resistencias. Además podremos efectuar una serie de cálculos en dicho circuito para averiguar todos los valores eléctricos.

En esta unidad podremos ver diferentes circuitos eléctricos mediante los siguientes contenidos:

- Terminología en un circuito eléctrico.
- Asociación de resistencias: circuito serie.
- Asociación de resistencias: circuito paralelo.
- Asociación de resistencias: circuito mixto.

Tus objetivos

Al final de esta unidad, deberías ser capaz de:

- Distinguir el vocabulario usual en un circuito eléctrico.
- Identificar un circuito serie de resistencias y realizar los cálculos en el circuito.
- Describir un circuito paralelo de resistencias y realizar los cálculos en el circuito.
- Caracterizar un circuito mixto de resistencias y realizar los cálculos en el circuito.

Consejos de estudio

Para comprender adecuadamente los contenidos de la unidad didáctica deberás, después de realizar la prelectura de la misma, realizar una lectura detenida de cada apartado. Este tipo de lectura se denomina **lectura analítica**. Consiste en leer detenidamente cada uno de los párrafos del texto. A la vez que vas leyendo, deberás ir sintetizando mentalmente las ideas transmitidas, imaginando lo que el autor te está transmitiendo. En la medida en que seas capaz de imaginarte las ideas expuestas, mejor comprenderás y más recordarás posteriormente.

El poder de memorización de las imágenes visuales es considerable. Por ejemplo, cuando vas al cine y ves una película, seguro que no intentas memorizar el argumento, y, sin embargo, días después te sigues acordando del mismo. El recuerdo se produce gracias a la memorización por imágenes visuales. De ahí la importancia de *pasar a imágenes* las ideas y contenidos de lo que lees. Para ello deberás leer con detenimiento y atención.

Terminología en un circuito eléctrico

Recordarás que un circuito eléctrico, explicado de forma sencilla, es un camino cerrado por donde circula la corriente eléctrica.

Básicamente está formado por un generador o generadores, unos conductores por donde circula la corriente y uno o varios receptores que transforman la energía eléctrica en luz, calor, etc.

Es importante conocer cada una de las partes de un circuito eléctrico para poder entender correctamente su funcionamiento.

Cuando se analiza un circuito eléctrico, numerosas veces se utiliza un argot* particular para referirse a diferentes partes del circuito.

Las más típicas suelen ser las siguientes:

- **Nudo:** es el punto de unión de dos o más ramas.

Observa la figura 1 para entender mejor el concepto.

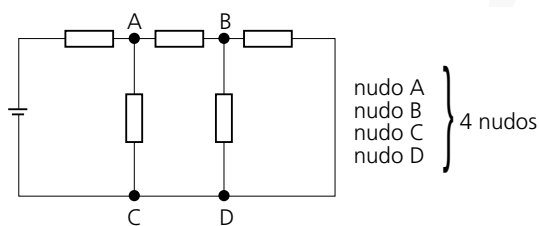


Fig. 1: Nudos en un circuito eléctrico.

- **Rama:** es un elemento o grupo de elementos que presentan únicamente dos terminales.

En el circuito de la figura 2 podrás observar todos los nudos y ramas del mismo.

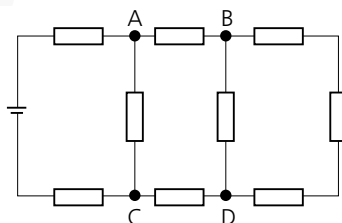


Fig. 2: Ramas en un circuito eléctrico. AC, AB, CD y BD son diferentes ramas.

Existe más terminología referida a circuitos, pero para nosotros es suficiente por el momento.

Asociación de resistencias: circuito serie

Se dice que un conjunto de resistencias está en serie cuando la salida de una resistencia está en serie con la entrada de la siguiente.

En la figura 3 puedes ver tres resistencias en serie:

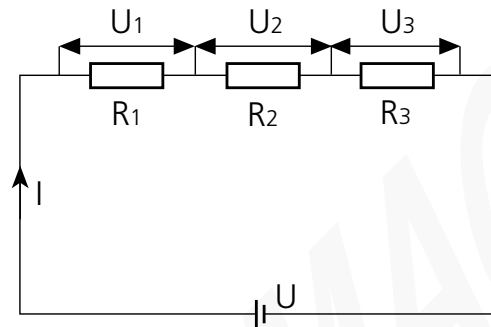


Fig. 3: Esquema de un circuito serie.

Te habrás dado cuenta que cuando las resistencias se colocan en serie, **la intensidad de corriente es la misma para todas ellas.**

Si medimos la diferencia de potencial en los extremos de la batería (U) y las caídas de tensión entre los extremos de cada resistencia, podremos ver que la diferencia de potencial que existe en los bornes de la pila es igual a la suma de las caídas de tensión en los bornes de cada resistencia, es decir:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Como ves en el circuito, la intensidad que circula por todas las resistencias es la misma para todas, es decir:

$$I = U_1 / R_1 = U_2 / R_2 = U_3 / R_3$$

Si queremos construir un circuito equivalente al de la figura anterior, pero con una sola resistencia (R_e), tendremos:

$$U = I \cdot R_e$$

Como la tensión total es igual a la suma de las tensiones parciales ($U = U_1 + U_2 + U_3$), siendo las tensiones parciales:

$$U_1 = I \cdot R_1$$

$$U_2 = I \cdot R_2$$

$$U_3 = I \cdot R_3$$

Tendremos entonces:

$$U = I \cdot R_e = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$$

Donde, sacando factor común a la I , queda:

$$I \cdot R_e = I \cdot (R_1 + R_2 + R_3)$$

Simplificando:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3$$

Podemos decir entonces que la resistencia equivalente o total de un circuito será aquella que, al colocarla en sustitución de todas ellas ($R_1, R_2, R_3...$), produzca una corriente igual a la anterior.

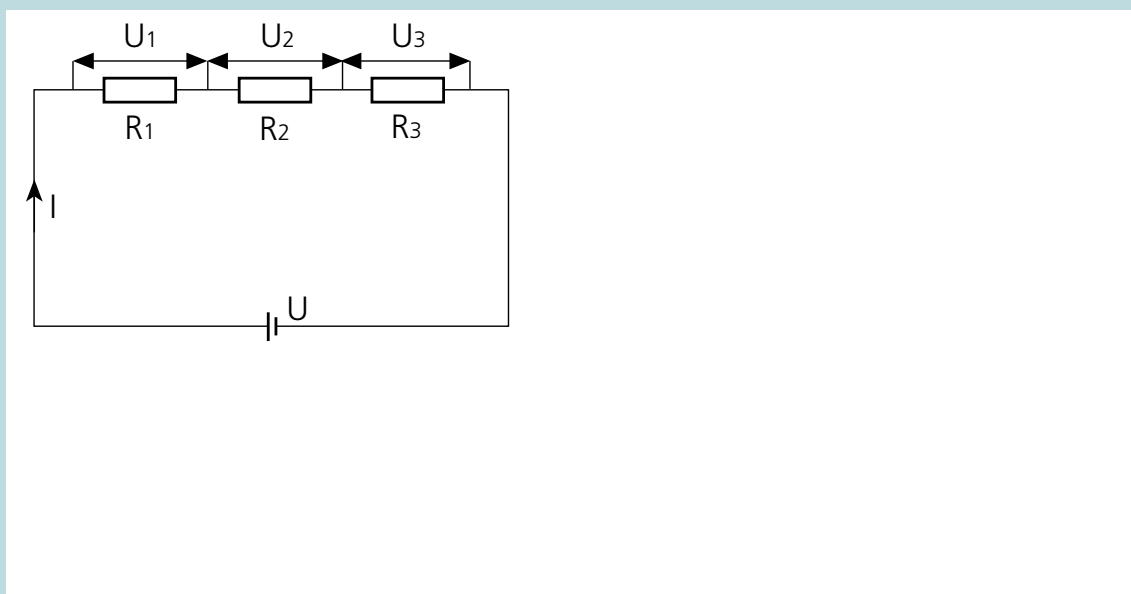
Y la resistencia equivalente de un conjunto de resistencias asociadas en serie es igual a la suma de éstas.

ACTIVIDAD 1

De acuerdo con el circuito mostrado en la figura:

- Determinar la resistencia equivalente de todo el conjunto de resistencias del circuito.
- Calcular la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia y en los extremos de la pila.

Datos: $R_1 = 3 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$, $R_3 = 4 \Omega$, $I = 2 \text{ A}$.



R

ACTIVIDAD 1

- a. Como hemos visto, la resistencia equivalente de un conjunto de resistencias asociadas en serie es la suma de éstas. Por tanto:

$$R_e = R_1 + R_2 + R_3 = 3 + 5 + 4 = 12 \Omega$$

- b. Aplicando la ley de Ohm ($U = I \times R$) a cada resistencia:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1$$

$$U_2 = I_2 \cdot R_2$$

$$U_3 = I_3 \cdot R_3$$

Y teniendo en cuenta que en un circuito serie la intensidad es la misma para todas las resistencias:

$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

Podemos obtener:

$$U_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 3 = 6 \text{ V}$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 2 \cdot 5 = 10 \text{ V}$$

$$U_3 = I \cdot R_3 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ V}$$

Por lo tanto, entre los extremos de la pila la diferencia de potencial será:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 6 + 10 + 8 = 24 \text{ V}$$

También podíamos haber hecho:

$$U = I \cdot R_e = 2 \cdot 12 = 24 \text{ V}$$

Asociación de resistencias: circuito paralelo

En la figura 4 se muestra un circuito formado por tres resistencias asociadas en paralelo.

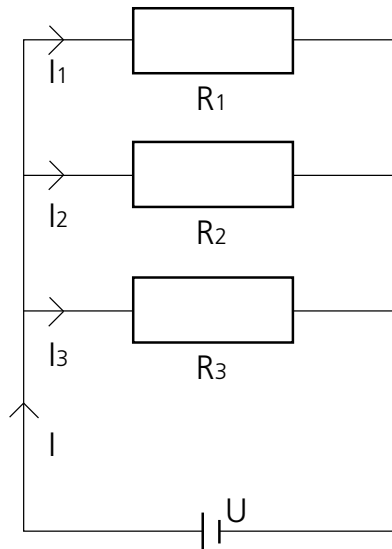


Fig. 4: Circuito de tres resistencias asociadas en paralelo.

Como puedes observar, la diferencia de potencial es la misma entre los extremos de cada resistencia y de la pila:

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

Puedes fijarte, además, que la intensidad total es igual a la suma de las intensidades que circulan por cada resistencia:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Teniendo en cuenta la ley de Ohm, $U = I \times R$ y que la tensión U es la misma para todas las resistencias:

$$U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I_3 \cdot R_3$$

Si queremos sustituir este circuito por un circuito equivalente, pero con una sola resistencia tendremos:

$$I = U / R_e$$

Y como:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \quad \text{siendo } U = U_1 = U_2 = U_3$$

Tenemos entonces:

$$U/R_e = U_1/R_1 + U_2/R_2 + U_3/R_3$$

Dividiendo ambos lados de la ecuación entre U:

$$(a) \quad 1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

De donde, despejando R_e :

$$(b) \quad R_e = 1/[(1/R_1) + (1/R_2) + (1/R_3)]$$

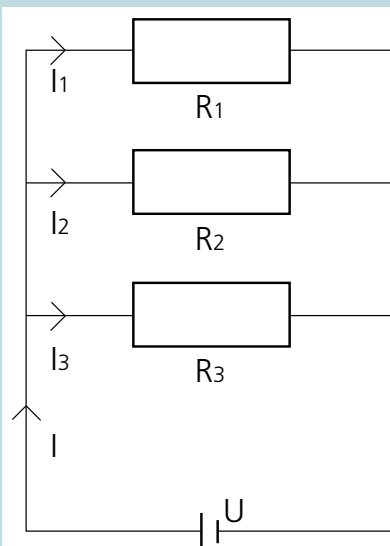
Podemos decir, de acuerdo a lo expresado en la igualdad (a) que: **"la inversa de la resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de las resistencias asociadas en paralelo"**.

ACTIVIDAD 2

En el circuito que se muestra en la figura:

- Determina la resistencia equivalente del conjunto.
- Halla el valor de las intensidades que circulan por cada rama del circuito.

Datos: $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 3 \Omega$, $R_3 = 6 \Omega$, $U = 16 \text{ V}$.



R**ACTIVIDAD 2**

- a. Hemos concluido anteriormente que, en un circuito paralelo, la inversa de la resistencia equivalente de todo el conjunto es la suma de las inversas de las resistencias asociadas en paralelo. Por tanto:

$$1/R_e = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

- Sustituyendo:

$$1/R_e = 1/4 + 1/3 + 1/6$$

- Operando:

$$1/R_e = 9/12$$

- De donde:

$$R_e = 12/9 = 1,33 \Omega$$

- b. En una asociación en paralelo ya sabes que:

$$U = U_1 = U_2 = U_3$$

- Aplicando la ley de Ohm:

$$I_1 = U/R_1 = 16/4 = 4 \text{ A}$$

$$I_2 = U/R_2 = 16/3 = 5,3 \text{ A}$$

$$I_3 = U/R_3 = 16/6 = 2,6 \text{ A}$$

Éstas serán, entonces, las corrientes que van a circular por cada una de las resistencias.

Asociación de resistencias: circuito mixto

Como podrás ver a continuación, el resto de los montajes de resistencias va a consistir en combinar las asociaciones serie y paralelo.

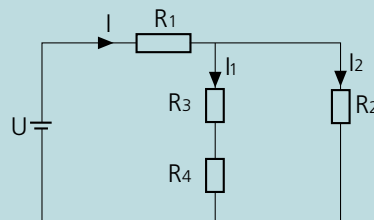
Los cálculos en este apartado dependerán del tipo de asociaciones de que disponga el circuito.

Lo puedes apreciar en el siguiente ejemplo.

Ejemplo:

Calcular la resistencia equivalente del conjunto de resistencias de la figura siguiente y las intensidades que circulan por cada resistencia.

Datos: $R_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 6 \Omega$, $R_3 = 1 \Omega$, $R_4 = 5 \Omega$, $U = 14 \text{ V}$

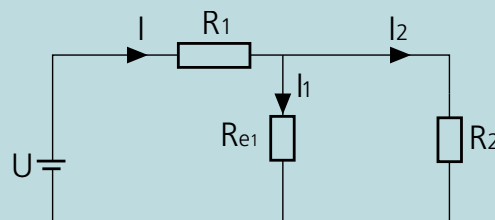


Puedes observar que hemos dibujado además las corrientes por cada rama del circuito.

Lo primero que haremos será hallar la resistencia equivalente de todas las resistencias que se encuentran en serie en la misma rama del conductor. Como puedes ver, R_3 y R_4 están en serie en la misma rama. Por lo tanto, operaremos obteniendo la resistencia equivalente 1 (R_{e1}):

$$R_{e1} = R_3 + R_4 = 1 + 5 = 6 \Omega$$

Sustituyendo esta resistencia, el circuito resultante queda de la siguiente forma:



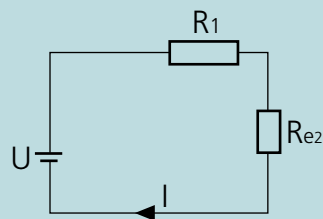
Seguidamente, vamos a asociar las resistencias que están en paralelo. En este caso, las resistencias R_2 y R_{e1} nos resulta la equivalente R_{e2} :

$$1/R_{e2} = 1/R_{e1} + 1/R_2$$

Sustituyendo los valores y operando queda:

$$R_{e2} = 6/2 = 3 \Omega$$

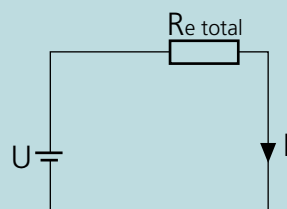
Así, obtenemos un nuevo circuito resultante:



Que es un circuito con dos resistencias en serie, por lo tanto:

$$R_{e\text{ total}} = R_1 + R_{e2} = 4 + 3 = 7 \Omega$$

Podemos entonces representar todo el circuito de la siguiente forma:



En este circuito equivalente podemos calcular la intensidad total del circuito:

$$I = U/R_{e\text{ total}} = 14/7 = 2 \text{ A}$$

Para calcular las diferentes intensidades de cada rama, debemos calcular previamente las diferencias de potencial de las mismas.

La caída de potencial o de tensión en la R_1 es:

$$U_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 4 = 8 \text{ V}$$

El resto de la diferencia de potencial de la batería corresponderá a la R_{e2} , que es la equivalente del resto del circuito. Tenemos, por tanto:

$$U_2 = U - U_1 = 14 - 8 = 6 \text{ V}$$

La intensidad total I , al llegar al primer nudo, se separa en dos intensidades I_1 e I_2 , y se deberá cumplir que:

$$I = I_1 + I_2$$

Habiendo calculado antes la U_2 , podremos hallar a continuación cada una de las corrientes I_1 e I_2 , aplicando la ley de Ohm a cada una de las ramas:

$$I_2 = U_2 / R_2 = 6 / 6 = 1 \text{ A}$$

$$I_1 = U_2 / R_{e1} = 6 / 6 = 1 \text{ A}$$

Las corrientes son, por tanto:

$$I = 2 \text{ A}$$

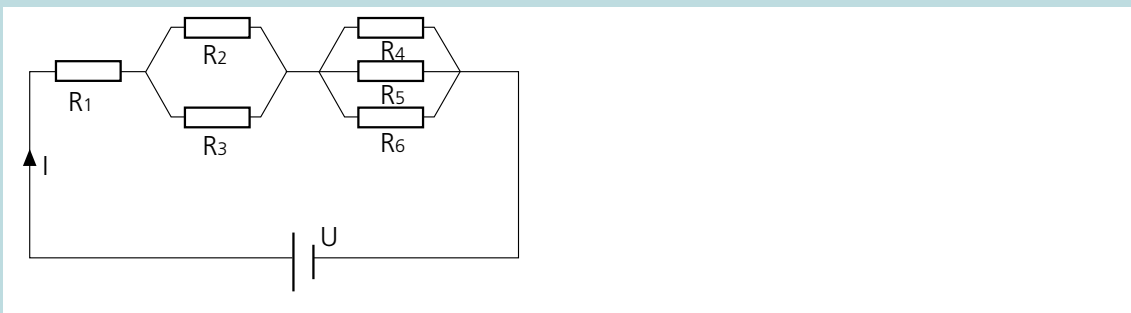
$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$I_2 = 1 \text{ A}$$

ACTIVIDAD 3

Calcula la resistencia equivalente del conjunto de resistencias de la figura.

Datos: $R_1 = 6 \Omega$, $R_2 = 4 \Omega$, $R_3 = 3 \Omega$, $R_4 = 7 \Omega$, $R_5 = 2 \Omega$, $R_6 = 5 \Omega$



Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, contesta ahora a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

Completa el texto con las palabras siguientes:

serie, rama, paralelo, mixto, nudo.

- Cuando en un circuito los elementos están sometidos a la misma diferencia de potencial, se dice que tenemos una asociación en
- Donde se unen dos o más ramas, tenemos un
- Si en un circuito los elementos están recorridos por la misma intensidad de corriente eléctrica, estamos ante una asociación de resistencias en
- Si en un circuito eléctrico la intensidad no es la misma para todos sus elementos y la diferencia de potencial tampoco, decimos que el circuito es
- Cuando tenemos uno o varios elementos que presentan sólo dos terminales tenemos lo que se denomina una

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

- a. Si en un circuito tienes cuatro resistencias en serie, la equivalente de todas ellas es la suma de los valores de cada una de ellas.
- b. En un circuito paralelo, la intensidad de corriente es la misma para todos los elementos del circuito.
- c. La diferencia de potencial en un circuito paralelo es la misma para todos sus elementos.

R

ACTIVIDAD 3

Vamos a operar según lo explicado en los circuitos mixtos.

En el circuito vemos dos asociaciones en paralelo. La primera está formada por R_2 y R_3 . La equivalente la llamaremos R_{e1} y se calcula como ya sabemos:

$$1/R_{e1} = 1/R_2 + 1/R_3 = 1/4 + 1/3 = 7/12$$

Luego:

$$R_{e1} = 12/7 = 1,71 \Omega$$

Para poder agrupar R_4 , R_5 , R_6 operaremos de la misma manera:

$$1/R_{e2} = 1/R_4 + 1/R_5 + 1/R_6 = 1/7 + 1/2 + 1/5 =$$

$$1/R_{e2} = 59/70 \Omega$$

De donde:

$$R_{e2} = 70/59 = 1,18 \Omega$$

De este modo hemos reducido el circuito a tres resistencias asociadas en serie: R_1 , R_{e1} y R_{e2} .

Finalmente, la resistencia equivalente del circuito será la suma de las tres resistencias en serie.

$$R_{e \text{ total}} = R_1 + R_{e1} + R_{e2} = 6 + 1,71 + 1,18 = \mathbf{8,89 \Omega}$$

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

1

- Cuando en un circuito los elementos están sometidos a la misma diferencia de potencial, se dice que tenemos una asociación en **paralelo**.
- Donde se unen dos o más ramas, tenemos un **nudo**.
- Si en un circuito los elementos están recorridos por la misma intensidad de corriente eléctrica, estamos ante una asociación de resistencias en **serie**.
- Si en un circuito eléctrico la intensidad no es la misma para todos sus elementos y la diferencia de potencial tampoco, decimos que el circuito es **mixto**.
- Cuando tenemos uno o varios elementos que presentan sólo dos terminales, tenemos lo que se denomina una **rama**.

2

- a. **Verdadera**.
- b. **Falsa**: en un circuito paralelo la intensidad no es la misma para todos los elementos. La tensión sí es la misma para todos ellos.
- c. **Verdadera**.

Resumen de Unidad

Nudo Es el punto donde se unen dos o más ramas. En un circuito eléctrico podemos tener una o más ramas.

Rama Es un elemento o grupo de elementos que presentan sólo dos terminales.

Circuito serie Un conjunto de resistencias están en serie cuando la salida de una de ellas está unida a la entrada de la siguiente.

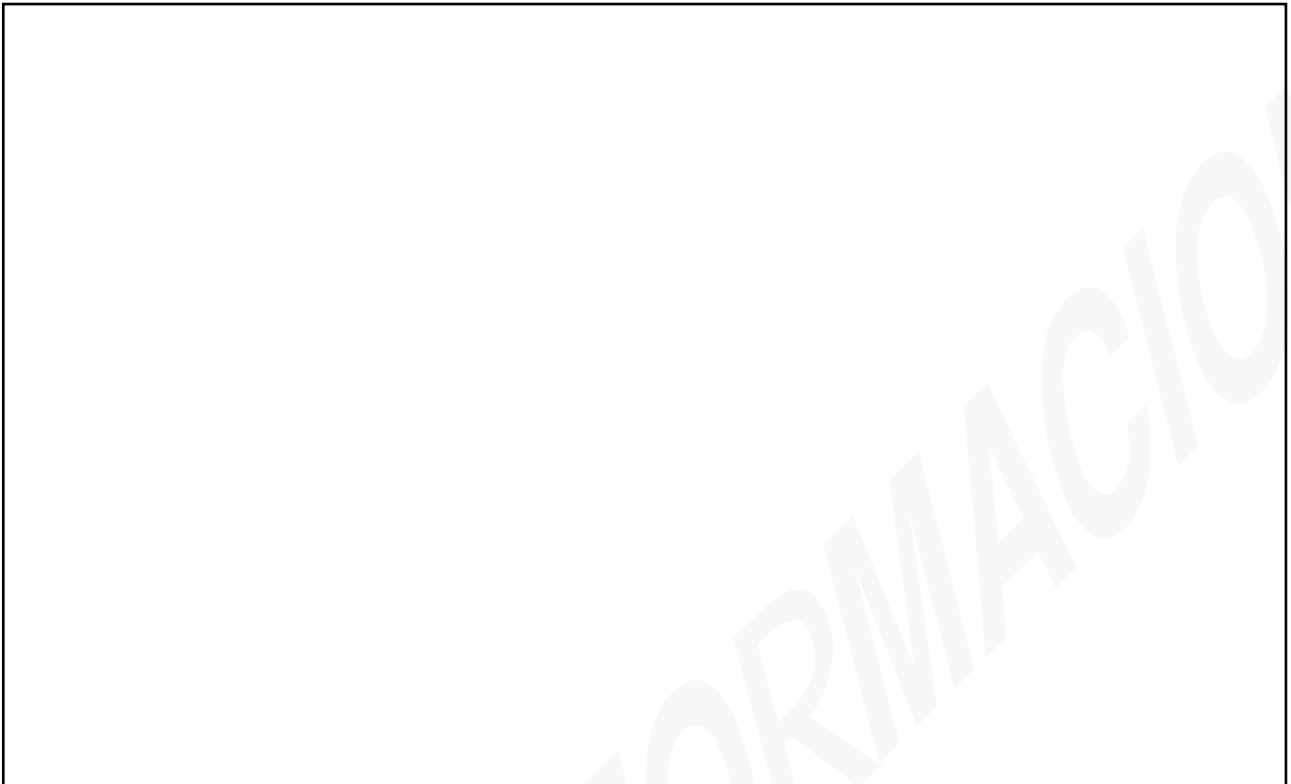
En un circuito **serie** la intensidad de corriente es la misma para todos sus elementos.

Circuito paralelo En un circuito **paralelo** la diferencia de potencial es la misma para todos sus elementos.

En un circuito paralelo la inversa de la resistencia equivalente es igual a la suma de las inversas de las resistencias asociadas.

Circuito mixto Un circuito **mixto** es aquel en el que se dan diferentes combinaciones de asociaciones serie y paralelo. La intensidad no es la misma para todos los elementos ni la diferencia de potencial es común a éstos.

Notas



Vocabulario

Argot: lenguaje especial y usual que se utiliza por personas de un mismo oficio o que se emplea para referirse a temas concretos y particulares. En este caso nos estamos refiriendo a los circuitos eléctricos.



FONDO  FORMACION