
ELECTRICIDAD

1	ELECTRICIDAD. NOCIONES BÁSICAS	2
2	CIRCUITO ELÉCTRICO	2
2.1	ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS.....	3
3	MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES.....	5
3.1	TENSIÓN, VOLTAJE O DIFERENCIA DE POTENCIAL (V)	5
3.2	INTENSIDAD DE CORRIENTE (I).....	5
3.3	RESISTENCIA ELÉCTRICA (R)	6
3.4	TABLA RESUMEN DE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES	6
3.5	APARATOS DE MEDIDA DE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS	7
3.6	LEY DE OHM	7
3.7	OTRAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS	8
4	MONTAJE DE CIRCUITOS	9
4.1	MONTAJE EN SERIE.....	9
4.2	MONTAJE EN PARALELO	10
4.3	MONTAJE MIXTO	10
4.4	TABLA RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTAJES EN SERIE Y EN PARALELO	11
4.5	CÁLCULO DE MAGNITUDES EN CIRCUITOS.....	11
5	EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA	20
5.1	CALOR.....	20
5.2	MAGNETISMO.....	20
5.3	MOVIMIENTO	21
5.4	LUZ	21
6	TIPOS DE CORRIENTE	22
6.1	CORRIENTE CONTINUA.....	22
6.2	CORRIENTE ALTERNA	22
6.3	CONVERSIÓN ENTRE TIPOS DE CORRIENTE	23

1 ELECTRICIDAD. NOCIONES BÁSICAS

La electricidad es una de las formas en las que se muestra la energía.

Se manifiesta como un flujo de electrones a lo largo de un medio que sea capaz de permitir su circulación.

Existen materiales **conductores** (que permiten el paso de los electrones) y **aislantes** (que no lo permiten). Los típicos materiales conductores son los metales, mientras que materiales aislantes son los plásticos, la cerámica o el vidrio.



¿Por qué se usa la E eléctrica como fuente de E?

- Producción “barata” en centrales eléctricas (térmicas, hidráulicas, nucleares, eólicas), aunque con gran impacto ambiental.
- Transporte barato mediante líneas de alta, media y baja tensión.
- Suministro limpio y sencillo al consumidor, con puntos de toma donde se necesite.
- Fácil transformación en otros tipos de energía.

2 CIRCUITO ELÉCTRICO

Conjunto de elementos que, conectados entre sí, permiten el paso, el control y la transformación de la energía eléctrica.

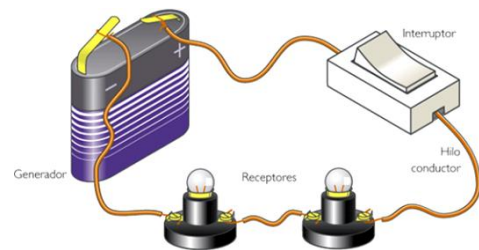
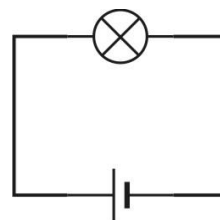


Fig. 1: Circuito eléctrico sencillo

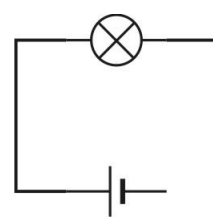
La **corriente eléctrica** es la circulación de electrones o carga eléctrica de forma continua por un circuito.

CIRCUITO CERRADO Y CIRCUITO ABIERTO

Para que un circuito eléctrico funcione correctamente es necesario que el camino que sigue la corriente desde un polo del generador a otro no presente interrupciones, es decir, que el circuito esté cerrado. En caso contrario, se dice que el circuito está abierto, y la corriente no podría efectuar el camino de ida y vuelta al generador, con lo que no funcionaría.



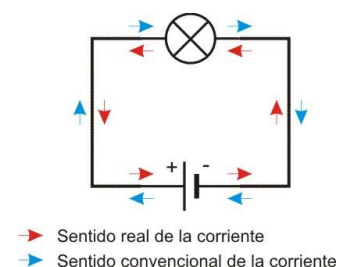
Circuito cerrado



Circuito abierto

SENTIDO DE LA CORRIENTE

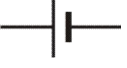
La corriente eléctrica se desplaza desde el polo negativo del generador al polo positivo; este es el **sentido real** de la corriente. Sin embargo, por razones históricas, el desplazamiento de la corriente se representa en el sentido opuesto: del polo positivo al polo negativo. Este último es el que se denomina **sentido convencional** de la corriente y es en el que suele aparecer en los esquemas eléctricos.



2.1 ELEMENTOS DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS

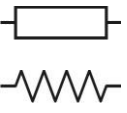
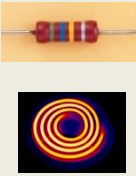
2.1.1 GENERADORES

Son los encargados de suministrar la energía necesaria para que los electrones se muevan por los circuitos.

ELEMENTO	SÍMBOLO	IMAGEN	TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA
Pila			Energía química -> Energía eléctrica
Batería			Energía química -> Energía eléctrica
Generador de corriente continua			Energía cinética (mecánica) -> Energía eléctrica
Generador de corriente alterna			Energía cinética (mecánica) -> Energía eléctrica

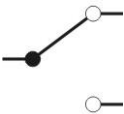
2.1.2 RECEPTORES

Transforman la energía eléctrica en otra forma de energía que nos es útil.

ELEMENTO	SÍMBOLO	IMAGEN	TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA
Resistencias			Energía eléctrica -> Energía térmica
Motores			Energía eléctrica -> Energía mecánica
Lámparas			Energía eléctrica -> Energía radiante (luminosa)
Timbres			

2.1.3 ELEMENTOS DE CONTROL

Permiten o impiden el paso de la corriente eléctrica (abren o cierran el circuito o partes del circuito).

ELEMENTO	SÍMBOLO	IMAGEN	FUNCIONAMIENTO
Interruptor			Cambian de estado (abierto o cerrado) cuando son accionados y permanecen en ese estado hasta que vuelven a ser accionados.
Conmutador			Abren o cierran diferentes ramas del circuito. Distribuyen la corriente eléctrica.
Pulsador			Cambian de estado (abierto o cerrado) <u>mientras</u> son accionados.

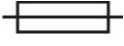
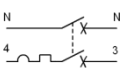
2.1.4 CONDUCTORES

Conectan los diferentes elementos del circuito.

ELEMENTO	SÍMBOLO	IMAGEN	OBSERVACIONES
Conductor			Por lo general, son cables metálicos. En circuitos impresos, son “pistas” de cobre situadas en la superficie de una placa plástica.
Nudo			Indican el lugar en el que confluyen dos o mas conductores.

2.1.5 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN

Abren el circuito cuando se producen cortocircuitos o sobrecalentamientos. Su misión es evitar que los elementos del circuito sufran daños y que las personas se expongan a riesgos.

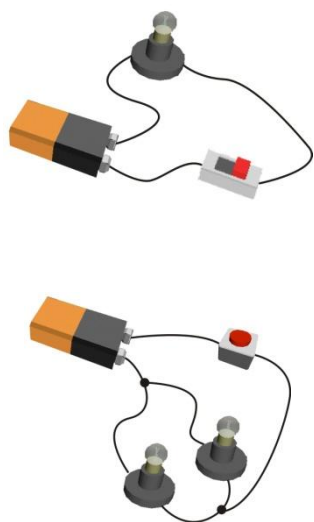
ELEMENTO	SÍMBOLO	IMAGEN	FUNCIONAMIENTO
Fusible			Tienen un fino hilo conductor que se funde, abriendo el circuito, cuando se produce un sobrecalentamiento.
Interruptores automáticos			Son mecanismos complejos que abren el circuito cuando se produce un sobrecalentamiento.

La mayoría de los elementos tienen dos bornes (contactos o terminales). Para que funcionen correctamente deben ser conectados a polos diferentes (o de diferente potencial):

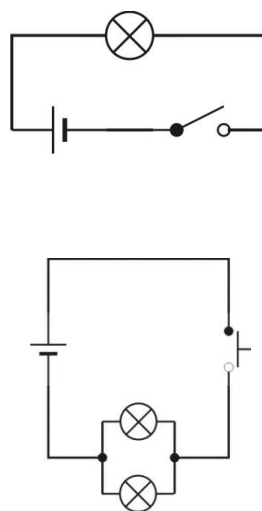
- En corriente continua, al polo positivo y al polo negativo de un generador.
- En corriente alterna, a fase y neutro

2.1.6 EJEMPLOS DE CIRCUITOS SENCILLOS

Imagen de circuito



Esquema con símbolos



3 MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES

3.1 TENSIÓN, VOLTAJE O DIFERENCIA DE POTENCIAL (V)

Indica la magnitud del campo eléctrico que está aplicado a un circuito o a una parte del mismo. Dicho de otra manera, es la energía que un generador comunica a las cargas eléctricas para que recorran un circuito.

La unidad con que se mide es el **Voltio**, con símbolo **V**. Su submúltiplo más común es el milivoltio ($1\text{mV} = 10^{-3}\text{ V}$) y su múltiplo más común es el kilovoltio ($1\text{ kV} = 10^3\text{ V}$).

Las pilas corrientes suelen generar una tensión de 1,5 a 9 V, las baterías de coche, 12 V, y la corriente de uso doméstico, la que obtenemos en los enchufes, es de 230 V.

La tensión se mide con un aparato llamado voltímetro.

3.2 INTENSIDAD DE CORRIENTE (I)

Es la cantidad de carga eléctrica que pasa por un punto de un circuito por unidad de tiempo.

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{Intensidad} = \frac{\text{Carga eléctrica}}{\text{Tiempo}} \quad 1 \text{ Amperio} = \frac{1 \text{ Culombio}}{1 \text{ segundo}} \quad 1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

La carga de un electrón es de $1,6 \cdot 10^{-19}\text{ C}$, así que 1 C equivale a la carga de $6,25 \cdot 10^{18}$ electrones.

La unidad con la que se mide la intensidad de corriente es el **Amperio**, con símbolo **A**. Especialmente en aplicaciones de electrónica, el Amperio es una unidad muy grande por lo que es muy corriente utilizar sus submúltiplos: el miliamperio ($1\text{ mA} = 10^{-3}\text{ A}$) y el microamperio ($1\text{ }\mu\text{A} = 10^{-6}\text{ A}$).

La intensidad se mide con un aparato llamado amperímetro.

3.3 RESISTENCIA ELÉCTRICA (R)

Es la oposición que presenta un cuerpo al paso de la corriente eléctrica.

La unidad con que se mide es el **Ohmio**, con símbolo Ω (la letra griega *omega* mayúscula). Se emplean también sus múltiplos: el kilohmio ($1\text{ k}\Omega = 10^3\ \Omega$) y el megaohmio ($1\text{ M}\Omega = 10^6\ \Omega$).

La resistencia eléctrica de un elemento viene dada por la fórmula $R = \rho \frac{l}{S}$, en la que:

- R es la resistencia del elemento (medida en Ω)
- ρ es la resistividad del material (medida en Ω/m). Es propia de cada material: un valor alto indica que es un mal conductor y un valor bajo indica que es un buen conductor.
- l es la longitud del elemento (medida en m)
- S es la sección del elemento (medida en m^2)

De lo anterior se deduce que, para elementos constituidos por el mismo material:

- A mayor longitud, mayor resistencia.
- A mayor sección, menor resistencia.

La resistencia se mide con un aparato llamado óhmetro.

NOMENCLATURA TÉCNICA DE LOS MÚLTIPLOS DEL OHMIO

Valor de la resistencia	Expresión en múltiplos del Ω	Nomenclatura técnica
1000 Ω	1 k Ω	1k
4700 Ω	4,7 k Ω	4k7
10000000 Ω	10 M Ω	10 M

3.4 TABLA RESUMEN DE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS FUNDAMENTALES

MAGNITUD		UNIDADES DE MEDIDA			
Nombre	Símbolo	Nombre	Símbolo	Submúltiplos comunes	Múltiplos comunes
TENSIÓN	V	Voltio	V	mV	kV
INTENSIDAD	I	Amperio	A	mA, μA	
RESISTENCIA	R	Ohmio	Ω		k Ω , M Ω

3.5 APARATOS DE MEDIDA DE LAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Las magnitudes eléctricas se miden mediante aparatos específicos: la tensión, con un voltímetro; la intensidad, con un amperímetro y la resistencia, con un óhmetro.

Sin embargo, se suelen agrupar estos tres aparatos en otro, llamado **polímetro**.

Con este aparato se miden, además de las magnitudes antes citadas, otras como la ganancia de los transistores o la capacidad de los condensadores.



Fig.2: Polímetro digital

3.6 LEY DE OHM

Las tres magnitudes eléctricas fundamentales, tensión, intensidad y resistencia, se relacionan mediante la ley de Ohm, que fue formulada por el físico alemán Georg Ohm en 1827. Se enuncia como sigue:

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

La intensidad eléctrica que circula entre dos puntos de un circuito eléctrico es directamente proporcional a la tensión eléctrica entre dichos puntos e inversamente proporcional a la resistencia eléctrica que hay entre los dos puntos del circuito.

A partir de la fórmula anterior se deducen las otras dos formas en las que se puede expresar la ley de Ohm:

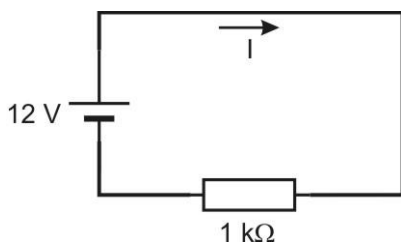
$$R = \frac{V}{I}$$

$$V = I \cdot R$$

3.6.1 Ejemplos de aplicación de la ley de Ohm

PRIMER EJEMPLO

Calcular la intensidad que recorre un circuito eléctrico con una resistencia de $1 \text{ k}\Omega$ en el que cae una tensión de 12 V .

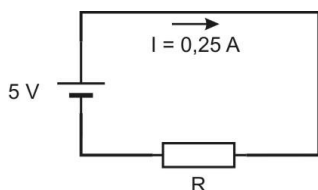


$$I = \frac{V}{R}$$

$$I = \frac{12 \text{ V}}{10^3 \Omega} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ A} = 12 \text{ mA}$$

SEGUNDO EJEMPLO

Calcular la resistencia de un circuito eléctrico recorrido por una intensidad de 0,25 A y en el que cae una tensión de 5 V.

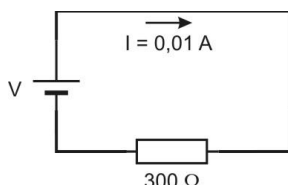


$$R = \frac{V}{I}$$

$$R = \frac{5\text{ V}}{0,25\text{ A}} = 20\ \Omega$$

TERCER EJEMPLO

¿Cuál será la tensión que cae en un circuito con una resistencia de 300 Ω y por el que pasa una intensidad de 10 mA?



$$V = I \cdot R$$

$$V = 0,01\text{ A} \cdot 300\ \Omega = 3\text{ V}$$

3.7 OTRAS MAGNITUDES ELÉCTRICAS

3.7.1 Energía eléctrica

La energía que consume un receptor en un tiempo determinado, t , por el que circula una intensidad, I , y en el que cae una tensión, V , viene dada por la expresión:

$$E = V \cdot I \cdot t$$

En el SI la energía se mide en **julios (J)**. Sin embargo, es corriente expresarla en calorías (cal) o en kilovatios por hora (kW·h).

$$\begin{aligned} 1\text{ J} &= 0,24\text{ cal} \\ 1\text{ cal} &= 4,18\text{ J} \\ 1\text{ kW}\cdot\text{h} &= 3,6 \cdot 10^6\text{ J} \end{aligned}$$

3.7.2 Potencia eléctrica

Es la capacidad que tiene un receptor para transformar la energía eléctrica en un tiempo determinado. También es la capacidad que tiene un generador para transformar una determinada forma de energía (mecánica, química o radiante) en energía eléctrica.

$$P = V \cdot I$$

Por otra parte, si en la expresión anterior se sustituye V por $I \cdot R$ (según la ley de Ohm), se obtiene:

$$P = I^2 \cdot R$$

La unidad de medida de la potencia en el SI es el **Watio (W)**, aunque es muy corriente usar su múltiplo el kilowatio (1 kW = 10^3 W).

Por último, la relación que existe entre la potencia y la energía es la siguiente:

$$P = \frac{E}{t} \quad \text{o} \quad E = P \cdot t$$

4 MONTAJE DE CIRCUITOS

Cuando se quieren montar varios elementos en un circuito se puede optar por diferentes formas de conexión, dependiendo de los efectos que se pretendan conseguir.

4.1 MONTAJE EN SERIE



Fig.3: Bombillas montadas en serie

- Un elemento se monta a continuación de otro: el borne de ‘salida’ de uno se conecta al de ‘entrada’ del siguiente, y así sucesivamente.
- El funcionamiento de un elemento afecta al funcionamiento de los otros: si el circuito se abre por uno de los elementos, a los otros no les llegará corriente.

4.1.1 Receptores en serie

- La V se reparte entre los elementos de manera directamente proporcional a la magnitud de sus resistencias. Es decir, cuanto mayor es la resistencia, mayor es la tensión que cae en ella.

$$V_{TOTAL} = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

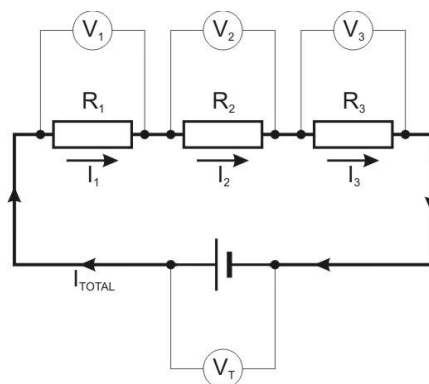
$$V_1 = V_{TOTAL} \cdot \frac{R_1}{R_{TOTAL}} \dots$$

- La I que recorre todos los elementos es la misma.

$$I_{TOTAL} = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

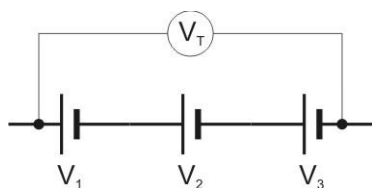
- El efecto es el aumento de la resistencia total del circuito.

$$R_{TOTAL} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$



4.1.2 Generadores en serie

Cuando se conectan varios generadores en serie se consigue que la tensión total que suministra el montaje sea la suma de las tensiones que suministra cada uno.



$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + \dots$$

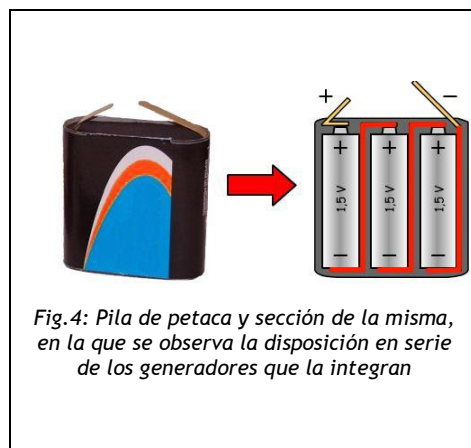


Fig.4: Pila de petaca y sección de la misma, en la que se observa la disposición en serie de los generadores que la integran

4.2 MONTAJE EN PARALELO



Fig.5: Bombillas montadas en paralelo

- Los bornes de ‘entrada’ de todos los elementos se conectan a un mismo punto común y los bornes de ‘salida’ de todos los elementos a otro punto común.
- Si el circuito se abre por uno de los elementos, a los otros sí les llega corriente.
- Es el montaje que se elige cuando se quiere que el funcionamiento de un elemento no afecte a los otros (circuitos independientes en viviendas, puntos de luz,...)

4.2.1 Receptores en paralelo

- La V que cae en todos los elementos es la misma.

$$V_{TOTAL} = V_1 = V_2 = V_3 = \dots$$

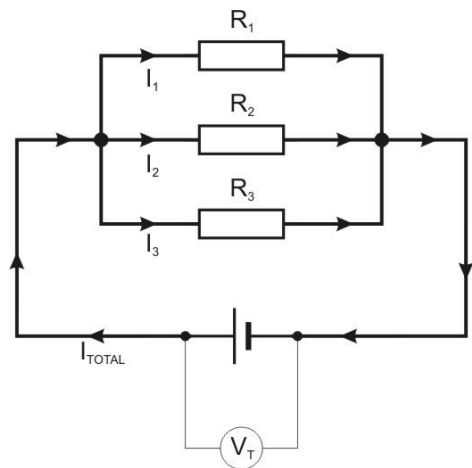
- La I se reparte entre los elementos en proporción inversa a la magnitud de las resistencias. Es decir, a mayor resistencia, menor intensidad.

$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

- El efecto es disminuir la resistencia del circuito.

$$\frac{1}{R_{TOTAL}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

De hecho, la resistencia total es siempre menor que la menor de las resistencias del montaje.

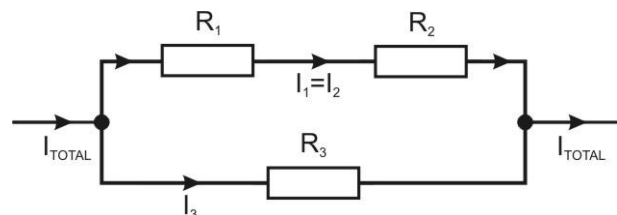
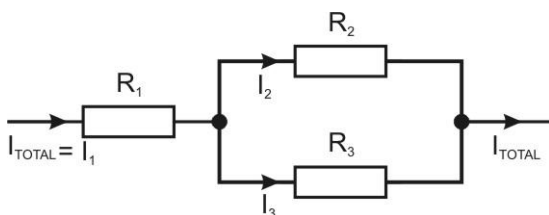


4.2.2 Generadores en paralelo

Solo se pueden montar en paralelo generadores iguales. La tensión que suministra el montaje no es mayor que la que suministra cada uno de ellos, pero la intensidad que pasa por cada uno es menor.

4.3 MONTAJE MIXTO

Circuitos con montaje(s) en serie en una(s) parte(s) y en paralelo en otra(s).



4.4 TABLA RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS MONTAJES EN SERIE Y EN PARALELO

	SERIE	PARALELO
TENSIÓN en cada elemento	Se reparte de manera directamente proporcional a la magnitud de las resistencias	La misma para todos los elementos
INTENSIDAD en cada elemento	La misma para todos los elementos	Se reparte de manera inversamente proporcional a la magnitud de las resistencias
RESISTENCIA total del circuito	Aumenta	Disminuye

4.5 CÁLCULO DE MAGNITUDES EN CIRCUITOS

Para calcular las magnitudes (V , I y R) en cada elemento de un circuito eléctrico se sigue por lo general un procedimiento por pasos.

Se parte del circuito problema en el que los datos que se dan suelen ser:

- La tensión de alimentación (V_{TOTAL} , V_T), que suministra un generador.
- Las magnitudes de las resistencias de los elementos que forman el circuito.

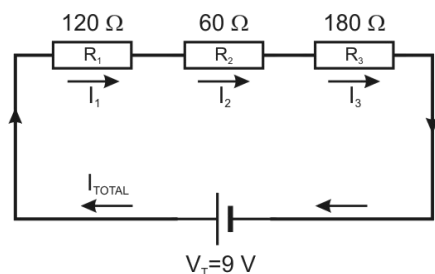
Es muy útil, aunque no necesario:

- Dibujar el esquema de las simplificaciones que se hagan en el circuito.
- En una tabla ir rellenando las celdas con los datos de partida y los resultados de los cálculos que se vayan haciendo.

Dependiendo del tipo de montaje (serie, paralelo o mixto) se procede de una manera u otra, tal y como se explica en los ejemplos que se incluyen a continuación.

4.5.1 Cálculos en un circuito en serie

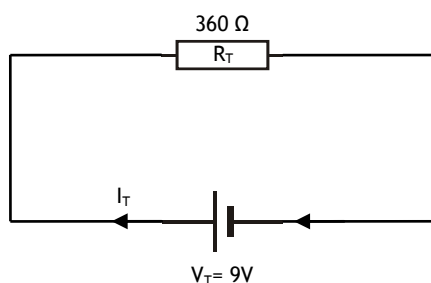
DATOS DE PARTIDA



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120		
R ₂	60		
R ₃	180		
R _T		9	

CÁLCULOS

Circuito equivalente



1. Cálculo de la resistencia total (o equivalente) del circuito:

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 120 + 60 + 180 = 360 \, \Omega$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120		
R ₂	60		
R ₃	180		
R _T	360	9	

Primera alternativa: aplicando la ley de Ohm

2. Cálculo de la I total (ley de Ohm):

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{9}{360} = 0,025 \, \text{A}$$

Como el circuito está en serie

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = 0,025 \, \text{A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120		0,025
R ₂	60		0,025
R ₃	180		0,025
R _T	360	9	0,025

3. Cálculo de las V en cada resistencia (ley de Ohm)

$$\begin{aligned} V_1 &= I_1 \cdot R_1 = 0,025 \cdot 120 = 3 \, \text{V} \\ V_2 &= I_2 \cdot R_2 = 0,025 \cdot 60 = 1,5 \, \text{V} \\ V_3 &= I_3 \cdot R_3 = 0,025 \cdot 180 = 4,5 \, \text{V} \end{aligned}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120	3	0,025
R ₂	60	1,5	0,025
R ₃	180	4,5	0,025
R _T	360	9	0,025

Segunda alternativa: aplicando las propiedades de los circuitos en serie

2. Cálculo de las V en cada resistencia aplicando las propiedades de los circuitos en serie: la V se reparte entre los elementos de manera directamente proporcional a la magnitud de sus resistencias.

$$V_1 = V_T \cdot \frac{R_1}{R_T} = 9 \text{ V} \cdot \frac{120 \Omega}{360 \Omega} = 3 \text{ V}$$

$$V_2 = V_T \cdot \frac{R_2}{R_T} = 9 \text{ V} \cdot \frac{60 \Omega}{360 \Omega} = 1,5 \text{ V}$$

$$V_3 = V_T \cdot \frac{R_3}{R_T} = 9 \text{ V} \cdot \frac{180 \Omega}{360 \Omega} = 4,5 \text{ V}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120	3	
R ₂	60	1,5	
R ₃	180	4,5	
R _T	360	9	

3. Cálculo de las I: como el circuito está en serie

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

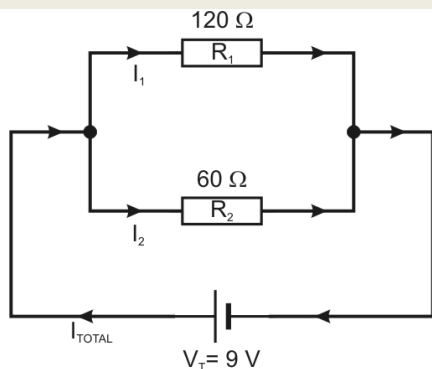
Se calcula con la ley de Ohm solo una de las I, que es igual para todas las resistencias. Por ejemplo:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{9 \text{ V}}{360 \Omega} = 0,025 \text{ A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120	3	0,025
R ₂	60	1,5	0,025
R ₃	180	4,5	0,025
R _T	360	9	0,025

4.5.2 Cálculos en un circuito en paralelo

DATOS DE PARTIDA



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	120		
R_2	60		
R_T		9	

CÁLCULOS

1. Cálculo de las tensiones en cada resistencia

Como las resistencias están en paralelo, la tensión que cae en cada una de ellas es la misma, e igual a la que suministra la pila:

$$V_T = V_1 = V_2 = 9\text{ V}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	120	9	
R_2	60	9	
R_T		9	

Primera alternativa: aplicando la ley de Ohm

2. Cálculo de la I en cada resistencia (ley de Ohm):

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{9}{120} = 0,075\text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{9}{60} = 0,150\text{ A}$$

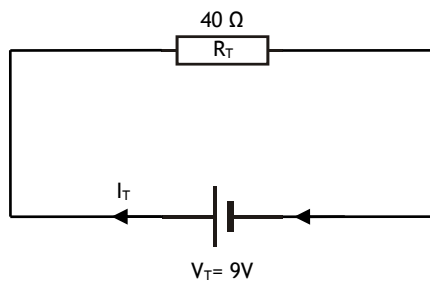
	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	120	9	0,075
R_2	60	9	0,150
R_T	---	9	0,225

3. Cálculo de la I total. Como el circuito está en paralelo:

$$I_{TOTAL} = I_1 + I_2 = 0,075 + 0,125 = 0,225\text{ A}$$

Segunda alternativa: aplicando las propiedades de los circuitos en paralelo

Circuito equivalente



2. Cálculo de la resistencia total (o equivalente) del circuito:

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{120} + \frac{1}{60} = \frac{1}{120} + \frac{2}{120} = \frac{3}{120} = \frac{1}{40}$$

Por tanto:

$$R_T = 40\ \Omega$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120	9	
R ₂	60	9	
R _T	40	9	

3. Cálculo de las I

Puede hacerse como en la primera alternativa (aplicando la ley de Ohm) o mediante las propiedades de los montajes en paralelo, como se muestra a continuación:

Primero se calcula la I total:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{9\text{ V}}{40\ \Omega} = 0,225\text{ A}$$

Después se reparte la I total entre las resistencias, en proporción inversa a su magnitud:

$$I_1 = I_T \cdot \frac{R_T}{R_1} = 0,225 \cdot \frac{40}{120} = 0,075\text{ A}$$

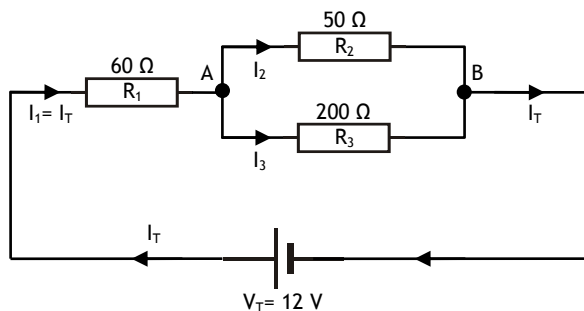
$$I_2 = I_T \cdot \frac{R_T}{R_2} = 0,225 \cdot \frac{40}{60} = 0,150\text{ A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	120	9	0,075
R ₂	60	9	0,150
R _T	40	9	0,225

4.5.3 Cálculos en circuitos con montaje mixto

PRIMER EJEMPLO: MONTAJE EN PARALELO DENTRO DE UNO EN SERIE

DATOS DE PARTIDA



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	60		
R ₂	50		
R ₃	200		
R ₂₋₃			
R _T		12	

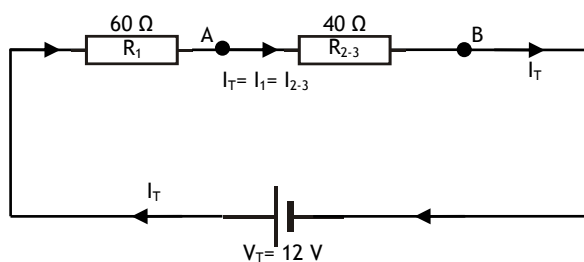
CÁLCULOS

1. Cálculo de la resistencia equivalente a R₂ Y R₃

$$\frac{1}{R_{2-3}} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{50} + \frac{1}{200} = \frac{4}{200} + \frac{1}{200} = \frac{5}{200} = \frac{1}{40}$$

Por tanto:

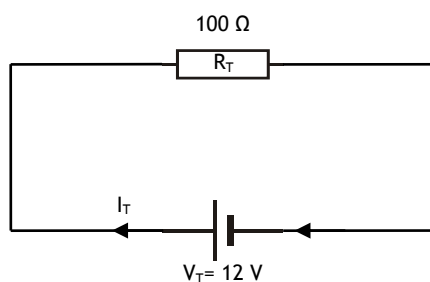
$$R_{2-3} = 40 \Omega$$



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	60		
R ₂	50		
R ₃	200		
R ₂₋₃	40		
R _T		12	

2. Cálculo de la resistencia total:

$$R_T = R_1 + R_{2-3} = 60 + 40 = 100 \Omega$$



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	60		
R ₂	50		
R ₃	200		
R ₂₋₃	40		
R _T	100	12	

3. Cálculo de la I total:

$$I_T = \frac{V_T}{R_T} = \frac{12 \text{ V}}{100 \Omega} = 0,12 \text{ A}$$

Como R_1 y R_{2-3} están en serie

$$I_T = I_1 = I_{2-3} = 0,12 \text{ A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	60		0,12
R_2	50		
R_3	200		
R_{2-3}	40		0,12
R_T	100	12	0,12

4. Cálculo de V en R_{2-3} y R_1

Aplicando la ley de Ohm

$$V_1 = I_1 \cdot R_1 = 0,12 \cdot 60 = 7,2 \text{ V}$$

$$V_{2-3} = I_{2-3} \cdot R_{2-3} = 0,12 \cdot 40 = 4,8 \text{ V}$$

Como R_2 y R_3 están en paralelo

$$V_{2-3} = V_2 = V_3 = 4,8 \text{ V}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	60	7,2	0,12
R_2	50	4,8	
R_3	200	4,8	
R_{2-3}	40	4,8	0,12
R_T	100	12	0,12

5. Cálculo de I en R_2 y R_3

Aplicando la ley de Ohm

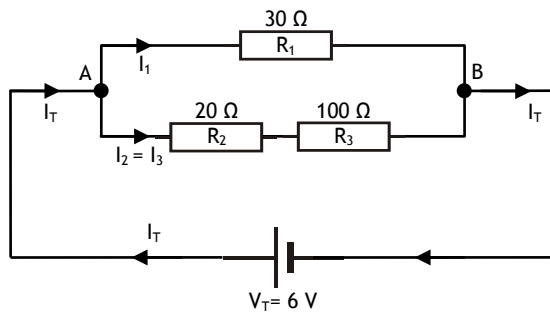
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{4,8 \text{ V}}{50 \Omega} = 0,096 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{V_3}{R_3} = \frac{4,8 \text{ V}}{200 \Omega} = 0,024 \text{ A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	60	7,2	0,12
R_2	50	4,8	0,096
R_3	200	4,8	0,024
R_{2-3}	40	4,8	0,12
R_T	100	12	0,12

SEGUNDO EJEMPLO: MONTAJE EN SERIE DENTRO DE UNO EN PARALELO

DATOS DE PARTIDA

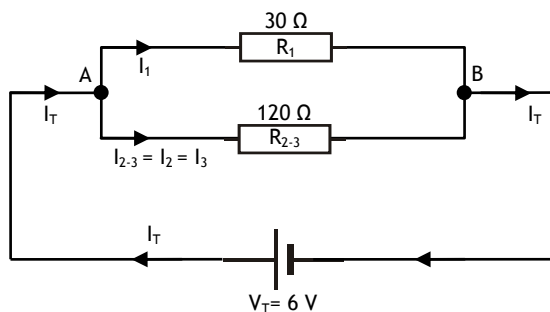


	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	30		
R ₂	20		
R ₃	100		
R ₂₋₃			
R _T		6	

CÁLCULOS

1. Cálculo de la resistencia equivalente a R₂ Y R₃

$$R_{2-3} = R_2 + R_3 = 100 + 20 = 120 \Omega$$



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	30		
R ₂	20		
R ₃	100		
R ₂₋₃	120		
R _T		6	

2. Cálculo de las V en las resistencias

Como R₁ y R₂ + R₃ están en paralelo:

$$V_T = V_1 = V_{2-3} = 6 \text{ V}$$

Para calcular las V que caen en R₂ y R₃ se aplican las propiedades de los montajes en serie:

$$V_2 = V_T \cdot \frac{R_2}{R_{2-3}} = 6 \text{ V} \cdot \frac{20 \Omega}{120 \Omega} = 1 \text{ V}$$

$$V_3 = V_T \cdot \frac{R_3}{R_{2-3}} = 6 \text{ V} \cdot \frac{100 \Omega}{120 \Omega} = 5 \text{ V}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R ₁	30	6	
R ₂	20	1	
R ₃	100	5	
R ₂₋₃	120	6	
R _T		6	

3. Cálculo de las intensidades:

Aplicando la ley de Ohm

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6 \text{ V}}{30 \Omega} = 0,2 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{1 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,05 \text{ A}$$

Como R_2 y R_3 están en serie

$$I_2 = I_3 = 0,05 \text{ A}$$

Cálculo de la I total

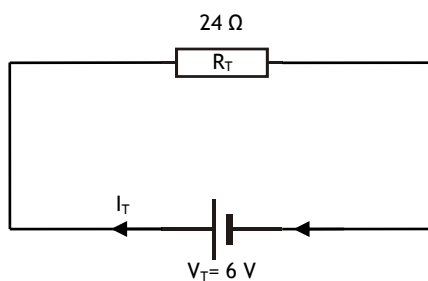
$$I_T = I_1 + I_{2-3} = 0,20 + 0,05 = 0,25 \text{ A}$$

	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	30	6	0,20
R_2	20	1	0,05
R_3	100	5	0,05
R_{2-3}	120	6	0,05
R_T		6	0,25

4. Cálculo de la resistencia total:

Aplicando la ley de Ohm

$$R_T = \frac{V_T}{I_T} = \frac{6 \text{ V}}{0,25 \text{ A}} = 24 \Omega$$



	R (Ω)	V (V)	I (A)
R_1	30	6	0,20
R_2	20	1	0,05
R_3	100	5	0,05
R_{2-3}	120	6	0,05
R_T	24	6	0,25

5 EFECTOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

La energía eléctrica se transforma en los receptores en otros tipos de energía que tienen aplicaciones directas: calor, magnetismo, luz y movimiento.

5.1 CALOR

Se conoce como **efecto Joule** al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo.

La cantidad de energía que se transforma en calor viene dada por la fórmula:

$$E = I^2 \cdot R \cdot t$$

E: Energía (Julios, J)
I: Intensidad (Amperios, A)
R: Resistencia (Ohmios, Ω)
T: Tiempo (segundos, s)



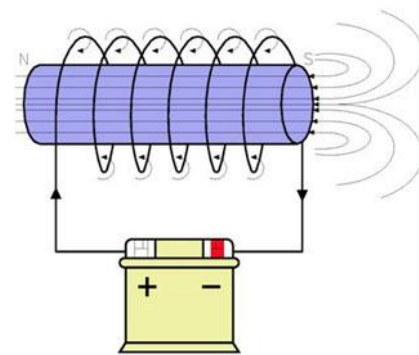
Fig.6: Aparatos que utilizan el efecto Joule

Este efecto se aprovecha en hornos eléctricos, placas vitrocerámicas, estufas, secadores de pelo, soldadores, lavavajillas, lavadoras y en muchos otros aparatos.

5.2 MAGNETISMO

En 1819, el físico danés Hans Christian Ørsted descubrió que una corriente eléctrica que circula por un conductor produce un campo magnético a su alrededor.

Gracias a este efecto se construyen **electroimanes**. El tipo más simple de electroimán es un trozo de alambre enrollado en forma helicoidal. Pueden producirse campos magnéticos mucho más fuertes si se sitúa un «núcleo» de material paramagnético o ferromagnético (normalmente hierro dulce o ferrita) dentro de la bobina. El núcleo concentra el campo magnético, que puede entonces ser mucho más fuerte que el de la propia bobina.



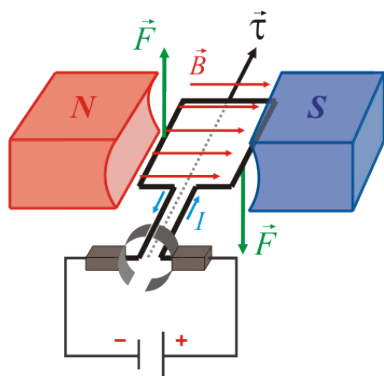
<http://www.autotecnic2000.com>

Fig. 7: Esquema de un electroimán

La ventaja de los electroimanes respecto a los imanes permanentes es que solamente aparece el campo magnético cuando se hace pasar corriente eléctrica por el conductor, por lo que el campo magnético es controlable.

Los electroimanes tienen aplicación en timbres, en grúas potentes para levantar bloques de chatarra, en cerraduras eléctricas ("telefonillos"), en relés, en motores eléctricos, en generadores eléctricos, entre otros aparatos.

5.3 MOVIMIENTO



<http://acer.forestaes.upm.es>

Fig. 8: Esquema de un motor eléctrico de corriente continua

La energía eléctrica se transforma en movimiento (energía mecánica) en los motores eléctricos.

El funcionamiento de un motor eléctrico se basa en la repulsión magnética entre el rotor (la parte móvil del motor) y el estator (la parte fija del motor).

Hay motores eléctricos de muy diferentes tamaños: desde los pequeños motores que mueven los discos en un reproductor de CD hasta los grandes motores instalados en las locomotoras de los trenes. Se usan en innumerables dispositivos y aparatos debido a su buen rendimiento y facilidad de uso.

5.4 LUZ

Existen tres formas de producir luz a partir de la corriente eléctrica: por calentamiento de un hilo conductor, por fluorescencia y con diodos emisores de luz (LED).

BOMBILLAS DE INCANDESCENCIA

Son dispositivos que producen luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en la actualidad wolframio, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se consideran poco eficientes ya que el 90% de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 10% restante en luz.



TUBOS FLUORESCENTES Y BOMBILLAS DE BAJO CONSUMO

Están formados por un tubo de vidrio revestido interiormente con diversas sustancias químicas llamadas fósforos. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón. El mercurio, al recibir una corriente eléctrica, emite radiación ultravioleta que incide sobre los fósforos. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir la radiación ultravioleta.



El rendimiento de estos tipos de lámparas es aproximadamente 5 veces mayor que el de las lámparas incandescentes y además tienen una mayor vida útil.

BOMBILLAS DE LED

Los LED son diodos emisores de luz. Las bombillas de LED presentan muchas ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, principalmente con un consumo de energía mucho menor, mayor tiempo de vida, tamaño más pequeño, gran duración, resistencia a las vibraciones, no son frágiles, reducen considerablemente la emisión de calor y no contienen mercurio (el cual al exponerse en el medio ambiente es altamente venenoso) en comparación con la tecnología fluorescente.



6 TIPOS DE CORRIENTE

6.1 CORRIENTE CONTINUA

Sus principales características son:

- La corriente circula siempre en el mismo sentido.
- La tensión es constante.
- La intensidad es constante.

Es suministrada por pilas, baterías, generadores de corriente continua (dinamos) y células fotovoltaicas.

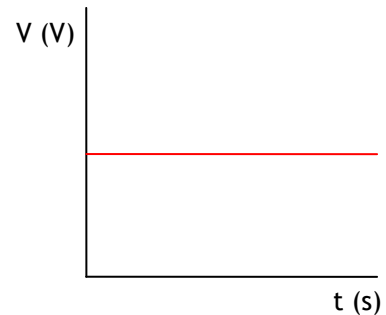


Fig. 9: Gráfica de una señal de corriente continua

6.2 CORRIENTE ALTERNA

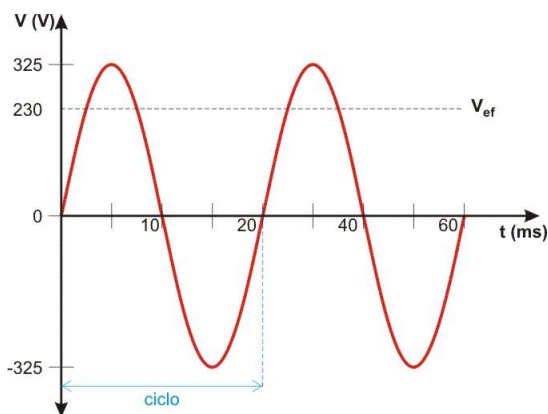


Fig. 10: Gráfica de una señal senoidal de corriente alterna

Sus principales características son:

- La corriente cambia de sentido cíclicamente.
- La tensión y la intensidad también varían sus magnitudes de manera cíclica.
- En Europa la corriente alterna tiene una frecuencia de 50 Hz, es decir, se producen 50 ciclos por segundo.

El efecto que se consigue es como si la polaridad del generador se invirtiera alternativamente.

La corriente alterna se produce en generadores de corriente alterna (alternadores) instalados en las centrales eléctricas. Esta corriente es la que llega a los enchufes de nuestras casas y la que proporciona la energía a la mayoría de las industrias.

6.2.1 VALOR EFICAZ DE LA CORRIENTE ALTERNA

Se denomina valor eficaz de una señal eléctrica alterna al valor que debería tener una señal continua para que ambas produjeran el mismo efecto energético. Si la corriente alterna es senoidal el valor eficaz de su tensión es:

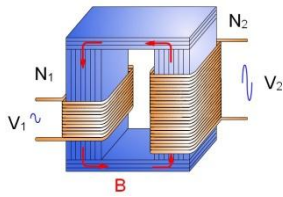
$$V_{ef} = \frac{V_{m\acute{a}x}}{\sqrt{2}} \quad \text{Es decir:} \quad V_{ef} \approx \frac{V_{m\acute{a}x}}{1,41}$$

En el caso de una corriente alterna senoidal con $V_{m\acute{a}x} = 325 \text{ V}$ (ver fig. 10):

$$V_{ef} \approx \frac{325}{1,41} \approx 230 \text{ V}$$

6.2.2 TRANSFORMACIÓN DE LA CORRIENTE ALTERNA

Una de las ventajas que tiene la corriente alterna respecto a la corriente continua es que el valor de su voltaje se puede aumentar o reducir, sin que por ello se pierda potencia. El proceso de variación del voltaje de la corriente alterna se llama transformación y se lleva a cabo en unos aparatos llamados **transformadores**.



Esquema de un transformador



Transformador de 125 o 220 V a 18 V



Transformador industrial de 36 kV a 420 V

Fig. 11: Transformadores

Los transformadores sencillos constan de una armadura hecha de chapas de acero alrededor de la cual se enrollan dos devanados de hilo de cobre. Cada devanado tiene un número diferente de vueltas alrededor de la armadura. Si se aplica una tensión alterna en un devanado, en el otro se induce una tensión diferente. La relación entre las dos tensiones es la siguiente (ver fig. 11):

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

La mayoría de los aparatos electrónicos posee un transformador puesto que, aunque se conectan a la red de 230 V, funcionan a tensiones mucho mas bajas. También se usan los transformadores en el proceso de producción, transporte y distribución de la energía eléctrica.

6.3 CONVERSIÓN ENTRE TIPOS DE CORRIENTE

La corriente continua puede ser transformada en alterna y viceversa con la ayuda de determinados dispositivos.

RECTIFICADORES: Convierten corriente alterna en continua.

Se usan en la mayoría de los aparatos electrónicos (ordenadores, televisiones, cadenas de música, etc.) que se conectan a corriente alterna pero su circuitería funciona con corriente continua.

INVERSORES: Convierten corriente continua en alterna.

Ejemplos de aplicación de inversores son:

- Pequeñas fuentes de alimentación para computadoras.
- Para convertir la corriente continua generada por los paneles solares fotovoltaicos, acumuladores o baterías, etc, en corriente alterna y de esta manera poder ser inyectados en la red eléctrica o usados en instalaciones eléctricas aisladas.