

Tema 3. Circuitos eléctricos



Víctor M. Acosta Guerrero
José Antonio Zambrano García
Departamento de Tecnología
I.E.S. Maestro Juan Calero

Tema 2. Circuitos eléctricos.

1. INTRODUCCIÓN.

A lo largo del presente tema vamos a estudiar los circuitos eléctricos, para lo cual es necesario recordar una serie de conceptos previos tales como la estructura atómica, la carga eléctrica, y las magnitudes eléctricas básicas.

Una vez repasados estos conceptos básicos, estudiaremos los circuitos eléctricos, la Ley de Ohm y el Efecto Joule, tras lo que podremos hacer problemas de resolución de circuitos.

Puedes recurrir al siguiente enlace para ampliar tu conocimiento sobre los circuitos eléctricos:

http://www.linalquibla.com/TecnoWeb/electricidad/electro_index.htm

2. ESTRUCTURA ATÓMICA.

El átomo es una agrupación más o menos compleja de partículas elementales llamadas partículas subatómicas, entre las que destacan los protones (carga positiva), los neutrones (sin carga) y los electrones (carga negativa). Estos últimos orbitan alrededor del núcleo.

En estado de reposo, cada átomo posee el mismo número de protones que de electrones. Como la carga de estas partículas es de igual valor pero de signo contrario, la materia resulta eléctricamente neutra.

Si por algún procedimiento logramos extraer o añadir un electrón a la estructura de un átomo, habremos modificado el equilibrio de cargas, por lo que la materia quedará cargada positiva o negativamente. Se llama *carga eléctrica* de un cuerpo al exceso o defecto de electrones que posee.

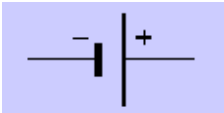



3. EL CIRCUITO ELÉCTRICO.


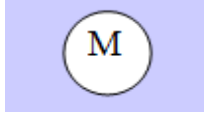
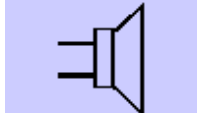
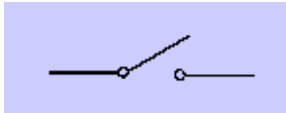
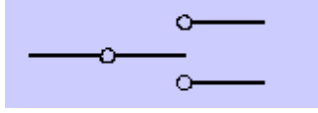
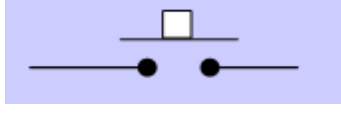
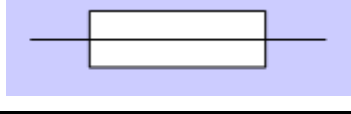
Definimos la corriente eléctrica como un desplazamiento de electrones a través de un medio conductor. Para que pueda establecerse es necesario disponer de un circuito

eléctrico. Un circuito eléctrico es por tanto un conjunto de elementos conectados entre sí de manera que permiten la circulación de la corriente eléctrica. Los componentes fundamentales de un circuito eléctrico son:

- **Generador.** Es el encargado de transformar cualquier forma de energía en energía eléctrica. Son ejemplos habituales las pilas, baterías, dinamos, etc...
- **Receptores.** Son los encargados de transformar la energía eléctrica en otra forma de energía más útil, como mecánica, luminosa o térmica. Estos elementos son los motores, las lámparas y las resistencias respectivamente.
- **Conductores.** Son los cables que unen los elementos del circuito y permiten la circulación de la corriente, y suelen ser de cobre o aluminio. En la mayoría de los casos se encuentran aislados por medio de un material plástico.
- **Elementos de maniobra o de control.** Permiten controlar el paso de corriente por el circuito o por los receptores. Destacan los interruptores, los conmutadores y los pulsadores.
- **Elementos de protección.** Protegen de sobrecargas a los elementos del circuito y a los usuarios. El más sencillo es el fusible, aunque en circuitos más complejos se utilizan interruptores magnetotérmicos y diferenciales.

Para representar circuitos eléctricos se emplea una simbología normalizada, que es muy extensa. Los principales símbolos que emplearemos serán los siguientes:

Componente	Símbolo
Pila	
Batería	
Conductor	
Lámpara	

Resistencia	
Motor	
Altavoz	
Interruptor	
Conmutador	
Pulsador	
Fusible	

4. MAGNITUDES ELÉCTRICAS BÁSICAS.

Las tres magnitudes fundamentales son la intensidad, la diferencia de potencial (también llamada tensión o voltaje) y la resistencia.

4.1. Intensidad de corriente.

Es la cantidad de carga eléctrica (electrones), que atraviesa una sección de conductor por unidad de tiempo.

Su unidad de medida es el Amperio (A). Un Amperio es la intensidad de corriente que circula por un conductor cuando por éste circula una carga de un Culombio cada segundo.

$$I = \frac{Q}{t}$$

, donde:

- I = Intensidad de corriente (A).
- Q = Carga eléctrica (C).
- t = Tiempo (s).

El aparato encargado de medir la corriente eléctrica es el amperímetro, que se conecta en serie con los demás elementos del circuito.

Es importante recordar que el sentido real de la circulación de electrones es desde el polo negativo del generador (donde existe un exceso de electrones), hasta el polo positivo (donde existe un defecto de estos). Sin embargo, en el sentido convencional, que es el que se suele utilizar, los electrones circulan desde el polo positivo al negativo.

Ejemplo. Calcula la intensidad de corriente que circula por un conductor sabiendo que se ha desplazado una carga de $4 \cdot 10^{-4}$ C durante 20 s. Sol. 20 mA.

4.2. Diferencia de potencial.

Cuando dos cuerpos cargados eléctricamente se unen mediante un conductor, se produce un flujo de electrones desde el que tiene mayor carga negativa, hasta el que la tiene menor. Este flujo de electrones se mantiene hasta que el nivel de carga eléctrica de ambos cuerpos se equilibra.

Esta diferencia de nivel de carga se llama *diferencia de potencial, voltaje o tensión eléctrica*. Para que el flujo de electrones se mantenga de forma continuada, es necesario mantener constante esta diferencia de potencial. El elemento encargado de esta misión es el generador.

Para mantener la diferencia de potencial, el generador consume una determinada cantidad de energía, a la que llamamos *fuerza electromotriz*. Tanto la fuerza electromotriz, como la tensión eléctrica se miden en Voltios (V).

El aparato encargado de medir la tensión eléctrica es el voltímetro, que se conecta en paralelo con los elementos del circuito.

4.3. Resistencia eléctrica.

La mayor o menor facilidad de circulación de los electrones a través de un determinado material dependerá de la estructura atómica de éste. A esto es a lo que se le denomina resistencia eléctrica.

La *resistencia eléctrica* de un material es por tanto la magnitud que indica la mayor o menor dificultad que ofrece éste para permitir el paso de la corriente eléctrica. Se representa por medio de la letra R, y se mide en Ohmios (Ω).

La resistencia depende de la longitud del conductor, de su sección y de la naturaleza del material. A mayor longitud, mayor resistencia. A mayor sección, menor resistencia.

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}$$

, donde:

- R = Resistencia (Ω).
- ρ = Resistividad ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$). $\rho_{\text{cobre}} = 0,017 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$. $\rho_{\text{aluminio}} = 0,028 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- l = Longitud (m).
- S = Sección (mm^2).

Es conveniente recordar que para determinar la sección de un conductor a partir de su diámetro o su radio, podemos emplear las siguientes expresiones:

$$S = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot \frac{D^2}{4}$$

Ejemplo. Calcula la resistencia de un conductor de cobre cuyo diámetro de 1,4 mm se ha medido con un calibre, sabiendo que la longitud total del mismo es de 100 m. Sol. 1,13 Ω .

Ejemplo. Determina la resistencia de un cable de aluminio, con las mismas características del anterior. Sol. 1,86 Ω .

5. LEY DE OHM.

La Ley de Ohm es la relación matemática existente entre las magnitudes eléctricas fundamentales. Se puede comprobar que si establecemos una diferencia de potencial entre los extremos de un conductor, se producirá inmediatamente una corriente eléctrica a través de él, cuyo valor dependerá de la resistencia que ofrezca el conductor.

La intensidad de corriente que circula por un conductor en un circuito cerrado es directamente proporcional a la tensión aplicada, e inversamente proporcional a la resistencia del conductor.

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

, donde:

- R = Resistencia (Ω).
- I = Intensidad (A).
- U = Tensión (V).

Empleando la Ley de Ohm es fácil calcular cualquier magnitud eléctrica fundamental, conociendo las otras dos.

Ejemplo. Calcula la resistencia de un conductor por el que circulan 0,36 A bajo una tensión de 18 V. Sol. 50 Ω .

Ejemplo. Por un conductor de 200 Ω de resistencia circula una corriente de 0,1 A. Calcula la tensión entre sus extremos. Sol. 20 V.

Ejemplo. Calcula la intensidad de corriente que circulará por un conductor de 100 Ω de resistencia sobre el que se aplica una tensión de 12 V. Sol. 0,12 A.

6. ENERGÍA ELÉCTRICA. EFECTO JOULE.

La energía suministrada por un generador provoca la diferencia de potencial entre sus bornes. Como consecuencia se produce un desplazamiento de cargas eléctricas a través del circuito.

A esta forma de energía se le denomina energía eléctrica. Para determinarla basta con multiplicar la carga eléctrica que se desplaza por la diferencia de potencial que se genera:

$$E = Q \cdot U$$

, donde:

- E = Energía suministrada (J).
- Q = Carga eléctrica (C).
- U = Diferencia de potencial (V).

Si tenemos en cuenta que $I = Q / t$, implica que $Q = I \cdot t$. Sustituyendo en la fórmula anterior, determinamos la energía consumida por un receptor en un tiempo determinado, de la siguiente forma:

$$E = U \cdot I \cdot t$$

, donde:

- E = Energía suministrada (J).
- I = Intensidad (A).
- U = Diferencia de potencial (V).
- t = Tiempo (s).

Según el tipo de receptor, la energía eléctrica se transforma en un tipo de energía o en otra: mecánica, luminosa, química, etc... En el caso de las resistencias, la energía eléctrica se disipa en forma de calor (esto en realidad ocurre en todos los elementos por donde circula corriente eléctrica, por el hecho de poseer cierta resistencia). A este fenómeno se le conoce con el nombre de Efecto Joule.

Para calcular la energía que se transforma en calor, de la Ley de Ohm podemos deducir que $U = I \cdot R$. Sustituyendo en la expresión anterior, tenemos:

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

, donde:

- E = Energía suministrada (J).
- I = Intensidad (A).
- R = Resistencia (Ω).
- t = Tiempo (s).

Ejemplo. Calcula la energía necesaria para trasladar una carga de $10^4 \mu\text{C}$ entre dos puntos cuya diferencia de potencial es de 125 V. Sol. 1,25 J.

Ejemplo. Calcula la energía disipada por un calentador eléctrico conectado a una tensión de 230 V por el que circula una corriente de 4 A durante 4 horas. Sol. 13.248 kJ.

7. POTENCIA ELÉCTRICA.

Si queremos comparar la capacidad de consumo de dos receptores diferentes, sin tener en cuenta el tiempo de funcionamiento, tenemos que tener en cuenta la potencia eléctrica. Se llama potencia eléctrica a la energía consumida por un receptor por unidad de tiempo.

$$P = \frac{E}{t}$$

, donde:

- P = Potencia eléctrica (W).
- E = Energía consumida (J).
- t = Tiempo (seg).

Teniendo en cuenta las fórmulas anteriormente expuestas:

$$P = E/t \rightarrow P = (Q \cdot U) / t \rightarrow P = (U \cdot I \cdot t) / t, \text{ de lo que se deduce:}$$

$$P = U \cdot I$$

, donde:

- P = Potencia eléctrica (W).
- U = Tensión eléctrica (V).
- I = Intensidad (A).

Otras posibles fórmulas para la potencia eléctrica se obtienen sustituyendo los valores de U y de I por dichos valores despejados de la Ley de Ohm:

$$P = \frac{U^2}{R}$$

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

Ejemplo. Calcula la potencia de una lámpara conectada a la red de 230 V por la que circula una corriente de 0,5 A. Sol. 115 W.

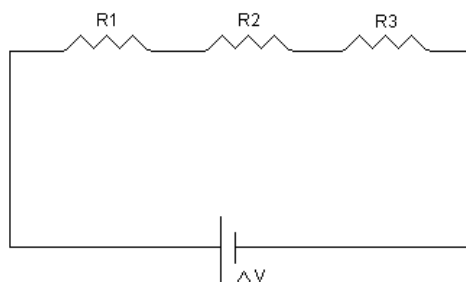
Ejemplo. En la placa de características de una estufa eléctrica se indica: U = 230 V y P = 2.300 W. Calcula la intensidad de corriente que circula por ella, el valor de la resistencia, y el coste de la energía consumida durante tres horas si el kWh cuesta 0,11 €. Sol. 10 A. 23 Ω. 1,012 €.

8. CÁLCULO DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS.

La mayor parte de los circuitos no contiene un único receptor. En el caso de que existan varios receptores, existen tres formas fundamentales para conectarlos: en serie, en paralelo, o en montaje mixto.

8.1. Conexión en serie.

Dos o más elementos están conectados en serie cuando el final de cada uno de ellos está unido con el principio del siguiente:



Los circuitos serie se caracterizan por lo siguiente:

- Todos los elementos conectados en serie están atravesados por la misma corriente eléctrica.

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3$$

- La tensión eléctrica entre los extremos de la asociación, es igual a la suma de las caídas de tensión en cada uno de los elementos.

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3$$

- La resistencia equivalente de un grupo de resistencias en serie es igual a la suma de las resistencias conectadas. Esto se desprende de la aplicación directa de la Ley de Ohm:

$$U_T = U_1 + U_2 + U_3 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3 \rightarrow (\text{Como } I_T = I_1 = I_2 = I_3) \rightarrow$$

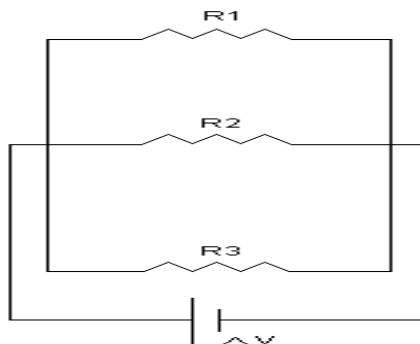
$$I_T \cdot R_T = I_T \cdot (R_1 + R_2 + R_3) \rightarrow U_T = I_T \cdot R_T, \text{ por tanto:}$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

Ejemplo. En un circuito se conectan en serie tres resistencias de 18Ω , 9Ω y 6Ω . La tensión aplicada a la totalidad del circuito es de 66 V . Dibuja el circuito y calcula la resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la caída de tensión en cada resistencia. Sol. $R_T = 33 \Omega$, $I_T = 2 \text{ A}$, $U_1 = 36 \text{ V}$, $U_2 = 18 \text{ V}$, $U_3 = 12 \text{ V}$.

8.2. Conexión en paralelo.

Dos o más elementos de un circuito están conectados en paralelo cuando todos sus orígenes se conectan a un mismo punto, y todos sus finales a otro.



Los circuitos en paralelo se caracterizan por lo siguiente:

- La intensidad de corriente que recorre el circuito es igual a la suma de las intensidades que atraviesan cada uno de los componentes.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

- La diferencia de potencial es la misma entre los extremos de cada componente.

$$U_T = U_1 = U_2 = U_3$$

- Si aplicamos la Ley de Ohm, determinaremos cuál es la resistencia equivalente en una conexión en paralelo.

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = U_1 / R_1 + U_2 / R_2 + U_3 / R_3 \rightarrow (\text{Como } U_T = U_1 = U_2 = U_3) \rightarrow$$

$$U_T / R_T = U_T \cdot (1 / R_1 + 1 / R_2 + 1 / R_3), \text{ por tanto:}$$

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

Ejemplo. En un circuito se conectan en paralelo tres resistencias de 40 Ω , 60 Ω y 120 Ω . La tensión aplicada a la totalidad del circuito es de 120 V. Dibuja el circuito y calcula la resistencia equivalente, la intensidad de corriente y la tensión en cada resistencia. Sol. $R_T = 20 \Omega$, $I_T = 6 \text{ A}$, $I_1 = 3 \text{ A}$, $I_2 = 2 \text{ A}$, $I_3 = 1 \text{ A}$.

8.3. Circuitos mixtos.

Es un circuito en el que algunos elementos están conectados en serie, y otros en paralelo. La estrategia para determinar la resistencia equivalente en este tipo de circuitos, es deshacer primero las asociaciones en paralelo, para finalmente resolver las asociaciones de elementos en serie.

Ejemplo. En un circuito se conecta una resistencia $R_1 = 3 \Omega$ en serie con dos resistencias $R_2 = 6 \Omega$ y $R_3 = 4 \Omega$. El conjunto del circuito está sometido a una tensión de 27 V. Dibuja el circuito y calcula la resistencia equivalente del circuito, y las intensidades y caídas de tensión en cada resistencia. Sol. $R_{EQ} = 5,4 \Omega$, $I_1 = 5 \text{ A}$, $V_1 = 15 \text{ V}$, $V_2 = V_3 = 12 \text{ V}$, $I_2 = 2 \text{ A}$, $I_3 = 3 \text{ A}$.

Ejemplo. Se conectan en serie tres resistencias de 8Ω , 10Ω y 12Ω a una tensión total de 60 V . Dibuja el esquema del circuito y calcula la resistencia equivalente, la intensidad de corriente, y las caídas de tensión en cada resistencia. Sol. 30Ω , 2 A , 16 V , 20 V y 24 V .

Ejemplo. Se conectan en paralelo dos resistencias de 6Ω y 3Ω a una tensión total de 12 V . Dibuja el esquema del circuito y calcula la resistencia equivalente y la intensidad de corriente que circula por cada resistencia. Sol. 2Ω , 2 A y 4 A .

Ejemplo. Dos resistencias de 60Ω y 40Ω se conectan entre sí en paralelo. El conjunto se conecta en serie con otra resistencia de 26Ω . Calcula la resistencia equivalente y las intensidades y tensiones parciales sobre cada una de las resistencias cuando el conjunto se conecta a una tensión de 50 V . Sol. 50Ω , $0,4 \text{ A}$, 24 V , $0,6 \text{ A}$, 24 V , 1 A , 26 V .