

## Tema 6. CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA (RESUMEN)

- **Generadores**

Para mantener los portadores de carga circulando en un circuito hace falta un dispositivo, **generador**, que suministre energía. Los generadores transforman energía química (batería), energía mecánica (dinamo), energía luminosa (célula fotovoltaica), etc. en energía eléctrica.

Un generador realiza trabajo sobre la carga que pasa a través de él, elevando su energía potencial eléctrica. La **f.e.m.** (fuerza electromotriz)  $\varepsilon$  de un generador no es en realidad ninguna fuerza sino la energía suministrada por el generador para mover una unidad de carga alrededor del circuito. Por tanto, tiene dimensiones de potencial (Voltios). Se define como el incremento de energía potencial eléctrica por unidad de carga:

$$\varepsilon = \frac{\Delta U}{\Delta Q}$$

En un generador el borne que está a mayor potencial  $V_+$  es el ánodo o polo positivo y el que está a menor potencial  $V_-$  es el cátodo o polo negativo. La diferencia de potencial entre los bornes del generador se corresponde con su fuerza electromotriz cuando no circula corriente a través del mismo. Si el generador está suministrando corriente a un circuito debe tenerse en cuenta la resistencia interna del generador  $r$ . Debido a esta resistencia interna el generador disipa energía por efecto Joule.

Para un generador lineal la diferencia de potencial entre sus bornes es:

$$V_+ - V_- = \varepsilon - I \cdot r$$

Un **receptor** eléctrico es un dispositivo que transforma energía eléctrica en otro tipo de energía.

La energía consumida por unidad de carga que atraviesa un receptor se denomina fuerza contraelectromotriz **f.c.e.m.**  $\varepsilon'$ . Un receptor real disipa además energía por efecto Joule debido a su resistencia interna  $r'$ . La diferencia de potencial que debe establecerse entre los bornes de un receptor lineal con **f.c.e.m.**  $\varepsilon'$  y resistencia interna  $r'$ , es:

$$V_+ - V_- = \varepsilon' + I \cdot r'$$

- **Circuitos de corriente continua**

Conceptos de nudo, rama y malla:

- **nudo:** punto de un circuito donde se unen más de dos conductores.
- **rama:** tramo de conductor entre dos nudos, por el que circula la misma intensidad.
- **malla:** camino cerrado por conductores.

Un circuito de corriente continua es aquel en el que las diferentes corrientes que pueden circular por sus ramas son estacionarias (mantienen el mismo valor y sentido en el tiempo,  $I_i = \text{ctes}$ ).

Matemáticamente los receptores intercalados en un circuito pueden tratarse como generadores con los polos cambiados. Así, la corriente en un circuito cerrado constituido por una única malla es:

$$I = \frac{\sum_i \varepsilon_i}{R_T}$$

de forma que el signo de la **fem** de los elementos que aportan corriente al circuito es positivo y el signo de la **fem** de los elementos que consumen corriente es negativo.  $R_T$  es la resistencia total del circuito considerado.



Asociación de resistencias:

Resistencias en **serie**:  $R_e = \sum_i R_i$

Resistencias en **paralelo**:  $\frac{1}{R_e} = \sum_i \frac{1}{R_i}$

- **Leyes de Kirchhoff:**

1. **Ley de los nudos.** La suma de las intensidades de las corrientes que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades de las corrientes que salen (ley de la conservación de la carga).

$$\sum_i I_i = 0; \text{ (en cada nudo)}$$

**2. Ley de las mallas.** La suma de las diferencias de potencial a lo largo de una malla es igual a cero (ley de conservación de la energía).

$$\sum_i V_i = 0 \rightarrow \sum_i I_i \cdot R_i = \sum_j \mathcal{E}_j ; \text{ (en cada malla)}$$

#### Diferencia de potencial entre dos puntos de un circuito:

La diferencia de potencial entre dos puntos cualesquiera de un circuito A y B, viene dada por:

$$V_A - V_B = \sum_i I_i \cdot R_i - \sum_j \mathcal{E}_j$$

Los caminos para ir desde el punto A al B en el circuito considerado pueden ser varios, como mínimo dos si sólo existe una malla.

Para aplicar adecuadamente la expresión anterior debe elegirse un camino para ir desde A hasta B. Una vez elegido, éste estará constituido por  $i$  ramas distintas, siendo  $I_i$  la corriente de la rama  $i$  y  $R_i$  la resistencia de dicha rama. En la rama  $i$ ,  $I_i > 0$  si el sentido de la corriente es el mismo que el sentido elegido para ir desde A hasta B. Si el sentido de la corriente de rama es contrario al sentido del camino entonces  $I_i < 0$ .

En el camino de A hasta B encontraremos  $j$  **fem**. Independientemente del sentido de la corriente que atraviesa cada **fem**, para desarrollar la expresión anterior,  $\mathcal{E}_j > 0$  si en el camino de A hasta B encontramos primero el polo negativo del generador, y  $\mathcal{E}_j < 0$  si encontramos primero el polo positivo.

#### • Resolución de circuitos

Para analizar un circuito en régimen estacionario vamos a utilizar:

#### A) Método de las corrientes cíclicas de Maxwell

También conocido como método de las corrientes de mallas.

En este procedimiento se buscan mallas independientes y se asigna para cada una de ellas una intensidad de malla ficticia (el mismo sentido para todas las mallas).

Las corrientes  $I_i$  de las  $n$  mallas independientes pueden obtenerse a partir de la expresión:

$$\begin{pmatrix} +R_{11} & -R_{12} & -R_{13} & \dots & -R_{1n} \\ -R_{21} & +R_{22} & -R_{23} & \dots & -R_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ -R_{n1} & -R_{n2} & -R_{n3} & \dots & +R_{nn} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \dots \\ I_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \mathcal{E}_1 \\ \mathcal{E}_2 \\ \dots \\ \mathcal{E}_n \end{pmatrix}$$

Donde:

$R_{ii}$  es la resistencia total de la malla  $i$ .

$R_{ij}$  es la resistencia total de la rama  $ij$ , siendo  $i \neq j$ .

$R_{ij} = 0$  si las mallas  $i$  y  $j$  no tienen una rama común.

$\mathcal{E}_i$  es la suma total de **fem** presentes en la malla  $i$ , considerando su signo.

Una vez conocidas las intensidades de malla, la intensidad de la rama  $ij$  puede determinarse a partir de la expresión:

$$i_{ij} = I_i - I_j$$

Si  $i_{ij} > 0$  la corriente de rama tiene el mismo sentido que la corriente de malla  $i$ .

Si  $i_{ij} < 0$  la corriente de rama tiene el mismo sentido que la corriente de malla  $j$ .

#### B) Aplicación del Teorema de Thévenin.

El teorema de Thévenin establece que cualquier porción de circuito entre dos puntos es equivalente a una fuente de tensión en serie con una resistencia (circuito equivalente de Thévenin).

El valor de la fuente de tensión (potencial de Thévenin,  $V_{Th}$ ) se corresponde con la diferencia de potencial entre los dos puntos del circuito (considerando únicamente la porción de circuito que se desea sustituir).

La resistencia en serie (resistencia de Thévenin  $R_{Th}$ ) es la resistencia equivalente entre los dos puntos del circuito (eliminando los generadores y considerando nuevamente sólo la porción de circuito que se desea sustituir).