

Teoría de Circuitos Eléctricos

Topología de Circuitos: Conceptos fundamentales

Método de las Corrientes de Malla

Divisores de Tensión y de Corriente

Fuentes de Voltaje y de Corriente

Método de los Nodos

Principio de Superposición

Teorema de Thèvenin

Teorema de Norton

Teorema de Máxima Transferencia de Potencia

Teorema de Millman

BIBLIOGRAFÍA

- Edminister. "Circuitos eléctricos". Cap. 8, 9 y 30. McGraw-Hill
- Fraile Mora. "Electromagnetismo y circuitos eléctricos". E.T.S.I.T. Madrid.
- Hayt, Kemmerly. "Análisis de circuitos en ingeniería". Cap. 2 y 3.
- Malvino. "Principios de electrónica". Cap.1. McGraw-Hill.
- O'Malley. "Análisis de circuitos básicos". McGraw-Hill.
- Roller; Blum. "Física". Cap. 32. Reverté.
- Sánchez, Martínez, Miralles. "Problemas de Física". Cap. 10 y 11. Chefer.

Topología de Circuitos

Conceptos Fundamentales

- 1) **Nodo:** Es un punto de unión entre tres o más elementos del circuito.
- 2) **Rama:** Es un elemento o grupo de elementos conectados entre dos nodos.
- 3) **Circuito Plano:** Es un circuito que puede dibujarse sobre una superficie plana sin que se cruce ninguna rama
- 4) **Lazo:** Es un conjunto de ramas que forman una línea cerrada, de forma que si se elimina cualquier rama del lazo, el camino queda abierto.
- 5) **Malla:** Este concepto se aplica normalmente a circuitos planos y es un lazo que no contiene ningún otro en su interior. En un circuito plano, existen obviamente tantas mallas como “ventanas” tiene el circuito (o la red).

Método de las Corrientes de Malla

➤ Consiste en asignar arbitrariamente un sentido a la intensidad de corriente en cada malla del circuito problema, aplicando la RKV y teniendo en cuenta aquellas corrientes de mallas vecinas que circulan por resistencias pertenecientes a la malla en consideración, con el fin de conseguir el planteamiento de un sistema de n ecuaciones con n incógnitas (una ecuación por malla y una intensidad desconocida por malla)

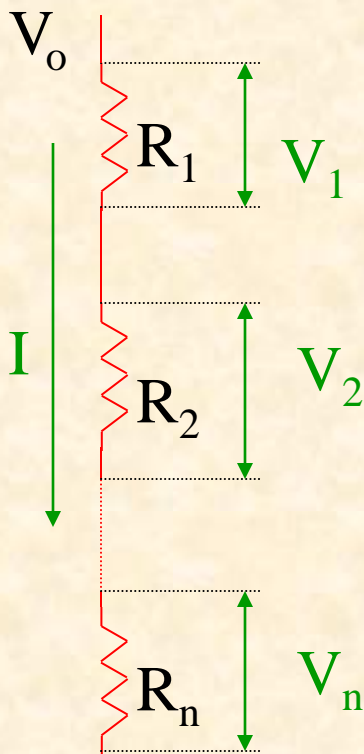
$$\begin{pmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & \dots & R_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & \dots & R_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ \dots \\ \dots \\ I_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \dots \\ \dots \\ V_n \end{pmatrix}$$

Pasos que se deben seguir:

- 1.- Encontrar el máximo número de mallas linealmente independientes
- 2.- Construcción del **vector intensidades**: En cada malla situar una corriente ficticia, que recorra todas sus ramas *en el sentido de las agujas del reloj*.
- 3.- Construcción del **vector de fuerzas electromotrices**: se debe obtener ε_i para cada malla, sumando el valor de todas las fem que son atravesadas por su intensidad correspondiente, *anteponiendo a cada generador el signo del polo por donde sale dicha corriente*.
- 4.- Construcción de la **matriz de resistencias**: R_{ii} es la suma de todas las resistencias de la malla i ; R_{ij} es la suma de resistencias comunes a las mallas i y j , *con signo menos*

Divisores de Tensión y de Corriente

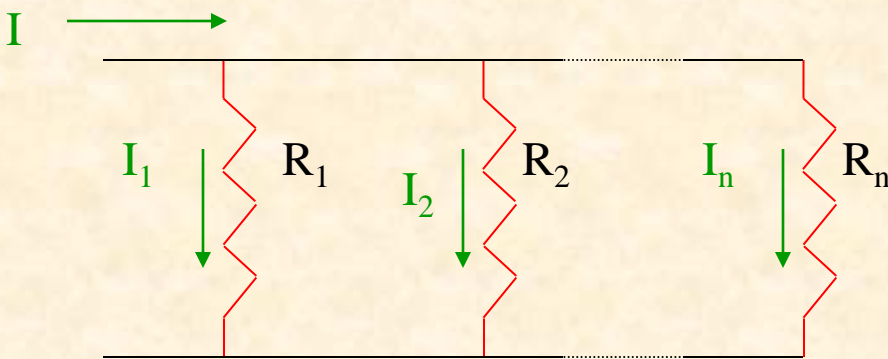
Divisor de Tensión: Es un conjunto de dos o mas resistencias en serie, de modo que entre los elementos de cada resistencia la diferencia de potencial existente es una fracción del voltaje aplicado al conjunto.



$$V_o = I \Sigma R \Rightarrow I = \frac{V_o}{\Sigma R}$$

$$V_i = IR_i = V_o \frac{R_i}{\Sigma R}$$

Divisor de Corriente: Es un conjunto de dos o mas resistencias en paralelo de modo que la corriente que circula por cada resistencia es una fracción de la intensidad de corriente total.



$$I = \sum I_i \text{ siendo } I_i = \frac{V_o}{R_i}$$

$$I = V_o \sum \frac{1}{R_i}$$

$$I_i = \frac{R_{paralelo}}{R_i} I$$

Para un divisor de dos resistencias

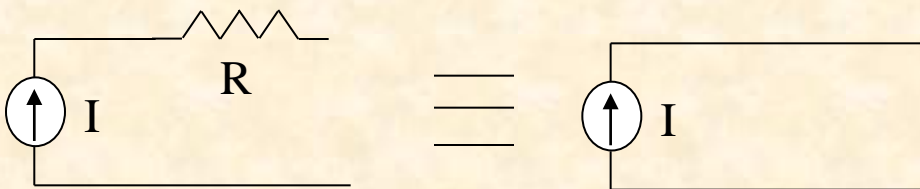
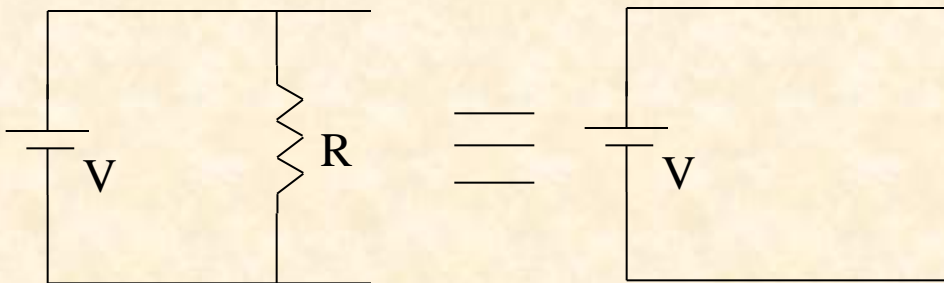
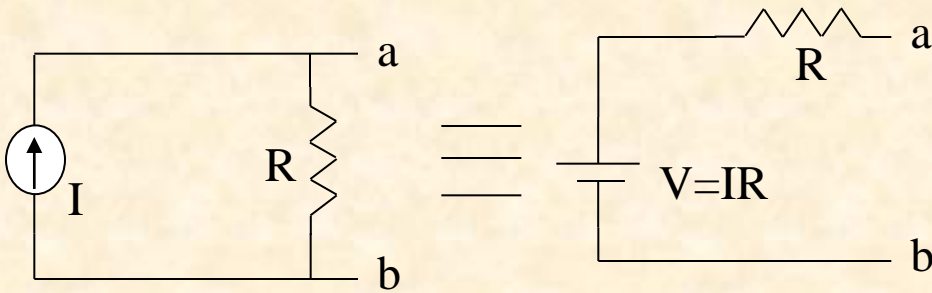
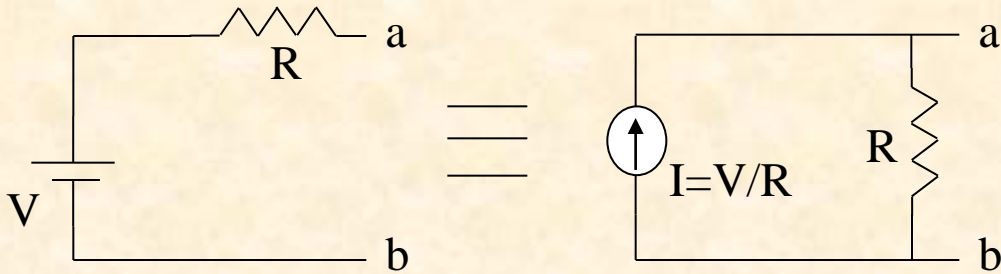
$$\left\{ \begin{aligned} I_1 &= \frac{1}{R_1} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I \\ I_2 &= \frac{1}{R_2} \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} I = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I \end{aligned} \right.$$

Fuentes de Voltaje y de Corriente

➤ **Fuente de tensión:** se caracteriza por tener una tensión entre terminales que es completamente independiente de la corriente que pasa por él. Con excepción del circuito abierto, toda fuente de voltaje tiene una pérdida de voltaje a través de su resistencia interna.

➤ **Fuente de corriente:** es un elemento que suministra una corriente constante independientemente de la tensión existente. Con excepción del cortocircuito, toda fuente de corriente tiene una pérdida de corriente a través de su resistencia interna.

Transformaciones entre Fuentes



Método de los nodos

Pasos que se deben seguir:

- 1.- Encontrar el número de nodos que posee la red
- 2.- Seleccionar uno de estos nodos como tierra
- 3.- Aplicar para cada uno de los nodos restantes el siguiente proceso con el fin de obtener la ecuación correspondiente a cada nodo:
 - a) Elegido un nodo, “pintar” que de él salen todas las intensidades, por cada una de sus ramas.
 - b) Aplicar la RKC
 - c) Obtener la intensidad que circula por cada rama aplicando la siguiente regla:

$$I = \frac{V_{nudo\ salida} - V_{nudo\ llegada} + V_{gen\ atrav}}{R_{atravesada}}$$

A la tensión de cada generador atravesado se le debe anteponer el signo del polo por donde sale la corriente de él.

- 4.- De esta forma obtenemos un sistema de n ecuaciones con n incógnitas para una red de $n+1$ nodos

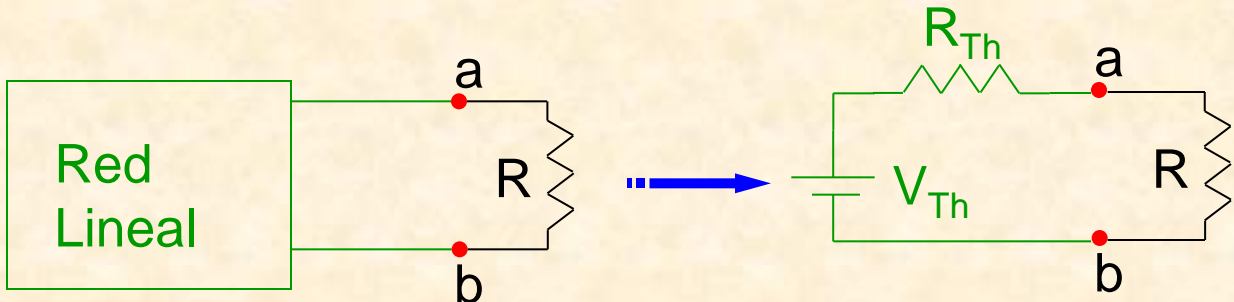
Principio de Superposición

La respuesta de un circuito lineal que contenga varias fuentes independientes puede hallarse considerando por separado cada generador y sumando luego las respuestas individuales.

Debe hacerse notar que para que deje de actuar un generador de tensión debe anularse su tensión ($V=0$), es decir, se ha de *cortocircuitar* en serie con su resistencia interna; mientras que para anular un generador de corriente ($I=0$), se debe sustituir por un *circuito abierto* en paralelo con su resistencia interna.

Teorema de Thèvenin

Cualquier red lineal puede sustituirse, respecto a un par de terminales, por un generador de tensión V_{Th} (igual a la tensión en circuito abierto) en serie con la resistencia R_{Th} vista desde esos terminales.

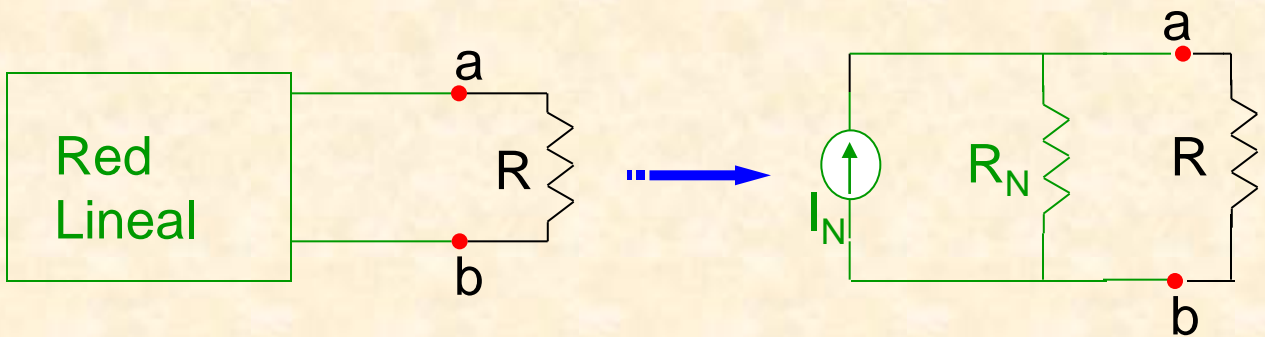


Reglas de aplicación:

- 1.- Para determinar R_{Th} deben cortocircuitarse todas las fuentes de tensión y sustituir por circuitos abiertos las fuentes de corriente.
- 2.- La tensión V_{Th} se determina calculando la ddp entre los terminales a y b cuando se aísla la red lineal del resto del circuito (ddp entre a y b en circuito abierto)

Teorema de Norton

Cualquier red lineal puede sustituirse, respecto a un par de terminales, por un generador de corriente, I_N (igual a la corriente de cortocircuito) en paralelo con la resistencia R_N vista desde esos terminales.



Reglas de aplicación:

1.- Para determinar R_N se procede exactamente igual que para calcular R_{Th} . De hecho, $R_{Th} = R_N$

2.- Para determinar I_N se establece un cortocircuito entre los terminales a y b y se calcula la corriente de cortocircuito I_{cc} resolviendo el sistema correspondiente.

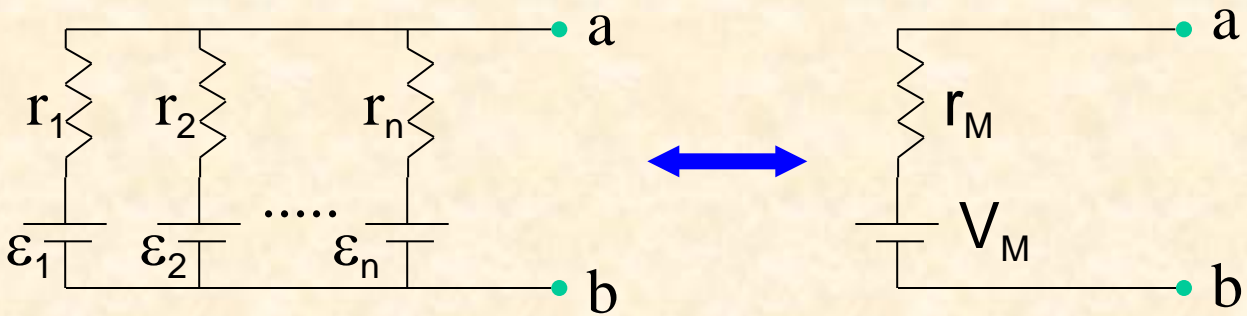
Entonces $I_N = I_{cc}$

Teorema de Máxima Transferencia de Potencia (Energía)

Una carga resistiva recibe la máxima Potencia (Energía) de un circuito de corriente continua lineal si la carga resistiva es igual a la resistencia de Thèvenin de dicho circuito.

Teorema de Millman

Permite reducir una asociación de fuentes de tensión reales en paralelo a una sola fuente, es decir:



$$V_m = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i / r_i}{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i}$$

$$\frac{1}{r_M} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{r_i}$$