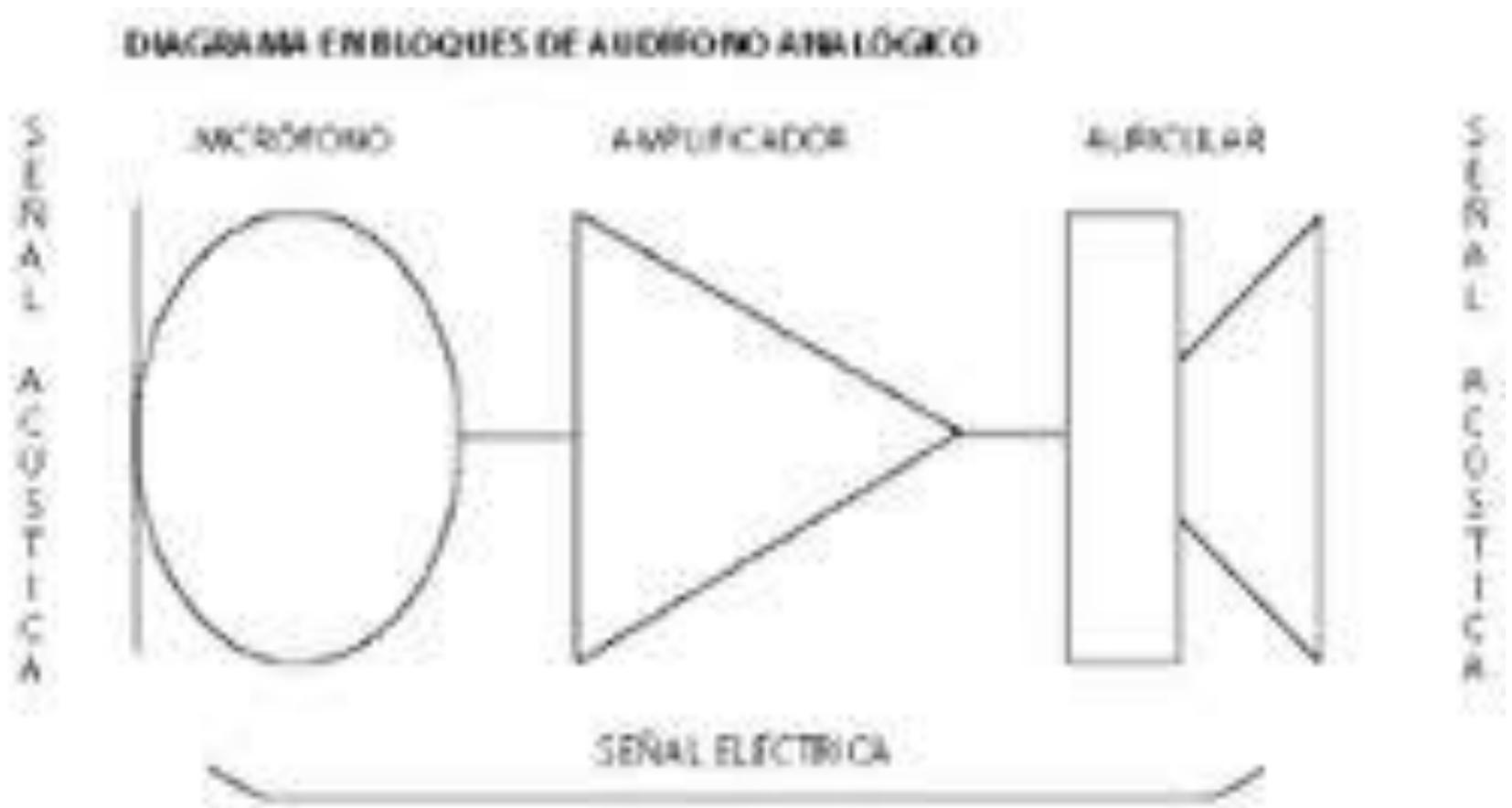


INGENIERIA INDUSTRIAL

Señal Eléctrica: Variación eléctrica que lleva información.

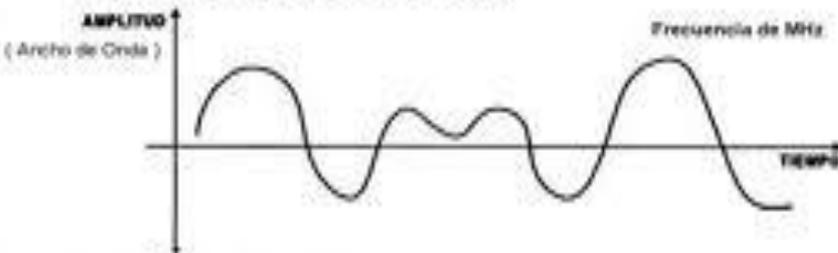
Origen en información de naturaleza no eléctrica



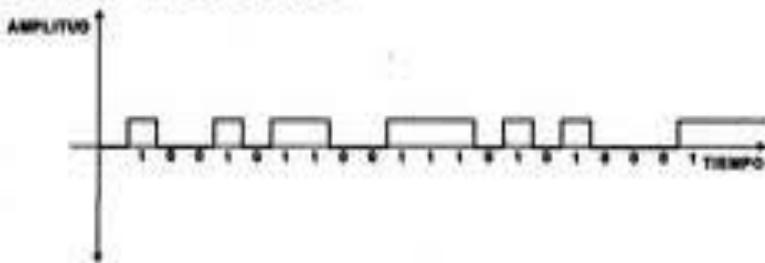
Señales analógicas. Es una señal producida por un fenómeno electromagnético. Se representa por una función matemática continua; donde varía y la amplitud en función del tiempo

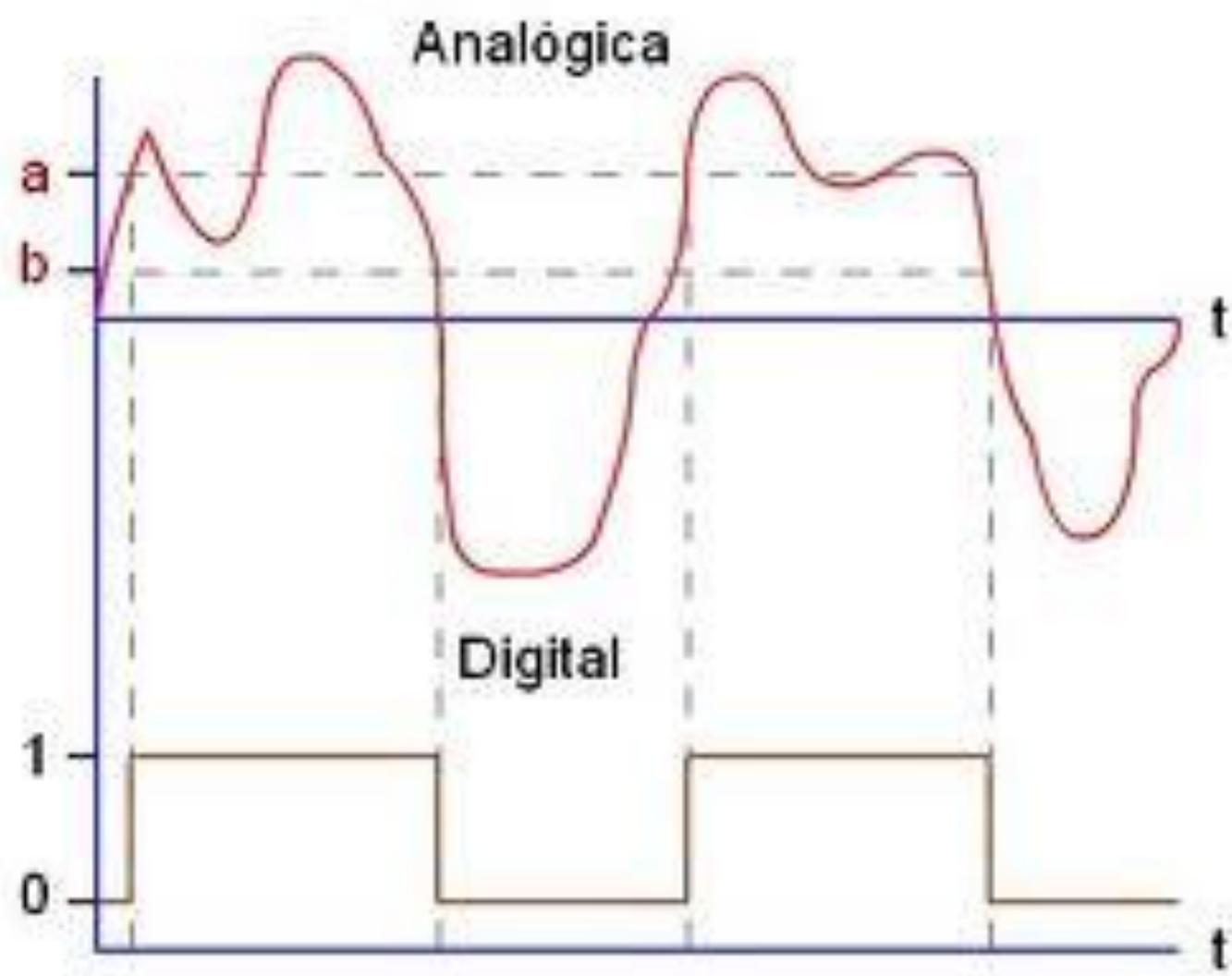
Una señal digital transmitida a través de una línea de comunicación, como puede ser un cable, es simplemente una sucesión de impulsos eléctricos, que pueden interpretarse únicamente como valores altos (1) o valores bajos (0).

SEÑAL ANALOGICA

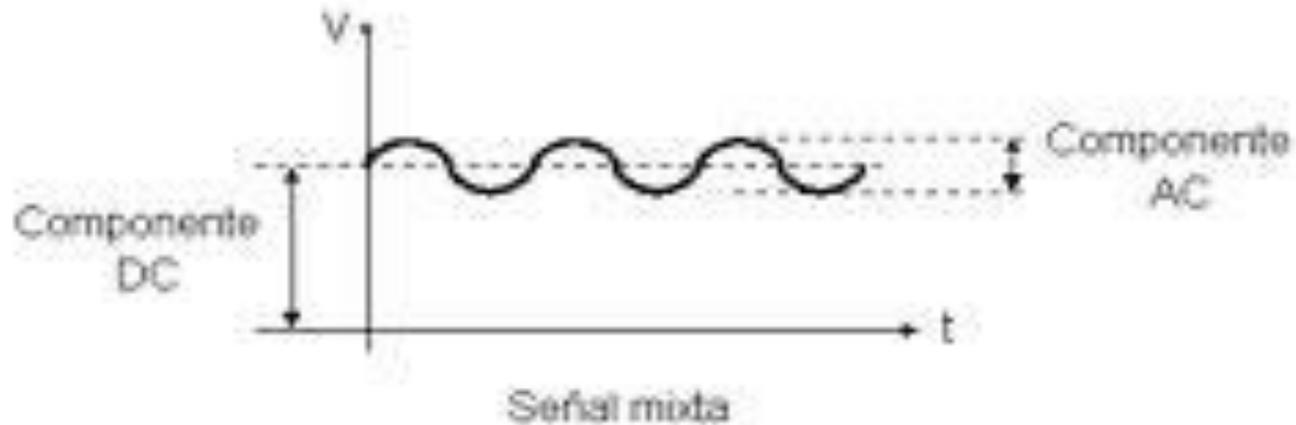
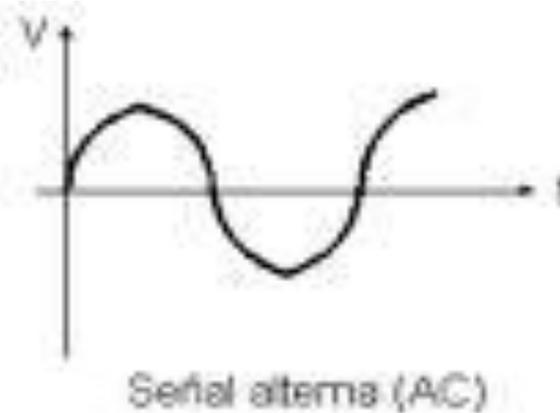


SEÑAL DIGITAL



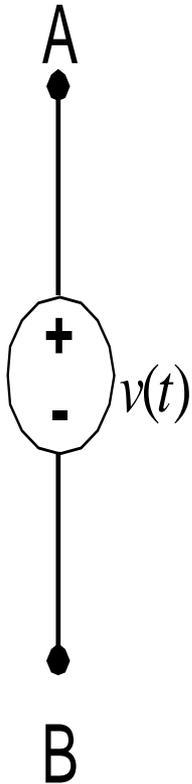


Señales eléctricas

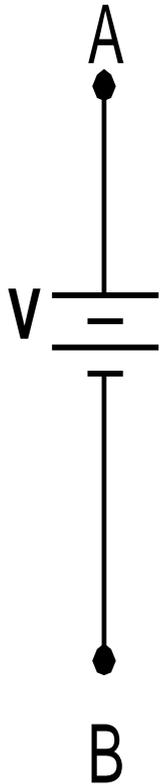


- **CIRCUITO ELECTRICO.**
- **Conjunto de elementos pasivos, activos o ambos, unidos entre si, a través de los cuales circula una corriente cuando existe una Excitación en el circuito.**

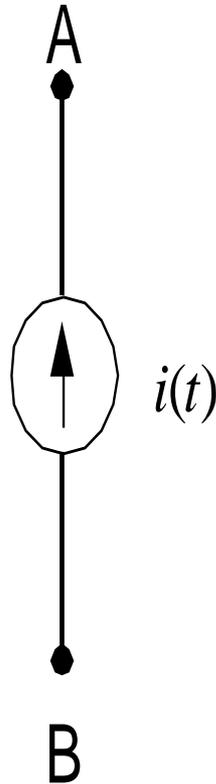
□ FUENTES INDEPENDIENTES.



a



b



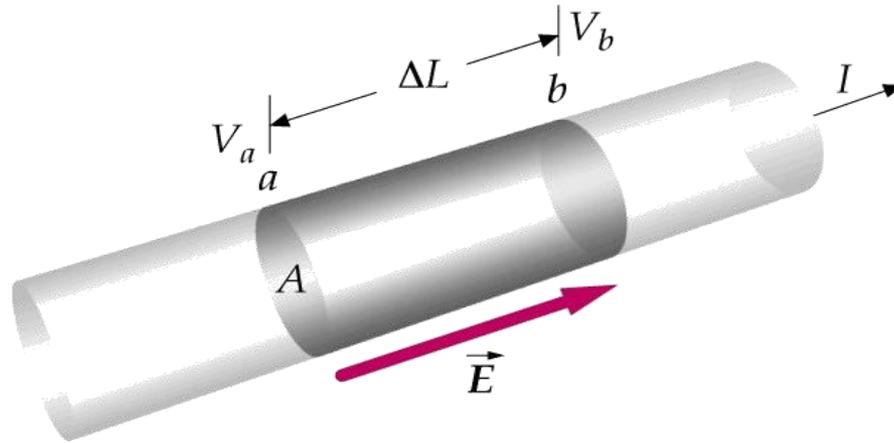
c

- a) fuente independiente de tensión.
- b) Fuente de tensión constante.
- c) Fuente de corriente independiente.

Fuentes de tensión 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.

RESISTENCIA Y LEY DE OHM



El campo eléctrico está dirigido de las regiones de mayor potencial a las de menor potencial.

$$V = V_a - V_b = E \Delta L$$

Resistencia eléctrica: Es una medida de la oposición que ejerce un material al flujo de carga a través de él.



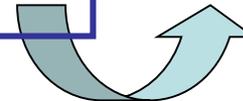
$$R = \frac{V}{I}$$

Unidad: Ohmio

$$1\Omega = 1V/A$$

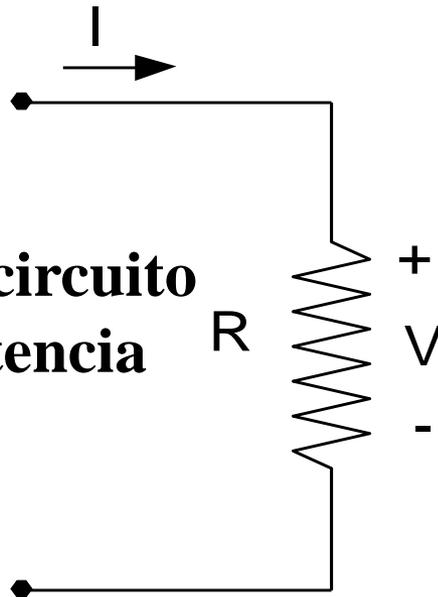
$$V = IR$$

Ley de Ohm



• La ley de Ohm

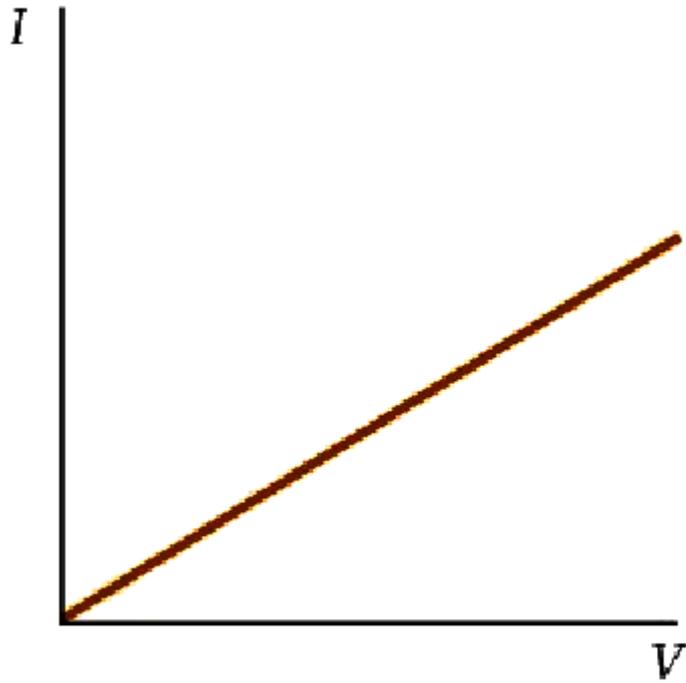
Símbolo del circuito
para la resistencia



$$V = R * I$$

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

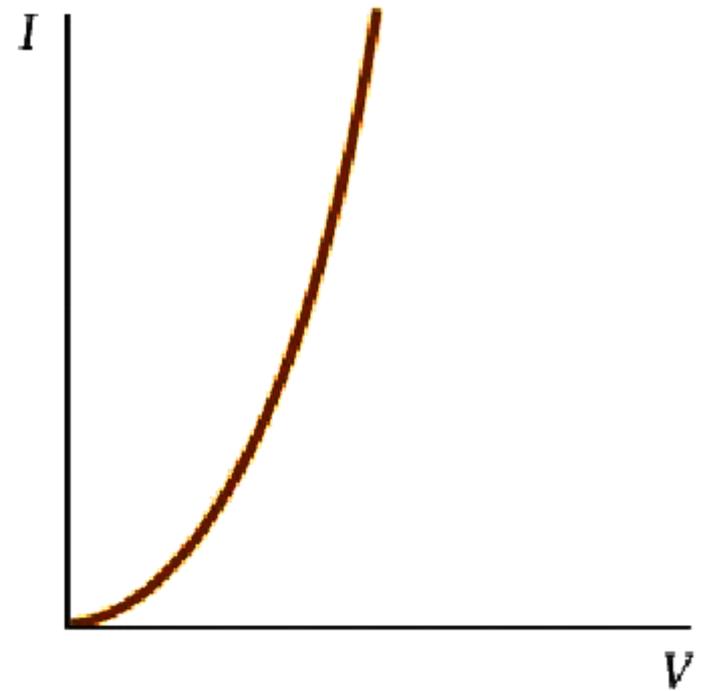
$$I = \frac{V}{R}$$



Materiales óhmicos



La resistencia no depende de la caída de potencial ni de la intensidad.

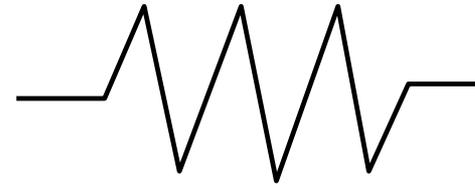


Materiales no óhmicos



La resistencia depende de la corriente, siendo proporcional a I .

❑ RESISTENCIA

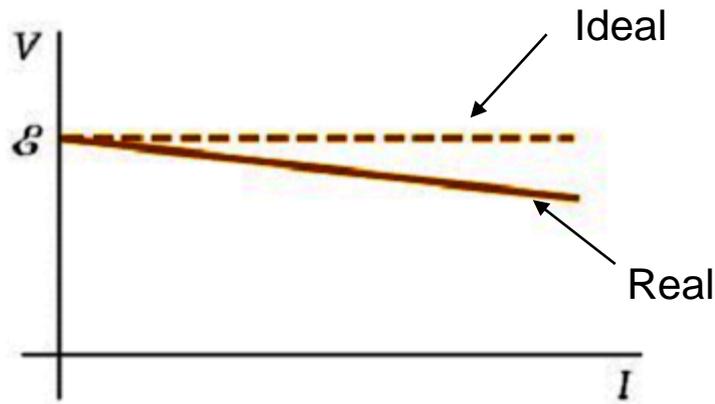


Símbolo(R)

Código de colores para identificar su valor

Fuente de fem ideal: Mantiene constante la diferencia de potencial entre sus bornes e igual a ε .

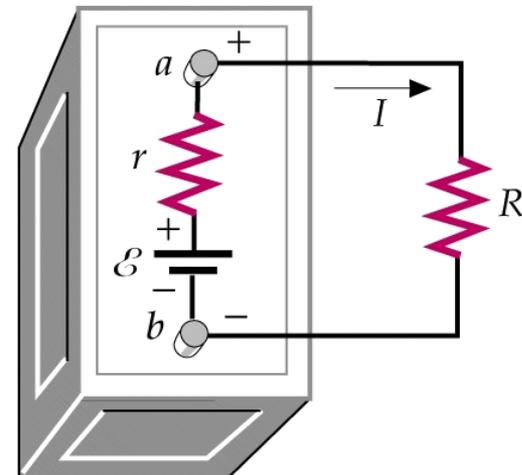
Fuente de fem real: La diferencia de potencial entre sus bornes disminuye con el aumento de la corriente.



$$V = \varepsilon - I r$$

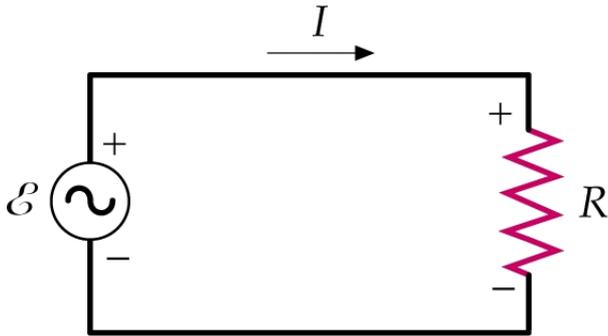
r : Resistencia interna de la batería

Representación de una batería real



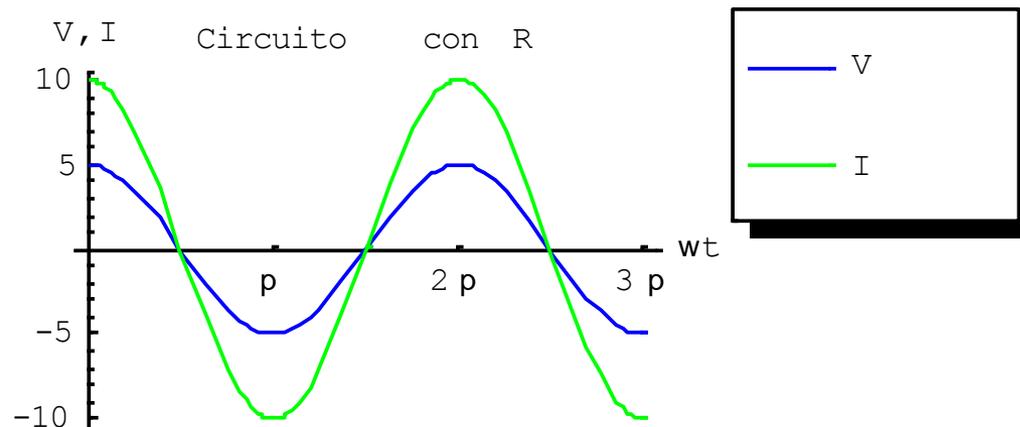
Corriente alterna en elementos de circuito

I. Corriente alterna en una resistencia



$$I(t) = \frac{\mathcal{E}_0}{R} \cos \omega t \quad \Rightarrow \quad I(t) = I_0 \cos \omega t$$

La tensión aplicada y la corriente están en fase



Valores medios y eficaces

Caracterización de una tensión y corriente utilizando valores medios

$$\langle f \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T f \, dt \quad \left\{ \begin{array}{l} \langle V \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T V \, dt \\ \langle I \rangle = \frac{1}{T} \int_0^T I \, dt \end{array} \right.$$

$$\text{Si } V = V_o \cos \omega t \text{ con } T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\langle V \rangle = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T V_o \cos \omega t \, dt = \frac{1}{2\pi} V_o [\text{sen} \omega t]_0^{2\pi/\omega} = 0$$

$$\langle I \rangle = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T I_o \cos \omega t \, dt = \frac{1}{2\pi} I_o [\text{sen} \omega t]_0^{2\pi/\omega} = 0$$

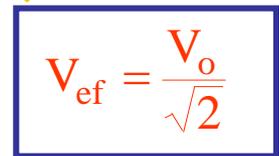


Los valores medios no dan información sobre las corrientes alternas.

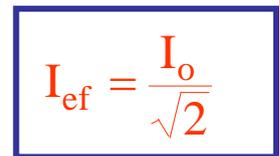
Caracterización de las corrientes alternas utilizando valores eficaces

$$f_{\text{ef}} = \sqrt{\langle f^2 \rangle} \quad \left\{ \begin{array}{l} V_{\text{ef}} = \sqrt{\langle V^2 \rangle} \\ I_{\text{ef}} = \sqrt{\langle I^2 \rangle} \end{array} \right.$$

$$\langle V^2 \rangle = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T V_o^2 \cos^2 \omega t \, dt = \frac{\omega}{2\pi} V_o^2 \int_0^{2\pi/\omega} \frac{\cos 2\omega t + 1}{2} \, dt = \frac{\omega}{2\pi} V_o^2 \frac{1}{2} \frac{2\pi}{\omega} = \frac{V_o^2}{2}$$


$$V_{\text{ef}} = \frac{V_o}{\sqrt{2}}$$

$$\langle I^2 \rangle = \frac{\omega}{2\pi} \int_0^T I_o^2 \cos^2 \omega t \, dt = \frac{\omega}{2\pi} I_o^2 \int_0^{2\pi/\omega} \frac{\cos 2\omega t + 1}{2} \, dt = \frac{\omega}{2\pi} I_o^2 \frac{1}{2} \frac{2\pi}{\omega} = \frac{I_o^2}{2}$$


$$I_{\text{ef}} = \frac{I_o}{\sqrt{2}}$$

Los voltímetros y amperímetros están diseñados para medir valores eficaces de la corriente o la tensión.

Potencia en corriente alterna

- Potencia en una resistencia Como la resistencia no introduce diferencia de fase entre corriente y voltaje, podemos escribir

Potencia instantánea $P(t) = \varepsilon(t)I(t)$

$$P(t) = \varepsilon_0 I_0 \cos \omega t \cos \omega t = \frac{\varepsilon_0^2}{R} \cos^2 \omega t$$

Potencia media $P = \langle P(t) \rangle = \frac{\varepsilon_0^2}{R} \langle \cos^2 \omega t \rangle = \frac{\varepsilon_0^2}{R} \frac{1}{2}$

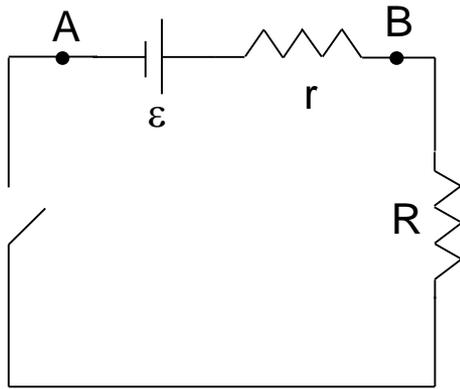
Con valores eficaces

$$P = \frac{\varepsilon_{ef}^2}{R} = R I_{ef}^2$$

La resistencia disipa energía en forma de calor por efecto Joule.

CIRCUITO ABIERTO Y CORTOCIRCUITO

Circuito abierto: Es una rama de un circuito por la que no circula corriente.



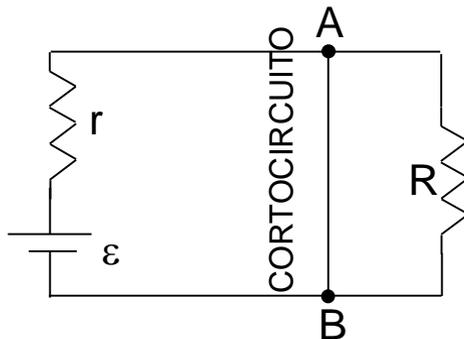
$$V_{AB} = \varepsilon - Ir$$

0

⇒

$V_{AB} = \varepsilon$

Cortocircuito: Es un recorrido de muy baja resistencia (idealmente $R=0$) entre dos puntos de un circuito.



$V_{AB} = 0$

ASOCIACIÓN DE RESISTENCIAS

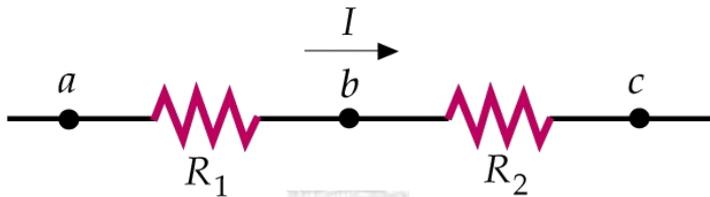
La resistencia equivalente de una combinación de resistencias es el valor de una única resistencia que, reemplazada por la combinación, produce el mismo efecto externo.

$$R_{eq} = \frac{V}{I}$$

V: ddp entre los extremos de la asociación

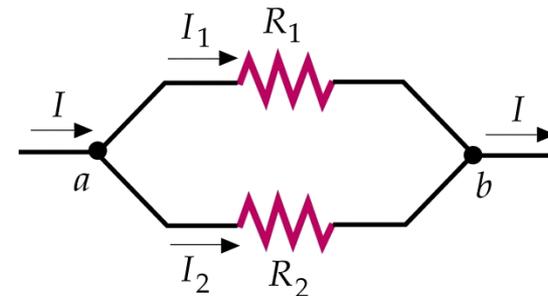
I: corriente a través de la combinación

Asociación en serie



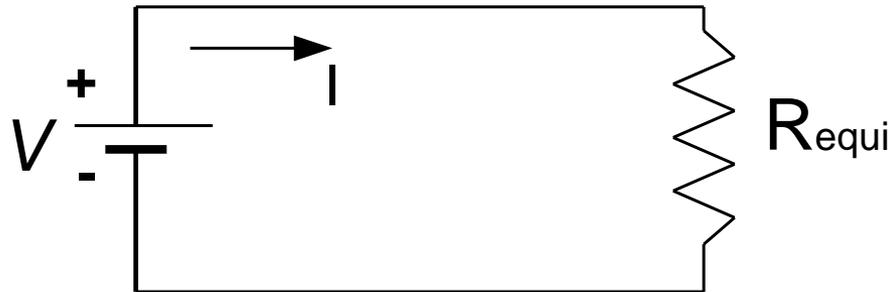
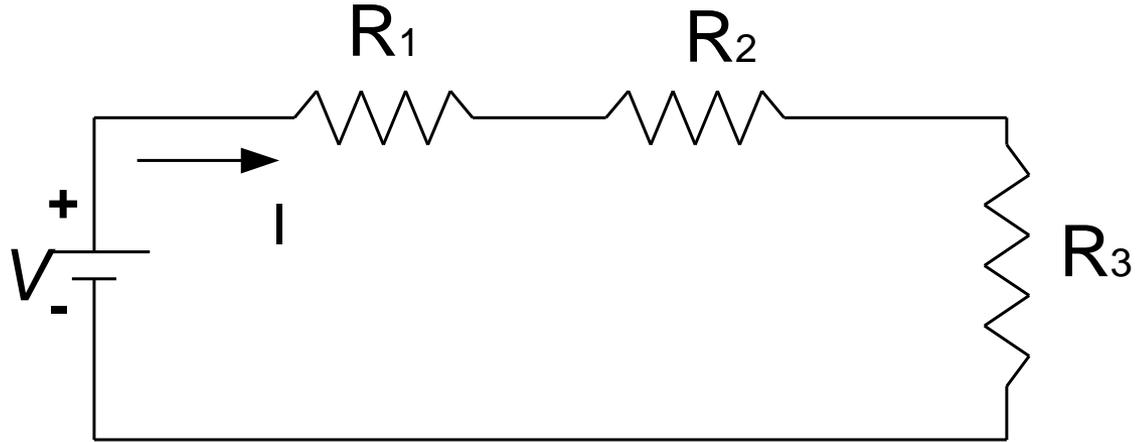
$$R_{eq} = \sum_i R_i$$

Asociación en paralelo



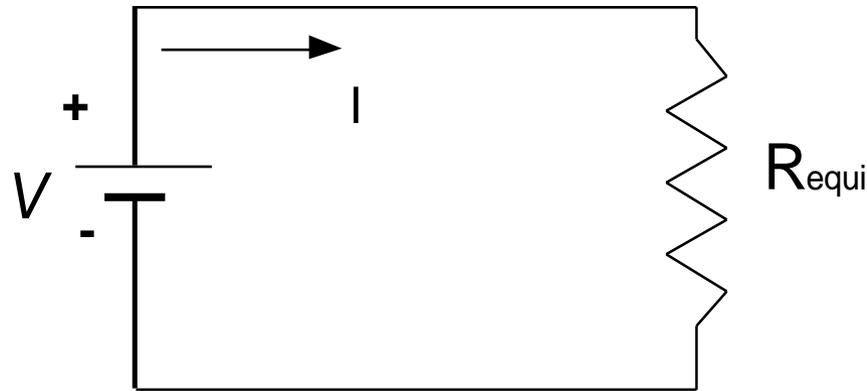
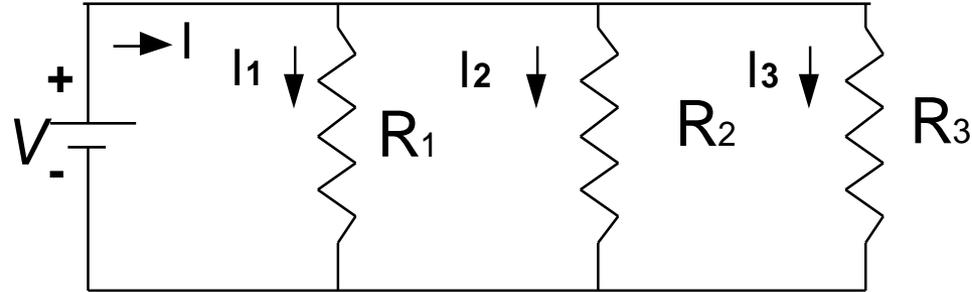
$$\frac{1}{R_{eq}} = \sum_i \frac{1}{R_i}$$

CIRCUITO CON RESISTENCIA EN SERIE.



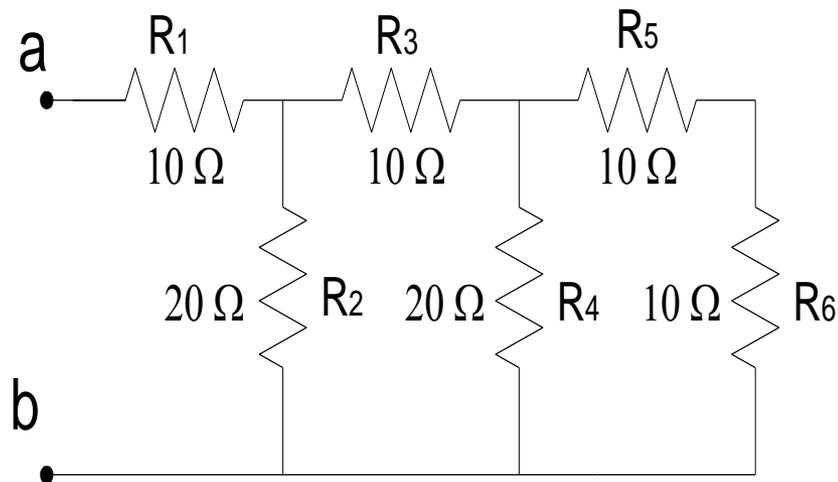
$$R_{equi} = R_1 + R_2 + R_3$$

CIRCUITO CON RESISTENCIA EN PARALELO.



$$R_{equi} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1}$$

Encuentre la resistencia equivalente del siguiente circuito R_{ab} .



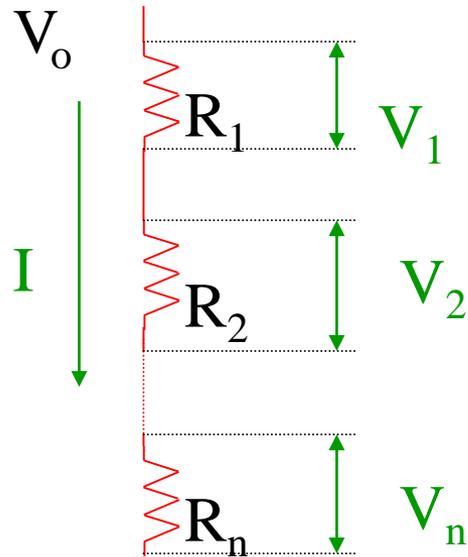
**METODOS PARA
RESOLVER
CIRCUITOS
ELÉCTRICOS**

Conceptos previos

- **Nodo:** Intersección de tres o más conductores.
- **Malla:** Todo recorrido cerrado en un circuito.
- **Rama:** Es un elemento o grupo de elementos conectados entre dos nodos.

Divisores de tensión

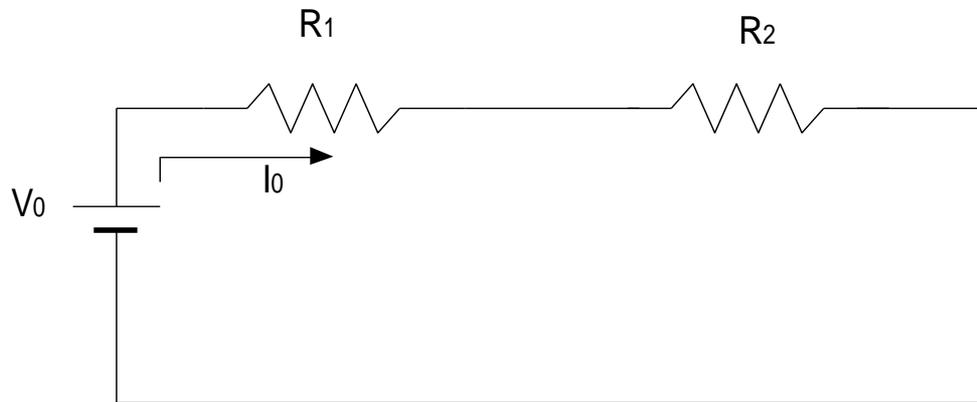
Divisor de tensión: Es un conjunto de dos o mas resistencias en serie, de modo que entre los elementos de cada resistencia la ddp existente es una fracción del voltaje aplicado al conjunto.



$$V_0 = I \Sigma R \Rightarrow I = \frac{V_0}{\Sigma R}$$

$$V_i = IR_i = V_0 \frac{R_i}{\Sigma R}$$

DIVISOR DE TENSIÓN



$$V_0 = V_{R1} + V_{R2}$$

$$V_{R1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * V_0$$

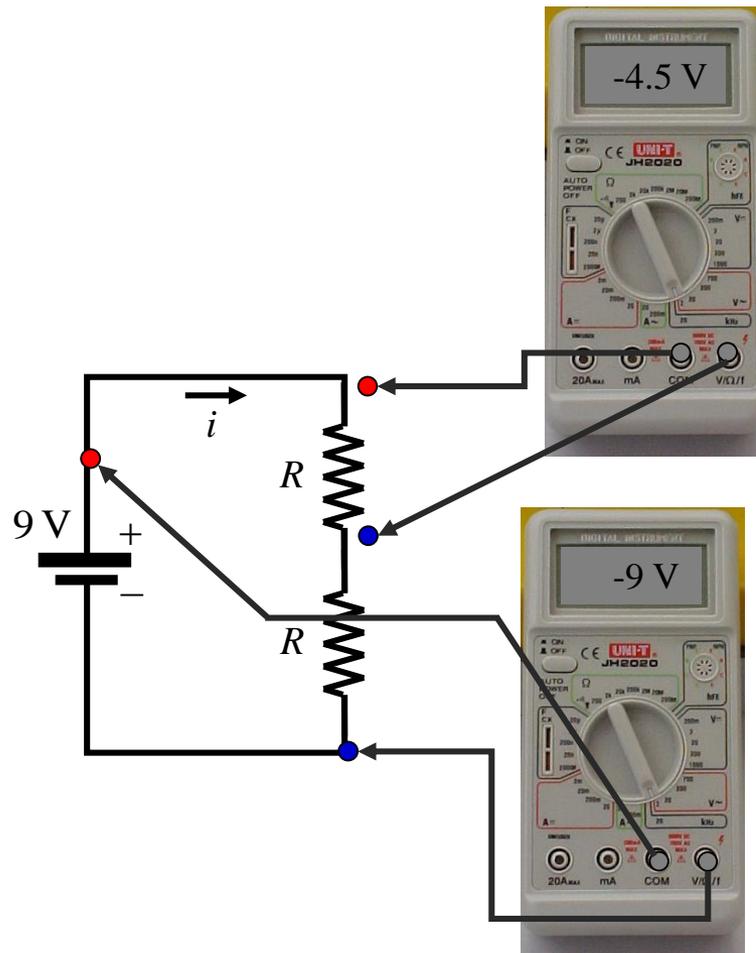
$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_0$$

$$R_1 = R_2 = R$$

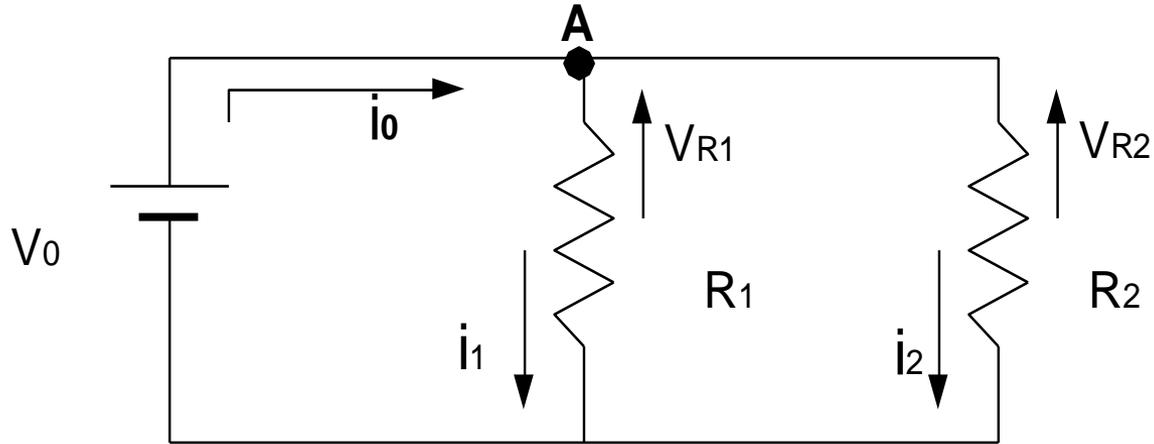
$$V_{R1} = \frac{V_0}{2}$$

$$V_{R2} = \frac{V_0}{2}$$

Ejemplo: medidas con multímetros



DIVISOR DE CORRIENTES

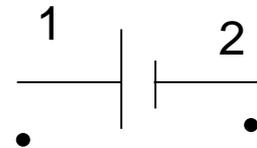
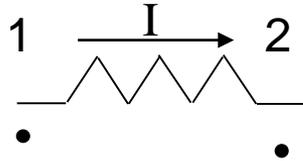


$$i_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * i_0$$
$$i_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} * i_0$$

$$R_1 = R_2 = R$$
$$i_1 = \frac{i_0}{2}$$
$$i_2 = \frac{i_0}{2}$$

Ley de Kirchhoff de las tensiones :La suma algebraica de todas las caídas de tensión a lo largo de una malla debe ser nula en cualquier instante.

Convenio

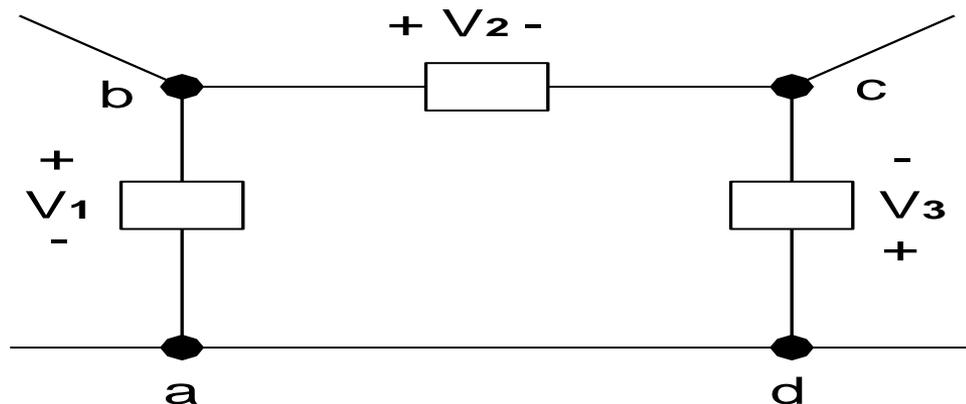


En una resistencia hay una caída de tensión positiva en el sentido de la corriente ($V_{12} > 0$)

En una batería hay una caída de tensión positiva en el sentido del terminal positivo al negativo, **independientemente del sentido de la corriente** ($V_{12} > 0$)

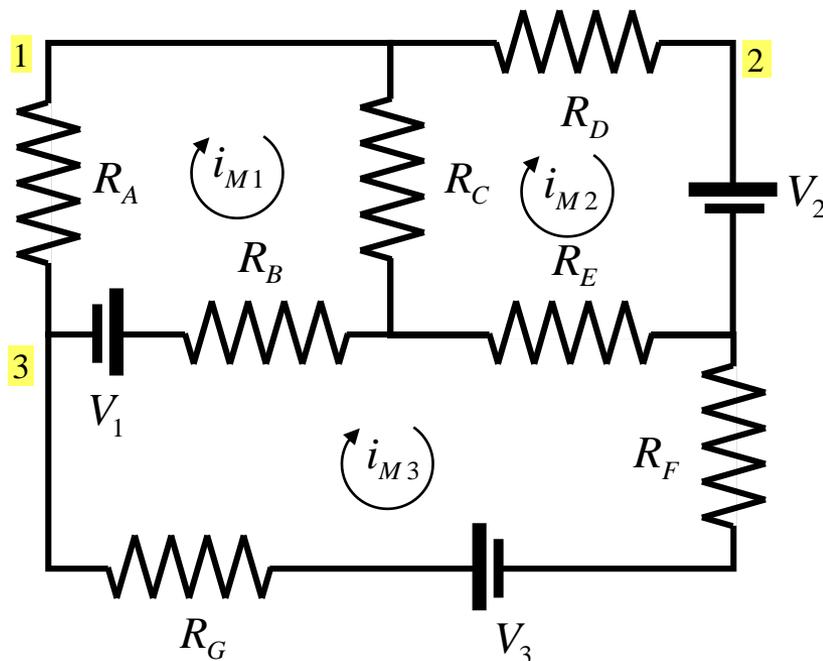
$$\sum V = 0$$

$$-V_1 + V_2 - V_3 = 0$$



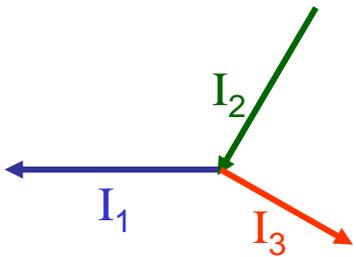
1. Se numeran las mallas, se elige arbitrariamente un sentido, horario o antihorario, y se asigna a cada malla del circuito a
2. Siendo n el número de mallas, se construye un sistema de n ecuaciones independientes

MÉTODO DE MALLAS



Ley de Kirchhoff de las corrientes (En cualquier instante, la suma algebraica de todas las corrientes que concurren en un nodo es cero.

$$I_1 - I_2 + I_3 = 0$$

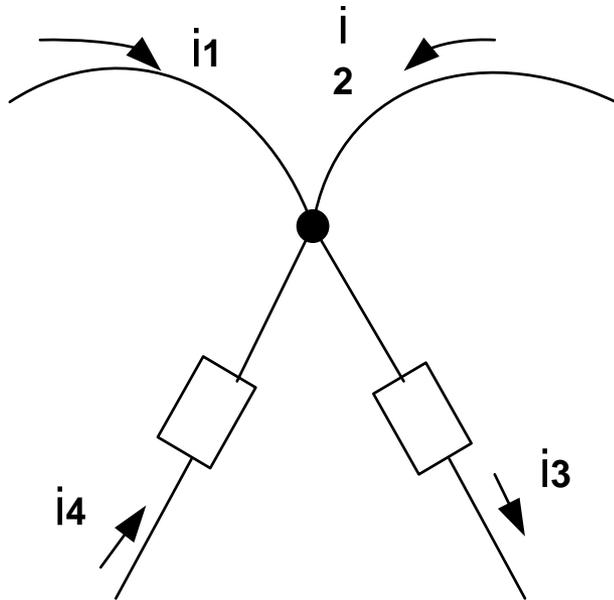


Convenio

$$\sum I = 0$$

Corrientes que salen del nodo (+)

Corrientes que entran en el nodo (-)

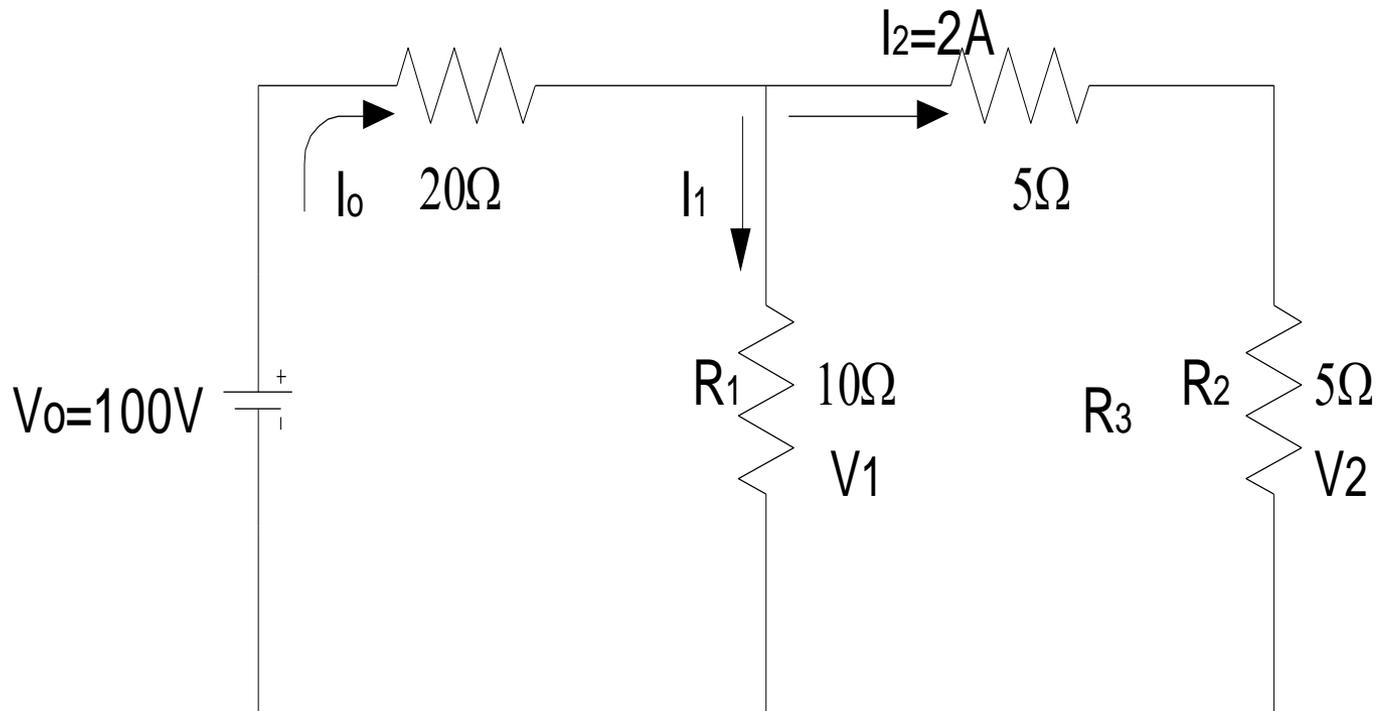


$$i_1 + i_2 + (-i_3) + i_4 = 0$$

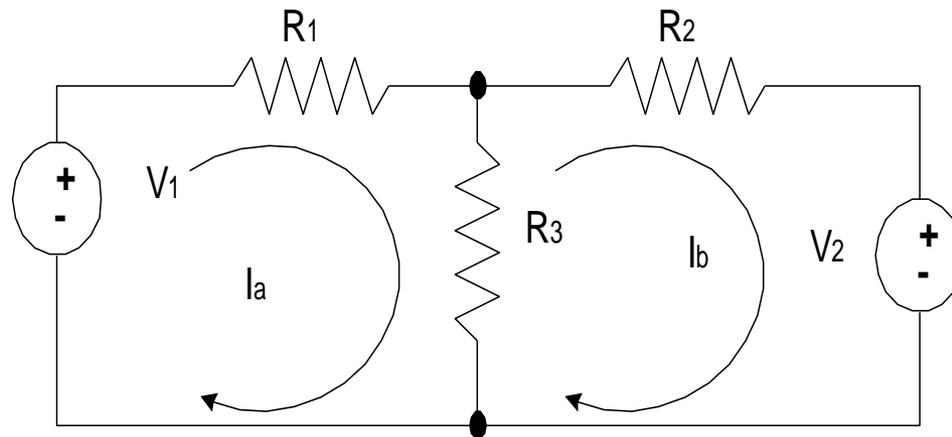
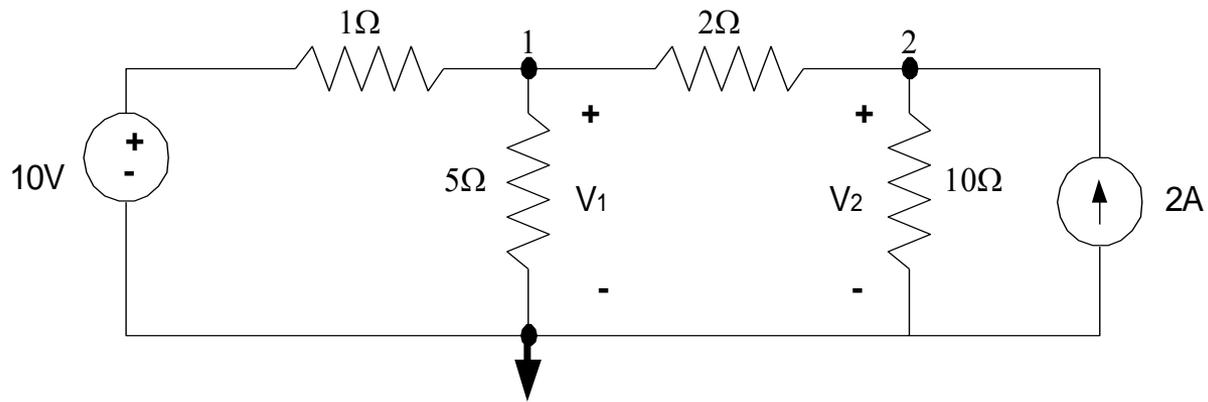
$$i_1 + i_2 + i_4 = i_3$$

Calcular

- 1.-La tensión aplicada a la resistencia de 20Ω
- 2.-La corriente que circula por la resistencia de 10Ω
- 3.-las tensiones V_1 y V_2 .



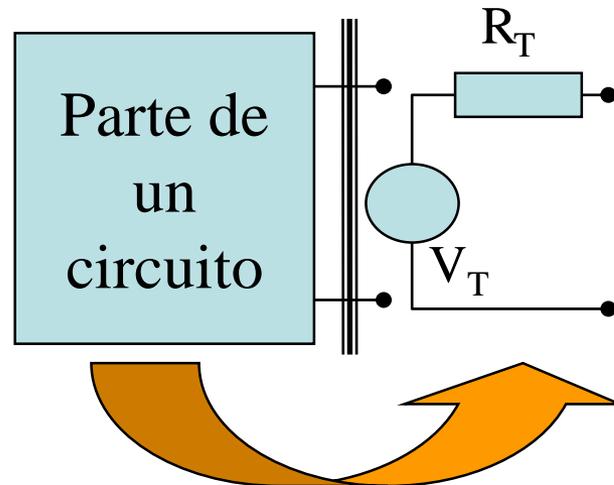
Ejemplos para resolver



Teorema de Thévenin

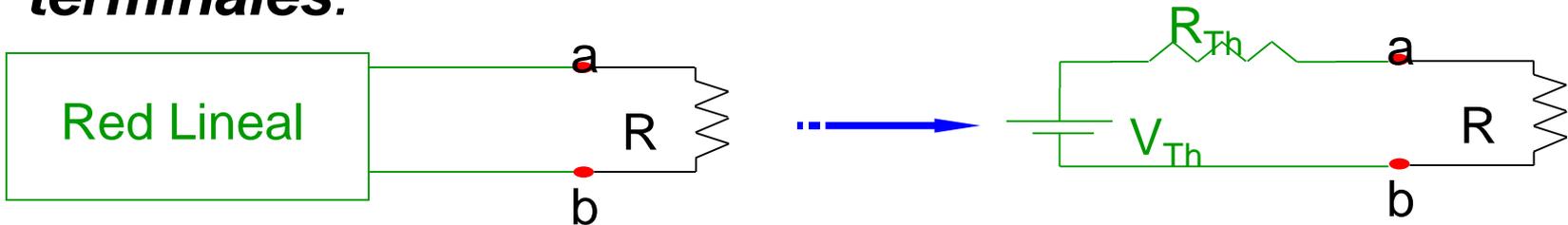
Objetivo:

Reducir una parte de un circuito a un circuito equivalente de una **fuente de voltaje** y una **resistencia en serie**.



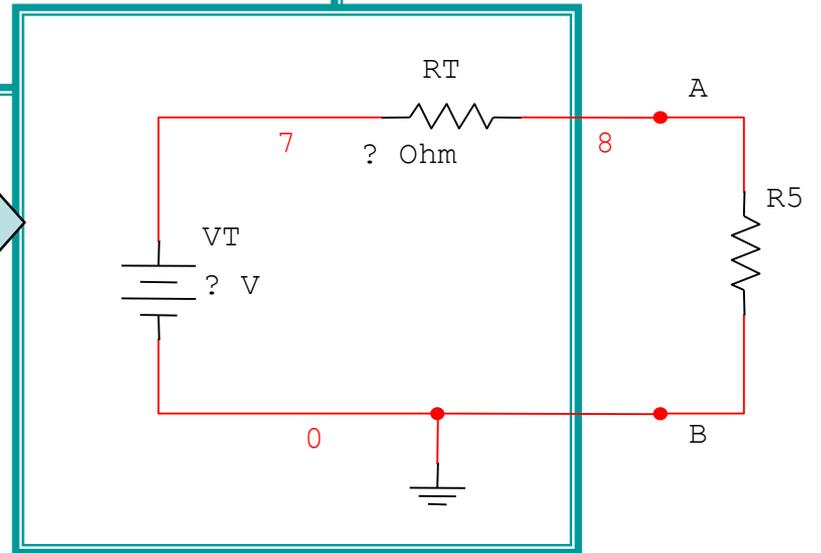
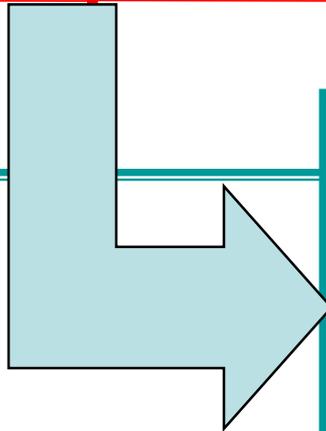
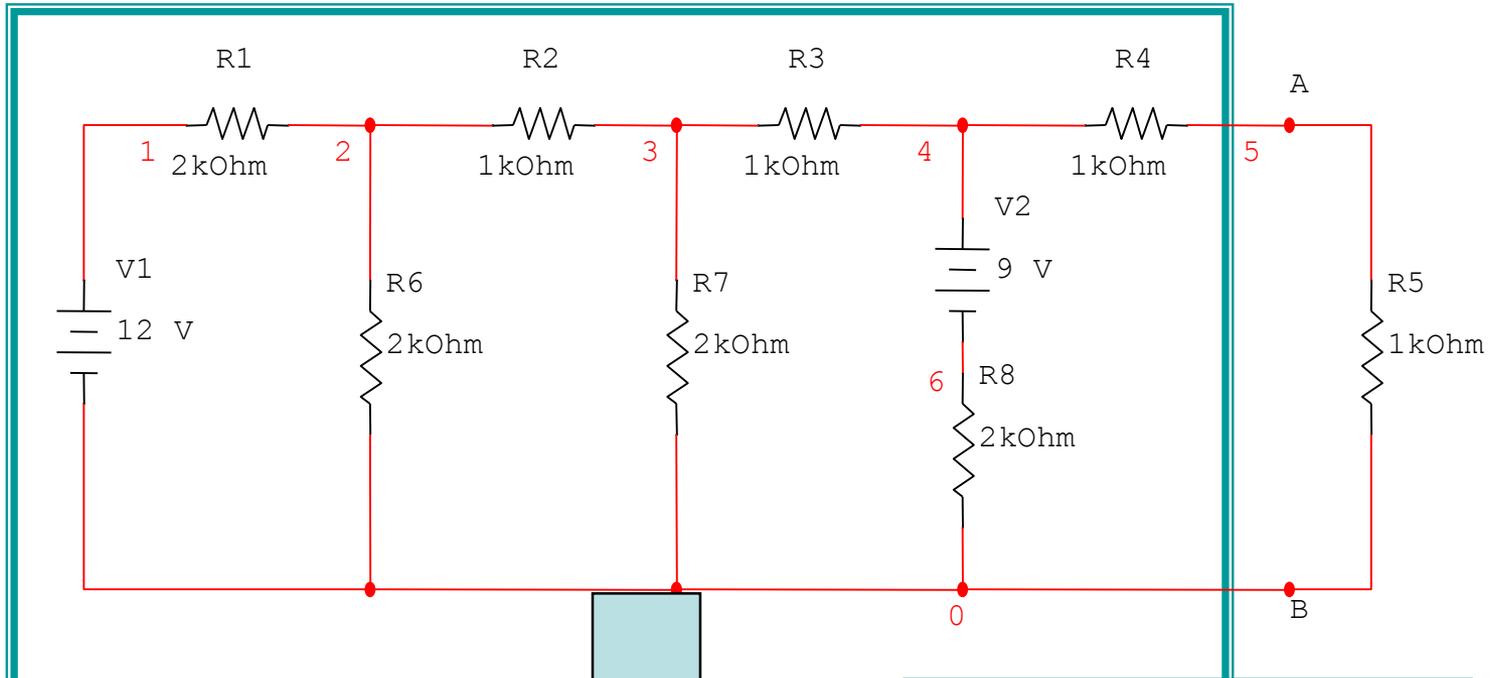
Teorema de Thèvenin

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.

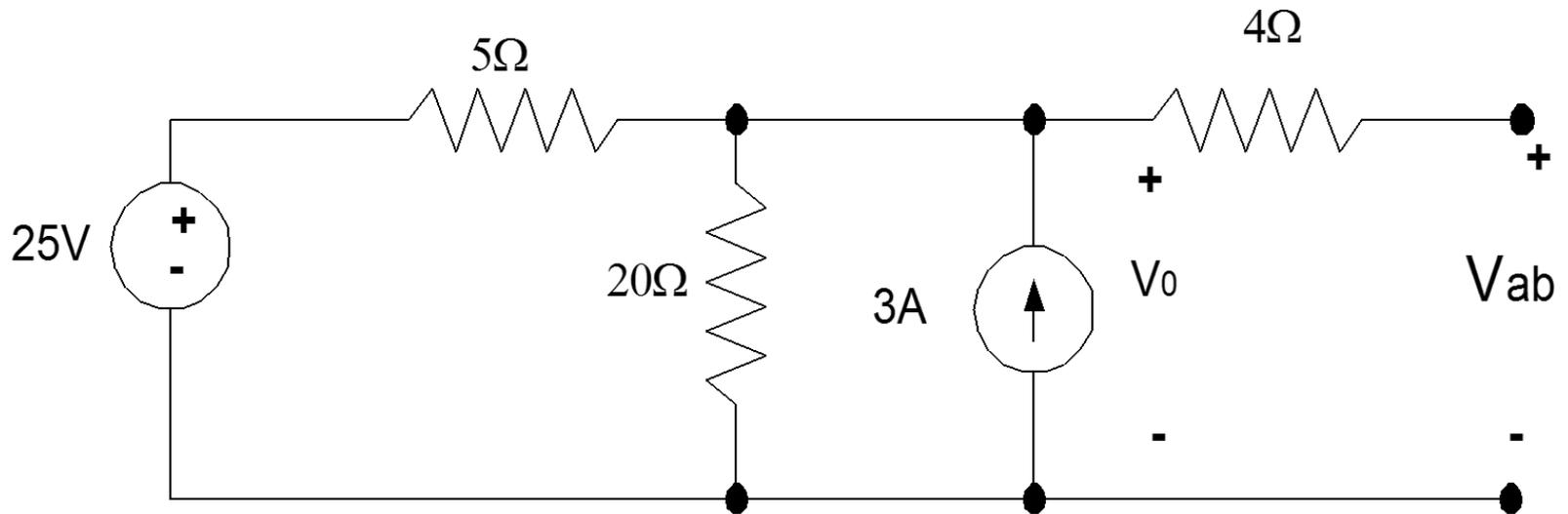


Reglas de aplicación:

- 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 tensión entre los terminales a y b cuando se aísla la red lineal del resto del circuito (tensión entre a y b en circuito abierto)



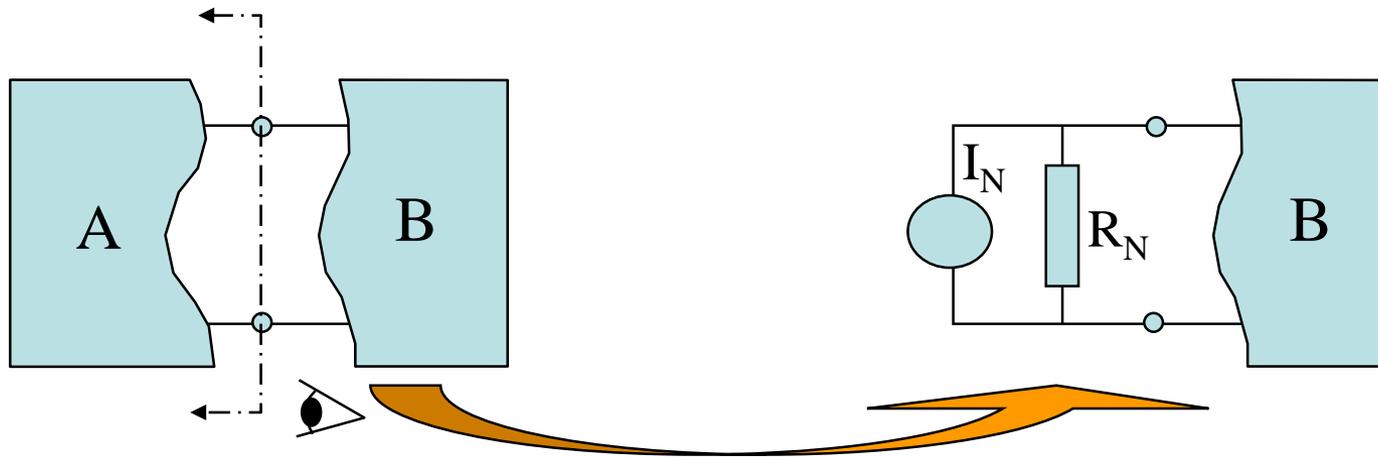
Resolver aplicando **TEOREMA DE THEVENIN**



Teorema de Norton

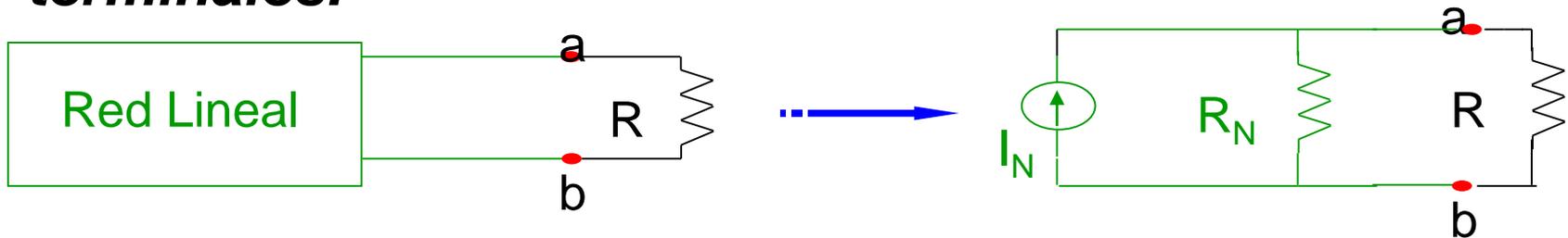
Objetivo:

Reducir una parte de un circuito a un circuito equivalente de una **fuente de corriente** y una **resistencia en paralelo**.



10.8 Teorema de Norton

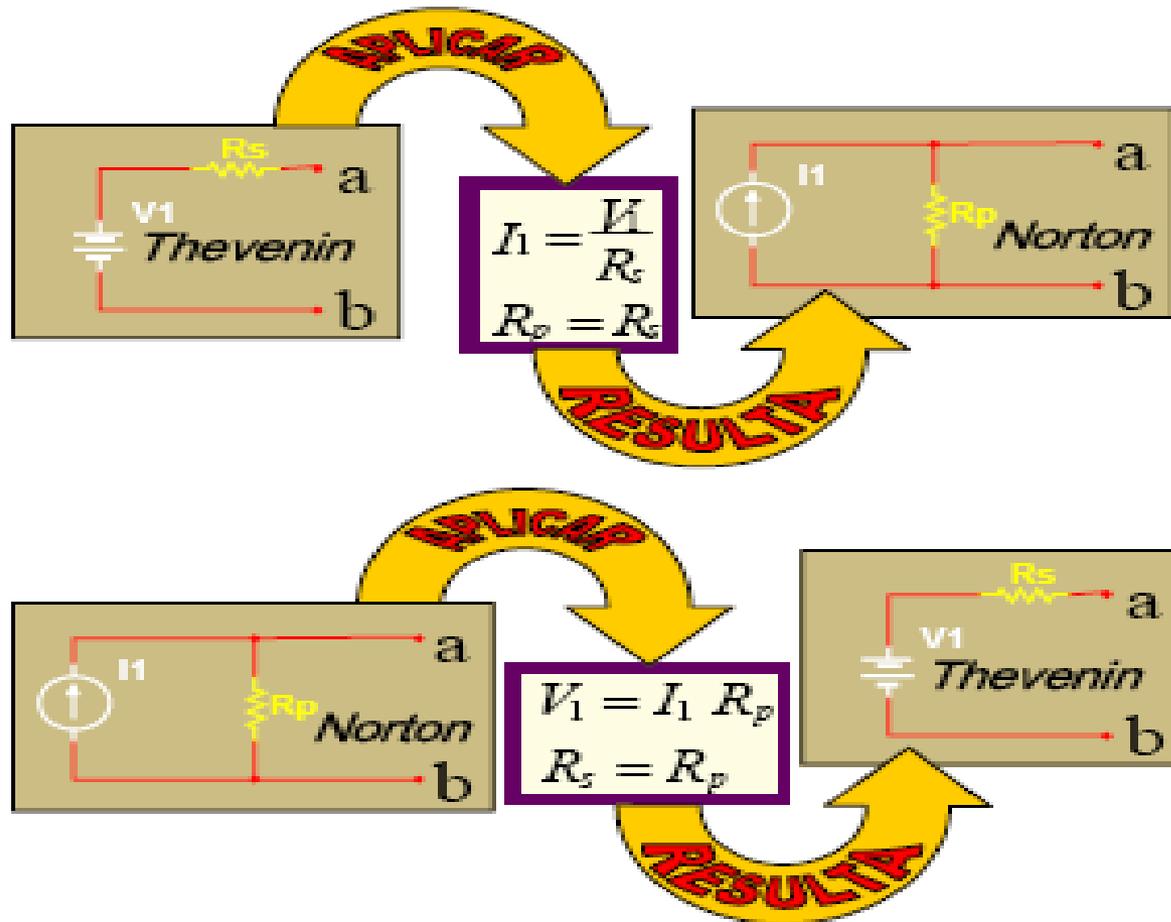
Cualquier red lineal puede sustituirse, respecto a un par de terminales, por un generador de corriente, I_N (igual a la corriente de cortocircuito) en paralelo con la resistencia R_N vista desde esos terminales.



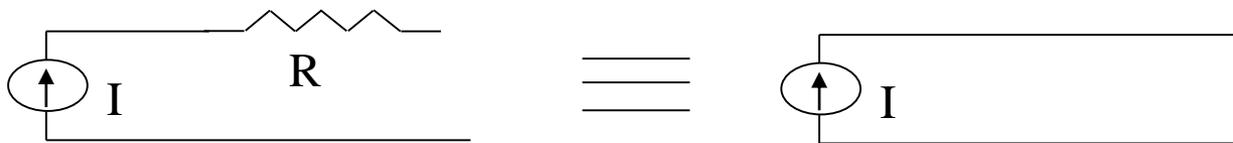
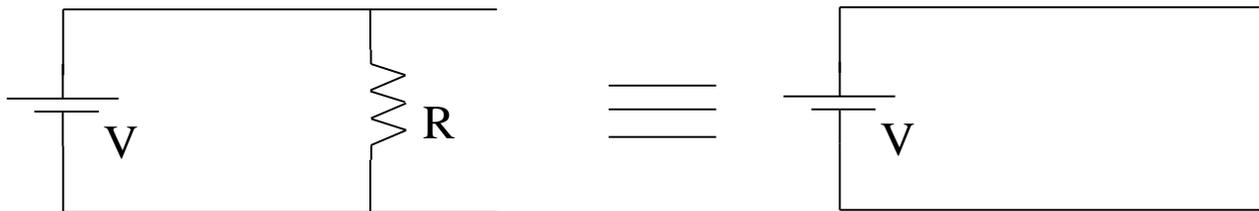
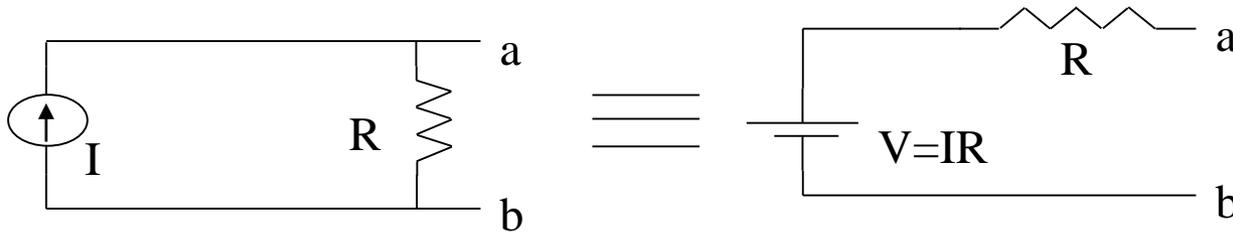
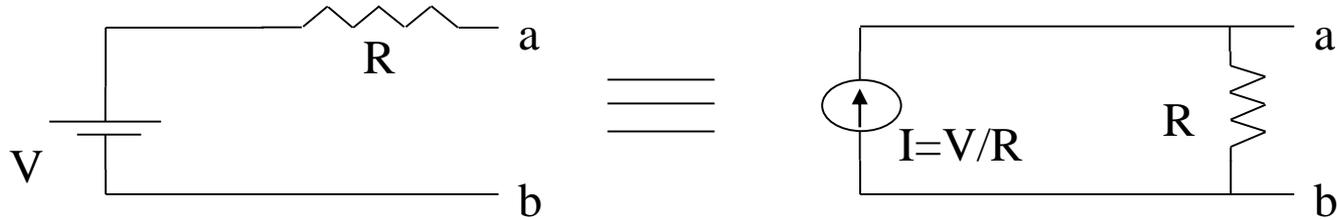
Reglas de aplicación:

- 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 $I_N = I_{cc}$

Transformar fuente de Thévenin \Leftrightarrow Norton



Transformaciones entre fuentes



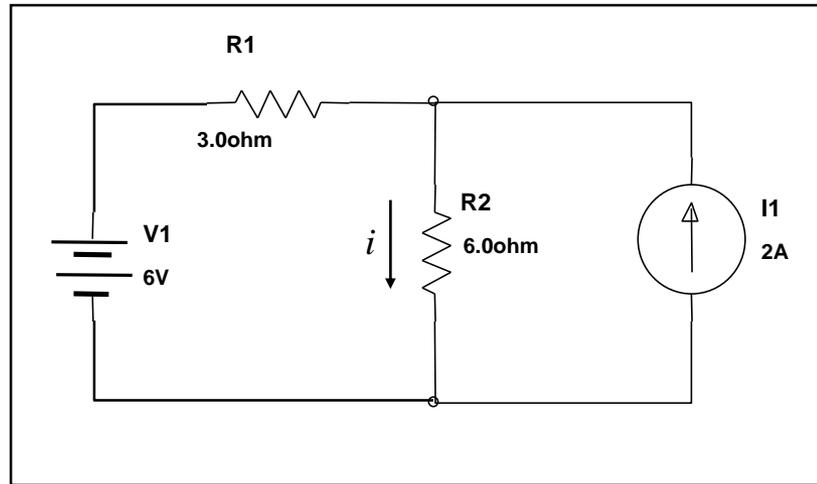
Principio de superposición

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

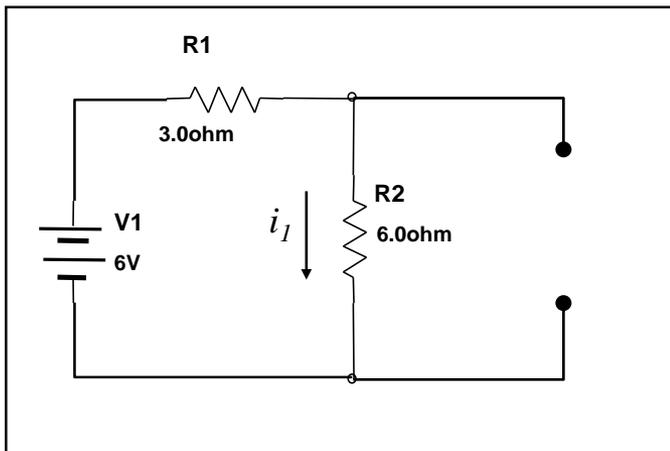
Debe hacerse notar que para que deje de actuar un generador de tensión debe anularse su tensión ($V=0$), es decir, se ha de *cortocircuitar* en serie con su resistencia interna; mientras que para anular un generador de corriente ($I=0$), se debe sustituir por un *circuito abierto* en paralelo con su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

Ej. de principio de superposición.

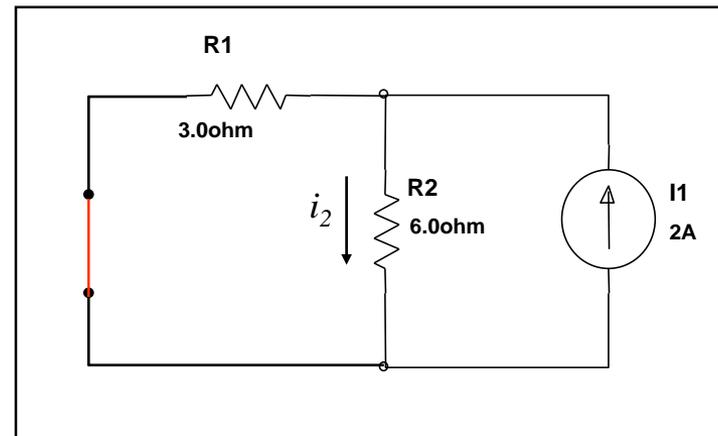
Calcular la corriente i



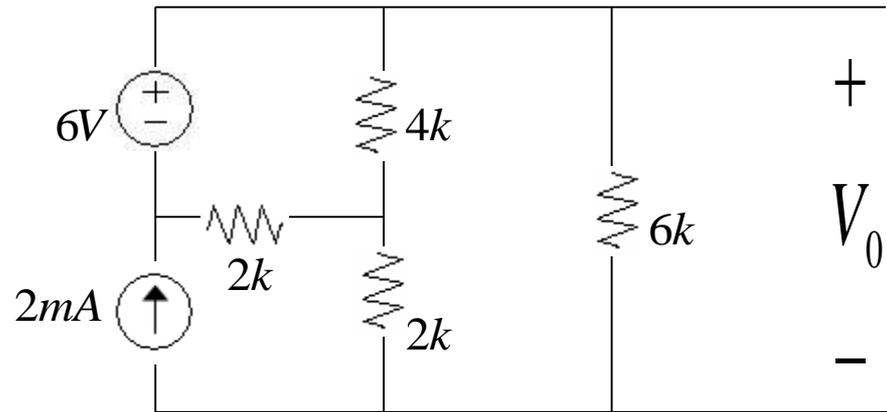
=



+



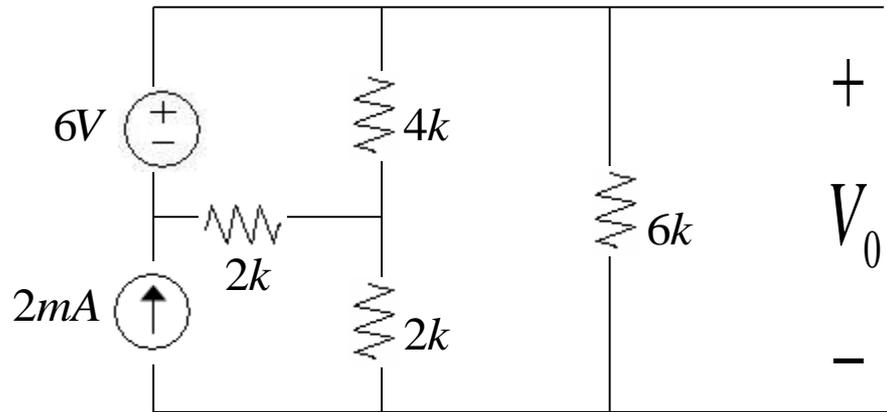
Ejemplo para resolver



Se prohíbe utilizar métodos generalizados.

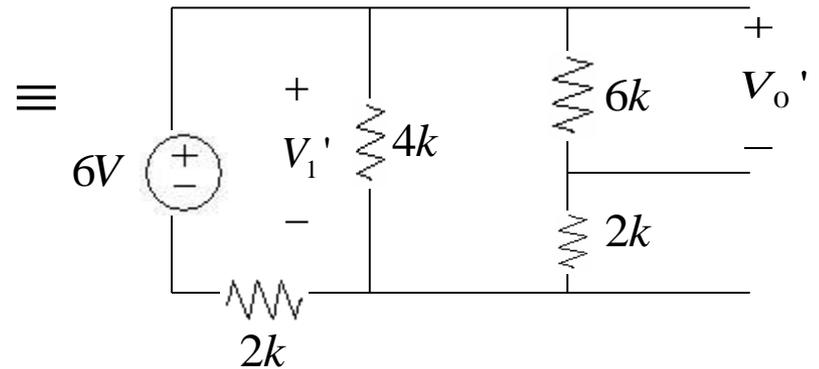
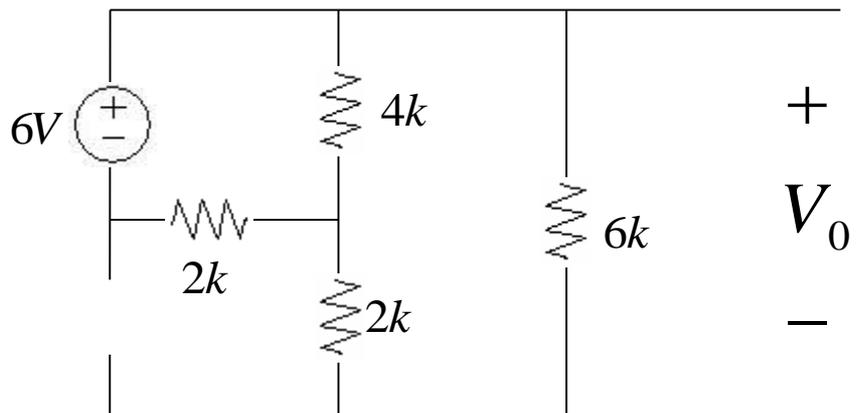
DETERMINAR V_0

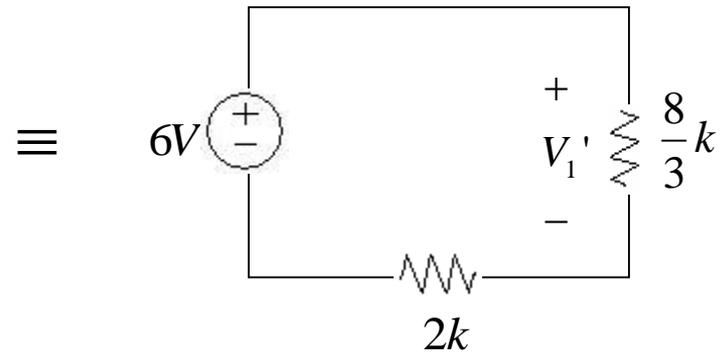
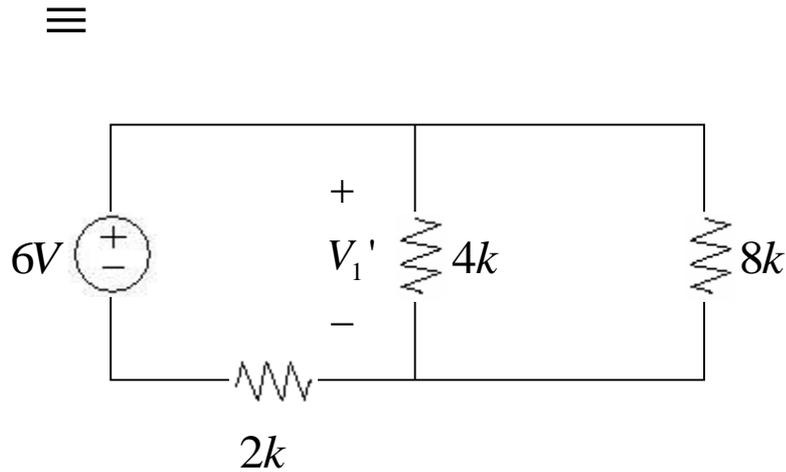
Ejm:



Se prohíbe utilizar métodos generalizados.

Actuando la fuente de 6V





Divisor de Voltaje

Otro Divisor de Voltaje

$$V_1' = 6 \frac{\frac{8}{3}}{2 + \frac{8}{3}}$$

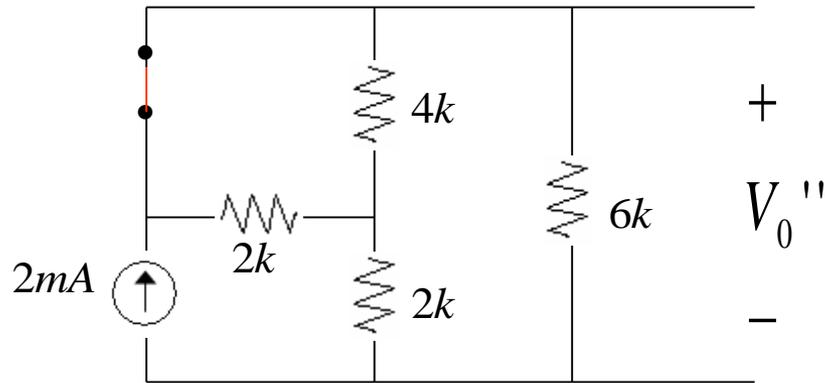
$$V_1' = \frac{24}{7} V$$

$$V_0' = V_1' \frac{6}{2 + 6}$$

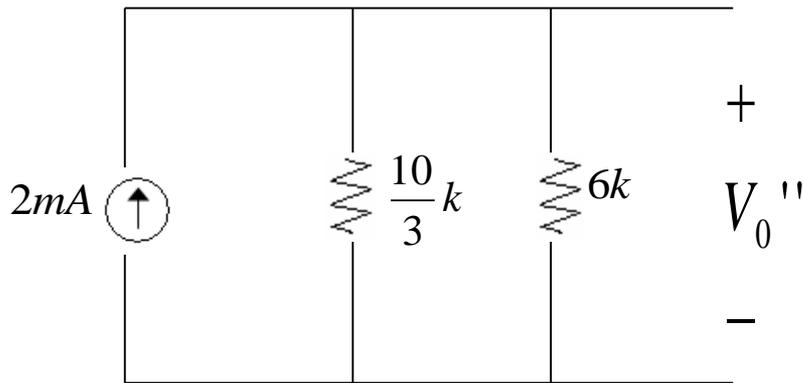
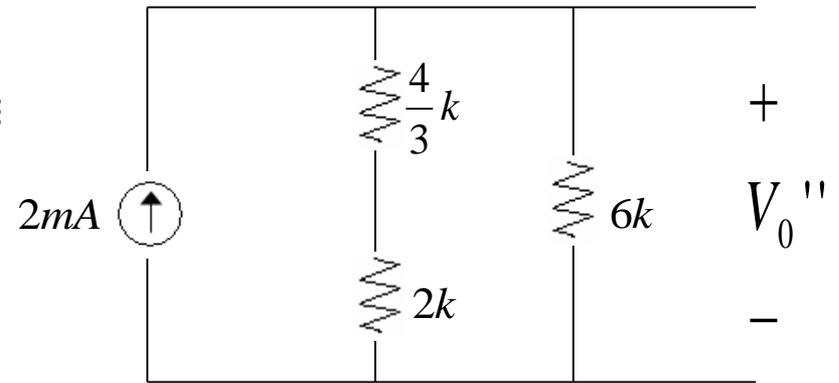
$$V_0' = \frac{24}{7} * \frac{6}{8}$$

$$\underline{V_0' = \frac{18}{7} V}$$

Actuando la fuente de 2A



\equiv



Divisor de Corriente

$$I_0'' = 2mA \frac{\frac{10}{3}}{\frac{10}{3} + 6}$$

$$I_0'' = \frac{5}{7}mA$$

$$V_0'' = 6K \left(\frac{5}{7}mA \right)$$

$$V_0'' = \frac{30}{7}V$$

\Rightarrow

$$V_0 = V_0' + V_0''$$

$$V_0 = \frac{18}{7} + \frac{30}{7}$$

$$V_0 = \frac{48}{7}V \quad R//$$

Se define al decibel (dB) como la unidad relativa empleada en acústica, electricidad, telecomunicaciones etc. para expresar la relación entre dos magnitudes: la magnitud que se estudia y una magnitud de referencia.

LOS dB

$$B = \log_{10} \frac{P_2}{P_1} \quad \text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{V_2^2}{R_2}}{\frac{V_1^2}{R_1}} \quad \text{si } R_1 = R_2 \quad \frac{P_2}{P_1} = \frac{V_2^2}{V_1^2} \quad \text{y} \quad \log_{10} \frac{P_2}{P_1}$$

$$\text{será } 10 \log_{10} \frac{V_2^2}{V_1^2} = 10 \log_{10} \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2$$

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 20 \log_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

- **Ventajas del Uso del Decibel.**
- **El gran auge del uso del decibel como magnitud de relación o magnitud de medida, se debe fundamentalmente a tres motivos:**
- **# Posibilidad de que cifras muy grandes o muy pequeñas tengan un formato similar.**
- **# Facilidad de cálculos matemáticos, ya que éstos se reducen a sumas y restas.**
- **# Su características de transferencia similar con la curva de respuesta del oído humano, hace que las variaciones de sonido se noten “lineales” para el sentido auditivo.**

Ejemplos de las ventajas

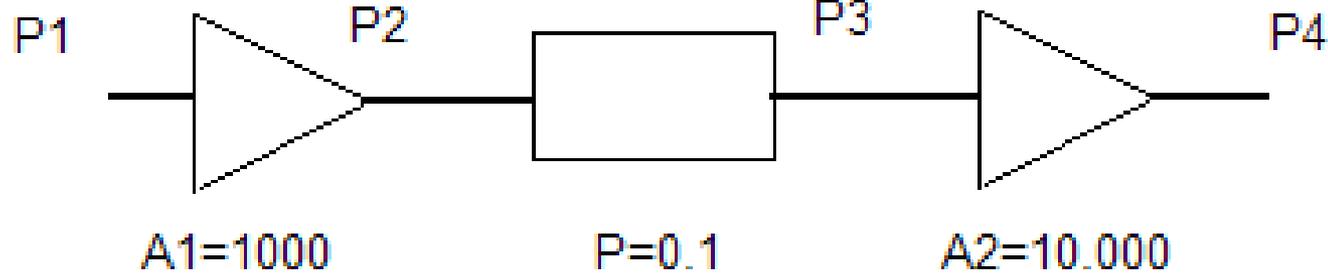
Si tomamos logaritmos a números muy grandes y/o muy pequeños, se puede ver que el resultado de esa operación matemática brinda cantidades cuyos números de cifras son similares. A lo sumo habrá diferencia en los signos

$$\log_{10} 1.000.000.000 = +9$$

$$\log_{10} 0,000.001 = -6$$

Como el *decibel* aprovecha la propiedad matemática de operar con logaritmos (el logaritmo de un producto o de un cociente es igual a la suma o resta de lo logaritmos de los factores, respectivamente), permite resolver sistemas complicados bajo la forma simple de “suma algebraica” en decibeles de cada etapa que lo componen.

Ejemplo: Hallar la ganancia total del sistema



$$GT = \frac{P_4}{P_1} = A_1 \times P \times A_2 = 1.000.000$$

Si en lugar del número de veces se expresa la ganancia o amplificación A y la atenuación o pérdida P de cada componente del sistema en decibeles, la ganancia total G_t del sistema (expresada también en dB) es el resultado de la suma algebraica de las ganancias y/o atenuaciones parciales en decibeles.

$$G_1 = 10 \log A_1 = +30 \text{ dB}$$

$$G_2 = 10 \log P = -10 \text{ dB}$$

$$G_3 = 10 \log A_2 = +40 \text{ dB}$$

$$G_t = G_1 + G_2 + G_3 = +30 \text{ dB} - 10 \text{ dB} + 40 \text{ dB} = +60 \text{ dB}$$

En lugar de emplear 1.000.000 veces el número +60dB lo hace más fácilmente manejable.



140 dB

Umbral del dolor

130 dB

Avión despegando

120 dB

Motor de avión en marcha

110 dB

Concierto

100 dB

Perforadora eléctrica

90 dB

Tráfico

80 dB

Tren

70 dB

Aspiradora

50/60 dB

Aglomeración de Gente

40 dB

Conversación

20 dB

Biblioteca

10 dB

Respiración tranquila

0 dB

Umbral de la audición