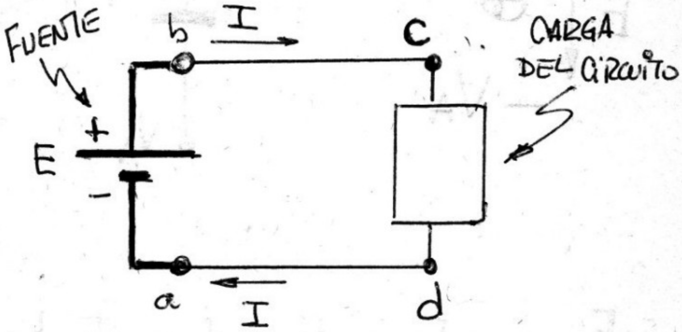
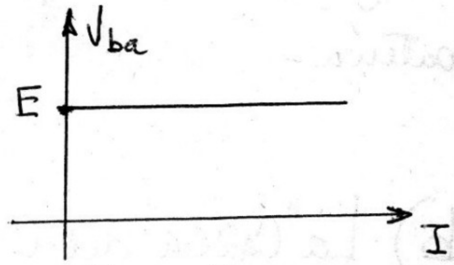
# CIRCUITOS DE CONTINUA

## *COMPONENTES DE UN CIRCUITO ELEMENTAL*

a) Una batería o fuente de fuerza electromotriz. Este dispositivo es capaz de mantener una diferencia de potencial $V_{ba}$ entre b y a.

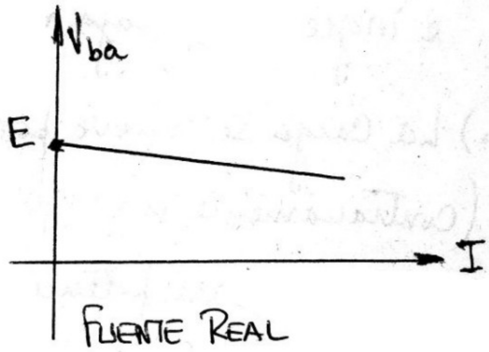



Si la fuente es ideal, su resistencia interna es NULA y ∴ mantendrá una $V_{ba} = E$ Volts para todo valor de corriente.



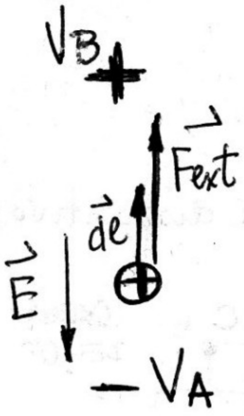

FUENTE IDEAL DE TENSIÓN.

Si la fuente de tensión es REAL (tendrá una resistencia interna $\neq 0$), la tensión de salida dependerá del valor de corriente que suministra

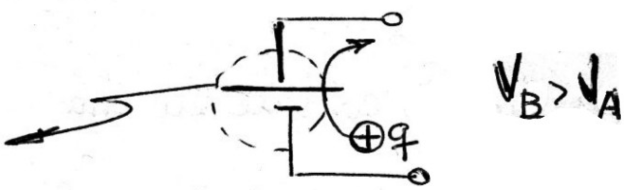



FUENTE REAL DE TENSIÓN.

La fuente convierte energía química en eléctrica. Esto es que la fuente HACE TRABAJO sobre el portador que ingresa por el terminal negativo, elevando su potencial eléctrico y luego salir por su terminal positivo



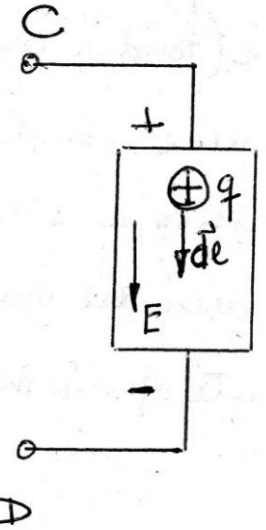





La carga eléctrica se mueve en contra del campo $\vec{E}$ (asciende de potencial) impulsada por la Fuerza exterior ≡ Fext provista por la conversión química de la batería -

## b) La "CARGA" del Circuito (que NO ES LA CARGA ELÉCTRICA)

- ∘) El portador de carga q fluye por el cable e ingresa a la caja negra.
- ∘) La carga se mueve por ACCIÓN DEL CAMPO $\vec{E}$ (contrariamente a lo que sucedió en la fuente) y desciende de potencial. (pierde energía).




- ∘) Si bien la fuerza eléctrica ($q\vec{E}$) acelera al portador, se considera que el mismo se mueve a velocidad constante Vd. (velocidad de arrastre) dado que choca una y otra vez con los átomos "fijos".

•) Por obra de esos choques, los átomos vibran cada vez más aumentando la Temperatura del conductor (efecto Joule).

•) La carga eléctrica avanza a velocidad constante perdiendo energía potencial. SIN QUE AUMENTE SU ENERGÍA CINÉTICA.

¿A dónde va la Energía Potencial perdida por la carga eléctrica?

Se transforma en Calor (efecto Joule). $\underbrace{\Delta K}_{0} + \Delta U \xrightarrow{\text{EFECTO JOULE}} Q = 0$

•) Lo mismo sucede con la piedra que cae al agua y desciende a velocidad constante hacia el fondo del lago.

•) La piedra no acelera ya que la viscosidad del agua, anula la fuerza de gravedad, y por lo tanto <u>no</u> <u>aumenta</u> la Energía Cinética.

•) La pérdida de Energía Potencial se transforma en Calor (por roce con el agua) entregado al agua.

$$\underbrace{\Delta K}_{0} + \Delta U \xrightarrow{\text{POR VISCOSIDAD}} Q = 0$$

$$dU = dq\, V_{CD} = I\,dt\, V_{CD}.$$

La RAPIDEZ DE TRANSFORMACIÓN estará dada por:

$$\boxed{P = \frac{dU}{dt} = I\,V_{CD}} \rightarrow \text{Potencia disipada en el agua}$$

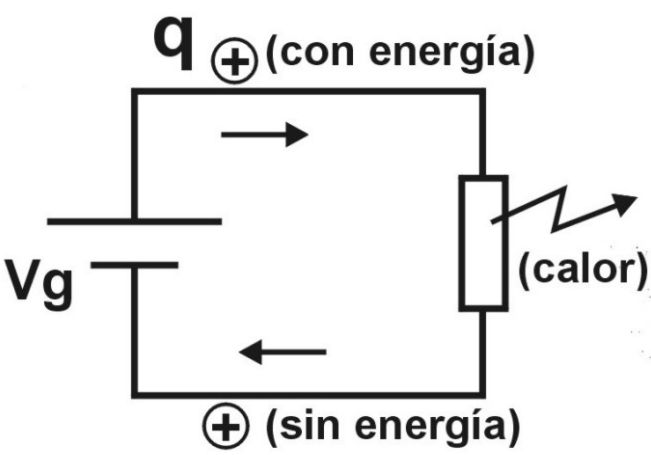
o bien $\boxed{P = I^2 R}$ o bien $\boxed{P = \frac{V^2}{R}}$

En SUMA: La Energía Química de la Fuente termina convirtiéndose en Calor en la "carga del circuito"

El vehículo para que estas conversiones sucedan es la CARGA ELÉCTRICA. Es decir que las cargas transportan la energía de un punto a otro (de fuente a carga del circuito)

## POTENCIA DISIPADA

La carga eléctrica ES UN TRANSPORTADOR DE ENERGÍA ELÉCTRICA: que fluye por el generador y la resistencia.
En el generador se CARGA DE ENERGÍA
En la resistencia DESCARGA ENERGÍA




$$U_B - U_A = q(V_B - V_A) = W_{A \to B}\Big|_{F_{externa}}$$

$$U_B - U_A = i \cdot t \cdot (V_B - V_A) \;\therefore$$

$$\text{POTENCIA DISIPADA} = \frac{U_B - U_A}{t} = P \text{ (WATTS)}$$

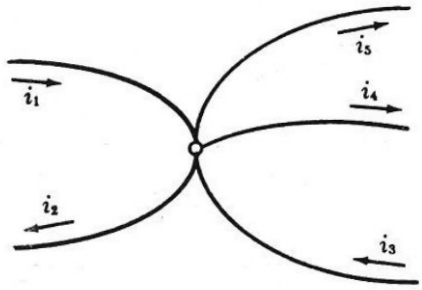
$$\therefore \boxed{P = i(V_B - V_A)} \text{ (WATTS)}$$

Como $(V_B - V_A) = i R$ (ley de Ohm).

entonces $P = i(V_B - V_A) = \begin{cases} i^2 R = P \\ \dfrac{(V_B - V_A)^2}{R} = P \end{cases}$

## LEYES DE KIRCHHOFF

1. La suma de las intensidades de corriente que llegan a un nudo es igual a la suma de las intensidades que salen de él. Si se consideran positivas las corrientes que llegan y negativas las que salen, esta ley establece que la suma algebraica de las intensidades de todas las corrientes que concurren en un nudo es cero.

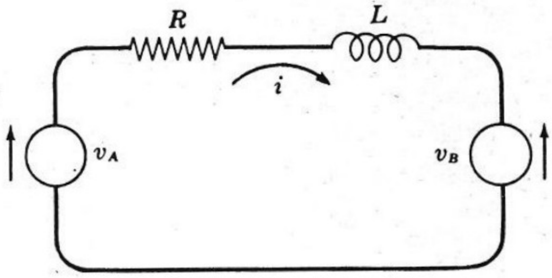



$\Sigma$ intensidades que entran = $\Sigma$ intensidades que salen

$$i_1 + i_3 = i_2 + i_4 + i_5$$

o bien $$i_1 + i_3 - i_2 - i_4 - i_5 = 0$$

**Fig. 1-6**




$\Sigma$ subidas de tensión = $\Sigma$ caídas de tensión

$$v_A - v_B = Ri + L(di/dt)$$

o bien $$v_A - v_B - Ri - L(di/dt) = 0$$

**Fig. 1-7**

2. En un circuito cerrado o malla, la suma algebraica de las fuerzas electromotrices aplicadas, o subidas de tensión, es igual a la suma algebraica de las caídas de tensión en todos los elementos pasivos. En otras palabras, la suma algebraica de las diferencias de potencial en todo circuito cerrado es nula. Es importante observar que las fuerzas electromotrices de las fuentes o generadores que contenga la malla han de sumarse algebraicamente, considerando como positivas las fuentes cuyo sentido de polaridades (*de* $-$ *a* $+$) coincida con el asignado previamente a la corriente en el circuito.

# EJERCICIO 1

En el circuito cerrado de la Fig. 1 la tensión aplicada es $V = 45$ voltios. Hallar la intensidad de la corriente que circula por él, así como la caída de tensión y la potencia disipada en cada elemento resistivo del mismo.

En una malla o circuito cerrado la suma algebraica de las subidas de la tensión (originadas por las fuerzas electromatrices de las fuentes) es igual a la suma correspondiente de las caídas en sus elementos. Por tanto,

$$V = (2)I + (6)I + (7)I, \qquad 45 = 15I, \qquad I = 3 \text{ A}$$

La caída de tensión en el elemento resistivo de 2 Ω es $V_2 = R_2 I = (2)(3) = 6$ V. Análogamente, $V_6 = (6)(3) = 18$ V, y $V_7 = 21$ V.

La potencia disipada por el elemento de 2 Ω es $P_2 = V_2 I = (6)(3) = 18$ W o bien $P_2 = R_2 I^2 = (2)(3)^2 = 18$ W. Análogamente, $P_6 = V_6 I = 54$ W, y $P_7 = V_7 I = 63$ W.

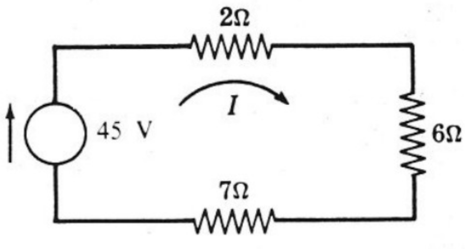



**Fig. 1**

## EJERCICIO 2

Una corriente $I_T$ se divide entre dos ramas en paralelo de resistencias $R_1$ y $R_2$ respectivamente, como indica la Fig. **2** . Deducir las expresiones de las intensidades de corriente $I_1$ e $I_2$ en cada una de las ramas.

En cada rama, la caída de tensión ha de ser la misma: $V = R_1 I_1 = R_2 I_2$. Por consiguiente,

$$I_T = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$= R_1\left(\frac{R_2 + R_1}{R_1 R_2}\right) I_1 = \left(\frac{R_2 + R_1}{R_2}\right) I_1$$

de donde $I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) I_T$. Análogamente, $I_2 = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) I_T$.

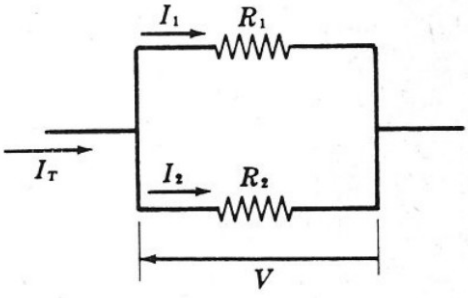



**Fig. 2**

## EJERCICIO 3

Tres resistencias, $R_1$, $R_2$ y $R_3$, están asociadas en paralelo, como indica la Fig. **3** Deducir la expresión de la resistencia equivalente $R_e$ del circuito.

Se supone aplicada una tensión $v(t)$ entre los puntos $A$ y $B$, con lo cual circularán por las resistencias $R_1$, $R_2$ y $R_3$ unas corrientes de intensidades $i_1(t)$, $i_2(t)$, $i_3(t)$, respectivamente. La corriente por $R_e$ debe ser la intensidad total $i_T(t)$. Por tanto, $v(t) = R_1 i_1(t) = R_2 i_2(t) = R_3 i_3(t) = R_e i_T(t)$, y

$$i_T(t) = i_1(t) + i_2(t) + i_3(t) \quad \text{o bien} \quad \frac{v(t)}{R_e} = \frac{v(t)}{R_1} + \frac{v(t)}{R_2} + \frac{v(t)}{R_3}$$

Es decir,
$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

En un circuito paralelo de dos ramas, $\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$,

o bien $R_e = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$.

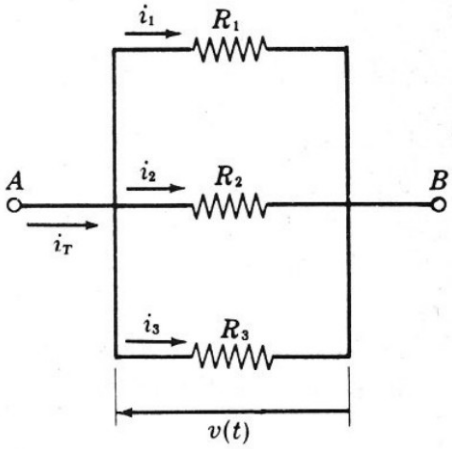



**Fig. 3**

## EJERCICIO 4

El circuito de la Fig. 1-11 contiene dos fuentes de tensión constante, $V_A$ y $V_B$. ¿Qué energía suministra cada una de ellas?

La suma de las subidas de tensión es igual a la suma de las caídas de tensión en todo circuito cerrado; por consiguiente,

$$20 - 50 = (1)I + (2)I, \qquad I = -10 \text{ A}$$

Potencia suministrada por $V_A = V_A I = 20(-10) = -200$ W.
Potencia suministrada por $V_B = V_B I = 50(10) = 500$ W.

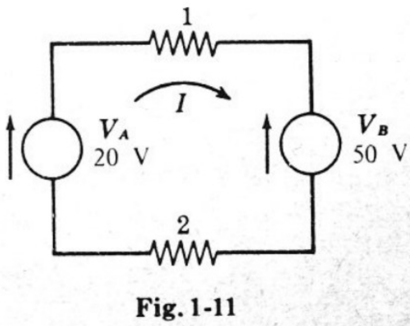
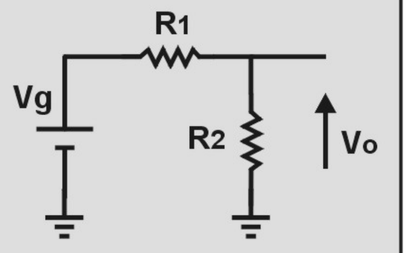



**Fig. 1-11**

# DIVISOR RESISTIVO DE TENSIÓN

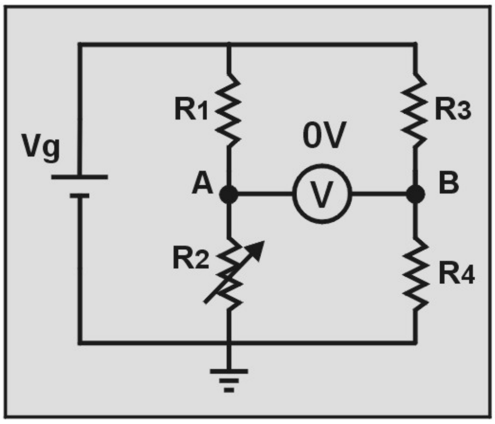



$$V_O = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_g$$

***En un circuito serie la tensión de fuente se reparte en los dos resistencias (no necesariamente en partes iguales). El circuito funciona como divisor resistivo de tensión. Es útil conocer qué fracción de tensión de fuente Vg cae sobre, por ejemplo la $R_2$.***

# CIRCUITO PUENTE RESISTIVO

***El puente se equilibra mediante el ajuste de $R_2$. (El voltímetro debe indicar OVolt). La relación obtenida al final, permite calcular (medición indirecta) el valor de una de valor desconocido.***




$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_g \qquad V_B = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_g$$

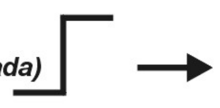
$$V_A = V_B \Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_g = \frac{R_4}{R_3 + R_4} V_g$$

**Operando algebraicamente queda:** $\boxed{R_1 . R_4 = R_2 . R_3}$

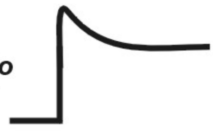
# CIRCUITO PUENTE RESISTIVO-CAPACITIVO

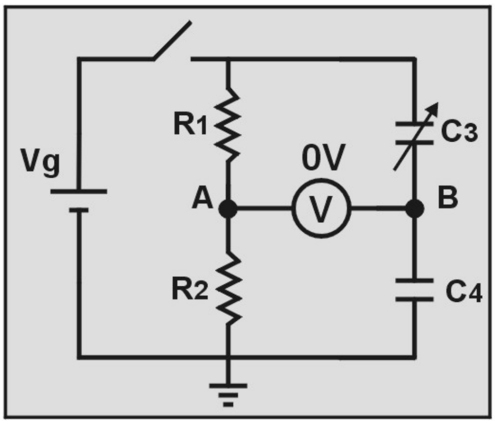
***El puente se equilibra mediante el ajuste de $C_3$ llamado trimmer.. (El voltímetro debe indicar OVolt). El equilibrio implica que los punto A y B responden instantáneamente ante un pulso de señal de entrada. De hecho se utiliza para compensar puntas de prueba de osciloscopios. Si la punta estuviese desequilibrada, una señal "escalón" aparece distorsionada.***

*(señal de entrada)*



*( imágenes en pantalla debido a punta descompensada por defecto o por exceso )*





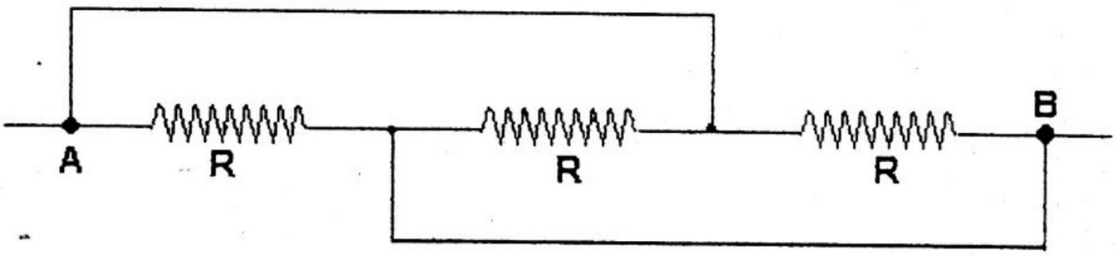

$$V_A = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_g \qquad V_B = \frac{C_3}{C_3 + C_4} V_g$$

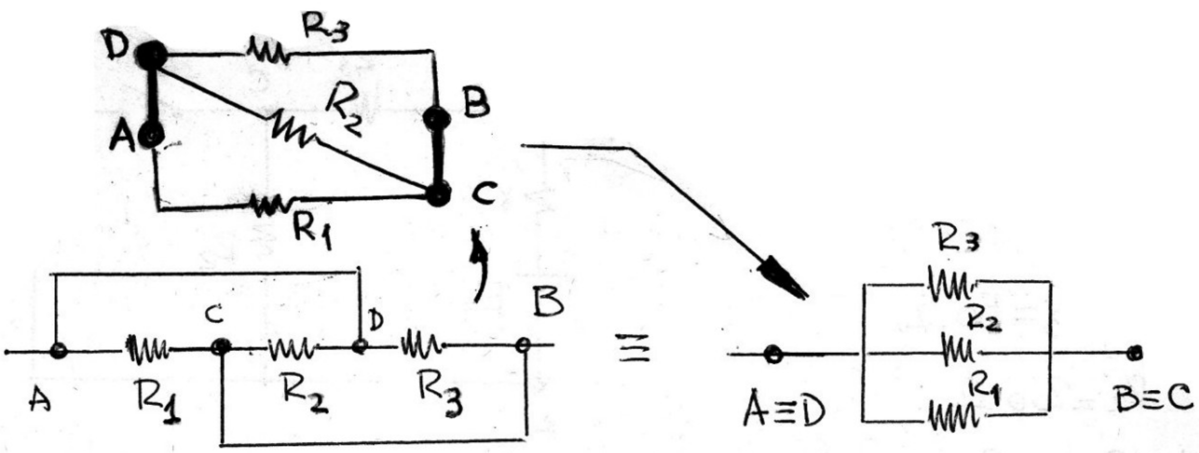
$$V_A = V_B \Rightarrow \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_g = \frac{C_3}{C_3 + C_4} V_g$$

**Operando algebraicamente queda:** $\boxed{R_1 . C_3 = R_2 . C_4}$

## EJERCICIO 5

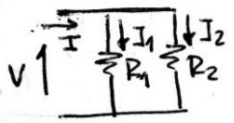
Calcular la resistencia equivalente entre los puntos A y B.




$$R_{EQ} = R \| R \| R = \frac{R}{3}$$

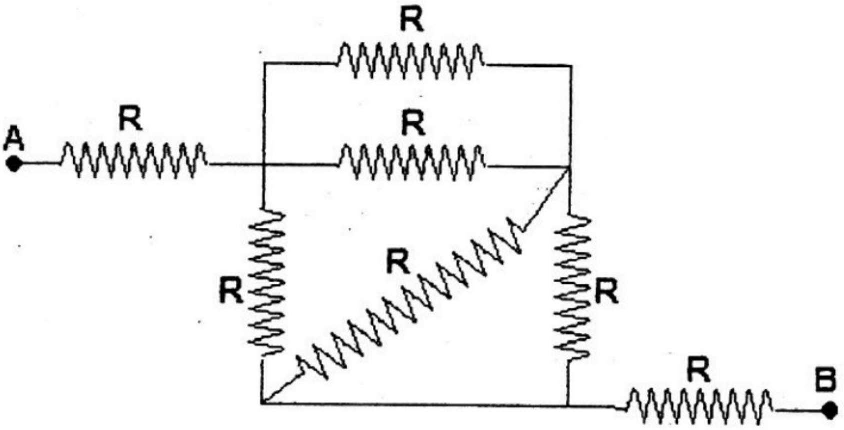
PARALELO DE R : $I = I_1 + I_2 = \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2}$

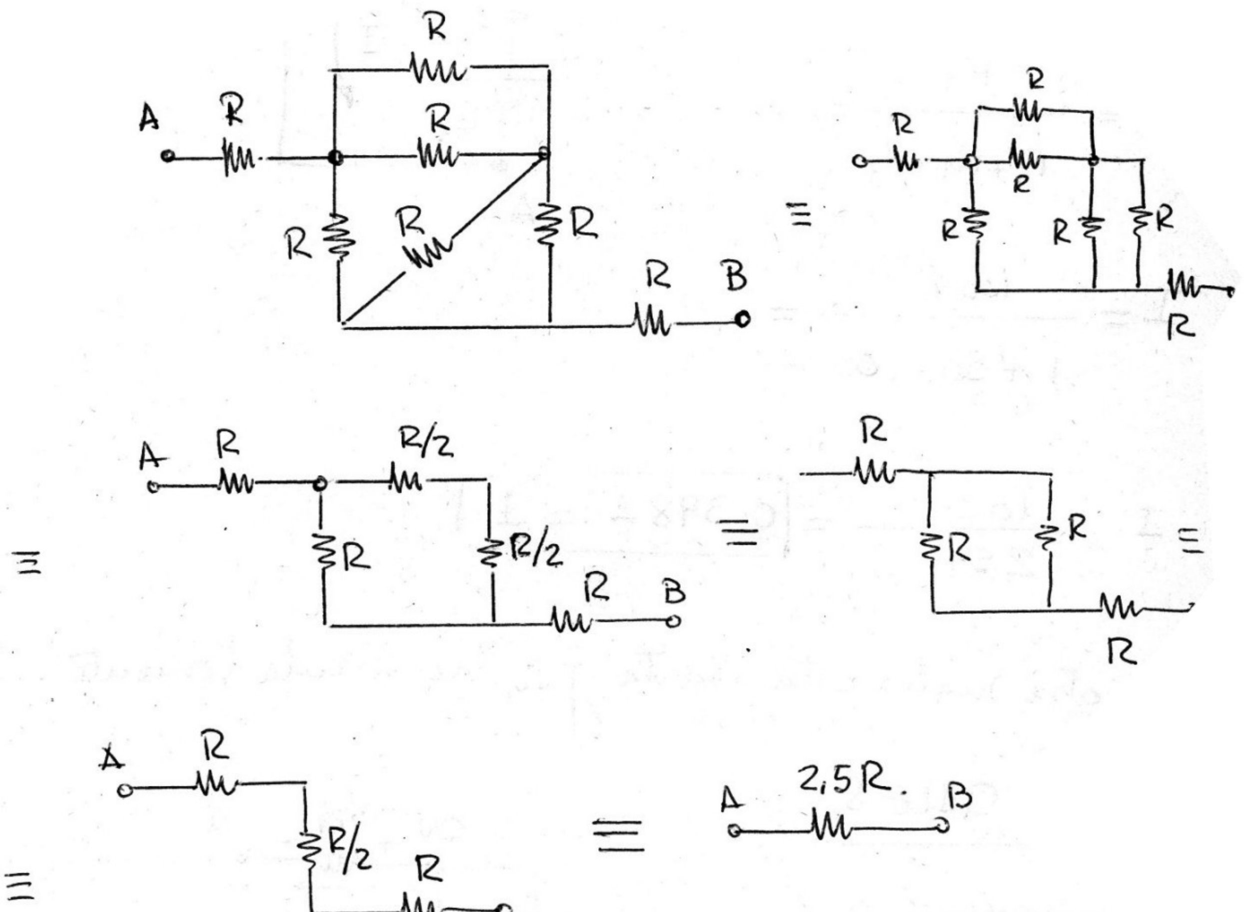



$I = V\left[\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right] \Rightarrow \boxed{\frac{V}{I} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}}$

## EJERCICIO 6

En el circuito indicado , sabiendo que R = 10 Ω , averiguar la R equivalente entre A y B



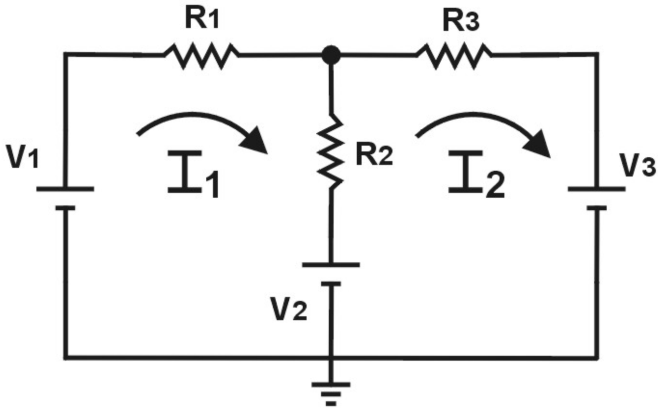

Rta $\boxed{R_{EQ} = 2{,}5\,R}$

# CIRCUITOS CON DOS MALLAS

***>) Se asigna arbitrariamente una corriente a cada malla. En este caso se optó por sentido horario para ambas.***

***>) Se aplica segunda ley de Kirchhoff a cada malla.***

***>) Se resuelve el sistema que surge del paso anterior.***




**MALLA 1:**

Nótese que recorriendo "subidos" a $I_1$ la $I_2$ viene a contramano. Por esto se resta

$$V_1 - I_1 . R_1 - (I_1 - I_2)\, R_2 - V_2 = 0$$

o también $V_1 = I_1 . R_1 + (I_1 - I_2)\, R_2 + V_2$

$$\boxed{V_1 - V_2 = I_1 . (R_1 + R_2) + I_2\,(-R_2)}$$

**MALLA 2:**

Nótese que recorriendo "subidos" a $I_2$ la $I_1$ viene a contramano. Por esto se resta

$$V_2 - (I_2 - I_1)\, R_2 - I_2 . R_3 - V_3 = 0$$

o también $V_2 = (I_2 - I_1)\, R_2 + I_2 . R_3 + V_3$

$$\boxed{V_2 - V_3 = I_1 . (-R_2) + I_2 . (R_2 + R_3)}$$

**MALLA 1:** $\boxed{V_1 - V_2 = I_1 . (R_1 + R_2) + I_2\,(-R_2)}$

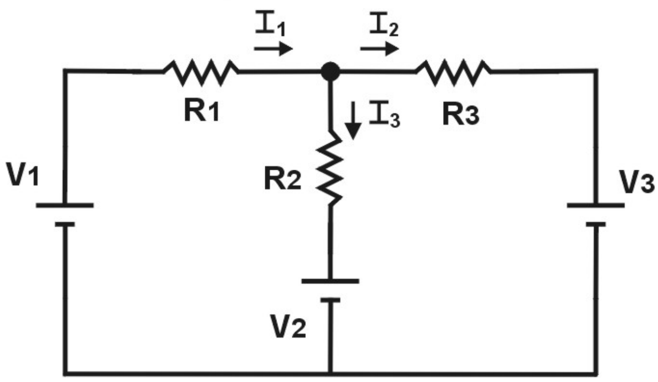
**MALLA 2:** $\boxed{V_2 - V_3 = I_1 . (-R_2) + I_2 . (R_2 + R_3)}$

**SISTEMA DE DOS ECUACIONES CON DOS INCÓGNITAS**

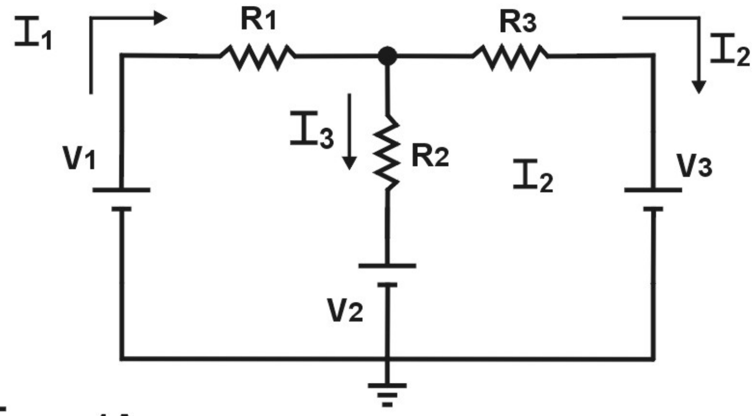
***Del sistema salen $I_1$ e $I_2$***

***Por primera ley de Kirchhoff:***

$$I_3 = I_1 - I_2$$



## EJEMPLO




**DATOS:**

$R_1 = 1\,\Omega$ $\quad V_1 = 12\ V$

$R_2 = 4\,\Omega$ $\quad V_2 = 6\ V$

$R_3 = 6\,\Omega$ $\quad V_3 = 4\ V$

Rta:

$I_1 = 2A \qquad I_2 = 1A \qquad I_3 = 1A$