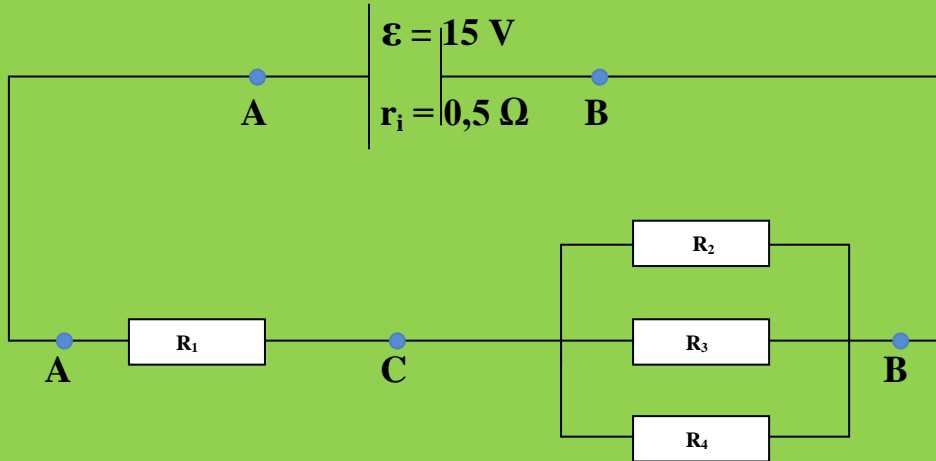


PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

**Ejercicio resuelto N° 1**

Dado el circuito de la figura adjunta:



$R_1 = 2 \Omega ; R_2 = 1 \Omega ; R_3 = 2 \Omega ; R_4 = 3 \Omega$

Determinar:

- a) Intensidad de corriente que circula por el circuito.
- b) Diferencia de potencial entre los extremos de cada una de las resistencias.
- c) Intensidad de corriente que circula por cada resistencia.
- d) Diferencia de potencial entre los extremos del generador.

**Resolución**

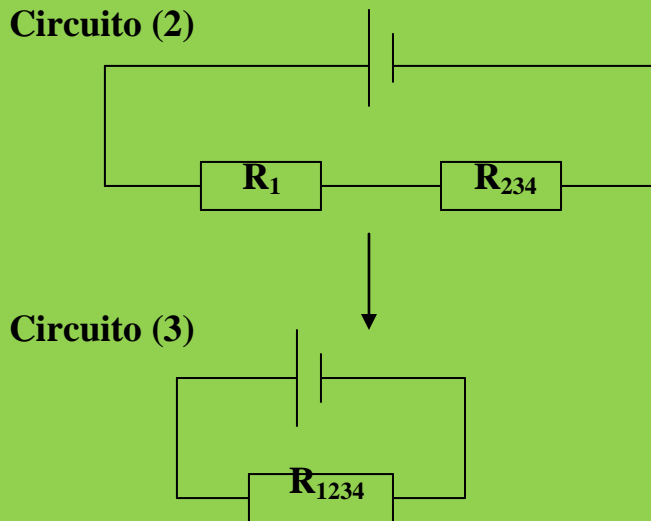
Si observáis el circuito vemos que en los extremos del generador se establece una diferencia de potencial de  $(V_A - V_B)$ . En la rama inferior del circuito vuelven a aparecer los puntos A y B y por lo tanto se establece una diferencia de potencial igual que en el generador,  $(V_A - V_B)$ . Esto es posible porque el conductor que une todos los elementos del circuito se considera como ideal, es decir, no opone resistencia al paso de la corriente.



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

a)

*Debemos llegar al circuito más simple posible:*



Hagamos los cálculos para llegar al esquema (3):

Las resistencias  $R_2$ ,  $R_3$  y  $R_4$  están en paralelo:

$$1 / R_{234} = 1 / R_2 + 1 / R_3 + 1 / R_4 ; 1 / R_{234} = 1 / 1 + 1 / 2 + 1 / 3$$

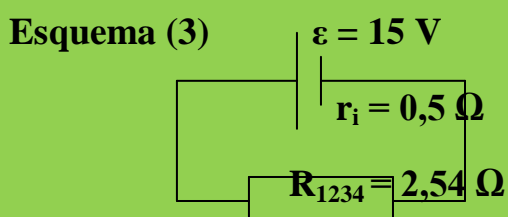
$$6 = 6 R_{234} + 3 R_{234} + 2 R_{234} ; 6 = 11 R_{234}$$

$$R_{234} = 6 / 11 = 0,54 \Omega$$

$R_1$  y  $R_{234}$  están asociadas en serie:

$$R_{1234} = R_1 + R_{234} ; R_{1234} = 2 + 0,54 ; R_{1234} = 2,54 \Omega$$

El esquema (3) con sus datos quedaría de la forma:



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Aplicamos el principio fundamental de los circuitos de corriente continua:

$$P_{\text{suministradas}} = P_{\text{consumidas}} \quad (1)$$

**Potencias suministradas:**

El generador mediante su f.e.m.  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon$

**Potencias consumidas:**

La resistencia exterior  $\rightarrow P = I^2 \cdot R$

El generador por su  $r_i$   $\rightarrow P = I^2 \cdot r_i$

Nos vamos a la ecuación (1):

$$I \cdot \varepsilon = I^2 \cdot R + I^2 \cdot r_i \quad (2)$$

Sacando factor común en (2)  $I^2$ :

$$I \cdot \varepsilon = I^2 \cdot (R + r_i) ; \quad \varepsilon = I \cdot (R_{1234} + r_i)$$

$$I = \varepsilon / (R_{1234} + r_i)$$

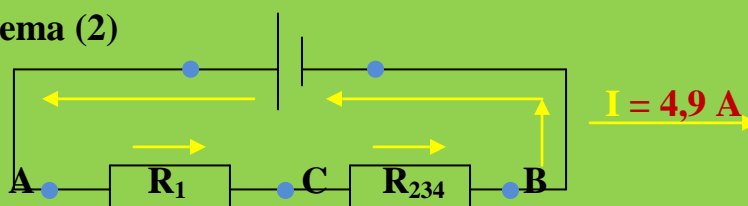
$$I = 15 \text{ V} / (2,54 + 0,5) \Omega$$

$$I = 15 \text{ V} / 3,04 \Omega = 4,9 \text{ A}$$

b)

Nos vamos al esquema (2):

Esquema (2)



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Como  $R_1$  y  $R_{234}$  están en serie la intensidad de corriente eléctrica es la misma para las dos resistencias. Aplicando la ley de Ohm simple podemos conocer la diferencia de potencial entre los extremos de cada resistencia:

$$I = \Delta V / R$$

$$I = (V_A - V_C) / R ; (V_A - V_C) = I \cdot R$$

$$(V_A - V_C) = 4,9 \text{ A} \cdot 2 \Omega = 9,8 \text{ V}$$

$$R_1 \rightarrow (V_A - V_C) = 9,8 \text{ V}$$

$$(V_C - V_B) = I \cdot R_{234} = 4,9 \text{ A} \cdot 0,54 \Omega = 2,65 \text{ V}$$

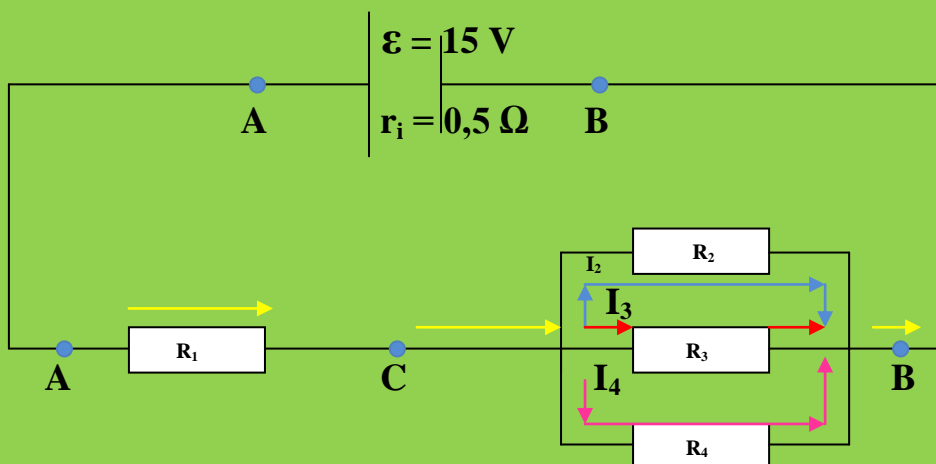
Como  $R_2$ ,  $R_3$  y  $R_4$  se encuentran asociadas en paralelo las tres soportan la misma diferencia de potencial:

$$R_2 \rightarrow (V_C - V_B) = 2,65 \text{ V}$$

$$R_3 \rightarrow (V_C - V_B) = 2,65 \text{ V}$$

$$R_4 \rightarrow (V_C - V_B) = 2,65 \text{ V}$$

c)



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Por  $R_1 \rightarrow 4,9 \text{ A}$

Por  $R_2 \rightarrow$  Aplicando la ley de Ohm simple:

$$I_2 = (V_C - V_B) / R_2 ; I_2 = 2,65 \text{ V} / 1 \Omega = 2,65 \text{ A}$$

Por  $R_3 \rightarrow$

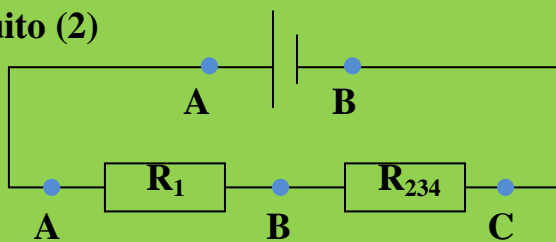
$$I_3 = (V_C - V_B) / R_3 ; I_3 = 2,65 \text{ V} / 2 \Omega = 1,325 \text{ A}$$

Por  $R_4 \rightarrow$

$$I_4 = (V_A - V_B) / R_4 ; I_4 = 2,65 \text{ V} / 3 \Omega = 0,88 \text{ A}$$

d)

Circuito (2)



En base al circuito anterior podemos establecer que:

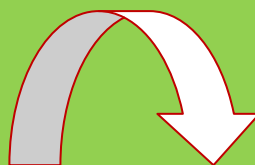
$$(V_A - V_B) = (V_A - V_C) + (V_C - V_B) = 9,8 \text{ V} + 2,65 \text{ V} = 12,45 \text{ V}$$

También podemos utilizar la ecuación:

$$(V_A - V_B) = \mathcal{E} - I \cdot r_i$$

$$(V_A - V_B) = 15 \text{ V} - 4,9 \cdot 0,5 = 15 - 2,45 = 12,55 \text{ V}$$

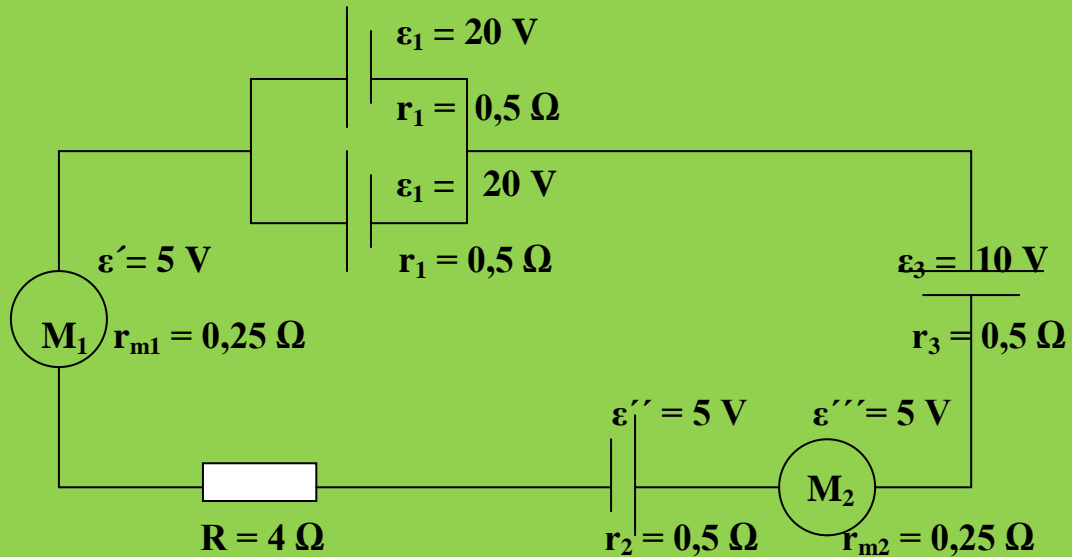
Podemos admitir la pequeña (  $12,55 - 12,45 = 0,1$  ) cantidad en que difieren los resultados para un mismo cálculo.



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

**Ejercicio resuelto N° 2**

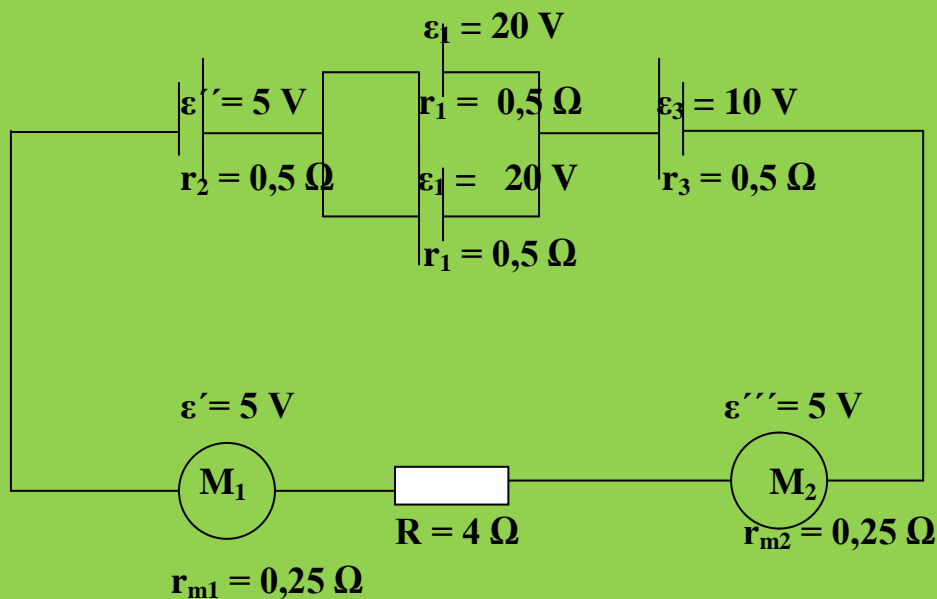
Dado el circuito de la figura:



Determinar la Intensidad de corriente que circula por el circuito.

**Resolución**

Podemos proceder de varias formas. Una de ellas consiste en unir todos los generadores manteniendo la polaridad correspondiente, y obtener el generador correspondiente. El resto de los elementos del circuito los llevaremos a la rama inferior del mismo:

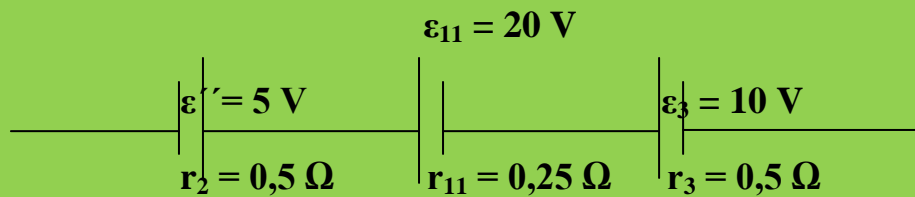


**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Calculemos el generador equivalente

$$1 / r_{11} = 1 / 0,5 + 1 / 0,5 : 1 / r_{11} = 2 + 2$$

$$1 / r_{11} = 4 ; 4 r_{11} = 1 ; r_{11} = 1 / 4 = 0,25 \Omega$$

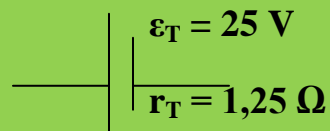


El generador 2 tiene polaridad distinta al resto, dicha polaridad nos determina que su fuerza electromotriz sea negativa:

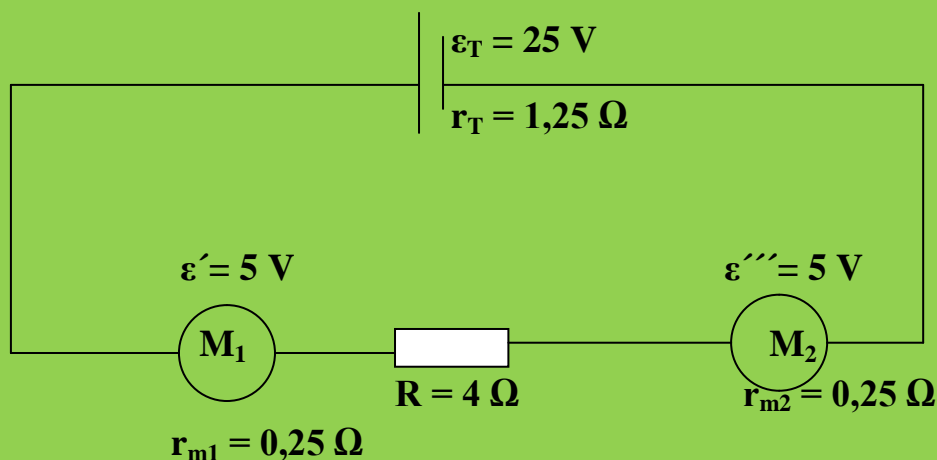
$$\sum \varepsilon = (- \varepsilon'') + \varepsilon_{11} + \varepsilon_3 = - 5 + 20 + 10 = 25 \text{ V}$$

Por estar en serie las resistencias:

$$\sum r = r_2 + r_{11} + r_3 = 0,5 + 0,25 + 0,5 = 1,25 \Omega$$



El circuito inicial nos queda de la forma:



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Ahora podemos aplicar:

$$\text{Potencias}_{\text{aplicadas}} = \text{Potencias}_{\text{consumidas}} (I)$$

**Potencias suministradas:**

El generador equivalente  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon_T$

**Potencias consumidas:**

El propio generador equivalente  $\rightarrow P = I^2 \cdot r_T$

Motor1  $\rightarrow P = I \cdot \text{fuerza contraelectromotriz} \rightarrow P = I \cdot \varepsilon'$

$$P = I \cdot \text{resistencia interna} = I^2 \cdot r_{m1}$$

Resistencia exterior  $\rightarrow P = I^2 \cdot R$

Motor2  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon'''$

$$P = I^2 \cdot r_{m2}$$

Nos vamos a la ecuación (1):

$$I \cdot \varepsilon_T = I \cdot \varepsilon' + I^2 \cdot r_{m1} + I^2 \cdot R + I \cdot \varepsilon''' + I^2 \cdot r_{m2}$$

$$I \cdot \varepsilon_T - I \cdot \varepsilon' - I \cdot \varepsilon''' = I^2 \cdot r_{m1} + I^2 \cdot R + I^2 \cdot r_{m2}$$

$$I \cdot (\varepsilon_T - \varepsilon' - \varepsilon''') = I^2 \cdot (r_{m1} + R + r_{m2})$$

$$I = (\varepsilon_T - \varepsilon' - \varepsilon''') / (r_{m1} + R + r_{m2})$$

$$I = (25 - 5 - 5) / (0,25 + 4 + 0,25) = 15 \text{ V} / 4,50 \Omega = 3,33 \text{ A}$$

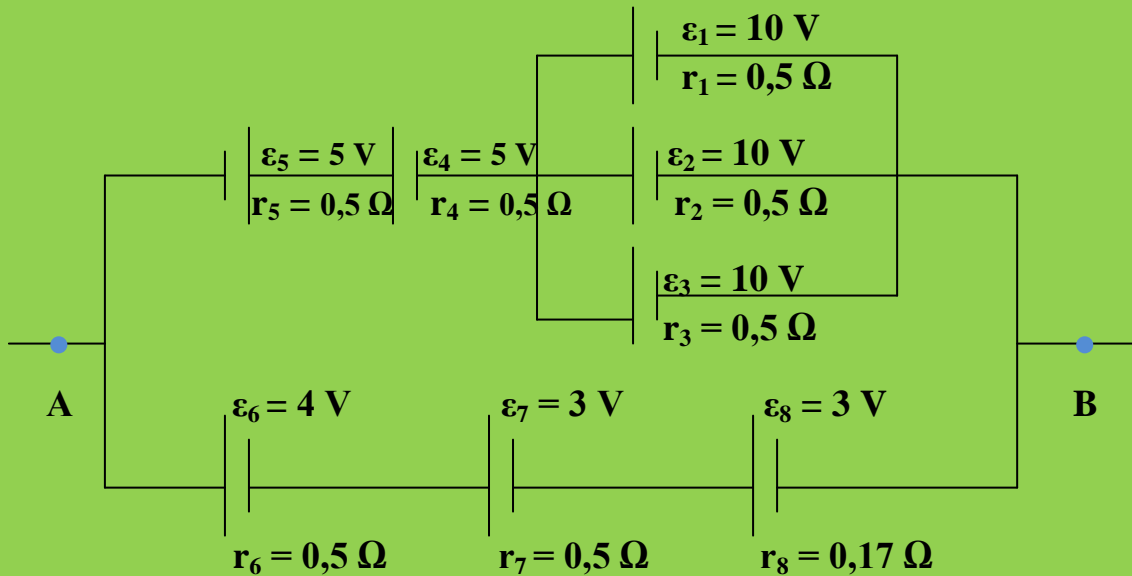




PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

**Ejercicio resuelto**

Dada la asociación de generadores:



Proporcionan al circuito al cual pertenecen una intensidad de 5 A.

Determinar:

- a) La potencia de la asociación
- b) La diferencia de potencial entre los extremos de la asociación

**Resolución**

Recordar que para asociar generadores en paralelo, todos los generadores deben ser iguales. Se obtendrá un generador equivalente de la misma fuerza electromotriz y resistencia la equivalente a resistencias asociadas en paralelo. Por lo tanto la asociación inicial pasará a ser:

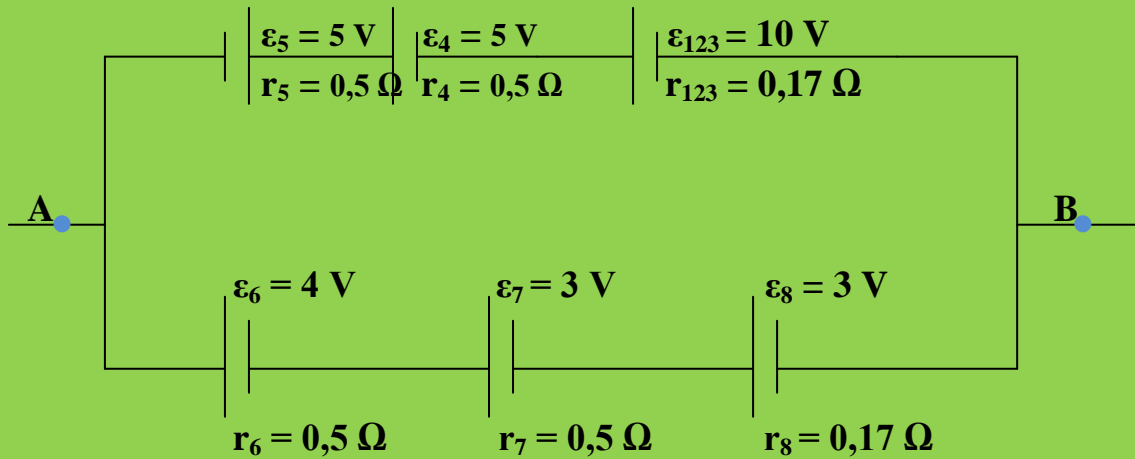
$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon_{123} = 10 \text{ V}$$

$$1 / r_{123} = 1 / r_1 + 1 / r_2 + 1 / r_3 ; 1 / r_{123} = 1 / 0,5 + 1 / 0,5 + 1 / 0,5$$

$$1 / r_{123} = 2 + 2 + 2 ; 1 / r_{123} = 6 ; r_{123} = 1 / 6 = 0,17 \text{ } \Omega$$



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**



En la rama superior el generador nº 5 tiene polaridad distinta al N° 4 y al nº 123. Se obtendrá un generador equivalente de:

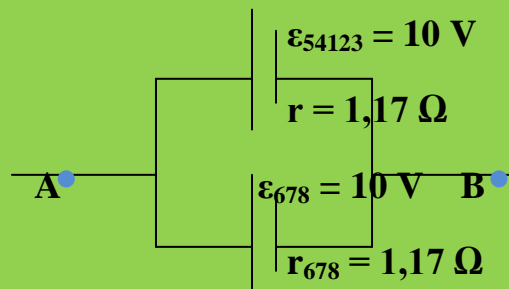
$$\sum \varepsilon = -5 + 5 + 10 = 10 \text{ V}$$

$$\sum r = 0,5 + 0,5 + 0,17 = 1,17 \Omega$$

En la rama inferior:

$$\sum \varepsilon = 4 + 3 + 3 = 10 \text{ V}$$

$$\sum r = 0,5 + 0,5 + 0,17 = 1,17 \Omega$$



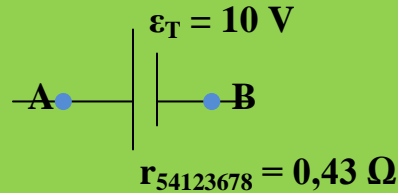
Obtendremos el generador equivalente:

$$\varepsilon_{54123} = \varepsilon_{678} = \varepsilon_T = 10 \text{ V}$$

$$1 / r_{54123678} = 1 / r_{54123} + 1 / r_{678} ; 1 / r_{54123678} = 1,17 + 1,17$$

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

$$1/r_{54123678} = 2,34 \ ; \ r_{54123678} = 1 / 2,34 = 0,43 \ \Omega$$



Ya estamos en condiciones de contestar a las cuestiones planteadas:

a)

La potencia viene en función de la intensidad de corriente y de la fuerza electromotriz:

$$P = I \cdot \varepsilon_T \ ; \ P = 5 \text{ A} \cdot 10 \text{ V} = 50 \text{ W}$$

b)

La diferencia de potencial entre los extremos de la asociación es la misma que entre los extremos del generador equivalente y viene dada por la ecuación:

$$(V_A - V_B) = \varepsilon_T - I \cdot r_{54123678} = 10 - 4,5 \cdot 0,43 = 8,06 \text{ V}$$

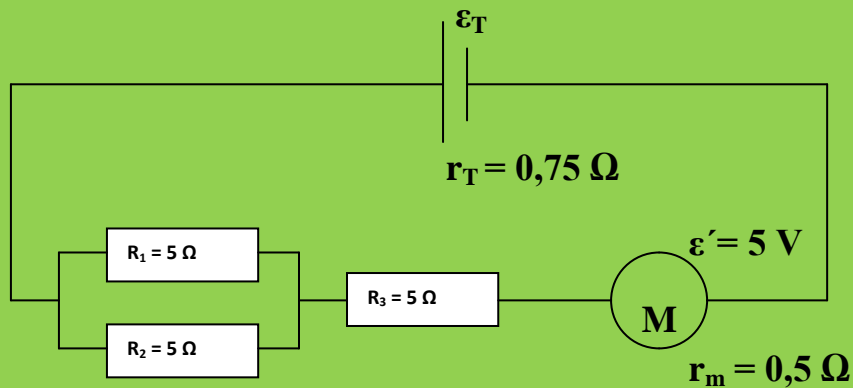
### **Ejercicio resuelto N° 2**

Una asociación de tres generadores forman un circuito mediante su asociación en serie con tres resistencias de  $5 \ \Omega$ , las dos primeras asociadas en paralelo y la tercera en serie con las dos anteriores y un motor de fuerza contraelectromotriz de  $5 \text{ V}$  y resistencia interna de  $0,5 \ \Omega$ . En los extremos de la asociación de los generadores se establece una diferencia de potencial que le proporciona al circuito una intensidad de corriente eléctrica de  $8 \text{ A}$ . Determinar la asociación de los tres generadores sabiendo que su  $r_T = 0,75 \ \Omega$ . Dibujar los posibles circuitos.

### **Resolución**

Podemos establecer un segundo circuito en donde se establezca el generador equivalente a los tres iniciales:

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**



Las tres resistencias se pueden convertir en una.

Las dos primeras por estar asociadas en paralelo su equivalente vale:

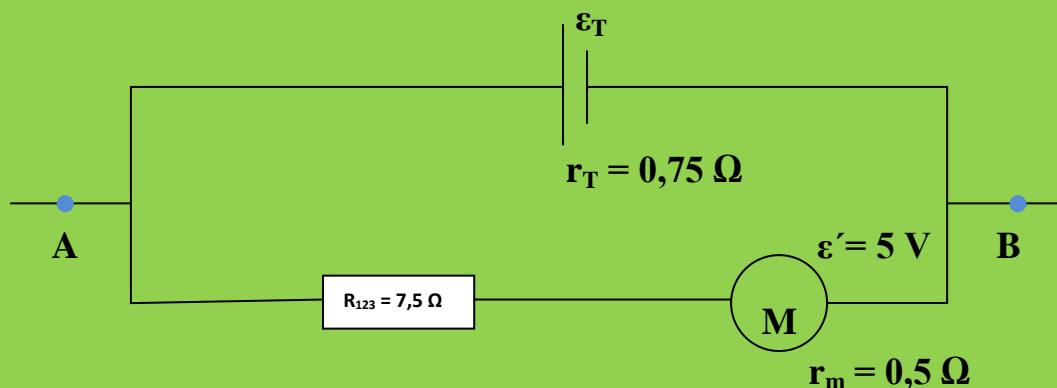
$$1/R_{12} = 1/R_1 + 1/R_2 ; 1/R_{12} = 1/5 + 1/5 ; 1/R_{12} = 2/5$$

$$R_{12} = 5/2 = 2,5 \Omega$$

La  $R_{12}$  se encuentra en serie con  $R_3$  y la resistencia equivalente final será:

$$R_T = R_{12} + R_3 = 2,5 + 5 = 7,5 \Omega$$

El tercer circuito quedará de la forma:



Debemos conocer  $\varepsilon_T$ . Para ello haremos uso de las ecuaciones:

$$Potencias_{suministradas} = Potencias_{consumidas}$$

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

**Potencias suministradas:**

El generador  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon_T$

**Potencias consumidas:**

El propio generador  $\rightarrow P = I^2 \cdot r_T$

La resistencia equivalente  $\rightarrow P = I^2 \cdot R_{123}$

El motor  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon'$

El motor  $\rightarrow P = I^2 \cdot r_m$

$$I \cdot \varepsilon_T = I^2 \cdot r_T + I^2 \cdot R_{123} + I \cdot \varepsilon' + I^2 \cdot r_m$$

$$I \cdot \varepsilon_T - I \cdot \varepsilon' = I^2 \cdot r_T + I^2 \cdot R_{123} + I^2 \cdot r_m$$

$$I \cdot (\varepsilon_T - \varepsilon') = I^2 \cdot (r_T + R_{123} + r_m)$$

$$I = \varepsilon_T - \varepsilon' / (r_T + R_{123} + r_m)$$

$$8 = \varepsilon_T - 5 / (r_T + R_{123} + r_m)$$

$$8 \cdot (0,75 + 7,5 + 0,5) = \varepsilon_T - 5 ; 6 + 60 + 4 + 5 = \varepsilon_T$$

$$\varepsilon_T = 75 \text{ V}$$

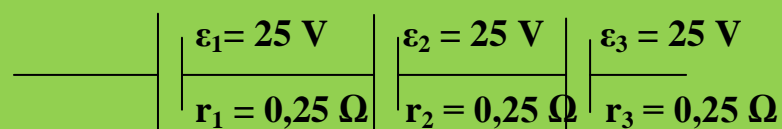
Ya tenemos la fuerza electromotriz de la asociación de generadores.

Debemos asociarlos de forma que estemos de acuerdo con  $\varepsilon_T$ :

Si dividimos los 75 V entre 3:

$$75 / 3 = 25 \text{ V}$$

Cada generador tendría 25 V de f.e.m. *Si mantenemos este valor para cada uno de los generadores*, la asociación en *serie* cumple las condiciones para ser posible.

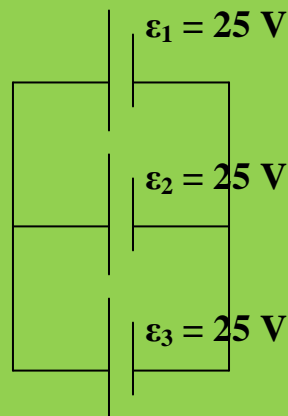


**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

$$\varepsilon_T = \sum \varepsilon = 25 + 25 + 25 = 75 \text{ V}$$

$$r_T = r_1 + r_2 + r_3 = 0,25 + 0,25 + 0,25 = 0,75 \Omega$$

Una segunda posibilidad sería:

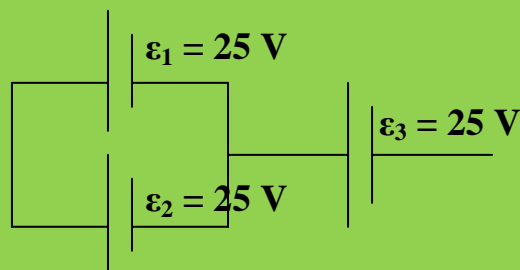


Si recordamos las características de la asociación en paralelo de generadores:

- Todos tienen que ser iguales
- Su fuerza electromotriz es la misma que la de uno de los generadores

El generador resultante tendría 25 V de f.e.m. Circunstancia que no se cumple.

Otra posibilidad sería:



$$\sum \varepsilon = \varepsilon_{12} + \varepsilon_3 = 25 + 25 = 50 \text{ V} \quad \text{No es el caso}$$

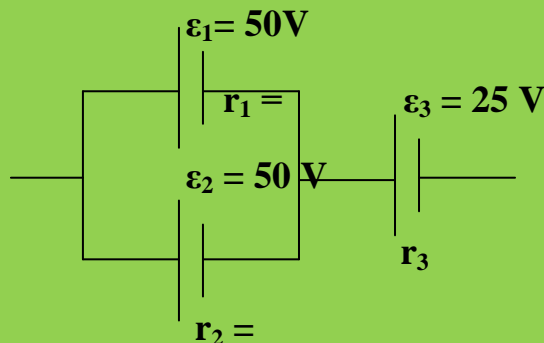
**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Lo razonado estaba en función de que los tres generadores tenían la misma fuerza electromotriz (25 V). Si consideramos que los generadores pueden tener f.e.m. distintas puede existir otra asociación.

Haremos que:

$$\varepsilon_1 = 50 \text{ V} ; \varepsilon_2 = 50 \text{ V} ; \varepsilon_3 = 25 \text{ V}$$

Si conocemos las propiedades de la asociación en paralelo podemos hacer el siguiente montaje:



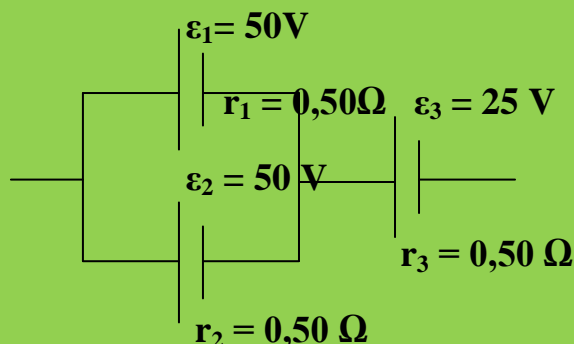
Debemos distribuir los  $0,75 \Omega$  de resistencia interna establecidos entre los tres generadores. Vamos a suponer que  $r_3 = 0,50 \Omega$ . Los  $0,25 \Omega$  restantes los tenemos que distribuir entre el 1º y 2º generador que como podemos observar están asociados en paralelo, luego:

$$1 / r_{12} = 1 / r_1 + 1 / r_2 ; \text{ debe cumplirse que } r_1 = r_2 = r$$

$$1 / 0,25 = 1 / r + 1 / r ; 1 / 0,25 = 2 / r ; r = 0,25 \cdot 2$$

$$r = 0,50 \Omega = r_1 = r_2$$

Podemos establecer la siguiente asociación:



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

Solo nos que por comprobar si las resistencias internas cumplen la condición de sumar  $0,75 \Omega$ :

$$r_T = r_{12} + r_3$$

$$1 / r_{12} = 1 / r_1 + 1 / r_2 ; r_1 = r_2 = r ; 1 / r_{12} = 1 / 0,5 + 1 / 0,5$$

$$1 / r_{12} = 2 + 2 ; 4 \cdot r_{12} = 1 ; r_{12} = 1 / 4 ; r_{12} = 0,25 \Omega$$

$$r_T = 0,25 + 0,50 = 0,75 \Omega$$

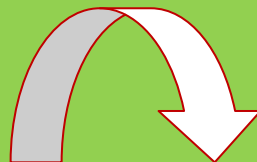
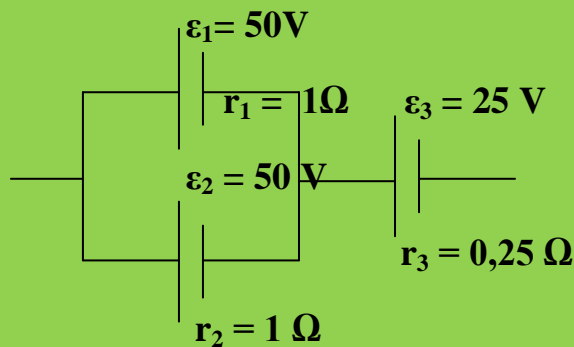
Si a  $r_3$  le damos el valor de  $0,25 \Omega$  deberemos repartir entre el generador 1° y 2°  $0,5 \Omega$

$$1/0,50 = 1/r + 1/r ; 1/0,5 = 2 / r ; r = 1 = r_1 = r_2$$

$$1/r_{12} = 1 + 1 ; r_{12} = 1 / 2 = 0,5 \Omega$$

$$r_T = 0,5 + 0,25 = 0,75 \Omega$$

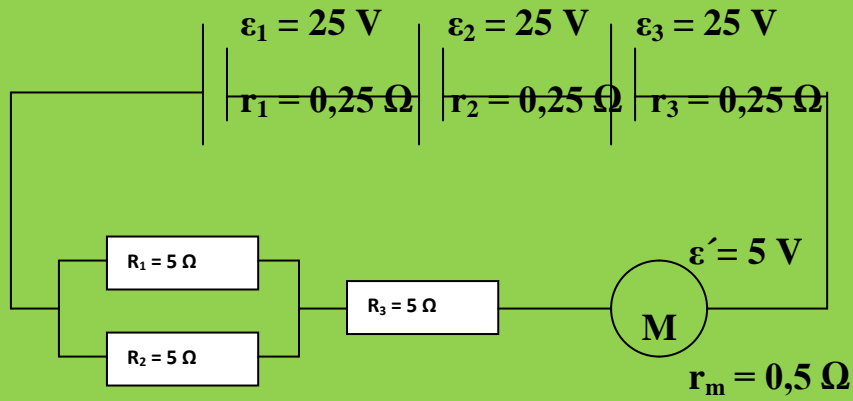
Luego tenemos una nueva asociación:



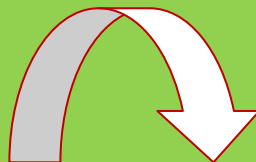
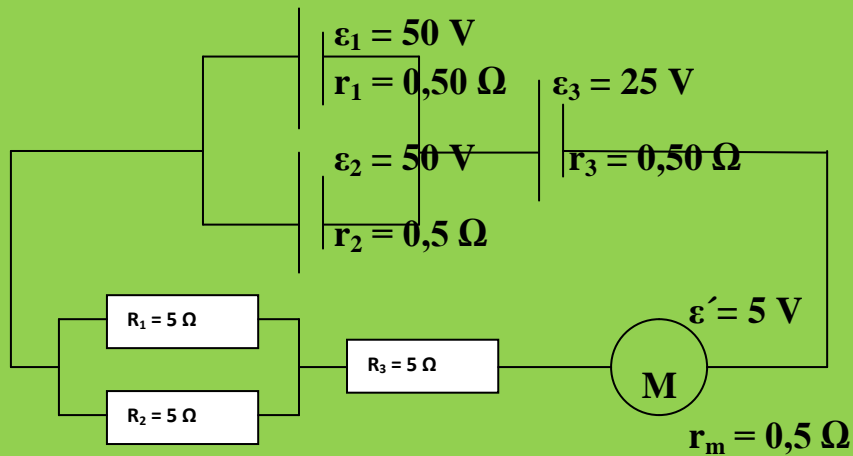


**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

**Circuito n° 1**

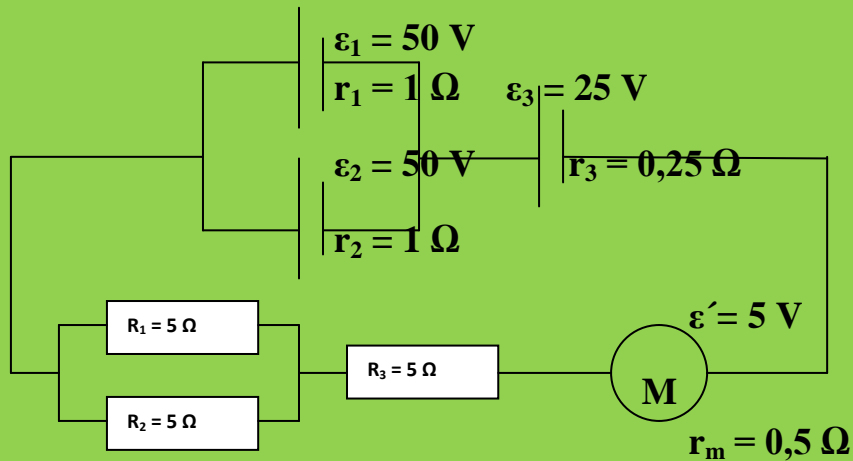


**Circuito n° 2:**



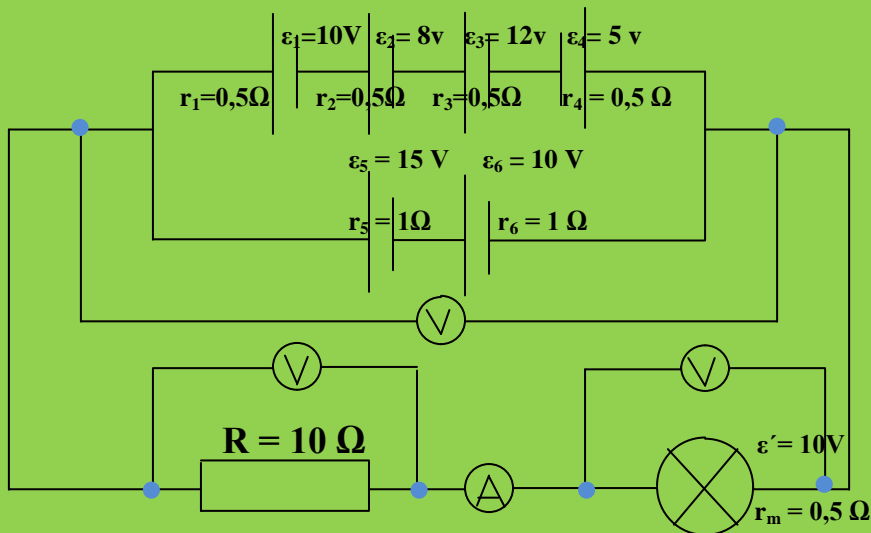
**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

**Circuito n° 3:**



**Ejercicio resuelto N° 3**

En el circuito adjunto determinar lo que marcan los voltímetros y amperímetros añadidos a dicho circuito.



**Resolución**

Simplifiquemos la asociación de los generadores:

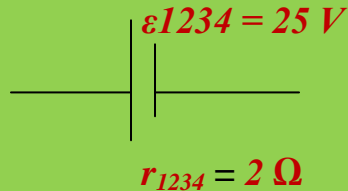
*El generador n° 4 tiene polaridad distinta al resto de su asociación por lo que su f.e.m. tendrá signo negativo:*

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

$$\sum \varepsilon_{1234} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + (-\varepsilon_4)$$

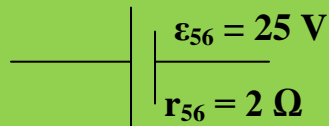
$$\sum \varepsilon_{1234} = 10 + 8 + 12 + (-5) = 25 \text{ V}$$

$$\sum r = r_1 + r^2 + r^3 + r^4 = 0,5 + 0,5 + 0,5 + 0,5 = 2 \Omega$$

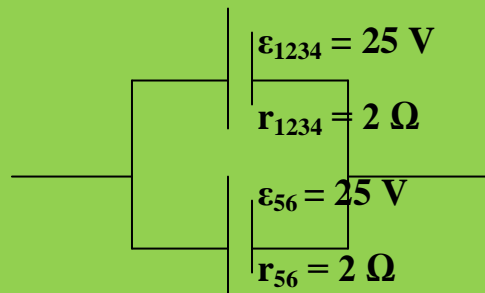


$$\sum \varepsilon_{56} = \varepsilon_5 + \varepsilon_6 = 15 + 10 = 25 \text{ V}$$

$$\sum r_{56} = r_5 + r_6 = 1 + 1 = 2 \Omega$$



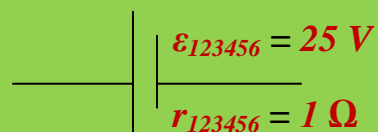
Podemos crear la asociación:



Esta asociación se puede transformar en un solo generador que por estar asociados en paralelo la f.e.m. valdrá 25 V. La resistencia de este generador equivalente la podemos calcular:

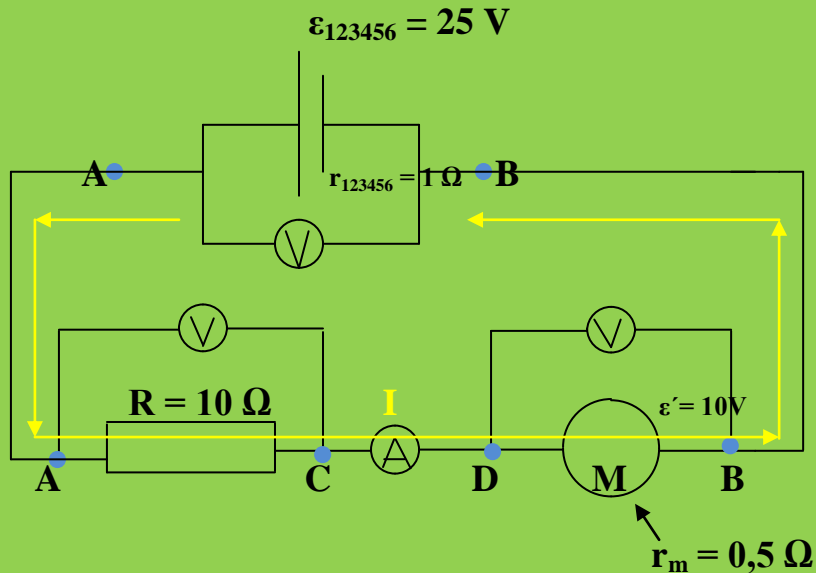
$$1 / r_{123456} = 1 / r_{1234} + 1 / r_{56} ; 1 / r_{123456} = 1 / 2 + 1 / 2$$

$$1 / r_{123456} = 1 ; r_{123456} = 1 \Omega$$



**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

El circuito inicial varía bastante:



El amperímetro marcará una intensidad de corriente eléctrica:

$$\text{Potencias}_{\text{suministradas}} = \text{Potencias}_{\text{consumidas}} \quad (1)$$

**Potencias suministradas:**

El generador equivalente  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon_{123456}$

**Potencias consumidas:**

El propio generador  $\rightarrow P = I^2 \cdot r_{123456}$

La resistencia exterior  $\rightarrow P = I^2 \cdot R$

El motor  $\rightarrow P = I \cdot \varepsilon'$

El motor  $\rightarrow P = I^2 \cdot r_m$

Nos vamos a la ecuación (1):

$$I \cdot \varepsilon_{123456} = I^2 \cdot r_{123456} + I^2 \cdot R + I \cdot \varepsilon' + I^2 \cdot r_m$$

$$I \cdot \varepsilon_{123456} - I \cdot \varepsilon' = I^2 \cdot (r_{123456} + R + r_m)$$

$$I \cdot (\varepsilon_{123456} - \varepsilon') = I^2 \cdot (r_{123456} + R + r_m)$$

$$I = \varepsilon_{123456} - \varepsilon' / r_{123456} + R + r_m$$

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

$$I = 25 \text{ V} - 10 \text{ V} / (1 + 10 + 0,5) = 15 \text{ V} / 11,5 = 1,3 \text{ A}$$

El voltímetro de la resistencia exterior marcará:

$$I = (V_A - V_C) / R ; (V_A - V_C) = I \cdot R = 1,3 \text{ A} \cdot 10 \Omega$$

$$(V_A - V_C) = 13 \text{ V}$$

El voltímetro del motor nos marca:

$$(V_C - V_B) = \varepsilon' + I \cdot r_m ; (V_C - V_B) = 10 \text{ V} + 1,3 \text{ A} \cdot 0,5 \Omega$$

$$(V_C - V_B) = 10,65 \text{ V}$$

**Ejercicio resuelto N° 4**

**Práctica de laboratorio:** Creación de un circuito de corriente continua

**Material:**

- Dos generadores iguales de 10 V de fuerza electromotriz y 0,5  $\Omega$  de resistencia interna.
- Hilo conductor.
- Un portalámparas con una bombilla de 10  $\Omega$  de resistencia
- Un motor de fuerza contraelectromotriz 15 V y resistencia interna 0,25  $\Omega$ .

**Procedimiento:**

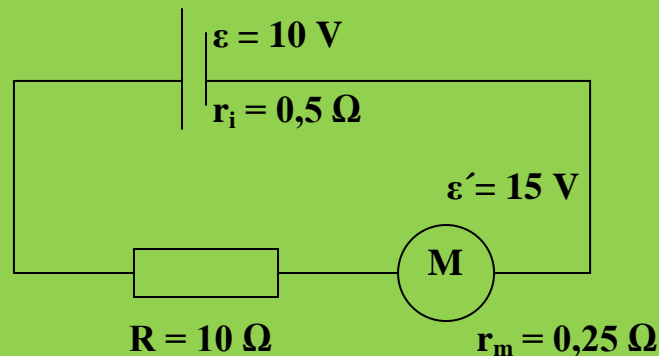
Tomar un generador y asociarlo en serie con el portalámparas y el motor. Hacer un croquis del circuito que debe ser cerrado. Observar lo que ocurre y dar una explicación.

Si ocurre algo anormal solucionar el problema.

**Resolución**

PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

Esquema del circuito:



El circuito **NO FUNCIONA**. El generador no puede, con su fuerza electromotriz, hacer que el circuito funcione. Demostración:

$$\text{Potencias}_{\text{suministradas}} = \text{Potencias}_{\text{consumidas}}$$

$$I \cdot \varepsilon = I^2 \cdot r_i + I^2 \cdot R + I \cdot \varepsilon' + I \cdot r_m$$

$$I \cdot \varepsilon - I \cdot \varepsilon' = I^2 \cdot (r_i + R + r_m)$$

$$I \cdot (\varepsilon - \varepsilon') = I^2 \cdot (r_i + R + r_m)$$

$$I = \varepsilon - \varepsilon' / (0,5 + 10 + 0,25) ; I = (10 - 15) / 10,75 = -0,46 \text{ A}$$

EL CIRCUITO NO FUNCIONA PORQUE **LA FUERZA ELECTROMOTRIZ DEL GENERADOR NO ES LO SUFICIENTEMENTE ALTA COMO PARA ENCENDER LA BOMBILLA Y HACER QUE FUNCIONE EL MOTOR**. LA PRUEBA ESTÁ EN LA INTENSIDAD NEGATIVA QUE NOS APARECE MATEMÁTICAMENTE.

La solución al problema es utilizar conjuntamente los dos generadores:

Los dos generadores los podremos asociar de dos formas:

a)

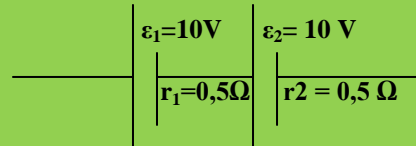
En paralelo. Si recordamos las propiedades de la asociación de generadores en paralelo sabemos que obtenemos un nuevo generador

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA**

pero con la misma fuerza electromotriz, es decir, 10 V. El circuito volverá a no funcionar.

b)

En serie:

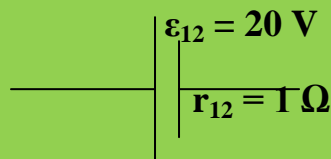


Obtendremos un generador con una fuerza electromotriz:

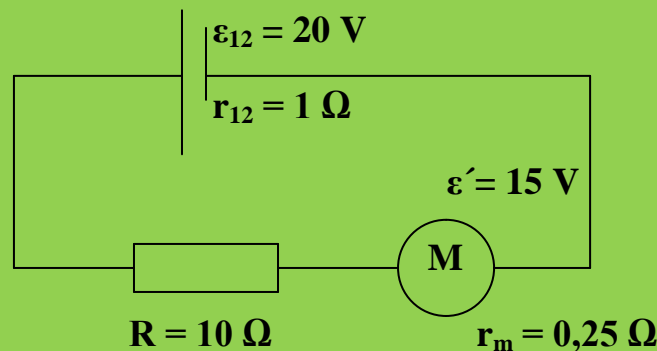
$$\varepsilon_{12} = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = 10 + 10 = 20 \text{ V}$$

y con una resistencia:

$$r_{12} = r_1 + r_2 = 0,5 + 0,5 = 1 \text{ } \Omega$$



Acoplemos el nuevo generador al circuito:



Apliquemos el principio fundamental del circuito de corriente continua:

$$\textit{Potencias}_{suministradas} = \textit{potencias}_{consumidas}$$

$$I \cdot \varepsilon_{12} = I^2 \cdot r_{12} + I^2 \cdot R + I \cdot \varepsilon' + I^2 \cdot r_m$$

$$I \cdot \varepsilon_{12} - I \cdot \varepsilon' = I^2 (r_{12} + R + r_m)$$

**PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS SOBRE FUERZA  
ELECTROMOTRIZ, FUERZA CONTRAELECTROMOTRIZ, CIRCUITOS DE  
CORRIENTE CONTINUA**

$$I = \frac{\varepsilon_{12} - \varepsilon'}{r_{12} + R + r_m}$$

$$I = \frac{20 \text{ V} - 15 \text{ V}}{(1 + 10 + 0,25) \Omega}$$

$$I = \frac{5 \text{ V}}{11,25 \Omega} = \mathbf{0,44 \text{ A}}$$

**La intensidad positiva hace posible que el circuito funcione.**

**NOTA:** No hemos tenido en cuenta el amperaje de la bombilla y del motor.

----- **O** -----