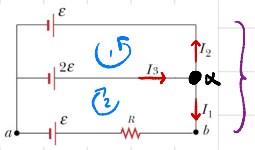
Veamos las mallas del circuito:



Considerando la convención de que las resistencias siempre da una caída de tensión y si entro de - a + hay subida de tensión y de + - hay caída de tensión.

Haciendo KVL en la malla 1: $2\varepsilon - I_3 r - I_2 r - \varepsilon = 0$

Haciendo KVL en la malla 2: $2\varepsilon - I_3 r - I_1 R - I_1 r - \varepsilon = 0$

Haciendo KCL en el nodo α: $I_3 = I_2 + I_1$

Se tiene:

$$\begin{aligned} &\varepsilon - I_3 r - I_2 r = 0 \\ &\varepsilon - I_3 r - I_1 R - I_1 r = 0 \\ &I_3 = I_2 + I_1 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \quad \begin{aligned} &\varepsilon - (I_2 + I_1) r - I_2 r = 0 \\ &\varepsilon - (I_2 + I_1) r - I_1 R - I_1 r = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \quad \begin{aligned} &\varepsilon - 2 I_2 r - I_1 r = 0 \\ &\varepsilon - I_2 r - I_1 (2r + R) = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \quad 2 I_2 r + I_1 r = I_2 r + I_1 (2r + R)$$

$$\Rightarrow \quad I_2 r = I_1 r + I_1 R$$

$$\Rightarrow \quad I_2 = I_1 \left(1 + \frac{R}{r}\right)$$

Reemplazando el valor I_2 en la primera ecuación

$$\mathcal{E} - 2I_1(r+R) - I_1 r = 0 \quad \Rightarrow \quad I_1 = \frac{\mathcal{E}}{3r+2R} \;//$$

Y entonces $\quad I_2 = \dfrac{\mathcal{E}\left(1 + \frac{R}{r}\right)}{3r+2R} \quad \Rightarrow \quad I_2 = \dfrac{\mathcal{E}(r+R)}{r(3r+2R)}$

$$I_3 = I_2 + I_1 \quad \Rightarrow \quad I_3 = \frac{\mathcal{E}(2r+R)}{r(3r+2R)} \;//$$

b) Se tiene lo siguiente



, La caída de tensión entre a y b es

$$V_a - V_b = -\mathcal{E} - I_1 r - I_1 R$$

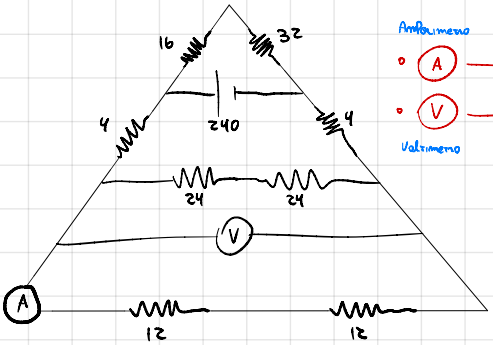
Ecuación Fundamental de los circuitos eléctricos

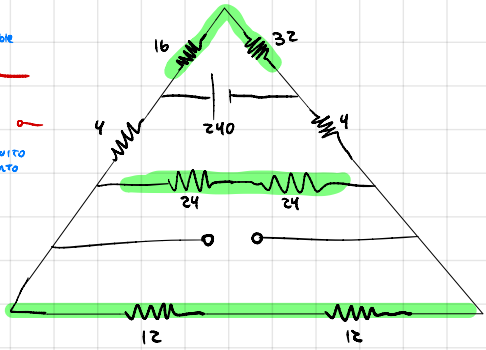
Pero $V_a = 0$

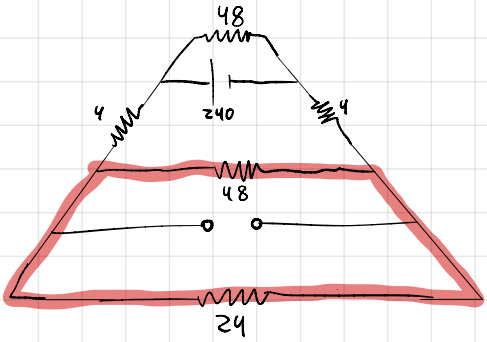
$$V_b = \mathcal{E} + I_1 r + I_1 R$$

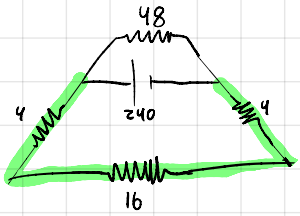
$$V_b = \mathcal{E} + \frac{\mathcal{E}}{3r+2R}(r+R) \;//$$

2

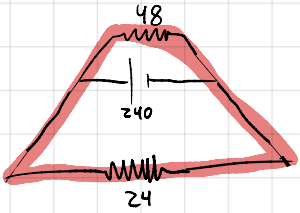


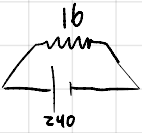




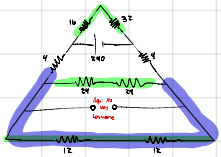


Así, $R_{eq} = 16\ \Omega$

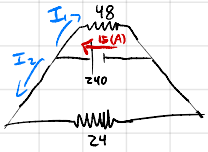




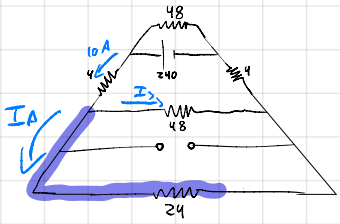
La Corriente en el Amperímetro es la Azul.



Primero encontramos I_{Total} → $I_T = \frac{V}{R_{eq}}$ ⇒ $I_T = \frac{240}{16} = 15\,(A)$



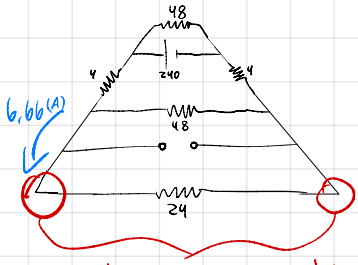
↝ Aplico División de Corriente : $I_2 = I_T \frac{48}{48+24} = 10$



⇝ Lo que mide el Amperimetro es lo que se va por la Resistencia interior... Divisor de Corriente!

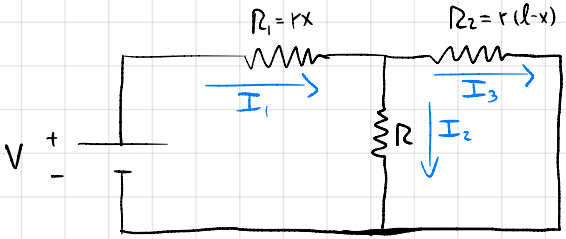
$$I_A = 10 \cdot \frac{48}{48+24} \Rightarrow I_A = 6{,}66 \ (A) \ //$$

Para el Voltaje del Voltimetro, solo mide la caida de tensión en el resistor de abajo (igual de antes)



$$V = I R \Rightarrow V = 6{,}66 \cdot 24 \Rightarrow V = 160 \ (V) \ //$$

3



Se tiene que $R_{eq} = R \parallel R_2 + R_1 \rightsquigarrow V = I_1 R_{eq}$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{V}{R_{eq}} \Rightarrow I_1 = \frac{V}{\frac{Rr(l-x)}{R+r(l-x)} + rx} \Rightarrow I_1 = \frac{V(R+r(l-x))}{Rr(l-x) + rx(R+r(l-x))}$$

$Rrl - Rrx + rxR + r^2xl - r^2x^2$

Por divisor de corriente, $I_3 = I_1 \frac{R}{R+R_2}$

$$\Rightarrow I_3 = \frac{V(R+r(l-x))}{Rrl - r^2(xl-x^2)} \cdot \frac{R}{R + r(l-x)}$$

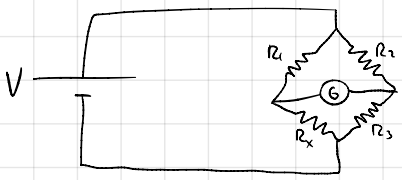
$$\Rightarrow I_3 = \frac{VR}{Rrl + r^2(xl-x^2)}$$

Para que la corriente sea mínima, el denominador es máximo. $\frac{d}{dx}(Rrl + r^2(xl-x)) = r^2l - 2xr^2$

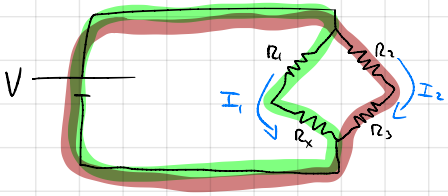
Igualamos a cero $\rightsquigarrow r^2l - 2xr^2 = 0 \Rightarrow x = \frac{l}{2}$

Y se concluye que I_3 es mín cuando la falla está en la mitad $x = \frac{l}{2}$

4



El Galvanometro no deja pasar corriente debido a su alta resistencia, así se tiene



Si hacemos KVL en malla verde y rosa: $\left.\begin{aligned} V - I_1 R - I_1 R_x = 0 \\ V - I_2 R_2 - I_2 R_3 = 0 \end{aligned}\right\}$ ☆

Además, la caída de tensión en las resistencias de arriba es la misma: $I_1 R_1 = I_2 R_2 \Rightarrow I_2 = I_1 \frac{R_1}{R_2}$

Igualando los V de ☆ y reemplazando lo anterior

$$I_1 \frac{R_1}{R_2}(R_2 + R_x) = I_1 (R_1 + R_3)$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_2}{R_1}(R_1 + R_3) - R_2$$

$$\Rightarrow R_x = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad //$$