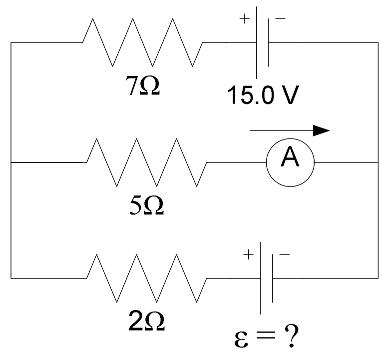
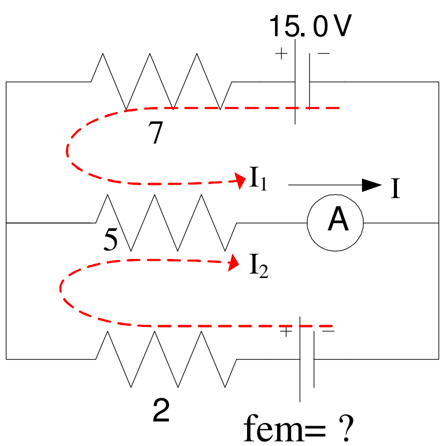
Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
FISICA II, Sección B Ing. Claudia Contreras

MATERIAL DE ESTUDIO No.6
CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA

1. En el circuito que se muestra en la figura, se coloca un amperímetro, el cual marca una lectura de 2A en la dirección mostrada. a) ¿Cuál es el valor de la Fem (en V)?.



Solución: **a)** En el circuito definiremos las corrientes I_1 e I_2 como se muestran en la siguiente figura:



Podemos observar que la corriente que nos dan en el problema es:

$$I = I_1 + I_2 = 2$$

Ahora recorreremos la malla superior en el sentido de las manecillas del reloj y aplicaremos la ley de voltajes de Kirchoff para esta malla:

$$+5I + 7I_1 - 15 = 0$$

$$+5(2) + 7I_1 - 15 = 0$$

$$I_1 = 0.71A$$

Por lo cual $I_2 = I - I_1 = 1.29$A. Recorramos la malla externa en el sentido de las manecillas del reloj:

$$\varepsilon - 2I_2 + 7I_1 - 15 = 0$$

$$\varepsilon - 2(1.29) + 7(0.71) - 15 = 0$$

$$\varepsilon = 12.61 Volts$$

2. Refiriéndonos al problema anterior, ¿Cuál es la potencia (en W) consumida por todas las resistencias?

Solución: La potencia en watts consumida por todas las resistencias será la suma individual de la potencia consumida por cada una, recordemos que un resistor ($P=RI^2$):

$$P = 2(I_2)^2 + 5(I)^2 + 7(I_1)^2 = 2(1.29)^2 + 5(2)^2 + 7(0.71)^2 = 26.86 Watts$$

---

3. Una pequeña industria usa para su producción un compresor de 0.50kW y un calentador que disipa 420 J/s, conectados a un voltaje de 480V. ¿Cuál es el costo (en Q) de utilizar los dos equipos en la jornada de trabajo de 8 horas diarias, en un mes de 30 días, si el precio de la energía eléctrica es de Q1.90/kWh?

Solución: Para calcular el costo de utilizar ambos equipos, primero calcularemos la energía consumida por ambos equipos durante el período de tiempo indicado.

Compresor:
Este equipo está conectado a un voltaje de 480V y maneja un potencia de 0.50kW
Energía = Potencia x *tiempo*
*Tiempo de utilización = 8horas*30 = 240 hrs*
*Energía utilizada compresor= 0.5kW*240 hrs=120kW.hora*

Calentador:
Para este equipo nos indican la energía que consumió por segundo. Por lo que calcularemos la energía total del período,
Primero convertiremos la potencia de J/seg, es decir Watts a kWatts

$$420Watts * \frac{1kWatt}{1000Watts} = 0.420kW$$

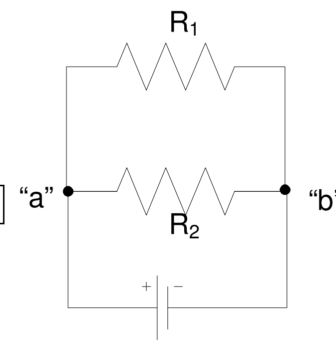
Energía utilizada calentador= $0.420kW * 240hrs = 100.8kW \cdot h$

Entonces la energía total consumida es la suma de la energía consumida por el calentador más la consumida por el compresor.

$$\textit{Energía Consumida} = 120\text{kW.h} + 100.8\text{kW.h} = 220.8\text{kW.h}$$

$$\frac{Q1.90}{kW.h} * 220.8kW.h = Q419.52$$

4. En el circuito de la figura se mide el voltaje Vab, entre los puntos "a" y "b". Si la relación entre las resistencias $R_1 > R_2$ es constante y ε indica el voltaje de la fuente, la medición del voltaje Vab, corresponde:

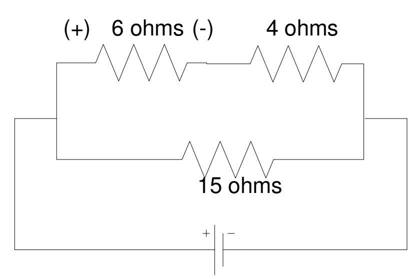


a)Solo para R_1	b)Solo para R_2	c)Solo para ε	**d) para R_1, R_2 y ε**	e) para R_1 y ε

Solución: El voltaje Vab de la fem (**ε**) se encuentra aplicado directamente en los terminales de R_1, R_2 independientemente el valor de éstas.

5. En el circuito que se muestra la caída de tensión en la resistencia de 6Ω es 7.2 V con la polaridad mostrada, ¿cuál es el valor de la corriente (en A) en la resistencia de 15Ω?

a)0.25	**b)0.80**	c)1.2	d) 2	e) 4.8

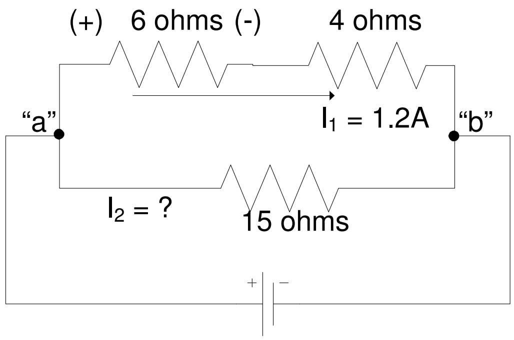


Solución: Este problema lo resolveremos utilizando la ley de ohm y observando las conexiones de las resistencias, analizando si éstas se encuentran conectadas en serie o paralelo:

La corriente que circula a través de la resistencia de 6Ω, la denominaremos I_1 y la podemos calcular debido a que conocemos que la diferencia de potencial en sus terminales es de 7.2V, por lo que:

$$V = I_1 R \quad \rightarrow I_1 = \frac{V}{R} = \frac{7.2}{6} = 1.2A$$

La corriente anterior es la misma que circula en la resistencia de 4 Ω, ya que ésta se encuentra conectada en serie con la de 6 Ω. Entonces la diferencia de potencial en los extremos de las dos resistencias la podremos calcular:



$$V_{ab} = I_1(6) + I_1(4) = (1.2)(6+4) = 12V$$

Esta es la diferencia de potencial que tiene aplicada entre sus terminales la resistencia de 15 Ω, por lo tanto el valor de la corriente que circula por ésta es:

$$V_{ab} = I_2(15) \quad \rightarrow I_2 = \frac{V_{ab}}{15} = \frac{12}{15} = 0.8A$$

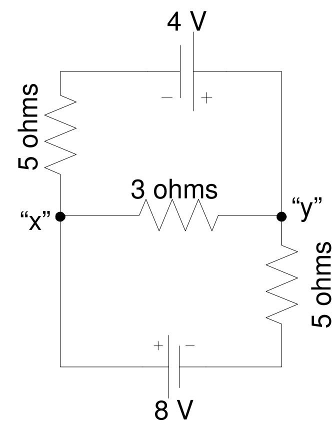
6. Refiriéndonos al problema anterior, ¿Cuál es la fem (en Voltios) del circuito?

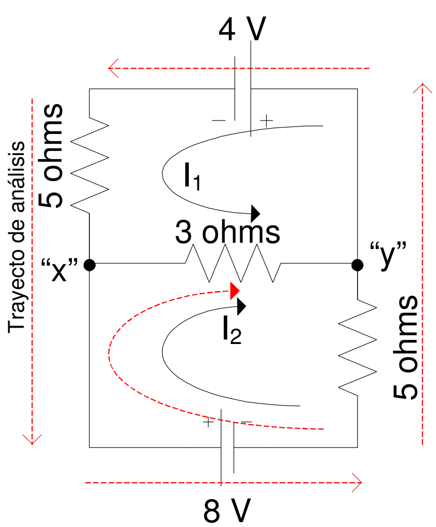
a)5	b)8	c)10	**d) 12**	e) 15

Solución: La fem en voltios del circuito corresponde a la diferencia de potencial Vab, antes calculada.

7. En el circuito que se muestra la corriente y su respectiva dirección que pasa a través de la resistencia de 3Ω es:

a)0.364 **x ← y**	**b)0.364 x → y**	c)1.02 **x ← y**	d) 1.02 **x → y**	e) NEC





Solución: Definiremos las corrientes I_1 e I_2 como se muestra en la figura. A continuación aplicaremos la Ley de Voltajes de Kirchoff y recorreremos la malla externa en sentido contrario a las manecillas del reloj (línea punteada):

$$-4 - 5I_1 - 8 + 5I_2 = 0$$

$$-12 - 5I_1 + 5I_2 = 0 \quad (ecuación 1)$$

Ahora recorreremos la malla inferior en el sentido de las manecillas del reloj:

$$+8 - 3I_2 - 3I_1 - 5I_2 = 0$$

$$+8 - 3I_1 - 8I_2 = 0 \quad (ecuación\ 2)$$

Resolveremos ahora el sistema de dos ecuaciones simultáneas con dos incógnitas:

Despejando I_1 de la ecuación 2 y sustituyendo en la ecuación 1:

$$I_1 = \frac{+8 - 8I_2}{3}$$

$$-12-5\left(\frac{8-8I_2}{3}\right)+5I_2=0$$

$$-36-40+40I_2+15I_2=0$$

$$+55I_2=76$$

$$I_2=1.382A$$

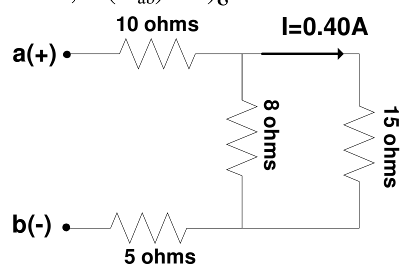
Por lo que la corriente I_1 será: $I_1=\dfrac{+8-8(1.38)}{3}=-1.018A$

Haciendo sumatoria de corrientes en el nodo "x" de acuerdo a las direcciones en las que las definimos originalmente y definiendo una corriente I3 que circula saliendo del nodo "x" hacia el nodo "y" tenemos:

$$I_2+I_1=I_3$$

$$I_3=1.38+(-1.018)=0.36A$$

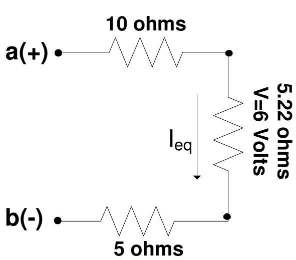
8. La corriente en el segmento de circuito que se muestra tiene un valor de I=0.40A a)¿Cuál es la diferencia de potencial en voltios, entre los puntos a, b (V_{ab})? b)¿Cuál es la corriente que circula por la resistencia de 8Ω?

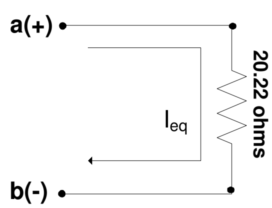


Solución. Observemos que la resistencia de 15Ω se encuentra en paralelo con la de 8Ω, por lo que el voltaje que tienen entre sus terminales es el mismo.

$V=(15)(0.4)=6Voltios$

El circuito se puede simplificar entonces para encontrar el valor de la corriente que circula a través de la resistencia equivalente que sustituye a la de 8 y 15 ohms respectivamente:





$$I_{eq}=\frac{6}{5.22}=1.15A$$

Por lo que el voltaje Vab será igual a:

$$V_{ab}=I_{eq}(10+5.22+5=23.24Volts$$

La corriente a través de la resistencia de 8 ohms la podemos calcular ya que conocemos el valor del voltaje que existe entre sus terminales de tal forma que:

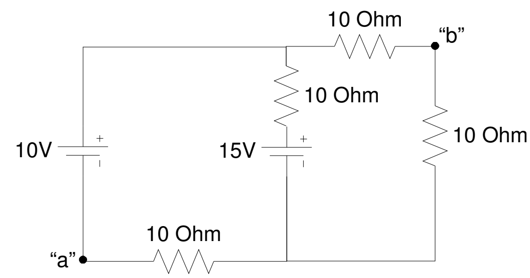
$$I(R=8)=\frac{6}{8}=0.75A$$

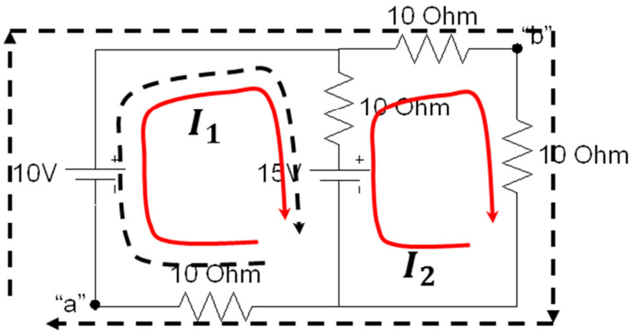
La corriente que circula a través de la resistencia de 8 ohms tiene um valor de **0.75A**.

9. En el circuito mostrado, ¿Qué valor tiene la diferencia de potencial (en V) Va-Vb=?

a) -5	b)+5	c)Cero	d) -10	e) +10

Solución: Definiremos una corriente para la malla izquierda I_1 y una para la malla derecha I_2, ambas en el sentido de las manecillas del reloj.





Recorriendo el circuito a través de la malla externa en el sentido de las manecillas del reloj tenemos: $+10 - 10I_2 - 10I_2 - 10I_1 = 0$

Simplificando

$+10 - 20I_2 - 10I_1 = 0$ (Ecuación 1)

Ahora recorriendo el circuito en el sentido de las manecillas del reloj en la malla izquierda:

$$+10 - 10I_1 + 10I_2 - 10I_1 = 0$$

Simplificando:

$$+10 - 20I_1 + 10I_2 = 0 \text{ (Ecuación 2)}$$

Si multiplicamos la ecuación 1 por (-2) y la sumamos a la ecuación 2 tenemos:

$$-20 + 40I_2 + 20I_1 = 0$$
$$\underline{+10 + 10I_2 - 20I_1 = 0}$$
$$-10 + 50I_2 = 0$$

Por lo que $I_2 = \frac{10}{50} = 0.5$. Ahora podemos encontrar I_1:

$$+10 - 20(0.5) - 10I_1 = 0$$
$$I_1 = 0$$

Recorriendo el circuito de b hacia a para encontrar la diferencia de potencial, se recorrerá hacia la izquierda y luego hacia abajo pasando por la fem de 10 voltios:

$$V_{ab} = +10I_2 - 10 = +10(0.5) - 10 = -5V$$

10. En relación al problema anterior. ¿Cuál es la corriente en amperios que suministra la fem de 10V?

a) 2.50	**b)Cero**	c)1.2	d)0.10	e) NEC

Solución: la potencia que suministra la fem de 10V es: $P = \varepsilon I_1 = 10(0) = 0W$

11. Por el embobinado de un motor circula una corriente de 40 A, inicia su operación a temperatura ambiente $(20°C)$ cuando se aplica un voltaje de 220V ¿Cuál será el costo (en US$) de usarlo durante 12 horas diarias, en un mes de 30 días, si el costo promedio por energía es US$ 0.25/kWh?

a) 204.5	b)660.0	c)1530.0	**d)792.0**	e) 268.4

Solución: Debemos calcular la energía consumida por el motor:

$$E = Potencia(tiempo)$$

Para un voltaje de operación de 220V, la potencia del motor es: $P = 220(40) = 8800W$ y el tiempo en operación $tiempo = 12 * 30 = 360horas$. Por lo que la energía es en $kW \cdot h$:

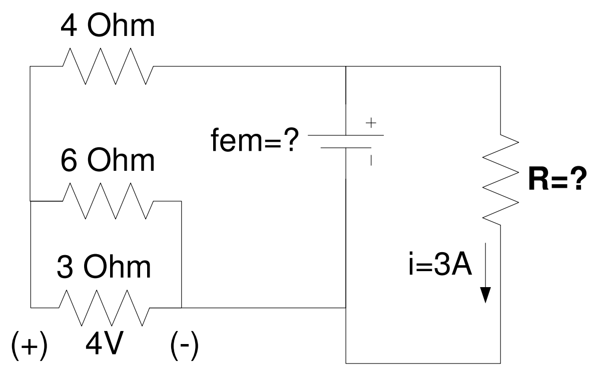
$$E = (8.8kW)(360) = 3168kW \cdot h$$

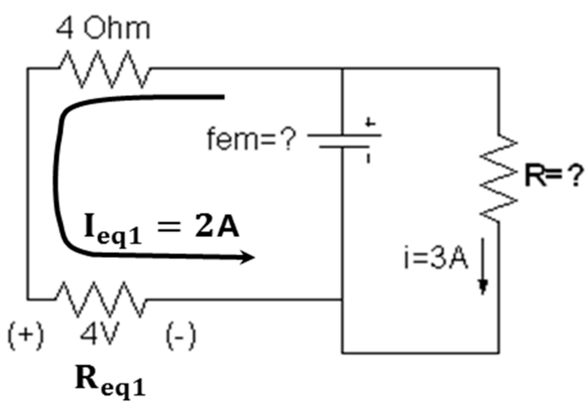
El costo de utilizarlo ese periodo de tiempo:

$$\$ = (3168)(0.25) = 792$$

12. En el circuito que se muestra, el voltaje en la resistencia de 3Ω es de 4V con su respectiva polaridad y la corriente en la resistencia R es de 3 A en la dirección indicada. El valor de la fem del circuito en Voltios es:

a) 12	b)8.33	c)16	d)24.67	e) 18





Solución: Observando el circuito y a partir de la información proporcionada se tiene que la resistencia de 3Ω está en paralelo con la resistencia de 6Ω. Si sustituimos estas resistencias por su equivalente tendremos una resistencia de:

$$R_{eq1} = \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = 2\Omega$$

Esta resistencia equivalente tiene una diferencia de potencial de 4V, por lo que la corriente que circula a través de ésta es:

$$I_{Req1} = \frac{V_{Req1}}{R_{eq1}} = \frac{4}{2} = 2A$$

Ahora con esta corriente podemos recorrer el circuito entre A y B (puntos localizados entre los terminales de la fem y así, encontrar su voltaje:

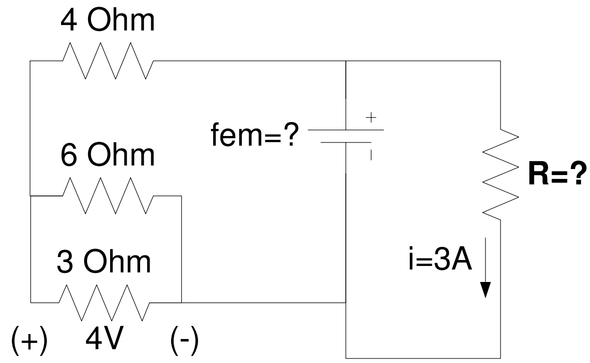
$$+I_{eq1}R_{eq1} + I_{eq1}(4) = \varepsilon$$

Sustituyendo valores:

$$\varepsilon = (2)(2) + (2)(4) = 12V$$

13. ¿Qué potencia en Watts consumen todas las resistencias?

a) 84	b)172.7	**c)60.0**	d)58.3	e)126.0



<u>Solución</u>:

La potencia que consumen las resistencias es la suma de las potencias individuales de cada una:

Denominemos I_a a la corriente en la resistencia de 3Ω es: $I_a = \frac{4}{3} = 1.33A$

Por lo que la potencia que consume es: $P_a = I_a^2(3) = (1.33)^2(3) = 5.31W$

Denominemos I_b a la corriente que circula a través de la resistencia de 6 Ω:

$$I_b = \frac{4}{6} = 0.67A$$

Por lo que la potencia que consume es: $P_b = I_b^2(6) = (0.67)^2(6) = 2.69W$

La potencia que consume la resistencia de 4 **Ω**, es (recordemos que de acuerdo al problema anterior por esta resistencia circula una corriente $I_{eq1} = 2A$):

$$P_c = I_{eq1}^2(4) = (2)^2(4) = 16W$$

Finalmente a través de la resistencia R, el voltaje aplicado entre sus terminales es el de la fem y la corriente que circula por ésta es de 3A por lo que la potencia de ésta es:

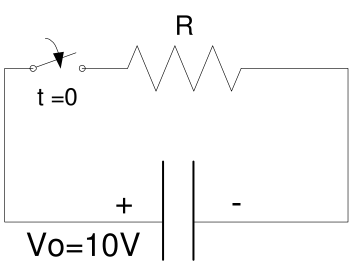
$$P_d = V_d I_d = (12)(3) = 36W$$

Entonces la potencia total consumida por las resistencias es:

$$P_{total} = 5.31 + 2.69 + 16 + 36 = 60Watts$$

---

14. Un circuito RC se descarga cerrando un interruptor al tiempo *t=0 s*. La diferencia de potencial inicial en el capacitor es *110V*. Si la diferencia de potencial ha disminuido a 8.0 V después de 6 s. ¿Cuál es la diferencia de potencial (en V) 10 s después de *t=0*?



<u>SOLUCIÓN</u> Para t = 6 seg el voltaje en el capacitor es $v_c\ (t=6) = 8$ V

La ecuación de cómo varía la carga en el capacitor cuando éste se está descargando viene dada por: $q(t) = Q_o e^{-t/RC}$

Por definición se conoce que $C = \dfrac{Q}{V}$ entonces si para t=0 el voltaje en el capacitor es de 110 Voltios, su carga estará dada por

$$v(t) = \frac{q(t)}{C} = \frac{Q_o}{C} = 110 \quad \Rightarrow \quad Q_o = 110C \quad (1)$$

Para $t = 6s$

$$v(t=6s) = \frac{q(t)}{C} = \frac{Q_o e^{-6/RC}}{C} = 8V$$ Sustituyendo el valor de Q_o, encontrado en (1)

$$\frac{110C}{C} e^{-6/RC} = 8 \quad \Rightarrow \quad 110e^{-6/RC} = 8 \qquad (2)$$

Despejando RC de la ecuación (2)

$$e^{-6/RC} = \frac{8}{110} \Rightarrow e^{-6/RC} = 0.0727272$$

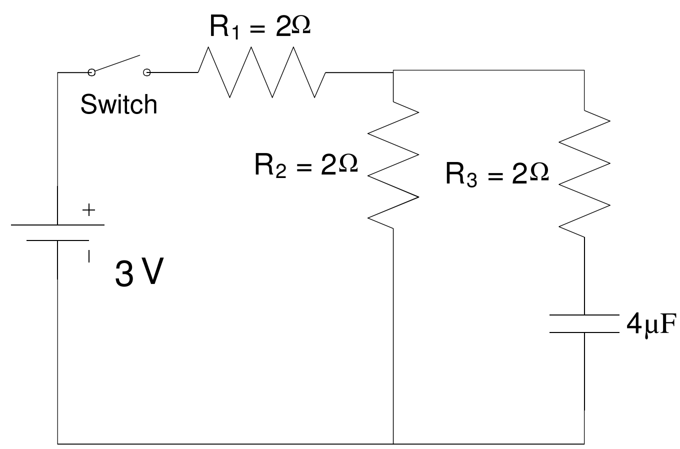
Aplicando *ln* a ambos lados de la ecuación

$$\frac{-6}{RC} = \ln(0.0727272) = -2.62 \quad \Rightarrow \quad RC = 2.2892$$

Conociendo RC evalúo la ecuación de descarga del capacitor para *t=10s*

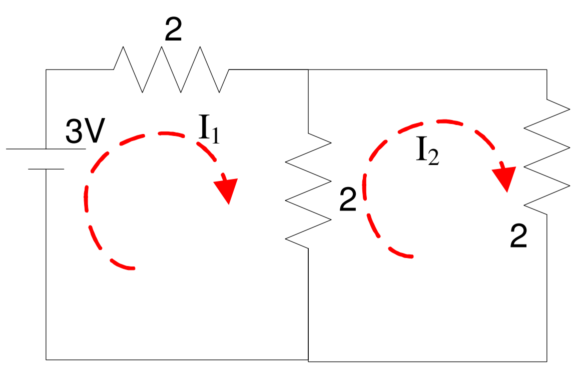
$$v(t=10s) = \frac{q(t)}{C} = \frac{Q_o e^{-t/RC}}{C} = 110e^{-\left(\frac{10}{2.2892}\right)} = 1.39 volts$$

15. En el circuito que se muestra, el switch se cierra en *t=0* y el capacitor se encuentra inicialmente descargado. a) Calcular la corriente (en A) que circula inicialmente en R_3 (en t=0). b) Calcular el valor de la máxima carga del capacitor (en μC)



Solución:

a) Cuando el capacitor está descargado, la diferencia de potencial entre sus terminales es igual a cero, por lo tanto se puede representar como un alambre y nuestro circuito a evaluar será el siguiente:



La corriente que circula por R_3 al inicio es también la que circula por el capacitor cuando éste se encuentra descargado y es la que denominamos I_2. Resolviendo entonces para el circuito de dos mallas, se tiene:

Malla izquierda(recorriéndola en el sentido de las manecillas del reloj):

$$+3 - R_1 I_1 - R_2 I_1 + R_2 I_2 = 0$$
$$+3 - 2I_1 - 2I_1 + 2I_2 = 0$$
$$+3 - 4I_1 + 2I_2 = 0$$

Malla externa (recorriéndola en el sentido de las manecillas del reloj):

$$+3 - R_1 I_1 - R_3 I_2 = 0$$
$$+3 - 2I_1 - 2I_2 = 0$$

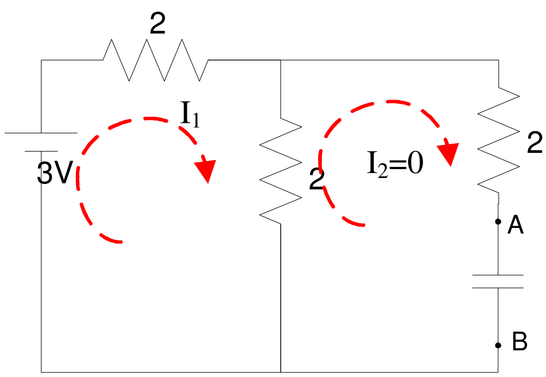
Resolviendo este sistema de dos ecuaciones, multiplicando la última ecuación por -2 y sumándosela a la primera se tiene:

$$-3+6I_2=0$$

$$I_2=0.5A$$

La corriente que circula por R3 al momento de cerrar el interruptor es 0.5 Amperios.

b) Cuando el capacitor ya se ha cargado, alcanza su carga máxima y ya no fluye corriente por la rama del circuito donde se encuentra conectado, es decir, para este caso I_2=0



Para conocer la carga máxima alcanzada debemos conocer la diferencia de potencial entre los terminales del capacitor, es decir, Vab.

Encontremos primero el valor de I_1, recorriendo la malla izquierda a favor de las manecillas del reloj:

$$3-2I_1-2I_1+2I_2=0$$

$$3-4I_1=0$$

$$I_1=0.75A$$

Encontrando ahora Vab, recorriendo desde el punto B hasta el punto A, por la malla externa:

$$3-2I_1-2I_2=V_{ab}$$

$$3-2(0.75)-2(0)=V_{ab}$$

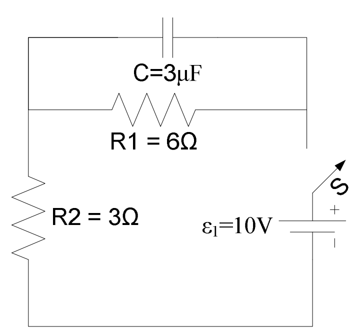
$$V_{ab}=1.5Volts$$

Por lo tanto la carga en el capacitor será:

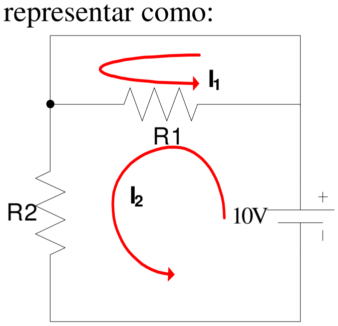
$$Q_{\max}=V_{ab}C=(1.5)(4\times10^{-6})=6\mu C$$

---

16. En el circuito mostrado, el capacitor está inicialmente descargado cuando se cierra el interruptor ***S***. a) ¿Cuál es la corriente (en A) en $\boldsymbol{R_2}$ para un tiempo *t=0? b)* ¿Cuál es la carga máxima (μC) que adquiere el capacitor?



<u>Solución</u>. Para el instante t=0 el capacitor se comporta como un alambre de tal forma que el circuito se puede representar como:



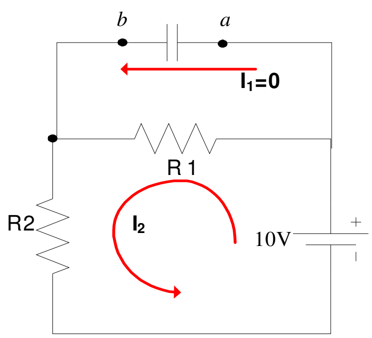
Recorriendo entonces la malla externa en el sentido de las manecillas del reloj se tiene:

$$+I_2R_2 - 10 = 0$$

$$I_2 = \frac{10}{3} = 3.33A$$

La corriente que circula por la resistencia R2 tiene un valor de **3.33A**.

Cuando el capacitor está totalmente cargado ya no fluye corriente a través de él, por lo que el circuito se puede representar como se muestra en la figura.



Trataremos de encontrar el voltaje que alcanza el capacitor Vab para lo cual encontraremos primero el valor de la corriente I2. Recorriendo la malla inferior en el sentido de las manecillas del reloj se tiene:

$$+I_2R_2 + I_2R_1 - 10 = 0$$

$$+3I_2 + 6I_2 = 10$$

$$I_2 = 1.11A$$

Recorriendo el circuito de b hacia a:

$$V_{ab} = +I_2R_1 = (1.11)(6) = 6.66V$$

Entonces la carga del capacitor es igual a:

$$Q = V_{capacitor}C = (6.66)(3\times10^{-6}) = 19.99\mu C$$

La carga máxima que adquiere el capacitor es de 20μC.