

## CIRCUITOS ELÉCTRICOS I

### TEMA 7: RESPUESTA NATURAL Y ESCALON RL Y RC

#### PRÁCTICA 7

**Grupo:** \_\_\_\_\_

**Apellido (s) y Nombre (s):**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Docentes:** M.Sc. Ing. Juan José E. MONTERO G. – Ing. Yuri PÉREZ P.

**Auxiliares:** \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_

**Carrera:** Ingeniería: Eléctrica – Electrónica – Electromecánica

**Semestre:** 2º Semestre – 4º Semestre

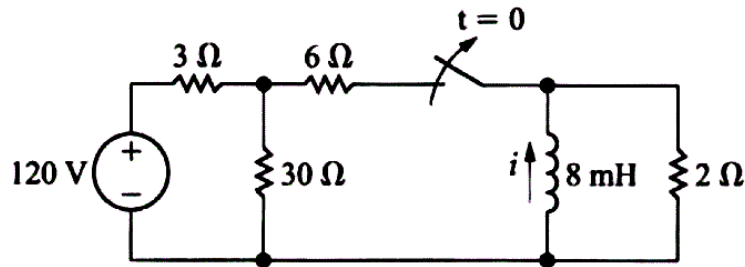
**Fecha de entrega:** Cbba / \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 20\_\_\_\_

## PRÁCTICA 7

### Problema 1.

El conmutador del circuito mostrado ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo y se abre en  $t = 0$ .

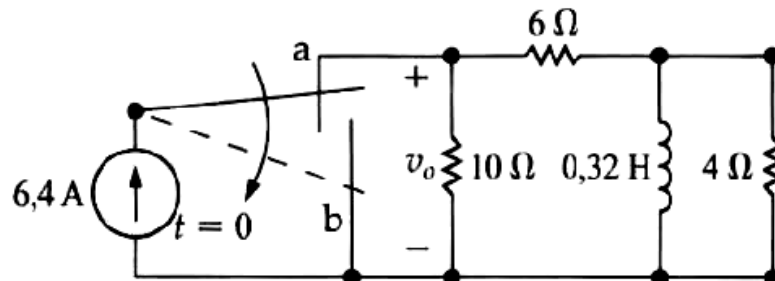
- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| a) Calcular el valor inicial de $i$ .   | R.: $-12.5[\text{A}]$             |
| b) Calcule la energía inicial almacenada en la bobina.  | R.: $625[\text{mJ}]$              |
| c) ¿Cuál es la constante de relajación del circuito para $t > 0$ ?  | R.: $4[\text{ms}]$                |
| d) ¿Cuál es la ecuación que nos da $i(t)$ para $t \geq 0$ ?   | R.: $-12.5 e^{-250 t} [\text{A}]$ |
| e) ¿Qué porcentaje de la energía inicial almacenada se habrá disipado en la resistencia de $2[\Omega]$ , $5[\text{ms}]$ después de abrir el conmutador? | R.: $98.5 \%$                     |



### Problema 2.

En  $t = 0$ , el conmutador del circuito mostrado se mueve instantáneamente de la posición “a” a la posición “b”.

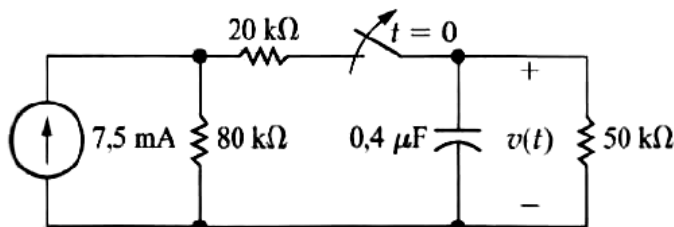
- |   |                                       |
|---|---------------------------------------|
| a) Calcule $v_o$ para $t \geq 0^+$ .  | R.: $-8e^{-10t} [\text{V}], t \geq 0$ |
| b) ¿Qué porcentaje de la energía inicial almacenada en la bobina terminará por disiparse en la resistencia de $4[\Omega]$ ? | R.: $80\%$                            |



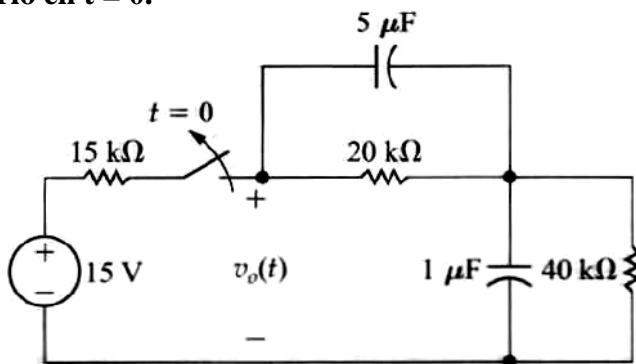
**Problema 3.**

El conmutador del circuito mostrado ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo y se abre en  $t = 0$ . Calcule:

- El valor inicial de  $v(t)$  R.: 200[V]
- La constante de relajación para  $t > 0$  R.: 20[ms]
- La ecuación correspondiente a  $v(t)$  después de abrir el conmutador. R.:  $200e^{-50t}$  [V]
- La energía inicial almacenada en el condensador. R.: 8[mJ]
- El tiempo necesario para disipar el 75% de la energía inicialmente almacenada. R.: 13.86[ms]

**Problema 4.**

El conmutador del circuito mostrado ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo antes de abrirlo en  $t = 0$ .

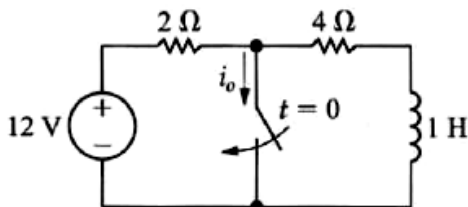


- Calcule  $v_o$  para  $t \geq 0$ . R.:  $8e^{-25t} + 4e^{-10t}$  [V]
- ¿Qué porcentaje de la energía inicial almacenada en el circuito se habrá disipado después de que el conmutador haya estado abierto durante 60 [ms]? R.: 81.05 %

**Problema 5.**

El conmutador de la figura a estado abierto durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$  se cierra el conmutador.

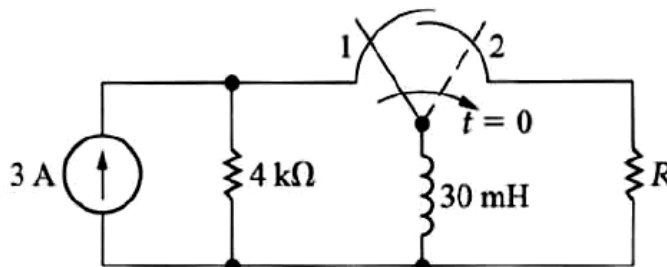
- Determine  $i_o(0^+)$  e  $i_o(\infty)$ . R.: 4 ; 6[A]
- Determine  $i_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ . R.:  $6 - 2e^{-4t}$  [A]
- ¿Cuántos milisegundos después de haber cerrado el conmutador será la corriente que atraviesa el conmutador igual 5[A]? R.: 173.3[ms]



**Problema 6.**

El conmutador del circuito mostrado en la figura ha estado en la posición 1 durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador se mueve instantáneamente a la posición 2. Calcule el valor de  $R$  de modo que el 20 % de la energía inicial almacenada en la bobina de 30[mH] se disipe en  $R$  en 15[ $\mu$ s].

R.: 223.14[ $\Omega$ ]



**Problema 7.**

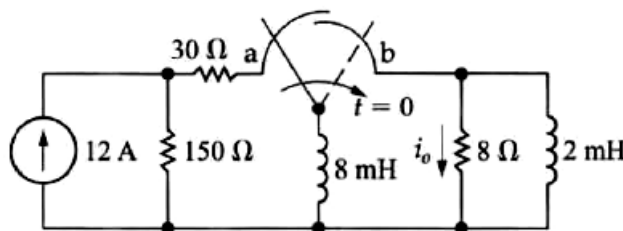
El conmutador del circuito de la figura ha estado en la posición a durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , se mueve instantáneamente de “a” a “b”.

a) Determine  $i_o(t)$  para  $t \geq 0$ .

R.:  $-10e^{-5000t}$  [A]

b) ¿Cuál es la energía total suministrada a la resistencia de 8[ $\Omega$ ]?

R.: 80[mJ]



**Problema 8.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , se abre el conmutador.

a) Calcule  $i_o(t)$  para  $t \geq 0$ .

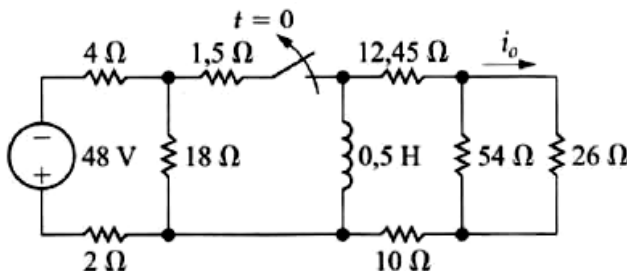
R.:  $4.05e^{-80t}$  [A]

b) Calcule la potencia instantánea disipada por la resistencia de 54[ $\Omega$ ].

R.:  $205.335e^{-160t}$  [W]

c) Suponiendo que el conmutador del circuito de la figura ha estado abierto durante una constante de tiempo. ¿Qué porcentaje de la energía total almacenada en la bobina de 0.5[H] se habrá disipado en la resistencia de 54[ $\Omega$ ]?

R.: 12.3 %



**Problema 9.**

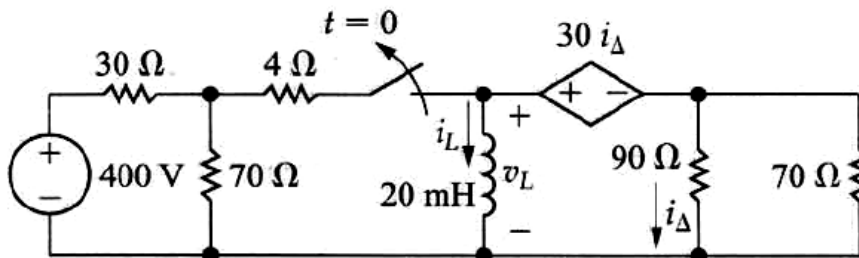
El conmutador del circuito de la figura ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo antes de abrirse en  $t = 0$ . Determine:

- $i_L(t)$ ,  $t \geq 0$ .
- $v_L(t)$ ,  $t \geq 0$ .
- $i_\Delta(t)$ ,  $t \geq 0^+$ .

R.:  $11,2e^{-2625t}$  [V]  $t \geq 0^+$

R.:  $-588e^{-2625t}$  [V]

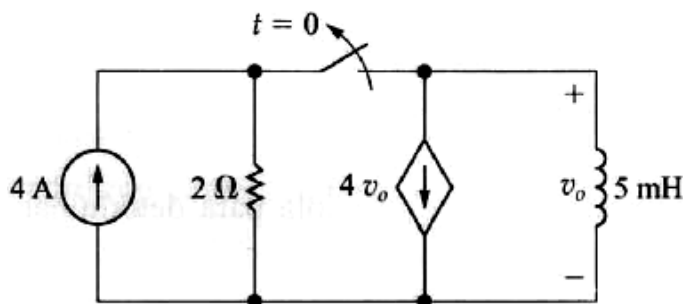
R.:  $-4,9e^{-2625t}$  [A]



**Problema 10.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo antes de abrirse en  $t = 0$ .

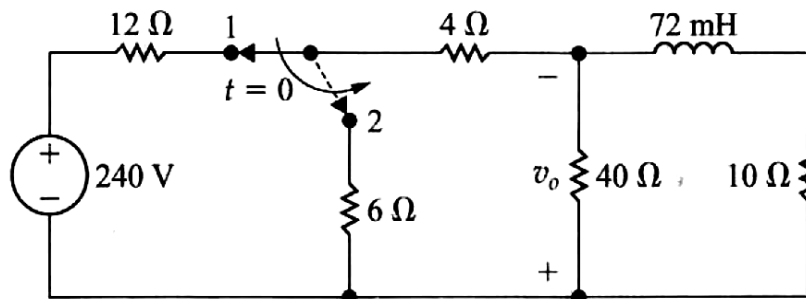
- Cuando se abre el conmutador. ¿La respuesta es natural o escalón? R.: Natural
- Determine  $v_o(t)$ ,  $t \geq 0$ . R.:  $-e^{-50t}$  [V],  $t \geq 0$



**Problema 11.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado en la posición "1" durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador se mueve instantáneamente a la posición "2".

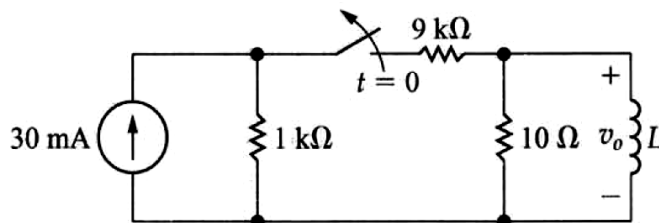
- Determine  $v_o(t)$  para todo tiempo. R.:  $80$  [V] para  $t < 0$ ;  $-80e^{-250t} + 144e^{-250t}$  [V] para  $t \geq 0$ .
- Determine el porcentaje de la energía inicialmente almacenada en la bobina que se disipa en la resistencia de  $40\Omega$ . R.: 8.89%



**Problema 12.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo antes de abrirse en  $t = 0$ .

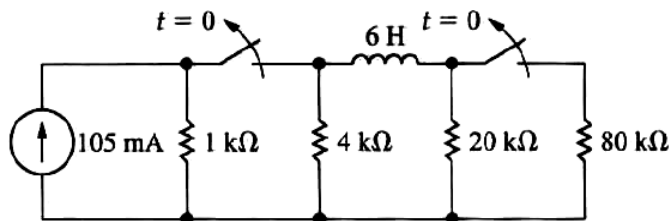
- a) Determine el valor de  $L$  de modo que  $v_o(t)$  sea igual a 0.5 veces  $v_o(0^+)$  cuando  $t = 1[\text{ms}]$ .  
R.: 14.43[mH]
- b) Determine el porcentaje de la energía almacenada que se habrá disipado en la resistencia de  $10[\Omega]$  cuando  $t = 1[\text{ms}]$ .  
R.: 75%



**Problema 13.**

Los dos conmutadores del circuito de la figura están sincronizados. Los conmutadores han estado cerrados durante un largo periodo de tiempo antes de abrirlos en  $t = 0$ .

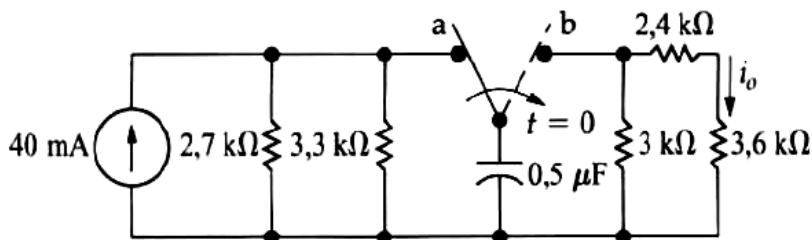
- a) ¿Cuántos milisegundos después de abrirse los conmutadores será la energía disipada en la resistencia de  $4[\text{k}\Omega]$  igual al 10% de la energía inicialmente almacenada en la bobina de  $6[\text{H}]$ ?  
R.: 114.54[μs]
- b) En el instante calculado en el inciso a. ¿Qué porcentaje de la energía total almacenada en la bobina se habrá disipado?  
R.: 60%



**Problema 14.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado en la posición a durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador pasa a la posición b.

- a) Calcule  $i_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ .  
R.:  $9.9e^{-1000t} [\text{mA}]$
- b) ¿Qué porcentaje de la energía inicialmente almacenada en el condensador se disipará en la resistencia de  $3[\text{k}\Omega]$  durante los primeros  $500[\mu\text{s}]$  después de cerrarse el conmutador?  
R.: 42.14%



**Problema 15.**

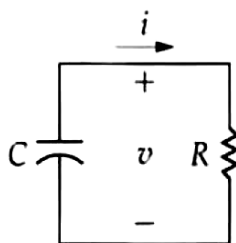
En el circuito de la figura las ecuaciones correspondientes a la tensión y la corriente son:

$$v=48 e^{-25t} \text{ [V]}, t \geq 0;$$

$$i=12 e^{-25t} \text{ [mA]}, t \geq 0^+$$

Determine R, C,  $\tau$  y la energía inicial almacenada en el condensador.

$$\text{R.: } 4[\text{k}\Omega] ; 10[\mu\text{F}] ; 40[\text{ms}] ; 11.52[\text{mJ}]$$



**Problema 16.**

El conmutador del circuito de la figura se cierra en  $t = 0$  después de haber estado abierto durante un largo periodo de tiempo.

a. Determine  $i_1(0^-)$  e  $i_2(0^-)$ .

$$\text{R.: } i_1(0^-) = i_2(0^-) = 100[\text{mA}]$$

b. Determine  $i_1(0^+)$  e  $i_2(0^+)$ .

$$\text{R.: } i_1(0^+) = 100[\text{mA}]; i_2(0^+) = -25[\text{mA}]$$

c. Explique por qué  $i_1(0^-) = i_1(0^+)$ .

d. Explique por qué  $i_2(0^-) \neq i_2(0^+)$ .

e. Determine  $i_1(t)$  para  $t \geq 0$ .

$$\text{R.: } 0,1e^{-312,500t} \text{ [A]}$$

f. Determine  $i_2(t)$  para  $t \geq 0$ .

$$\text{R.: } -25e^{-312,500t} [\text{mA}]$$

**Problema 17.**

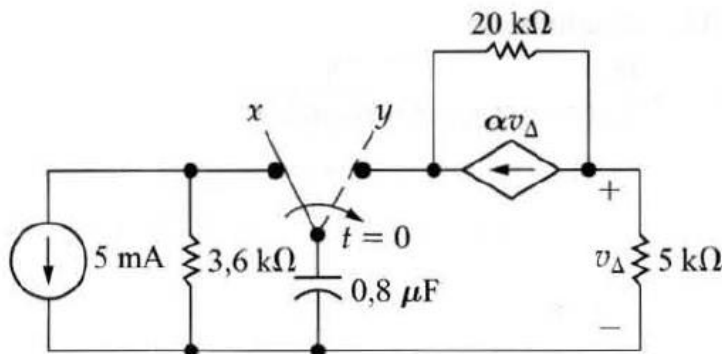
El conmutador del circuito mostrado en la figura ha estado en la posición “x” durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador se mueve instantáneamente a la posición “y”.

a. Calcule  $\alpha$  de modo que la constante de relajación para  $t > 0$  sea 40[ms].

$$\text{R.: } 2,5 \times 10^{-4} \text{ [A/V]}$$

b. Para el valor de  $\alpha$  determinado en el inciso a, calcule  $v_\Delta(t)$ .

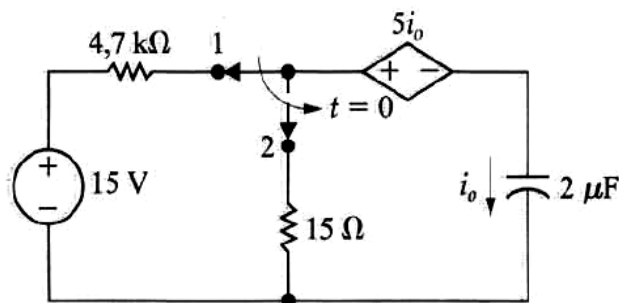
$$\text{R.: } -1,8e^{-25t} \text{ [V]}, t \geq 0^+$$



**Problema 18.**

El conmutador del circuito de la figura ha estado en la posición “1” durante un largo periodo de tiempo antes de moverse a la posición “2” en  $t = 0$ . Determine  $i_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ .

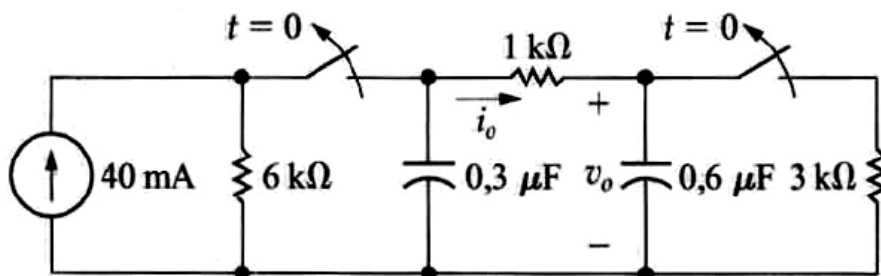
R.:  $-0,75e^{-25000t}$  [A]



**Problema 19.**

Los dos conmutadores del circuito de la figura han estado cerrados durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , ambos conmutadores se abren simultáneamente.

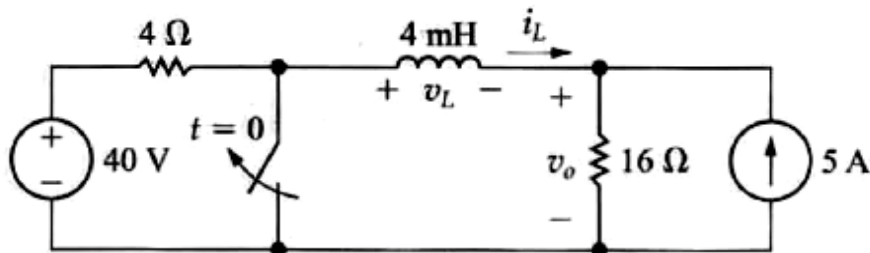
- Determine  $i_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ . R.:  $24e^{-5000t}$  [mA].
- Determine  $v_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ . R.:  $80 - 8e^{-5000t}$  [V].
- Determine la energía en [mJ] atrapada en el circuito. R.: 2.937[mJ].



**Problema 20.**

El conmutador del circuito mostrado en la figura ha estado cerrado durante un largo periodo de tiempo antes de abrirse en  $t = 0$ .

- Determine las expresiones numéricas para  $i_L(t)$  y  $v_o(t)$  para  $t \geq 0$ . R.:  $-2 - 3e^{-5000t}$  [A];  $48 - 48e^{-5000t}$  [V].
- Determine las expresiones numéricas para  $v_L(0^+)$  y  $v_o(0^+)$  para  $t \geq 0$ . R.: 60 ; 0 [V].

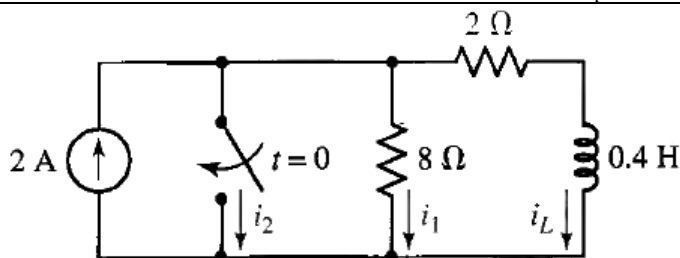


**Problema 21.**

El conmutador del circuito mostrado en la figura ha estado abierto durante un largo periodo de tiempo antes de cerrarse en  $t = 0$ .

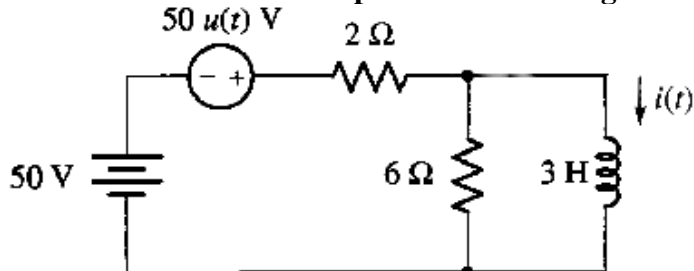
Para  $t = 0.15$ [s], encontrar el valor de  $i_L$ ,  $i_1$  e  $i_2$ . R.: 0.756[A]; 0 [A]; 1.244[A].





**Problema 22.**

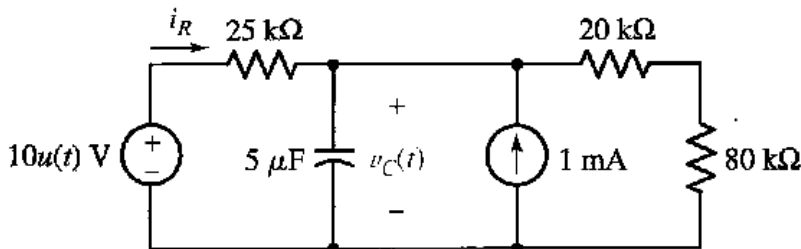
Determinar  $i(t)$  para todos los valores de tiempo en el circuito siguiente.



R.: 25 [A] para  $t < 0$ ;  $25 + 25(1 - e^{-0.5t})u(t)$  [A] para  $t > 0$

**Problema 23.**

Determinar  $v_c(t)$  en  $t$  igual a: (a)  $0^-$ ; (b)  $0^+$ ; (c)  $\infty$ ; (d) 0.08 [s] R.: 20; 20; 28; 24.4 [V].



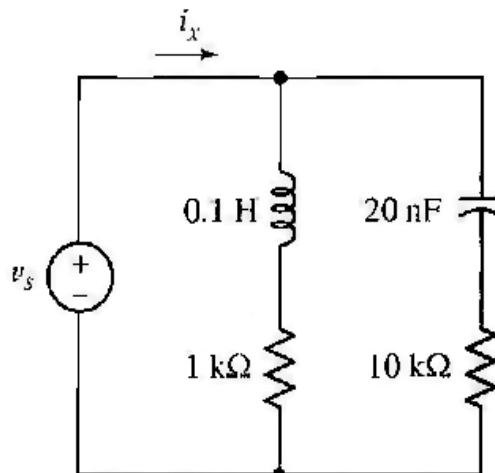
**Problema 24.**

Determinar  $i_x(t)$  para todo tiempo.

Tomar en cuenta que la fuente independiente de tensión se comporta de acuerdo a la siguiente función escalón unitario:

$$v_s = 20 u(-t) \text{ [V]}$$

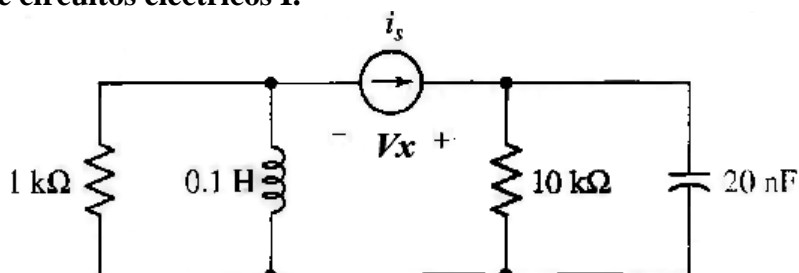
Sug: El circuito es un RC y RL al mismo tiempo, NO ES UN CIRCUITO RLC ya que son circuitos separados.



**Problema 25.**

El valor de  $i_s$  en el circuito de la figura es 1[mA] para  $t < 0$  y 0 [A] para  $t > 0$ . Determinar  $v_x$  para todo tiempo.

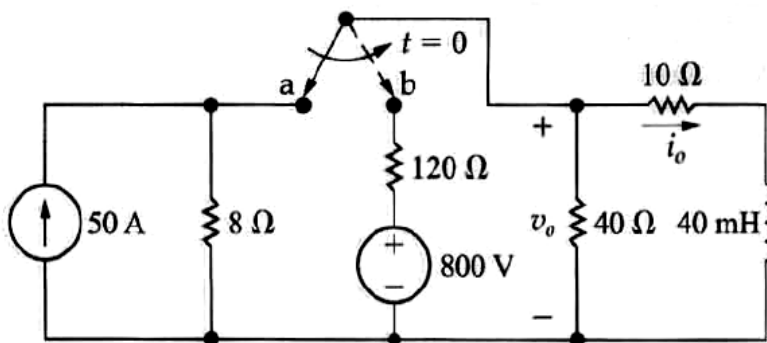
**Sug:** Resolver por separado ya que el circuito es un RL y RC. Este ejercicio corresponde al programa de circuitos eléctricos I.



**Problema 26.**

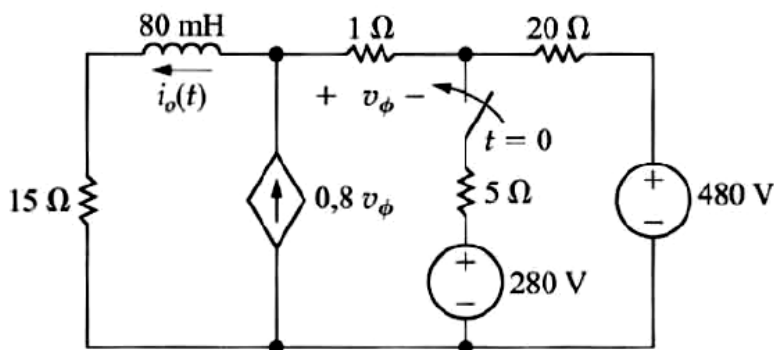
El conmutador del circuito mostrado ha estado en la posición a durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador se mueve instantáneamente a la posición b.

- Determine la expresión numérica correspondiente a  $i_o(t)$  para  $t \geq 0$ . R.:  $5 + 15e^{-1000t}$  [A].
- Determine la expresión numérica correspondiente a  $v_o(t)$  para  $t \geq 0^+$ . R.:  $50 - 450e^{-1000t}$  [V].



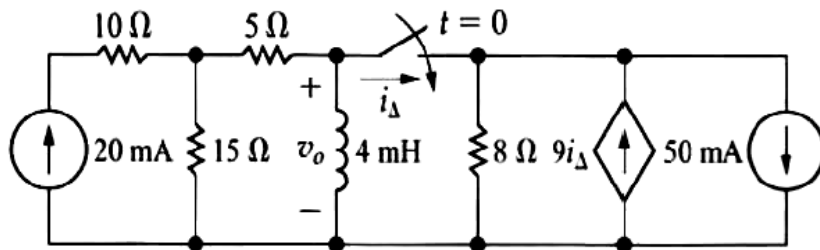
**Problema 27.**

El conmutador del circuito mostrado ha estado abierto durante un largo periodo de tiempo antes de cerrarse en  $t = 0$ . Determine  $i_o(t)$  para  $t \geq 0$ . R.:  $8 - 4e^{-500t}$  [A].



**Problema 28.**

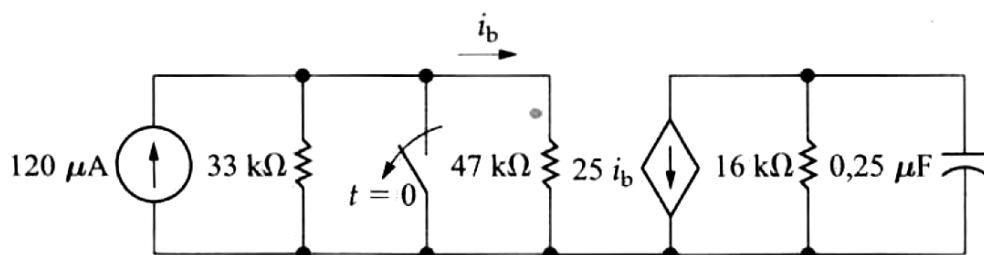
El conmutador del circuito mostrado ha estado abierto durante un largo periodo de tiempo antes de cerrarse en  $t = 0$ . Determine  $v_o(t)$  para  $t \geq 0$ . R.:  $-80e^{-4000t}$  [mV].



**Problema 29.**

El conmutador del circuito de la figura se abre en  $t = 0$  después de haber estado cerrado durante un largo periodo de tiempo. ¿Cuántos milisegundos después de abrirse el conmutador será la energía almacenada en el condensador un 36% de su valor final?

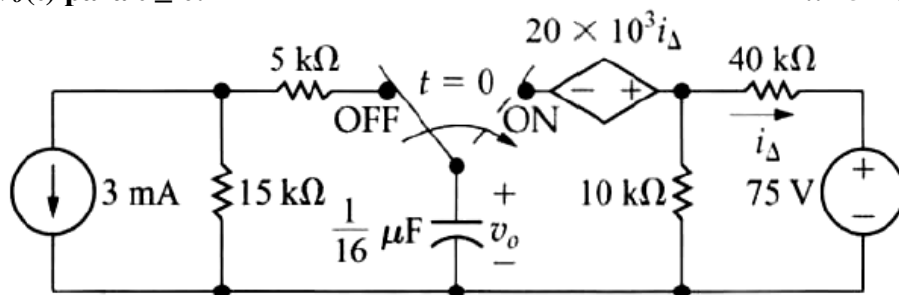
R.: 3.67[ms]



**Problema 30.**

El conmutador del circuito mostrado ha estado en la posición OFF durante un largo periodo de tiempo. En  $t = 0$ , el conmutador se mueve instantáneamente a la posición ON. Determine  $v_o(t)$  para  $t \geq 0$ .

R.:  $45 - 90e^{-4000t}$  [V].



**Problema 31.**

Calcular la corriente  $i(t)$  para  $t \geq 0$ .

