13-2 Voltaje inducido e inducción

1. Si el flujo que enlaza una bobina de 75 vueltas (figura 13-29) cambia a la tasa de 3 Wb/s, ¿Cuál es el voltaje en la bobina?

Vueltas

$$N = 75$$

Tasa de cambio de flujo

$$\frac{d\emptyset}{dt} = 3Wb/s$$

Voltaje a través de la bobina

$$e = N\ x\ \frac{d\emptyset}{dt}$$

$$e = 75(3)$$

$$\boldsymbol{e = 225\ V}$$

3. El flujo que cambia a una tasa uniforme por 1ms induce 60V en una bobina. ¿Cuál es el voltaje inducido si el mismo cambio de flujo ocurre en 0.01s?

Voltaje Inducido

$$e = 60V$$

Cambio en el tiempo

$$dt = 1ms$$

Voltaje a través de la bobina

$$e = N\ x\ \frac{d\emptyset}{dt}$$

$$60 = N\frac{d\emptyset}{1\ x\ 10^{-3}}$$

$$Nd\emptyset = 60\ x\ 10^{-3}$$

Ahora en el nuevo cambio de tiempo

$$dt_1 = 0.01s$$

Voltaje a través de la bobina

$$e = N\ x\ \frac{d\emptyset}{dt}$$

$$e = \frac{60\ x\ 10^{-3}}{0.01}$$

$$\boldsymbol{e = 6V}$$

5. La corriente en un inductor de 75 mH (figura 13-30) cambia uniformemente por 200 µA en 0.1 ms. ¿Cuál es el voltaje en él?

Valor de la inductancia

$$L = 75mh$$

Tasa de cambio de la corriente

$$\frac{di}{dt}$$

$$di = 200\mu A$$

$$dt = 0.1ms$$

Entonces

$$\frac{di}{dt} = \frac{200\mu A}{0.1ms}$$

$$\frac{di}{dt} = \frac{200\ x\ 10^{-6}A}{0.1\ x\ 10^{-3}s}$$

$$\frac{di}{dt} = 2\frac{A}{s}$$

Voltaje a través de un inductor

$$V_L = L\frac{di}{dt}$$

$$V_L = 75(2)$$

$$\boldsymbol{V_L = 150mV}$$

7. El voltaje inducido cuando la corriente cambia de forma uniforme de 3 a 5 amperes en un inductor de 10H es de 180 volts. ¿Cuánto tiempo pasará para que la corriente cambie de 3 a 5 amperes?

Cambio de corriente

$$di = 5A - 3A$$

$$di = 2A$$

Inductancia

$$L = 10H$$

Voltaje inducido

$$e = 180V$$

Entonces

$$e = L\frac{di}{dt}$$

$$180 = 10H\ x\ \frac{2A}{dt}$$

$$dt = \frac{10H\ x\ 2A}{180V}$$

$$\boldsymbol{dt = 0.11s}$$

9. Calcule la inductancia de la bobina de núcleo de aire de la figura 13-31, si l = 20 cm, N = 200 vueltas, y d = 2 cm.

$I = 20cm => \ \ 0.2m$

$d = 2cm => \ \ 0.20m$

$N = 200\ vueltas$

Área

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(0.02m)^2}{4}$$

$$A = 3.14\ x\ 10^{-4}m^2$$

Permeabilidad

$$\mu = \mu_0$$

$$\mu = 4\pi\ x\ 10^{-7}$$

Inductancia

$$L = \frac{\mu_0 N^2 A}{I}$$

$$L = \frac{(4\pi\ x\ 10^{-7})(200)^2(3.14\ x\ 10^{-4})}{0.2}$$

$$\boldsymbol{L = 78.91\mu H}$$

11. El inductor de núcleo de hierro de la figura 13-32 tiene un núcleo de alta permeabilidad. Por ello, por medio de la ley de Ampere, NI = HgLg. Debido a que el espacio de aire predomina, no ocurre la saturación y el flujo del núcleo es

proporcional a la corriente, es decir, el enlace de flujo es igual a LI Adicionalmente, ya que todo el flujo pasa a través de la bobina, el enlace de flujo es igual a NΦ. Al igualar los dos valores del enlace de flujo y con las ideas del capítulo 12, demuestre que la inductancia de la bobina es:

Ley de Ampere

$$NI \cong H_g l_g$$

$$H_g = \frac{NI}{l_g}$$

Debido a que el espacio de aire domina, la saturación no ocurre y el flujo del núcleo a la corriente

$$B_g \infty I$$

Enlace de flujo = NI

Además, dado que todo el flujo pasa a través de la bobina, el enlace de flujo es igual al NØ

Enlace de flujo = NØ

Al igualar dos valores de enlace de flujo

$$LI = N\emptyset$$

La inductancia de la bobina es

$$L = \frac{N\emptyset}{I}$$

$$L = \frac{N(B_g A_g)}{I} \qquad [\emptyset = B_g A_g]$$

$$L = \frac{N(\mu_0 H_g)A_g}{I} \qquad [B_g = \mu_0 H_g]$$

$$L = \frac{N\mu_0 \left(\frac{NI}{l_g}\right) A_g}{I} \qquad \left[H_g = \frac{NI}{l_g}\right]$$

$$L = N\mu_0 \left(\frac{NI}{l_g}\right) A_g$$

$$\boldsymbol{L = \frac{\mu_0 \, N^2 \, A_g}{l_g}}$$

13. La figura 13-34 muestra la corriente en una bobina. Si el voltaje de 0 a 2 meses de 100 volts, ¿Qué valor tiene L?

El voltaje dado $V_L = 100V$ está en medio de $t = 0$ a $2ms$

Cambio de tiempo $\Delta t = 2ms$

Del gráfico dado Δi por el tiempo 0 a 2ms es:

$$\Delta i = 50mA - 0mA$$

$$\Delta i = 50mA$$

Entonces

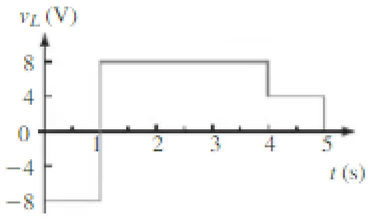
$$V_L = L\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$V_L = L\frac{50 \; x \; 10^{-3} A}{2 \; x \; 10^{-3} \; s}$$

$$L = \frac{100}{25}$$

$$\boldsymbol{L = 4H}$$

15. La figura 13-36 muestra la gráfica del voltaje en una inductancia. Los cambios en la corriente de 4 a 5 A durante el intervalo de tiempo de 4 a 5 s.



A. ¿Qué valor tiene L?

La corriente cambia de 4A a 5A durante el intervalo de 4s a 5s

Voltaje a través del inductor

$$V_L = L\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$V_L = L\frac{(5-4)A}{(5-4)s}$$

$$V_L = L$$

De la forma de onda dada, el voltaje a través del inductor en el intervalo de 4s a 5s es 4V, sustituyendo esto en la ecuación, obtenemos

$$\boldsymbol{L = 4H}$$

B. Determine la forma de onda de la corriente y grafíquela.

La corriente que fluye a través del inductor está dado por

$$i_L = \frac{1}{L}\int_{-\infty}^{t} V_L(t)dt$$

A partir de la forma de onda dada, el voltaje a través del inductor se define como

$$V_L = \begin{cases} -8V & 0s \le t \le 1s \\ 8V & 1s \le t \le 4s \\ 4V & 4s \le t \le 5s \\ 0V & t > 5s \end{cases}$$

- La corriente que fluye del inductor en el intervalo 0s a 1s es

$$i_L = \frac{1}{4}\int_{0}^{t}(-8)dt$$

$$i_L = -\frac{8}{4}\int_{0}^{t}dt$$

$$i_L = -2t$$

La corriente que fluye a través del inductor en t=1s está dada por

$$i_L(1) = -2(1)$$

$$i_L(1) = -2A$$

- La corriente que fluye del inductor en el intervalo 1s a 4s es

$$i_L = i_L(1) + \frac{1}{L}\int_1^t (8)dt$$

$$i_L = -2 + \frac{1}{4}\int_1^t (8)dt$$

$$i_L = -2 + \frac{8}{4}\int_1^t dt$$

$$i_L = -2 + 2[t - 1]$$

$$i_L = 2[t - 2]$$

La corriente que fluye a través del inductor en t=4s está dada por

$$i_L(4) = 2[4 - 2]$$

$$i_L(4) = 4A$$

- La corriente que fluye del inductor en el intervalo 4s a 5s es

$$i_L = i_L(4) + \frac{1}{L}\int_4^t (8)dt$$

$$i_L = 4 + \frac{1}{4}\int_4^t (4)dt$$

$$i_L = 4 + \frac{4}{4}\int_4^t dt$$

$$i_L = 4 + [t - 4]$$

$$i_L = t$$

La corriente que fluye a través del inductor en t=5s está dada por

$$i_L(5) = 5A$$

- La corriente que fluye del inductor en el intervalo t > 5 es

$$i_L = i_L(5) + \frac{1}{L}\int_5^t (8)dt$$

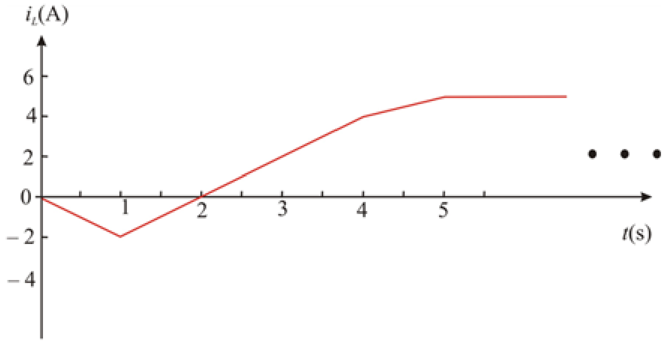
$$i_L = 5 + \frac{1}{4}\int_4^t (0)dt$$

$$i_L = 5A$$

Por lo tanto la corriente que fluye en el inductor está dada por:

$$V_L = \begin{cases} -2tA & 0s \le t \le 1s \\ 2(t-2)A & 1s \le t \le 4s \\ tA & 4s \le t \le 5s \\ 5A & t > 5s \end{cases}$$

El gráfico de la forma de onda actual se muestra a continuación



C. ¿Cuál es la corriente en t = 10 s?

La corriente que fluye en el inductor está dada por:

$$V_L = \begin{cases} -2tA & 0s \le t \le 1s \\ 2(t-2)A & 1s \le t \le 4s \\ tA & 4s \le t \le 5s \\ 5A & t > 5s \end{cases}$$

De la expresión anterior podemos decir que la corriente que fluye a través del inductor durante $t > 5s$ es 5A. Por lo tanto, la corriente en t=10s es

$$\boldsymbol{i_L(10) = 5A}$$

13-5 Inductancias en serie y en paralelo

17. ¿Cuál es la inductancia equivalente de 12, 14, 22 y 36 mH conectados enserie?

$L_1 = 12mH$

$L_2 = 14mH$

$L_3 = 22mH$

$L_4 = 36mH$

La inductancia equivalente cuando se conecta en serie es

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

$$L_T = (12 + 14 + 22 + 36)mH$$

$$\boldsymbol{L_T = 84mH}$$

19. Repita el problema 17 si las inductancias están conectadas en paralelo.

$L_1 = 12mH$ => $L_1 = 12\ x\ 10^{-3}H$

$L_2 = 14mH$ => $L_2 = 14\ x\ 10^{-3}H$

$L_3 = 22mH$ => $L_3 = 22\ x\ 10^{-3}H$

$L_4 = 36mH$ => $L_4 = 36\ x\ 10^{-3}H$

La inductancia equivalente cuando se conecta en paralelo es

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \frac{1}{L_3} + \frac{1}{L_4}$$

$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{12\ x\ 10^{-3}} + \frac{1}{14\ x\ 10^{-3}} + \frac{1}{22\ x\ 10^{-3}} + \frac{1}{36\ x\ 10^{-3}}$$

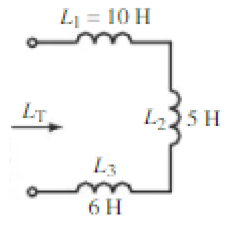
$$\frac{1}{L_T} = 83.33 + 71.43 + 45.45 + 27.78$$

$$\frac{1}{L_T} = 227.99$$

$$L_T = 4.39\ x\ \ 10^{-3}H$$

$$\boldsymbol{L_T = 4.39\ mH}$$

21. Determine LT para los circuitos de la figura 13-37.



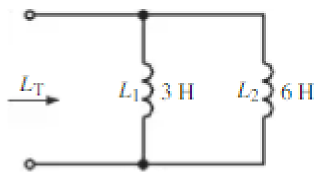
(a)

L_1, L_2 y L_3 están en serie por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_T = L_1 + L_2 + L_3$$

$$L_T = 10 + 5 + 6$$

$$\boldsymbol{L_T = 21H}$$

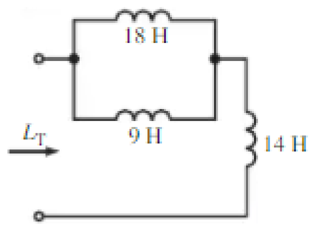


L_1 y L_2 están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_T = \frac{L_1\ x\ L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_T = \frac{3\ x\ 6}{3 + 6}$$

$$\boldsymbol{L_T = 2H}$$



(c)

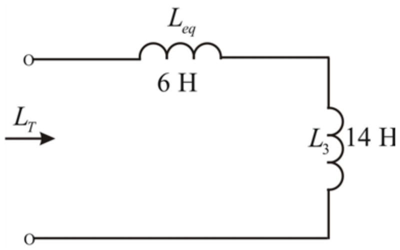
L_1 y L_2 están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_{eq} = \frac{L_1 \; x \; L_2}{L_1 + L_2}$$

$$L_{eq} = \frac{18 \; x \; 9}{18 + 9}$$

$$\boldsymbol{L_{eq} = 6H}$$

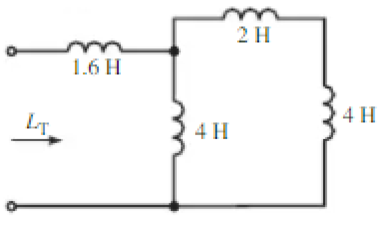
El circuito se reduce a



$$L_T = L_{eq} + L_3$$

$$L_T = 6 + 14$$

$$\boldsymbol{L_T = 20H}$$



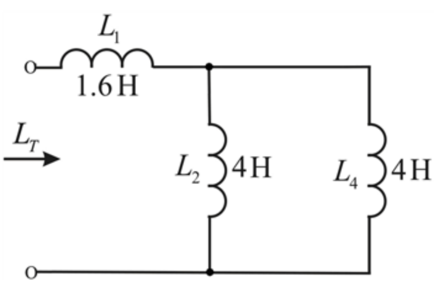
(d)

L_3 y L_4 están en serie por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_{eq1} = L_3 + L_4$$

$$L_{eq1} = 2 + 4$$

$$\boldsymbol{L_{eq1} = 6H}$$

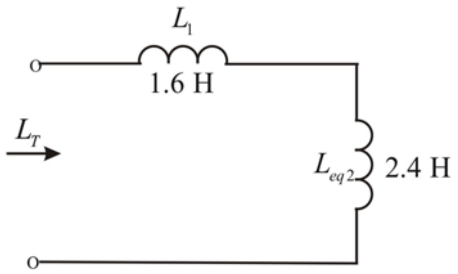


L_{eq1} y L_2 están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_{eq2} = \frac{L_2 \; x \; L_{eq1}}{L_2 + \; L_{eq1}}$$

$$L_{eq2} = \frac{6 \; x \; 4}{6 + 4}$$

$$\boldsymbol{L_{eq2} = 2.4H}$$

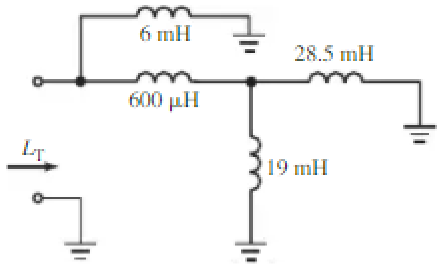


L_1 y L_{eq2} están en serie por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_T = L_1 + L_{eq2}$$

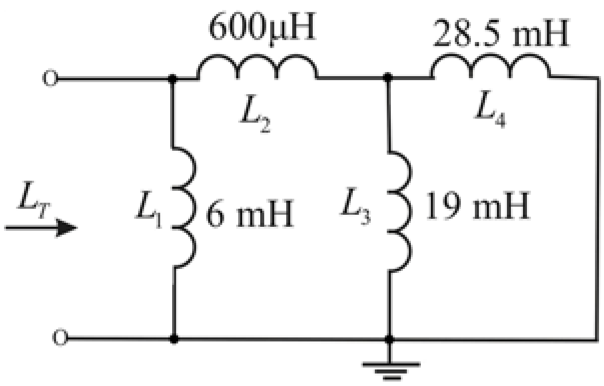
$$L_T = 1.6 + 2.4$$

$$\boldsymbol{L_T = 4H}$$



(e)

El circuito se reduce a



L_3 y L_4 están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_{eq1} = \frac{L_3 \ x \ L_4}{L_3 + L_4}$$

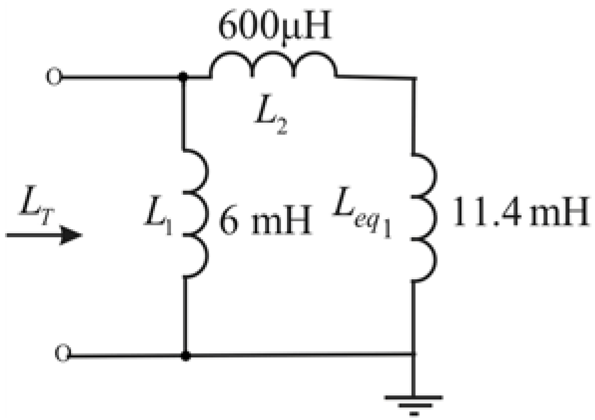
$$L_{eq1} = \frac{(19 \ x \ 10^{-3}\ ) x (28.5 \ x \ 10^{-3})}{(19 \ x \ 10^{-3}\ ) + (28.5 \ x \ 10^{-3})}$$

$$L_{eq1} = \frac{541.5 \ x \ 10^{-6}}{47.5 \ x \ 10^{-3}}$$

$$L_{eq1} = 11.4 \ x \ 10^{-3}$$

$$\boldsymbol{L_{eq1} = 11.4 mH}$$

El circuito se reduce a



L_2 y L_{eq1} están en serie por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_{eq2} = L_2 + L_{eq1}$$

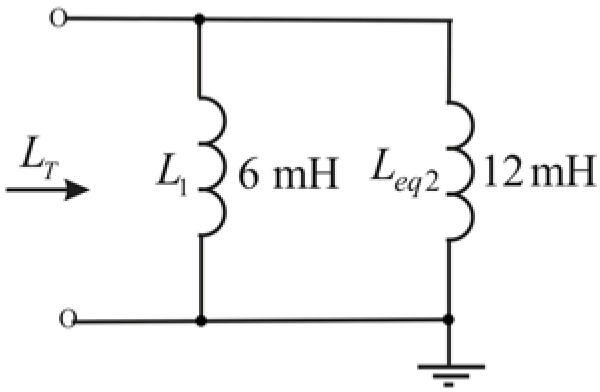
$$L_{eq2} = (600 \ x \ \ 10^{-6}) + (11.4 \ x \ 10^{-3})$$

$$L_{eq2} = (0.6 \ x \ \ 10^{-3}) + (11.4 \ x \ 10^{-3})$$

$$L_{eq2} = 12 \ x \ 10^{-3} \ H$$

$$\boldsymbol{L_{eq2} = 12 mH}$$

El circuito se reduce a



L_1 y L_{eq2} están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_T = \frac{L_1 \ x \ L_{eq2}}{L_1 + L_{eq2}}$$

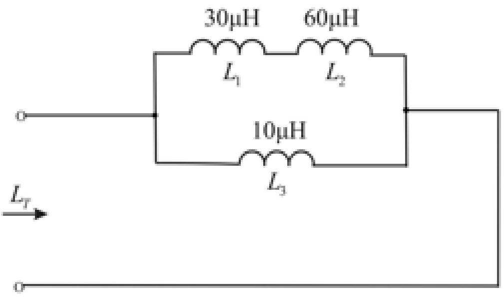
$$L_T = \frac{(6 \ x \ 10^{-3} \ )x(12 \ x \ 10^{-3})}{(6 \ x \ 10^{-3} \ ) + (12 \ x \ 10^{-3})}$$

$$L_T = \frac{72 \ x \ 10^{-6}}{18 \ x \ 10^{-3}}$$

$$L_T = 4 \ x \ 10^{-3} H$$

$$\boldsymbol{L_T = 4mH}$$

23. Una inductancia de 30 H está conectada en serie con una inductancia de 60 H, y una inductancia de 10 H está conectada en paralelo con la combinación en serie. ¿Qué valor tiene LT?



L_2 y L_{eq1} están en serie por lo tanto la inductancia equivalente es

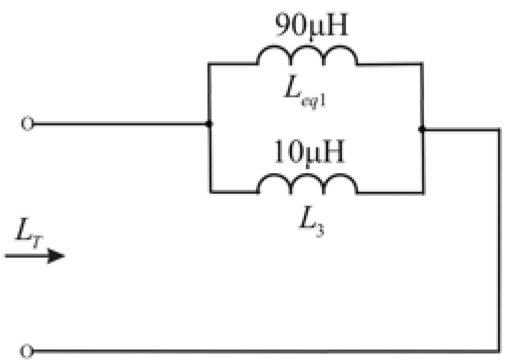
$$L_{eq1} = L_1 + L_2$$

$$L_{eq1} = (30 \ x \ \ 10^{-6}) + (60 \ x \ 10^{-6})$$

$$L_{eq1} = 12 \ x \ 10^{-6}$$

$$L_{eq1} = 90\mu H$$

Simplificamos el circuito



L_{eq1} y L_3 están en paralelo por lo tanto la inductancia equivalente es

$$L_T = \frac{L_{eq1}\ x\ L_3}{L_{eq1} + L_3}$$

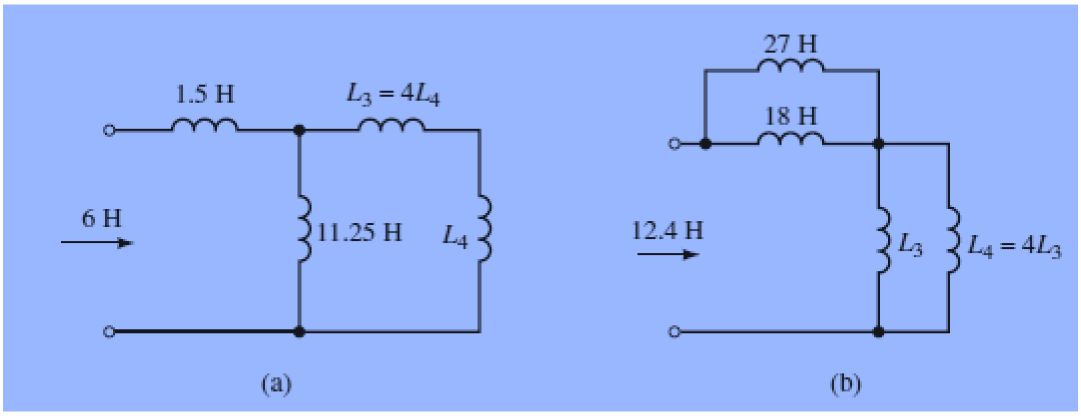
$$L_T = \frac{(90\ x\ 10^{-6}\ )x(10\ x\ 10^{-6})}{(90\ x\ 10^{-6}\ ) + (10\ x\ 10^{-6})}$$

$$L_T = \frac{900\ x\ 10^{-12}}{100\ x\ 10^{-6}}$$

$$L_T = 9\ x\ 10^{-6}$$

$$L_T = 9\mu H$$

25. Para lo



$\boldsymbol{Leq1} =$ $\qquad$ $Leq1 = 4L4 + L$

$$Leq1 = 5L4H$$

$$Leq = \frac{L2\ x\ Leq1}{L2 + Leq1}$$

$$Leq = \frac{11.25\ x\ 5L4}{11.25 + 5L4}$$

$$Leq = \frac{56.25l4}{11.25 + 5L4}$$

$$\boldsymbol{LT = L1 + Leq2}$$

$$6 = \frac{1.5(11.25 + 5L4) + 56.25L4}{11.25 + 5L4}$$

$$6(11.25 + 5L4) = 1.5(11.25 + 5L4) + 56.25L4$$

$$67.5 + 30L4 = 16.875 + 7.5L4 + 56.25L4$$

$$67.5 - 16.875 = 63.75L4 - 30L4$$

$$\boldsymbol{L4} = \frac{50.625}{33.75} = 1{,}5H$$

$$\boldsymbol{L3} = 4L4 = 4 * 1.5 = 6H$$

$$\boldsymbol{Leq1} = \frac{27 * 18}{27 + 18} = 10{,}8H$$

$$\boldsymbol{Leq2} = \frac{L3 * 4L3}{L3 * 4L3} = 0{,}8L3$$

$$\boldsymbol{L3} = 10{,}8 * 0{,}8L3$$

$$\boldsymbol{L3} = \frac{12.4 - 10,.8}{0.8} = 2H$$

$$\boldsymbol{L3} = 10{,}8 * 0{,}8L3$$

$$\boldsymbol{L3} = 4l3 = 4 * 2 = 8H$$

27. Dos inductancias de 6 y 4 H están en conectadas en paralelo. Después de que se agrega una tercera inductancia, $L_T = 4$ H. ¿Cuál es el valor de la tercera inductancia y cómo está conectada?

$$\boldsymbol{Leq} = \frac{6*4}{6+4} = \frac{6*4}{10} = \frac{12}{5} = 2{,}4H$$

$\boldsymbol{LT = Leq + L3}$

$L3 = LT - Leq$

$L3 = 4 - 2.4 = 1.6H$

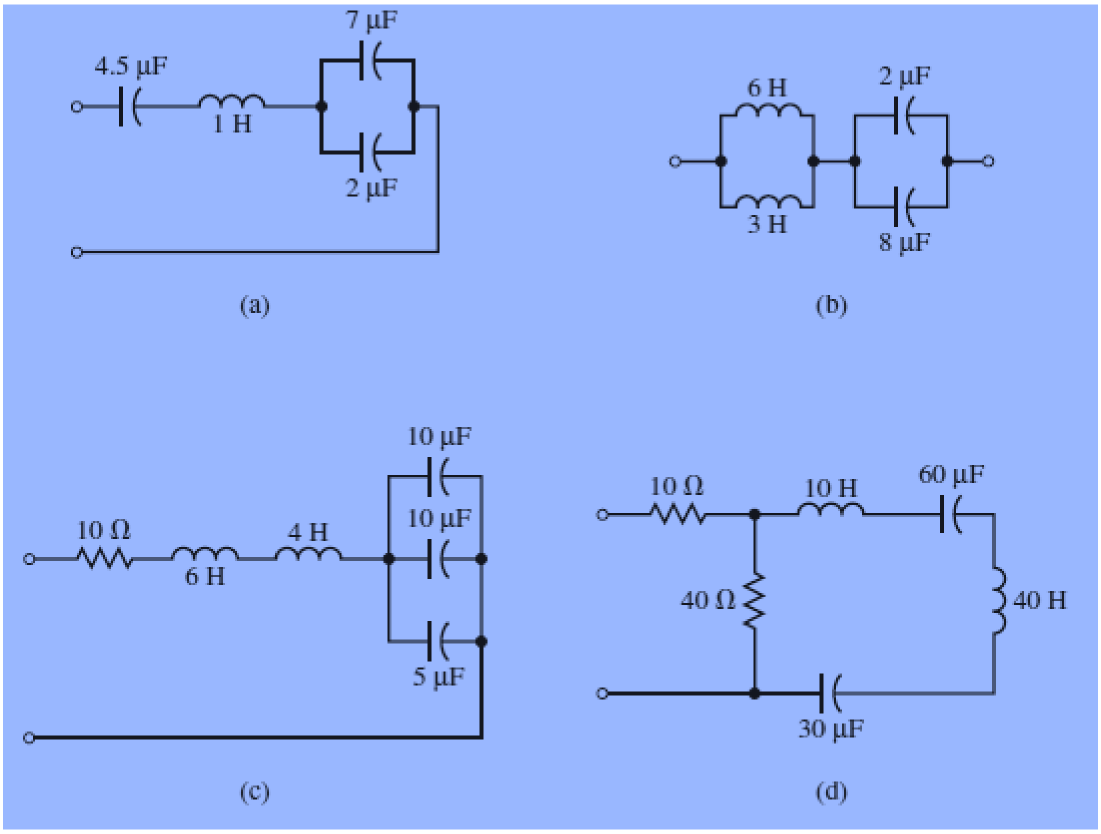
29. Inductancias de 8, 12 y 1.2 H están conectadas en un circuito. Si $L_T =$ 6 H, ¿cómo están conectados los inductores?

$$\boldsymbol{Leq} = \frac{8*12}{8+12} = \frac{96}{20} = 4{,}8H$$

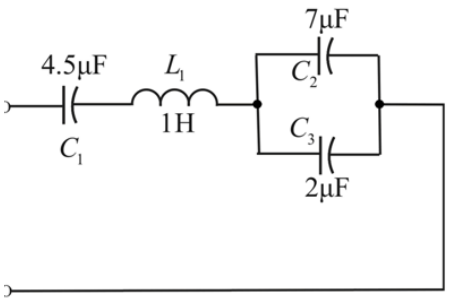
$\boldsymbol{LT = Leq + L3}$ $\quad$ $6H = 4.8 + 1.2$

$6H = 6H$

31. Por medio de la combinación de elementos, reduzca cada uno de los circuitos de la figura 13-42 a su forma más simple.



A)



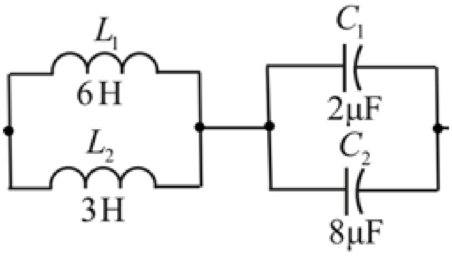
$$\boldsymbol{Ceq} = C2 + C3 = 9 * 10^{-6}F$$

$$\boldsymbol{Ceq} = 9F$$

$$\boldsymbol{Leq} = \frac{C1 * Ceq1}{C1 + Ceq1} = \frac{4.5 * 10^{-6} * 9 * 10^{-6}}{4.5 * 10^{-6} + 9 * 10^{-6}} = 3 * 10^{-6}F$$

$$\boldsymbol{Leq} = 3F$$

B)



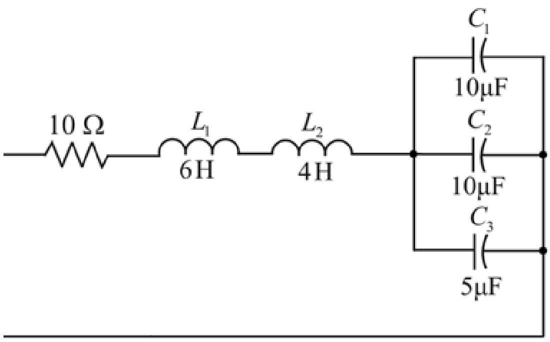
$$\boldsymbol{Leq} = \frac{6 * 3}{6 + 3}$$

$$\boldsymbol{Leq} = 2H$$

$$\boldsymbol{Ceq} = C1 + C2 = 2 * 10^{-6}F$$

$$\boldsymbol{Ceq} = 10F$$

C)

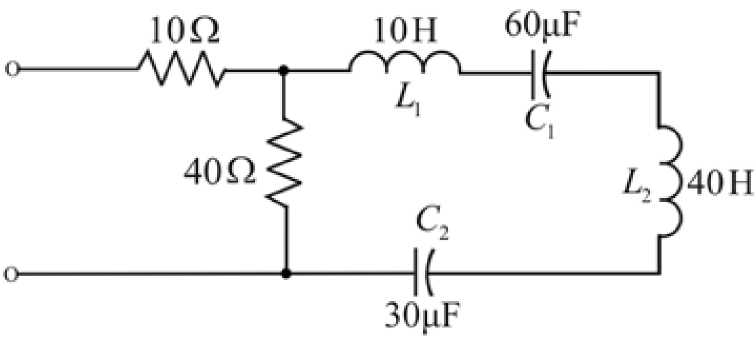


$$\boldsymbol{Leq} = L1 + L2 = 6 + 4 = 10H$$

$$\boldsymbol{Ceq} = C1 + C2 + C3 = 25 * 10^{-6}F$$

$$\boldsymbol{Ceq} = 25\upsilon F$$

D)



$$\boldsymbol{Leq} = L1 + L2 = 10 + 40 = 50H$$

$$\boldsymbol{Ceq} = \frac{C1 * C2}{C1 + C2} = \frac{60 * 10^{-6} * 30 * 10^{-6}}{4.5 * 10^{-6} + 30 * 10^{-6}} = 20 * 10^{-6}F$$

$$\boldsymbol{Ceq} = 20 \upsilon F$$

33. Encuentre la energía almacenada en el inductor de la figura 13-44.

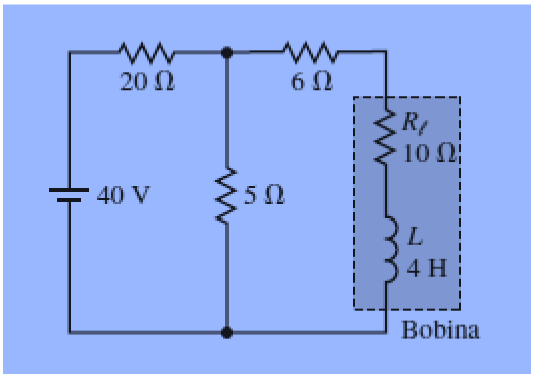
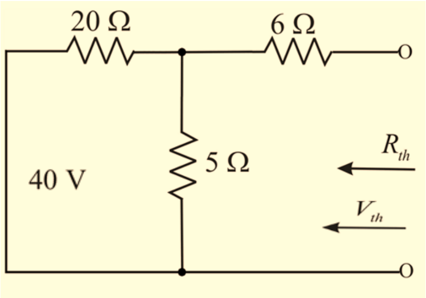


FIGURA 13-44



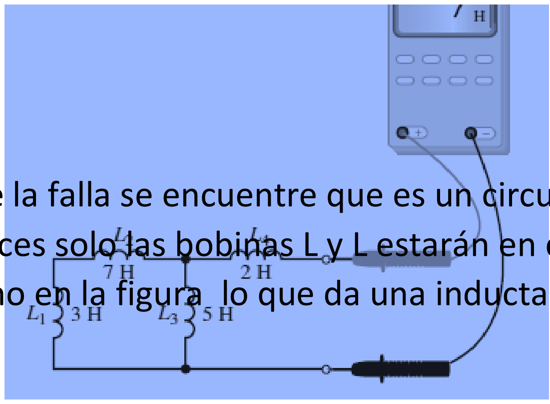
$$Rth = 6\ \frac{20*5}{20+5} = 6 + \frac{100}{25} = 10\Omega$$

$$V = 40 * \frac{5}{20+5} = 8V$$

$$I = \frac{8}{10 + 10} = 0.4A$$

$$W = \frac{1}{2}x4x0.4 = 0.32J$$

35. En la figura 13-46, un medidor de inductancia mide 7 H. ¿Cuál es la falla probable?

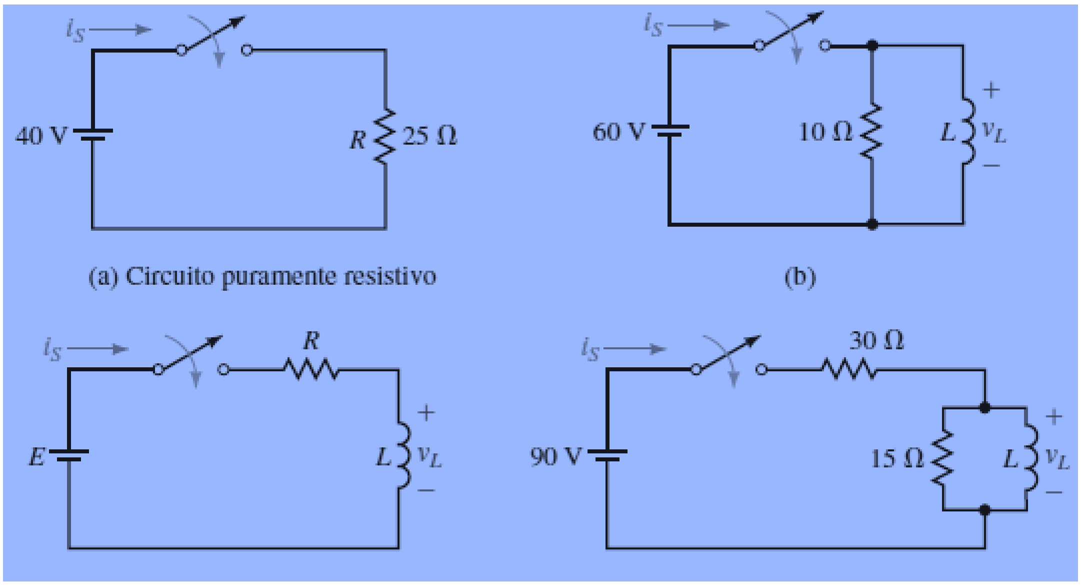


Es probable que la falla se encuentre que es un circuito abierto en la bobina L, entonces solo las bobinas L y L estarán en conexión en serie claramente como en la figura lo que da una inductancia equivalente de 7H.

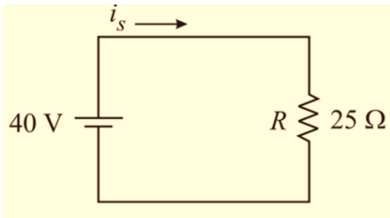
Capítulo 14

1. a. ¿A qué se parece un inductor que no conduce corriente en el instante que se acciona el interruptor?

   b. Para cada circuito de la figura 14-37, determine i_S y v_L inmediatamente después de que el interruptor se cierra.



A)



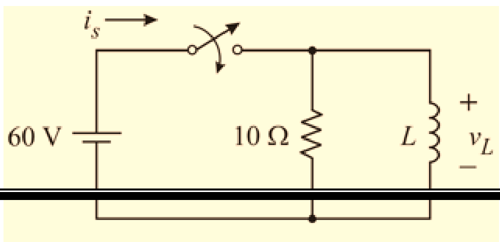
$$i_s = \frac{E}{R}$$

$$i_s = \frac{40\text{ V}}{25\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{i_s = 1.6\text{ A}}$$

$$\boldsymbol{Is} = \frac{40}{25} = 1.4A$$

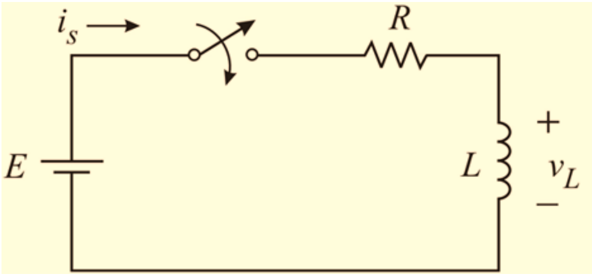
B)



$$\boldsymbol{Is} = \frac{60}{10} = 6A$$

$$\boldsymbol{V} = E = 60V$$

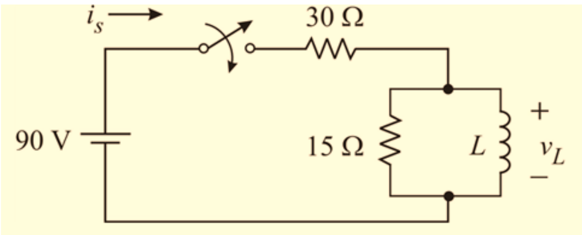
C)



$$\boldsymbol{Is} = 0A$$

$$\boldsymbol{V} = E$$

D)



$$\boldsymbol{Is} = \frac{90}{45} = 2A$$

$$\boldsymbol{V} = (2a)(15) = 30V$$

3. Repita el problema 2 si L_1 se reemplaza con un capacitor descargado.

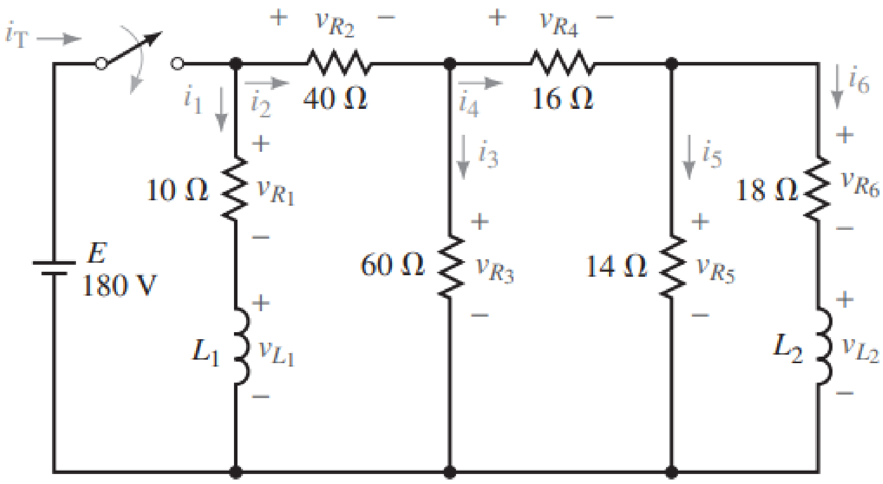
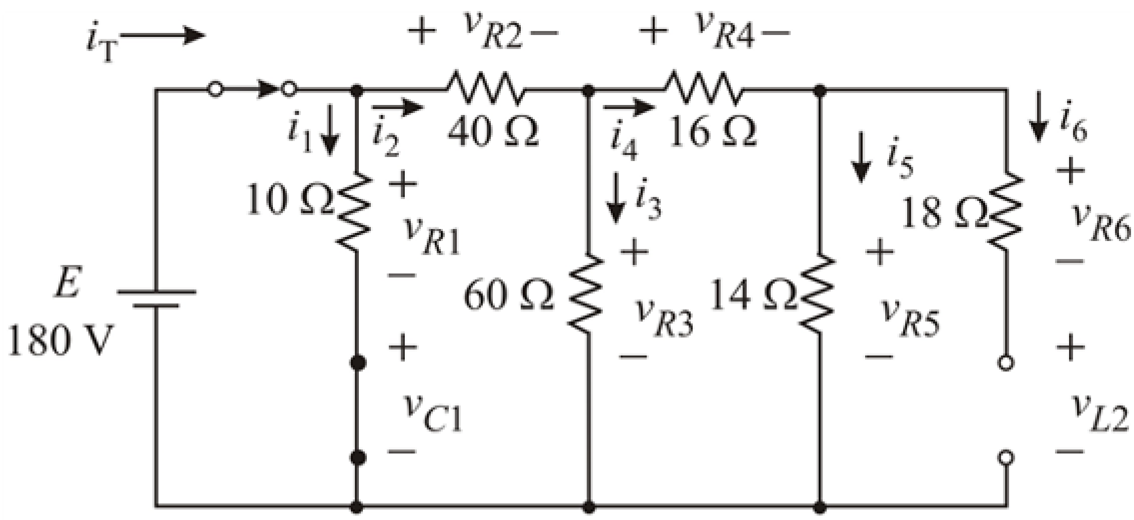


FIGURA 14-38



$$v_{R6} = i_6 R_6$$

$$v_{R6} = (0\,\text{A})(18\,\Omega)$$

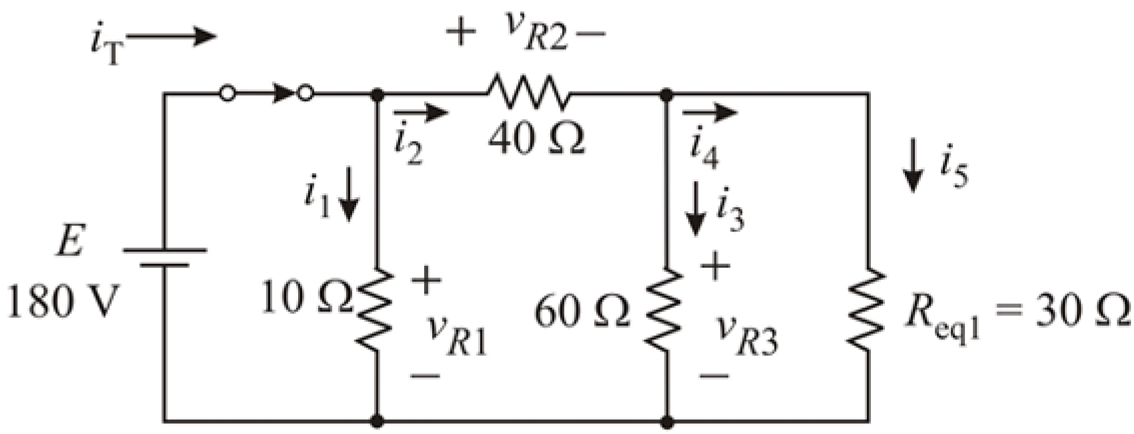
$$\therefore \boxed{v_{R6} = 0\,\text{V}}$$

$$\boxed{v_{C1} = 0\,\text{V}}$$

$$R_{eq1} = R_4 + R_5$$

$$R_{eq1} = 16\,\Omega + 14\,\Omega$$

$$R_{eq1} = 30\,\Omega$$

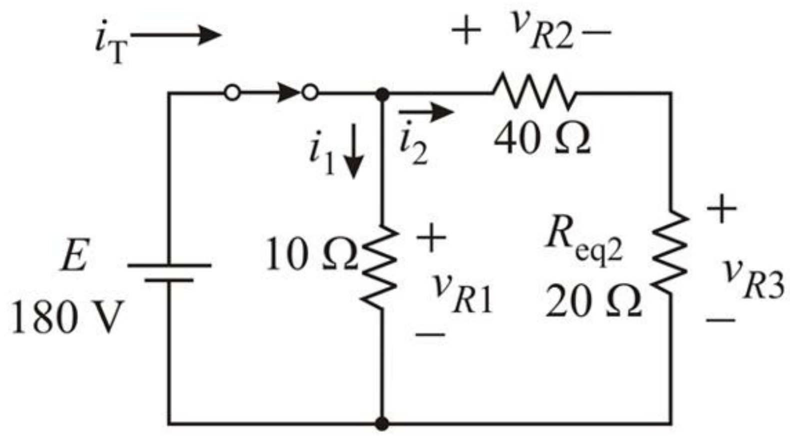


$$R_{eq2} = R_3 \parallel R_{eq1}$$

$$R_{eq2} = \frac{R_3 \times R_{eq1}}{R_3 + R_{eq1}}$$

$$R_{eq2} = \frac{(60\,\Omega)(30\,\Omega)}{60\,\Omega + 30\,\Omega}$$

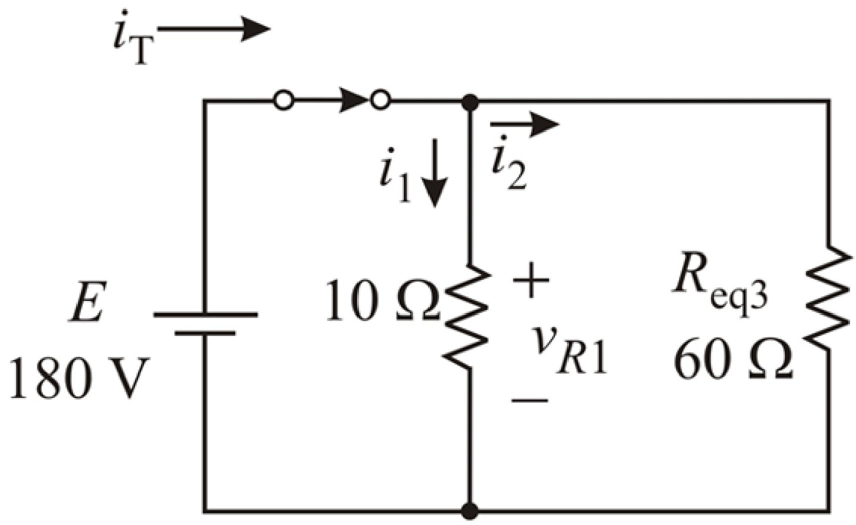
$$R_{eq2} = 20\,\Omega$$



$$R_{eq3} = R_2 + R_{eq2}$$

$$R_{eq3} = 40\,\Omega + 20\,\Omega$$

$$R_{eq3} = 60\,\Omega$$



$$R_{eq4} = R_1 \parallel R_{eq3}$$

$$R_{eq4} = \frac{R_1 \times R_{eq3}}{R_1 + R_{eq3}}$$

$$R_{eq4} = \frac{(10\,\Omega)(60\,\Omega)}{10\,\Omega + 60\,\Omega}$$

$$R_{eq4} = \frac{60}{7}\,\Omega$$

$$i_T = \frac{E}{R_{eq4}}$$

$$i_T = \frac{180\,\text{V}}{\frac{60}{7}\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{i_T = 21\,\text{A}}$$

$$v_{R1} = E$$

$$\therefore \boxed{v_{R1} = 180\,\text{V}}$$

$$i_1 = \frac{v_{R1}}{R_1}$$

$$i_1 = \frac{180\,\text{V}}{10\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{i_1 = 18\,\text{A}}$$

$$i_2 = \frac{E}{R_{eq3}} \quad [\because E = v_{R1} = 18$$

$$i_2 = \frac{180\,\text{V}}{60\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{i_2 = 3\,\text{A}}$$

$$i_3 = \frac{v_{R3}}{R_3}$$

$$i_3 = \frac{60\,\text{V}}{60\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{i_3 = 1\,\text{A}}$$

$$v_{R2} = i_2 R_2$$

$$v_{R2} = (3\text{A})(40\,\Omega)$$

$$\therefore \boxed{v_{R2} = 120\,\text{V}}$$

$$i_4 = i_5 = \frac{v_{R3}}{R_{eq1}}$$

$$i_4 = i_5 = \frac{60\,\text{V}}{30\,\Omega}$$

$$v_{R3} = i_3 R_3$$

$$v_{R3} = (3\text{A})(20\,\Omega)$$

$$\therefore \boxed{v_{R3} = 60\,\text{V}}$$

$$\therefore \boxed{i_4 = 2\,\text{A}}$$

$$\therefore \boxed{i_5 = 2\text{A}}$$

$$v_{R4} = i_4 R_4$$

$$v_{R4} = (2\text{A})(16\,\Omega)$$

$$\therefore \boxed{v_{R4} = 32\,\text{V}}$$

$$v_{R5} = i_5 R_5$$

$$v_{R5} = (2\text{A})(14\,\Omega)$$

$$\therefore \boxed{v_{R5} = 28\,\text{V}}$$

5. El interruptor de la figura 14-39 está cerrado en $t = 0$ s.
   a. ¿Cuál es la constante de tiempo del circuito?
   b. ¿Cuánto tiempo pasa hasta que la corriente alcanza su valor estable?
   c. Determine las ecuaciones para i_L y v_L.
   d. Calcule los valores para i_L y v_L a intervalos de una constante de tiempo desde $t = 0$ hasta $5\,\tau$.
   e. Grafique i_L y v_L. Marque los ejes en τ y en segundos.

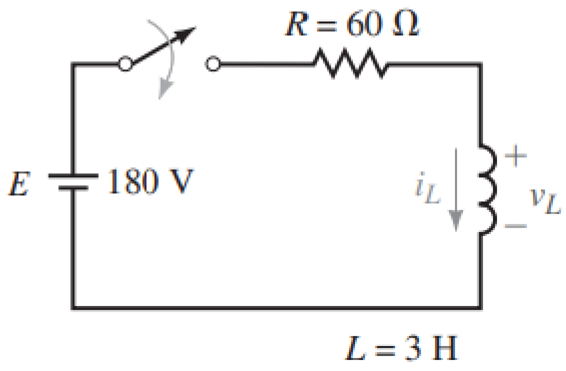


FIGURA 14-39

$$\tau = \frac{L}{R}$$

$$\tau = \frac{3\,\mathrm{H}}{60\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{\tau = 50\,\mathrm{ms}}$$

$$t = 5\tau$$

$$t = 5 \times 50\,\mathrm{ms}$$

$$\therefore \boxed{t = 250\,\mathrm{ms}}$$

$$-E + i_L R + v_L = 0$$

$$-E + i_L R + L\frac{di_L}{dt} = 0$$

$$\frac{di_L}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right) i_L = \frac{E}{L}$$

$$i_L = \frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

$$i_L = \frac{180\,\mathrm{V}}{60\,\Omega}\left(1 - e^{-\frac{60\Omega}{3\mathrm{H}}t}\right)$$

$$\therefore \boxed{i_L = 3\left(1 - e^{-20t}\right)\mathrm{A}}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = L\frac{d}{dt}\left[\frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)\right]$$

$$v_L = L\left(\frac{E}{R}\right)\left[\left(-\frac{R}{L}\right)\left(-e^{-\frac{R}{L}t}\right)\right]$$

$$v_L = Ee^{-\frac{R}{L}t}$$

$$v_L = 180\,\mathrm{V}e^{-\frac{60\Omega}{3\mathrm{H}}t}$$

$$\therefore \boxed{v_L = 180e^{-20t}\ \mathrm{V}}$$

$t = 0\,\text{s}$

$t = \tau = 50$ ms

$$i_L = 3\left(1 - e^{-20\times 0}\right)$$
$$i_L = 3(1-1)$$
$$\boxed{i_L = 0\,\text{A}}$$

$$v_L = 180e^{-20\times 0}$$
$$v_L = 180(1)$$
$$\boxed{v_L = 180\,\text{V}}$$

$$i_L = 3\left(1 - e^{-\,20\times 50\times 10^{-3}}\right)$$
$$i_L = 3\left(1 - e^{-1}\right)$$
$$\boxed{i_L = 1.9\,\text{A}}$$

$$v_L = 180e^{-\,20\times 50\times 10^{-3}}$$
$$v_L = 180\left(e^{-1}\right)$$
$$\boxed{v_L = 66.2\,\text{V}}$$

$t = 2\tau$ $\tau = 50\,\text{ms}$

$$t = 2(50\,\text{ms})$$
$$t = 0.1\,\text{s}$$

$$i_L = 3\left(1 - e^{-\,20\times 0.1}\right)$$
$$i_L = 3\left(1 - e^{-2}\right)$$
$$\boxed{i_L = 2.59\,\text{A}}$$

$$v_L = 180e^{-\,20\times 0.1}$$
$$v_L = 180\left(e^{-2}\right)$$
$$\boxed{v_L = 24.36\,\text{V}}$$

$t = 3\tau$ $\tau = 50\,\text{ms}$

$t = 3(50\text{ ms})$

$t = 0.15\text{s}$

$i_L = 3\left(1 - e^{-20\times0.15}\right)$

$i_L = 3\left(1 - e^{-3}\right)$

$\boxed{i_L = 2.85\,\text{A}}$

$v_L = 180e^{-20\times0.15}$

$v_L = 180\left(e^{-3}\right)$

$\boxed{v_L = 8.96\,\text{V}}$

$t = 4\tau \qquad \tau = 50\,\text{ms}$

$t = 4(50\text{ ms})$

$t = 0.2\,\text{s}$

$i_L = 3\left(1 - e^{-20\times0.2}\right)$

$i_L = 3\left(1 - e^{-4}\right)$

$\boxed{i_L = 2.94\,\text{A}}$

$v_L = 180e^{-20\times0.2}$

$v_L = 180\left(e^{-4}\right)$

$\boxed{v_L = 3.3\,\text{V}}$

$t = 5\tau \qquad \tau = 50\,\text{ms}$

$t = 5(50\text{ ms})$

$t = 0.25\,\text{s}$

$i_L = 3\left(1 - e^{-20\times0.25}\right)$

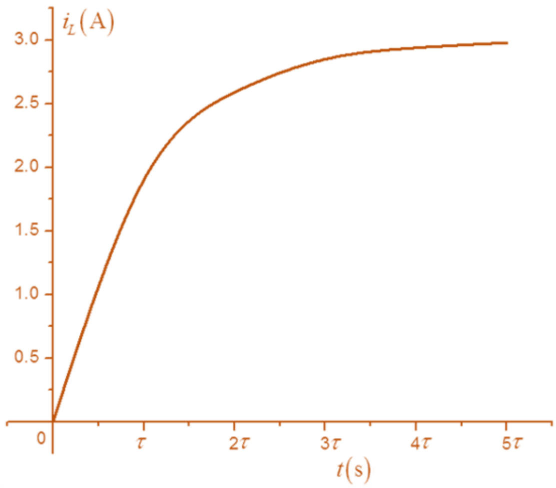
$i_L = 3\left(1 - e^{-5}\right)$

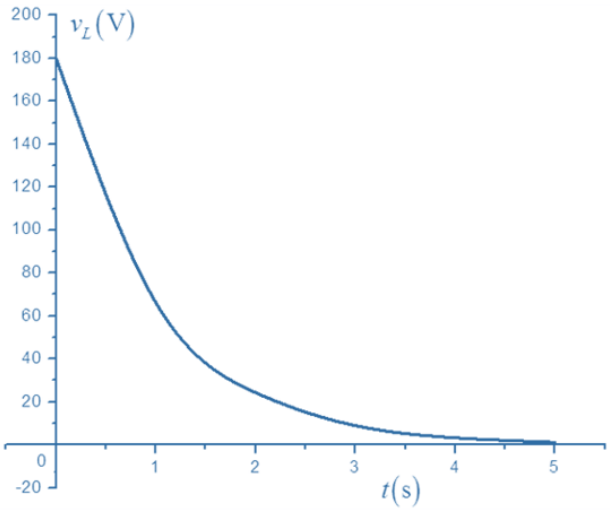
$\boxed{i_L = 2.98\,\text{A}}$

$v_L = 180e^{-20\times0.25}$

$v_L = 180\left(e^{-5}\right)$

$\boxed{v_L = 1.21\,\text{V}}$





7. Repita el problema 5 para el circuito de la figura 14-41 con $L = 4$ H.

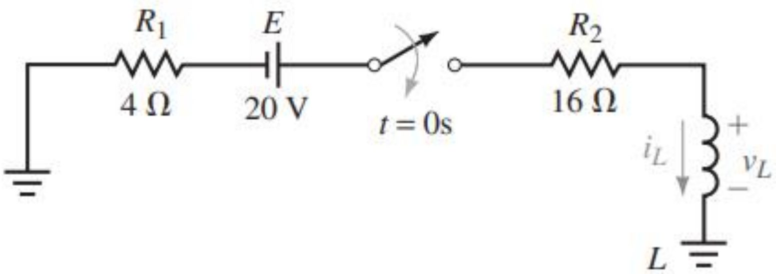


FIGURA 14-41

$$\tau = \frac{L}{R_T}$$

$$\tau = \frac{L}{R_1 + R_2}$$

$$\tau = \frac{4\,\mathrm{H}}{4\,\Omega + 16\,\Omega}$$

$$\tau = \frac{4\,\mathrm{H}}{20\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{\tau = 0.2\,\mathrm{s}}$$

$$t = 5\tau$$

$$t = 5 \times 0.2$$

$$\therefore \boxed{t = 1\,\mathrm{s}}$$

$$-E + i_L R_2 + v_L + i_L R_1 = 0$$

$$-E + i_L\left(R_1 + R_2\right) + L\frac{di_L}{dt} = 0$$

$$\frac{di_L}{dt} + \left(\frac{R_1 + R_2}{L}\right) i_L = \frac{E}{L}$$

$$i_L = \frac{E}{R_1 + R_2}\left(1 - e^{-\left(\frac{R_1 + R_2}{L}\right)t}\right)$$

$$i_L = \frac{20\,\mathrm{V}}{4\,\Omega + 16\,\Omega}\left(1 - e^{-\left(\frac{4\Omega + 16\Omega}{4\mathrm{H}}\right)t}\right)$$

$$i_L = 1\left(1 - e^{-5t}\right)$$

$$\therefore \boxed{i_L = \left(1 - e^{-5t}\right)\mathrm{A}}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = L\frac{d}{dt}\left[1 - e^{-5t}\right]$$

$$v_L = \left(4\mathrm{H}\right)\left[\left(-5\right)\left(-e^{-5t}\right)\right]$$

$$\therefore \boxed{v_L = 20e^{-5t}\,\mathrm{V}}$$

$t = 0\,\mathrm{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times 0}\right)$$

$$i_L = \left(1 - 1\right)$$

$$\boxed{i_L = 0\,\mathrm{A}}$$

$$v_L = 20e^{-5\times 0}$$

$$v_L = 20\left(1\right)$$

$$\boxed{v_L = 20\,\mathrm{V}}$$

$t = \tau = 0.2\ \mathrm{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times 0.2}\right)$$

$$i_L = \left(1 - e^{-1}\right)$$

$$\boxed{i_L = 0.632\,\mathrm{A}}$$

$$v_L = 20e^{-5\times 0.2}$$

$$v_L = 20\left(e^{-1}\right)$$

$$\boxed{v_L = 7.36\,\mathrm{V}}$$

$t = 2\tau \quad \tau = 0.2\,\mathrm{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times0.4}\right)$$

$$i_L = \left(1 - e^{-2}\right)$$

$$\boxed{i_L = 0.865\,\text{A}}$$

$$t = 2(0.2\,\text{s})$$

$$t = 0.4\,\text{s}$$

$$v_L = 20e^{-5\times0.4}$$

$$v_L = 20\left(e^{-2}\right)$$

$$\boxed{v_L = 2.71\,\text{V}}$$

$t = 3\tau \qquad \tau = 0.2\,\text{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times0.6}\right)$$

$$i_L = \left(1 - e^{-3}\right)$$

$$\boxed{i_L = 0.95\,\text{A}}$$

$$v_L = 20e^{-5\times0.6}$$

$$v_L = 20\left(e^{-3}\right)$$

$$\boxed{v_L = 0.996\,\text{V}}$$

$$t = 3(0.2\,\text{s})$$

$$t = 0.6\,\text{s}$$

$t = 4\tau \qquad \tau = 0.2\,\text{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times0.8}\right)$$

$$i_L = \left(1 - e^{-4}\right)$$

$$\boxed{i_L = 0.982\,\text{A}}$$

$$t = 4(0.2\,\text{s})$$

$$t = 0.8\,\text{s}$$

$$v_L = 20e^{-5\times0.8}$$

$$v_L = 20\left(e^{-4}\right)$$

$$\boxed{v_L = 0.366\,\text{V}}$$

$t = 5\tau$ $\tau = 0.2\,\mathrm{s}$

$$i_L = \left(1 - e^{-5\times 1}\right)$$

$$i_L = \left(1 - e^{-5}\right)$$

$$\boxed{i_L = 0.993\,\mathrm{A}}$$

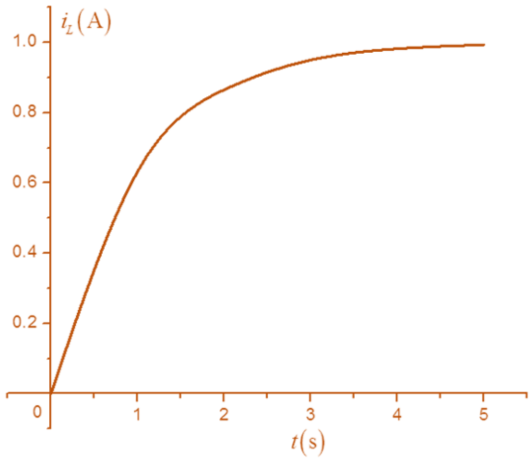
$$t = 5(0.2\,\mathrm{s})$$

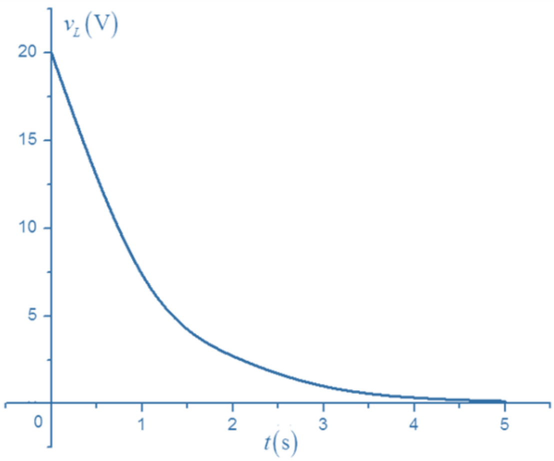
$$t = 1\,\mathrm{s}$$

$$v_L = 20e^{-5\times 1}$$

$$v_L = 20\left(e^{-5}\right)$$

$$\boxed{v_L = 0.135\,\mathrm{V}}$$





9. Cierre el interruptor en $t = 0$ s y determine las ecuaciones para i_L y v_L para el circuito de la figura 14-42. Calcule i_L y v_L en $t = 3.4$ ms.

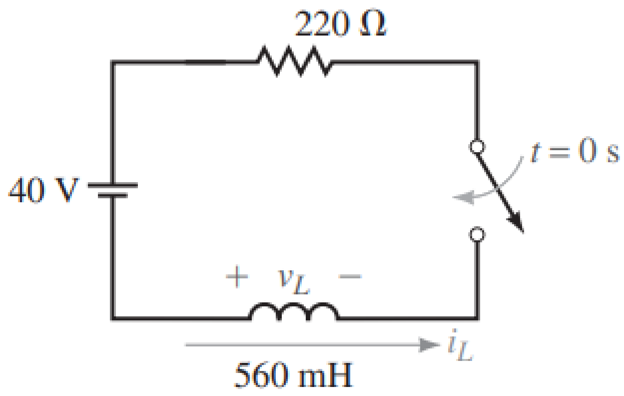


FIGURA 14-42

$$E + i_L R + v_L = 0$$

$$E + i_L R + L\frac{di_L}{dt} = 0$$

$$\frac{di_L}{dt} + \left(\frac{R}{L}\right) i_L = -\frac{E}{L}$$

$$i_L = -\frac{E}{R}\left(1 - e^{-\frac{R}{L}t}\right)$$

$$i_L = -\frac{40\,\text{V}}{220\,\Omega}\left(1 - e^{-\left(\frac{220\,\Omega}{560\,\text{mH}}\right)t}\right)$$

$$i_L = -0.182\left(1 - e^{-392.86t}\right)$$

$$\therefore \boxed{i_L = -182\left(1 - e^{-392.86t}\right)\text{mA}}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = (560\,\text{mH})\frac{d}{dt}\left[-182\left(1 - e^{-392.86t}\right)\times 10^{-3}\right]$$

$$v_L = (560\,\text{mH})\left(-182\times 10^{-3}\right)\left[-(-392.86)\left(e^{-392.86t}\right)\right]$$

$$\therefore \boxed{v_L = -40e^{-392.86t}\ \text{V}}$$

$t = 3.4\,\text{ms}$

$$i_L = -182\left(1 - e^{-392.86(3.4\,\text{ms})}\right)\times 10^{-3}$$

$$i_L = -182\left(1 - e^{-1.336}\right)\times 10^{-3}$$

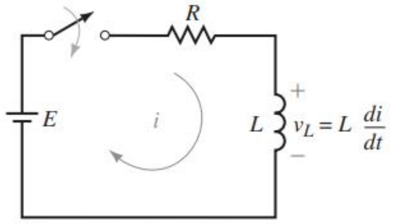
$$\therefore \boxed{i_L = -134.14\,\text{mA}}$$

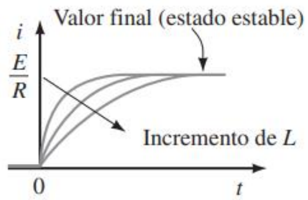
$$v_L = -40e^{-392.86(3.4\,\text{ms})}$$

$$v_L = -40e^{-1.336}$$

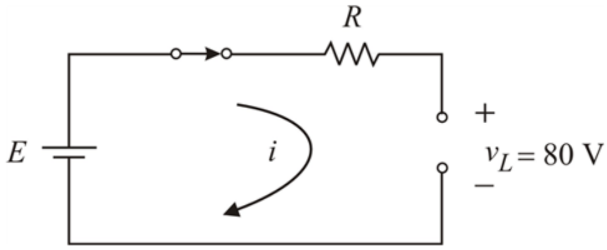
$$\therefore \boxed{v_L = -10.5\,\text{V}}$$

11. Para el circuito de la figura 14-1(b), el voltaje en la inductancia en el instante en que el interruptor se cierra es 80 V, la corriente final de estado estable es 4 A, y el transitorio dura 0.5 s. Determine E, R y L.



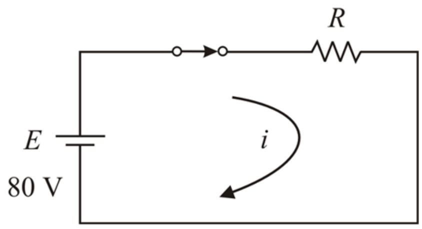


(b) La adición de la inductancia causa que ocurra un transitorio. Aquí R se mantiene constante.



$E = v_L$

$\therefore \boxed{E = 80\,\text{V}}$



$R = \frac{E}{i}$

$R = \frac{80\,\text{V}}{4\,\text{A}}$

$\therefore \boxed{R = 20\,\Omega}$

$t = 5\tau$ $\qquad$ $t = 0.5\,\text{s}$,

$$0.5\,\text{s} = 5\tau$$

$$0.5 = 5\frac{L}{R}\quad\left(\because \tau = \frac{L}{R}\right)$$

$$0.5 = 5\frac{L}{20\,\Omega}$$

1 $\quad \therefore \boxed{L = 2\,\text{H}}$, si $v_L = 40e^{-2000t}$ V y la corriente de estado estable es 10 mA, ¿cuáles son los valores de E, R y L?

$v_L = 40e^{-2000t}$ V $\qquad$ $v_L = Ee^{-\frac{t}{\tau}}$ V $\qquad$ $i_L = 10$ mA

$$\boxed{E = 40\,\text{V}}$$

$$\tau = \frac{1}{2000}$$

$$\tau = 500\,\mu\text{s}$$

$$i_L = \frac{E}{R}$$

$$10\,\text{mA} = \frac{40\,\text{V}}{R}$$

$$R = \frac{40\,\text{V}}{10\,\text{mA}}$$

$$\therefore \boxed{R = 4\,\text{k}\Omega}$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

$$500\,\mu\text{s} = \frac{L}{4\,\text{k}\Omega}$$

$$\therefore \boxed{L = 2\,\text{H}}$$

15. Para la figura 14-43, $R_1 = 20\ \Omega$, $R_2 = 230\ \Omega$ y $L = 0.5$ H y la corriente del inductor ha alcanzado un valor estable de 5 A con el interruptor cerrado. En $t = 0$ s, el interruptor se abre.
   a. ¿Cuál es la constante de tiempo en la fase de disminución?
   b. Determine las ecuaciones para i_L y v_L.
   c. Calcule los valores para i_L y v_L a intervalos de una constante de tiempo desde $t = 0$ hasta 5 τ.
   d. Grafique i_L y v_L. Marque el eje en τ y en segundos.

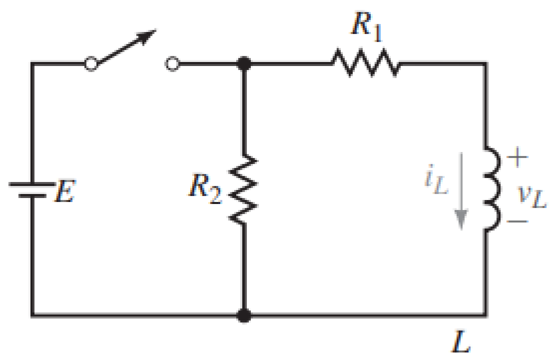
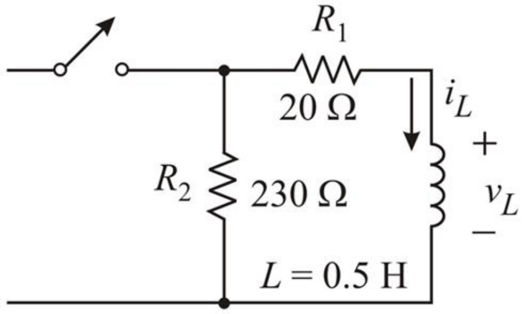


FIGURA 14-43



$$\tau' = \frac{L}{R_T}$$

$$\tau' = \frac{0.5\,\text{H}}{R_1 + R_2}$$

$$\tau' = \frac{0.5\,\text{H}}{20\,\Omega + 230\,\Omega}$$

$$\therefore \boxed{\tau' = 2\,\text{ms}}$$

$$i_L R_1 + v_L + i_L R_2 = 0$$

$$i_L\left(R_1 + R_2\right) + L\frac{di_L}{dt} = 0 \quad \left(\because v_L = L\frac{di_L}{dt}\right)$$

$$\frac{di_L}{dt} + \frac{\left(R_1 + R_2\right)}{L} i_L = 0$$

$$\frac{dy}{dx} + Py = 0$$

$$i_L = I_o e^{-\int\left(\frac{R_1 + R_2}{L}\right)dt}$$

$$i_L = I_o e^{-\left(\frac{R_1 + R_2}{L}\right)t} \quad \left[\text{Given } I_0 = 5\,\text{A}\right]$$

$$i_L = 5e^{-\left(\frac{20\,\Omega + 230\,\Omega}{0.5\,\text{H}}\right)t}$$

$$\therefore \boxed{i_L = 5e^{-500t}\,\text{A}}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = \left(0.5\right)\frac{d}{dt}\left(5e^{-500t}\right)$$

$$v_L = \left(0.5\right)\left(5\right)\left(-500\right)\left(e^{-500t}\right)$$

$$\therefore \boxed{v_L = -1250e^{-500t}\,\text{V}}$$

$t = 0$

$$i_L = 5e^{-500(0)}$$

$$\boxed{i_L = 5\,\text{A}}$$

$$v_L = -1250e^{-500(0)}$$

$$\boxed{v_L = -1250\,\text{V}}$$

$t = \tau \quad t = 2\,\text{ms}$

$$i_L = 5e^{-500\left(2\times10^{-3}\right)}$$

$$i_L = 5e^{-1}$$

$$\boxed{i_L = 1.84\,\text{A}}$$

$$v_L = -1250e^{-500\left(2\times10^{-3}\right)}$$

$$v_L = -1250e^{-1}$$

$$\boxed{v_L = -459.85\,\text{V}}$$

$t = 2\tau$ $\quad$ $t = 2(2\,\text{ms})$

$t = 4\,\text{ms}$

$i_L = 5e^{-500(4\times10^{-3})}$

$i_L = 5e^{-2}$

$\boxed{i_L = 0.677\,\text{A}}$

$v_L = -1250e^{-500(4\times10^{-3})}$

$v_L = -1250e^{-2}$

$\boxed{v_L = -169.17\,\text{V}}$

$t = 3\tau$ $\quad$ $t = 3(2\,\text{ms})$

$t = 6\,\text{ms}$

$i_L = 5e^{-500(6\times10^{-3})}$

$i_L = 5e^{-3}$

$\boxed{i_L = 0.249\,\text{A}}$

$v_L = -1250e^{-500(6\times10^{-3})}$

$v_L = -1250e^{-3}$

$\boxed{v_L = -62.2\,\text{V}}$

$t = 4\tau$ $\quad$ $t = 4(2\,\text{ms})$

$t = 8\,\text{ms}$

$i_L = 5e^{-500(8\times10^{-3})}$

$i_L = 5e^{-4}$

$\boxed{i_L = 0.092\,\text{A}}$

$v_L = -1250e^{-500(8\times10^{-3})}$

$v_L = -1250e^{-4}$

$\boxed{v_L = -22.9\,\text{V}}$

$t = 5\tau$ $\quad$ $t = 5(2\,\text{ms})$

$t = 10\,\text{ms}$

$$i_L = 5e^{-500(10\times10^{-3})}$$

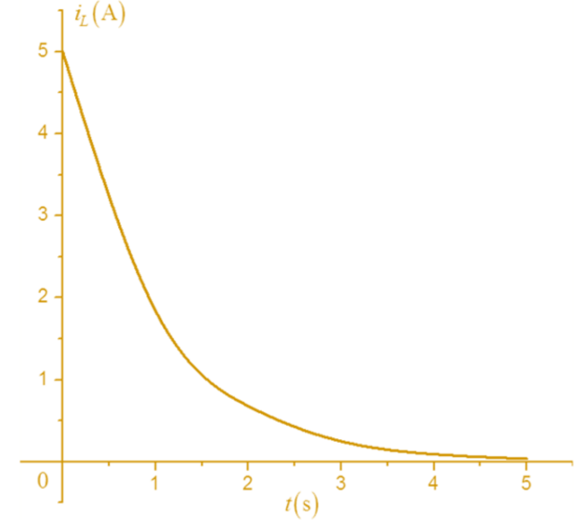
$$i_L = 5e^{-5}$$

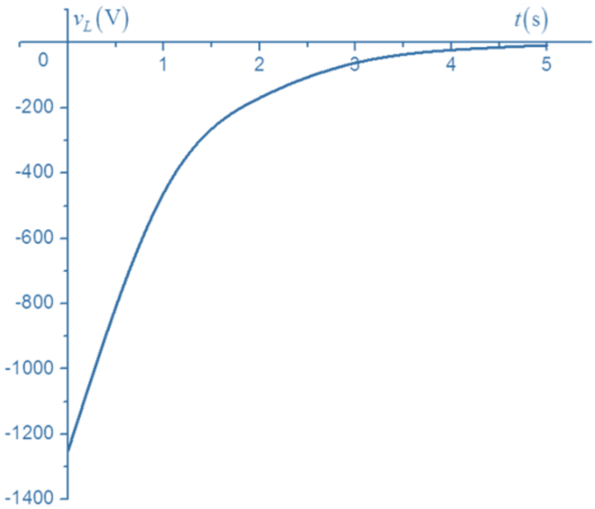
$$\boxed{i_L = 0.034\ \text{A}}$$

$$v_L = -1250e^{-500(10\times10^{-3})}$$

$$v_L = -1250e^{-5}$$

$$\boxed{v_L = -8.42\ \text{V}}$$





17. Dado $v_L = -2700\ \text{V}e^{-100t}$. Use la curva universal de la constante de tiempo para determinar v_L en $t = 20$ ms.

$$Dato: v_L = -2700\, e^{-100t}\, V$$

$$\tau = \frac{1}{100} s$$

$$\tau = 10\ ms$$

$$Dato: t = 20\ ms$$

$$t = 2\tau$$

$$v_L = -2700\, V\, (0.135)$$

$$v_L = -365\, V$$

19. Para la figura 14-43, $L = 20$ H. La corriente durante la fase de crecimiento y disminución se muestra en la figura 14-44. Determine R_1 y R_2.

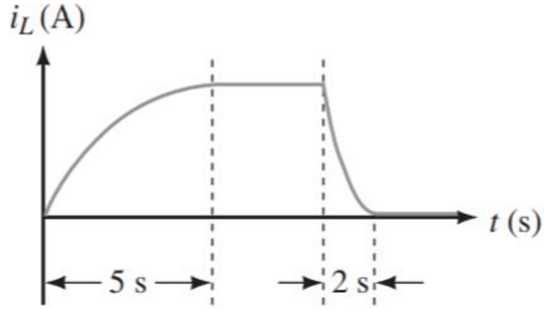
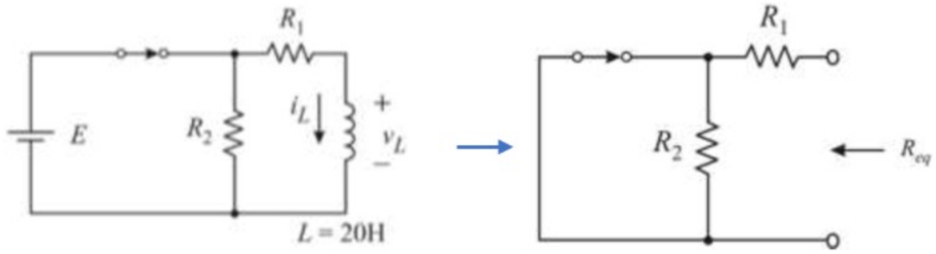


FIGURA 14-44



$$R_{eq} = R_1$$

$$t = 5\tau$$

$$5s = \tau$$

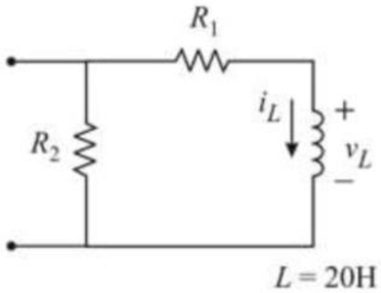
$$\tau = 1s$$

$$\tau = \frac{L}{R_{eq}}$$

$$1s = \frac{20\ H}{R_1}$$

$$R_1 = 20\, \Omega$$

Nuevo circuito:



$$R_{eq} = R_1 + R_2$$

$$t = 5\tau'$$

$$2s = 5\tau'$$

$$\tau = 0.4s$$

$$\tau' = \frac{L}{R_{eq}}$$

$$0.4\,s = \frac{20\,H}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 + R_2 = \frac{20}{0.4}$$

$$20 + R_2 = 50$$

$$R_2 = 50 - 20$$

$$R_2 = 30\,\Omega$$

14-5 Circuitos más complejos

21. Para la bobina de la figura 14-45 $R_\ell = 1.7\ \Omega$ y $L = 150$ mH. Determine la corriente de la bobina en $t = 18.4$ ms.

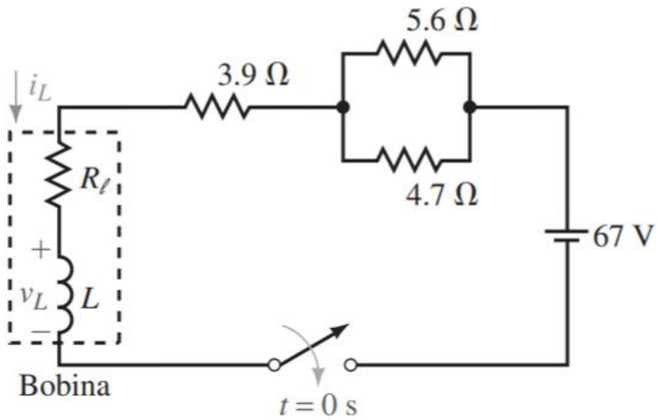


FIGURA 14-45

$$R_{eq} = R_1 + (R_2 \parallel R_3)$$

$$R_{eq} = 3.9\,\Omega + \frac{(5.6\,\Omega)(4.7\,\Omega)}{5.6\,\Omega + 4.7\,\Omega}$$

$$R_{eq} = 3.9\,\Omega + 2.56\,\Omega$$

$$\therefore R_{eq} = 6.46\,\Omega$$

$$\tau = \frac{L}{R_{eq}}$$

$$\tau = \frac{L}{R_{Th} + R_l}$$

$$\tau = \frac{150\,\text{mH}}{6.46\,\Omega + 1.7\,\Omega}$$

$$\therefore \tau = 0.0184\,\text{s}$$

$$i_L = \frac{E_{Th}}{R_{eq}}\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$i_L = \frac{67\,\text{V}}{6.46\,\Omega + 1.7\,\Omega}\left(1 - e^{-\frac{t}{0.0184}}\right)$$

$$i_L = 8.21\left(1 - e^{-\frac{t}{0.0184}}\right)\text{A}$$

Now current at $t = 18.4\,\text{ms}$ is

$$i_L = 8.21\left(1 - e^{-\frac{18.4\,\text{ms}}{0.0184}}\right)$$

$$i_L = 8.21\left(1 - e^{-1}\right)$$

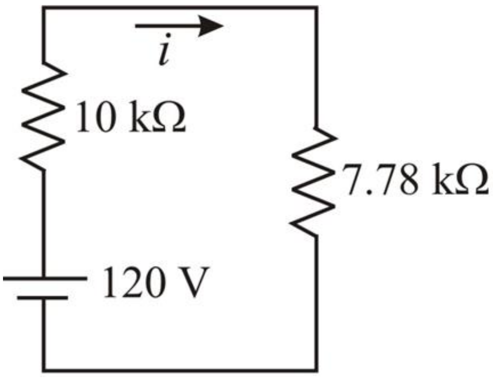
$$i_L = 8.21(0.632) \quad \therefore \boxed{i_L = 5.19\,\text{A}}$$

23. Para la figura 14-46, el circuito ha alcanzado el estado estable con el interruptor cerrado. Ahora se abre el interruptor.
    a. Determine la constante de tiempo del circuito desenergizado.
    b. Determine las ecuaciones para i_L y v_L.
    c. Encuentre el voltaje en el inductor y la corriente a través de él en $t = 17.8$ μs, use las ecuaciones que se determinaron antes.

$$R_{eq} = 10.5\,\text{k}\Omega \parallel 30\,\text{k}\Omega$$

$$\Rightarrow R_{eq} = \frac{(10.5\,\text{k}\Omega)(30\,\text{k}\Omega)}{10.5\,\text{k}\Omega + 30\,\text{k}\Omega}$$

$$R_{eq} = 7.78\,\text{k}\Omega$$



$$i = \frac{120\,\text{V}}{10\,\text{k}\Omega + 7.78\,\text{k}\Omega}$$

$$\therefore i = 6.75\,\text{mA}$$

$$I_0 = i \times \frac{30\,\text{k}\Omega}{10.5\,\text{k}\Omega + 30\,\text{k}\Omega}$$

$$\Rightarrow I_0 = (6.75\,\text{mA}) \times \frac{30\,\text{k}\Omega}{10.5\,\text{k}\Omega + 30\,\text{k}\Omega}$$

$$\Rightarrow I_0 = 6.75\,\text{mA} \times \frac{30\,\text{k}\Omega}{40.5\,\text{k}\Omega}$$

$$\therefore I_0 = 5\,\text{mA}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$\Rightarrow v_L = (0.36\,\text{H})\frac{d}{dt}\left[5\times10^{-3}e^{-\frac{t}{8.89\mu\text{s}}}\right]$$

$$\Rightarrow v_L = (0.36\,\text{H})(5\times10^{-3})\left[e^{-\frac{t}{8.89\mu\text{s}}}\right]\left(-\frac{1}{8.89\,\mu\text{s}}\right)$$

$$\therefore \boxed{v_L = -202.5e^{-\frac{t}{8.89\mu\text{s}}}\,\text{V}} \qquad \ldots\ldots\ldots..(2)$$

$$\Rightarrow i_L = 5e^{-\frac{17.8\mu\text{s}}{8.89\mu\text{s}}}\text{mA}$$

$$\Rightarrow i_L = 5e^{-2}\text{mA}$$

$$\therefore \boxed{i_L = 0.677\,\text{mA}}$$

27. Un circuito desconocido que contiene fuentes cd y resistores tiene un voltaje a circuito abierto de 45 volts. Cuando sus terminales de salida se ponen en corto, la corriente de cortocircuito es 0.15 A. Un interruptor, resistor e inductancia están conectados (figura 14-48). Determine la corriente y el voltaje del inductor, 2.5 ms después que el interruptor se ha cerrado.

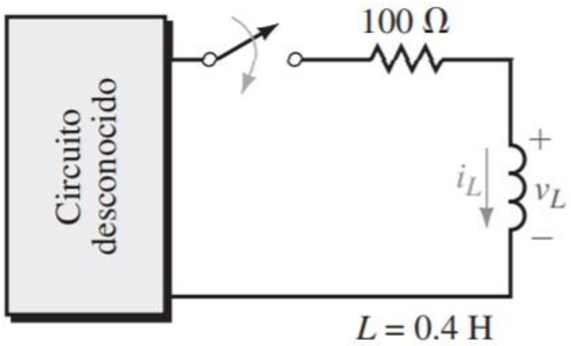


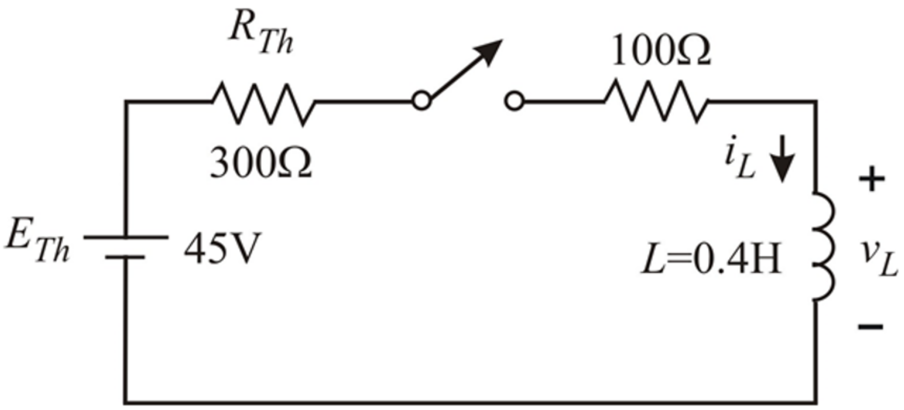
FIGURA 14-48

$$I_{SC} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$$

$$0.15\,\text{A} = \frac{45\,\text{V}}{R_{Th}}$$

$$R_{Th} = \frac{45\,\text{V}}{0.15\,\text{A}}$$

$$R_{Th} = 300\,\Omega$$



$$i_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R}\left(1 - e^{-\left(\frac{R_{Th}+R}{L}\right)t}\right)$$

$$i_L = \frac{45\,\text{V}}{300\,\Omega + 100\,\Omega}\left(1 - e^{-\left(\frac{300\,\Omega+100\,\Omega}{0.4\,\text{H}}\right)t}\right)$$

$$\therefore i_L = 0.1125\left(1 - e^{-1000t}\right)\text{A}$$

$$v_L = L\frac{di_L}{dt}$$

$$v_L = (0.4\,\text{H})\frac{d}{dt}\left[0.1125\left(1 - e^{-1000t}\right)\right]$$

$$v_L = (0.4\,\text{H})(0.1125)(-1000)\left(-e^{-1000t}\right)$$

$$\therefore v_L = 45e^{-1000t}\,\text{V}$$

$$i_L = 0.1125\left(1 - e^{-1000(2.5\,\text{ms})}\right)$$

$$i_L = 0.1125\left(1 - e^{2.5}\right)$$

$$i_L = 0.1033\,\text{A}$$

$$\therefore \boxed{i_L = 103.3\,\text{mA}}$$

$$v_L = 45e^{-1000(2.5\,\text{ms})}$$

$$v_L = 45e^{-2.5}$$

$$\therefore \boxed{v_L = 3.69\text{V}}$$