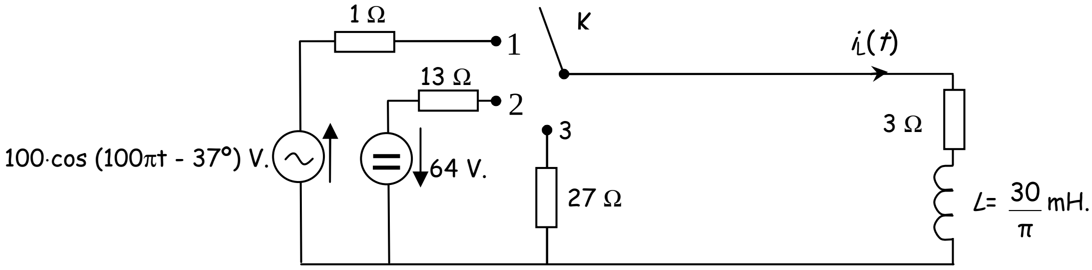
En el circuito de la figura el interruptor K se conecta según la siguiente secuencia:

- t < 0 s. permanece abierto
- $0 \le t \le 20$ ms. esta en la posición 1
- 20 ms. $\le t \le 30$ ms. pasa y permanece en la posición 2
- 30 ms. $\le t$ permanece en la posición 3

Determinar para todo instante de tiempo las expresiones análitica y gráfica de la corriente que atraviesa la bobina $i_L(t)$.

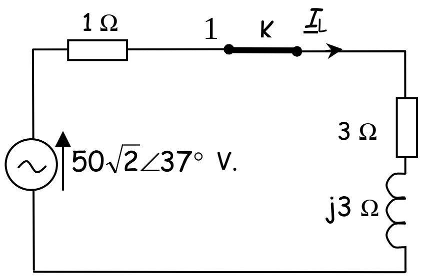


t < 0

la bobina ha estado suficiente tiempo desconectada de fuentes como para haberse descargado.

$0 \le t \le 20$ ms.

Estudiamos un circuito con elementos a estado inicial cero excitado por fuentes de corriente alterna. El circuito que estudiaremos en el régimen permanente es:



$$X_L = \omega L = 100\pi * \frac{30}{\pi} \cdot 10^{-3} = 3\Omega$$

$$\underline{I}_L = \frac{50\angle 37°}{4 + j3} = \frac{50\angle 37°}{5\angle 37°} = 10\angle 0° A$$

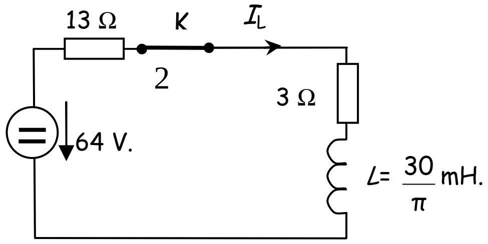
A partir del valor de la corriente en régimen permanente, sacaremos la expresión de la misma en función del tiempo, el valor que adquiere para t = 0 y finalmente el valor por el que pasa en t =20 ms. cuando cambie la excitación del circuito

$$i_{L\infty}(t) = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t)\ A \quad \text{e} \quad i_{L\infty}(0) = 10\sqrt{2}\cos(100\pi \cdot 0) = 10\sqrt{2}\cos(0) = 10\sqrt{2}\ A$$

Calculamos la constante de tiempo del circuito $\tau = \frac{L}{Requ} = \frac{30 \cdot 10^{-3}/\pi}{4} = 2{,}3873 \cdot 10^{-3}$s y como vamos a permanecer un tiempo igual a 20 ms. y $5\tau = 11{,}9366 \cdot 10^{-3}$s, se alcanzará el régimen permanente, valiendo la corriente en ese instante de tiempo $i_{L\infty}(20 \cdot 10^{-3}) = 10\sqrt{2}\cos(100\pi \cdot 20 \cdot 10^{-3}) = 10\sqrt{2}\cos(2\pi) = 10\sqrt{2}\ A$, que será la condición inicial para el siguiente intervalo que estudiemos.

$$i_{L\infty}(t) = 10\sqrt{2}\cos(100\pi t) - (10\sqrt{2})e^{-418{,}879t} \quad \text{para } 0 \le t \le 20 \text{ ms.}$$

20 ms. ≤ t ≤ 30 ms.
Ahora, estudiamos un circuito con elementos cargados inicialmente excitado por fuentes de corriente continua. El circuito que estudiaremos en el régimen permanente es:



$$I_L = \frac{-64}{13+3} = \frac{-64}{16} = -4\,A$$

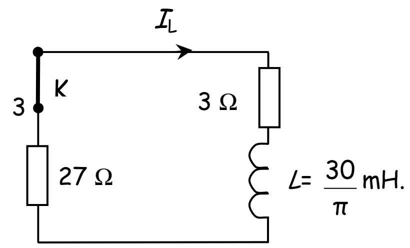
$$I_{L\,\infty}(t) = -4\ A \quad \text{e} \quad I_{L\,\infty}(20\cdot 10^{-3}) = -4\ A$$

Y como ya conocíamos el valor de la corriente en el instante de tiempo inicial, solamente nos falta calcular la nueva constante de tiempo que valdrá $\tau = \frac{L}{Requ} = \frac{30\cdot 10^{-3}/\pi}{16} = 0{,}5968\cdot 10^{-3}s$ Y por tanto el tiempo necesario para alcanzar el régimen permanente es de $2{,}9842\cdot 10^{-3}$s que es menor que los 10 ms. que permanecemos en esta posición, luego se alcanzara el régimen permanente y por tanto cuando cambiemos de posición en t= 30 ms. se habrá alcanzado el régimen permanente circulando por la bobina una corriente de -4 A.

$$i_{L\,\infty}(t) = -4 - (-4 - 10\sqrt{2})e^{-1675{,}516(t-20\cdot 10^{-3})} \quad \text{para 20 ms.} \le t \le 30 \text{ ms.}$$

30 ms. ≤ t
El circuito es en este caso un circuito a entrada cero. El circuito que estudiaremos en el régimen permanente es:

$$I_L = 0\,A$$

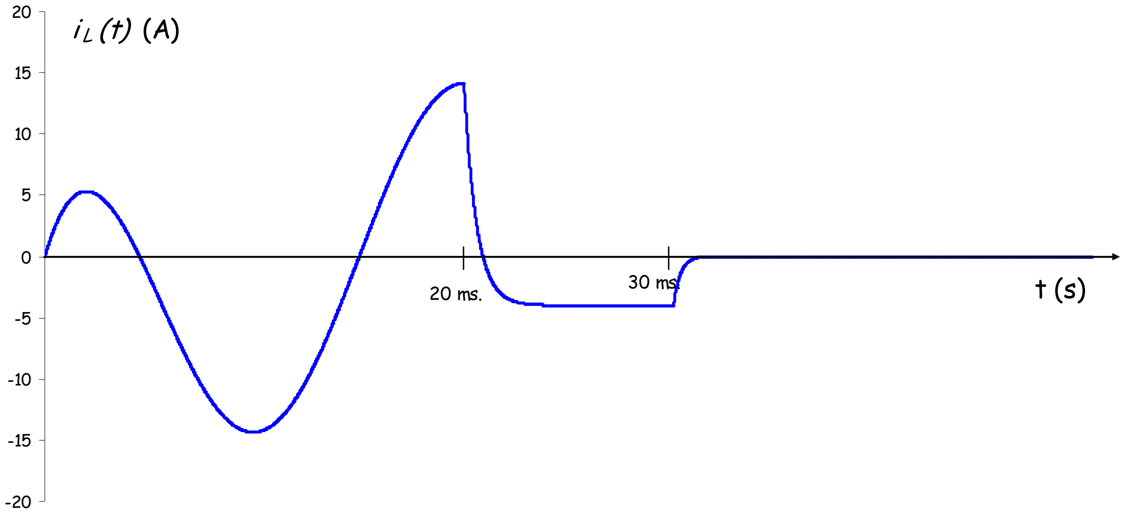


$$I_{L\,\infty}(t) = 0\ A \quad \text{e} \quad I_{L\,\infty}(30\cdot 10^{-3}) = 0\ A$$

Ya conocíamos el valor de la corriente inicial (-4A), solamente nos falta calcular la nueva constante de tiempo que valdrá $\tau = \frac{L}{Requ} = \frac{30\cdot 10^{-3}/\pi}{30} = \frac{10^{-3}}{\pi}s$ por lo tanto se necesita un tiempo de 5/π ms. para que se descargue la bobina. Podemos decir que

$$i_{L\,\infty}(t) = (-4)e^{-\pi 10^{3}(t-30\cdot 10^{-3})} \quad \text{para 30 ms.} \le t$$

Una vez calculadas las expresiones analíticas para todo instante de tiempo, dibujaremos las expresiones gráficas



20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
$i_L(t)$ (A)
20 ms.
30 ms.
t (s)