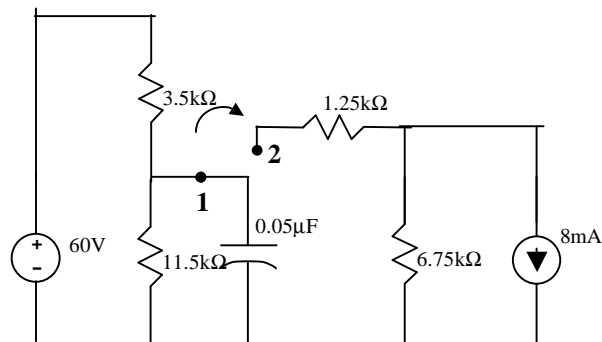


PROBLEMA 1 (Valoración 3 puntos)

En el circuito de la figura, el interruptor ha estado en la posición 1 durante mucho tiempo y, en el instante $t=0$, se cambia a la posición 2, calculad:

- la tensión inicial en el condensador
- la tensión final en el condensador
- la constante de tiempo para $t > 0$
- el tiempo que debe transcurrir para que el voltaje del condensador caiga a cero después de cambiar el interruptor a la posición 2.

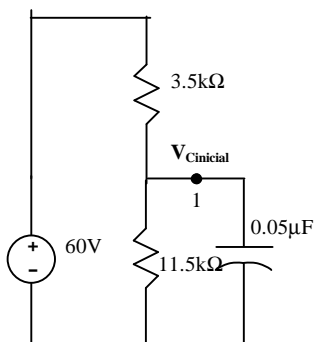


SOLUCIÓN:

El circuito anterior es un circuito de primer orden,

$$V_C(t) = V_{Cfinal} + (V_{Cinicial} - V_{Cfinal}) \cdot e^{-t/\tau}; \quad \tau = R_{eq} \cdot C$$

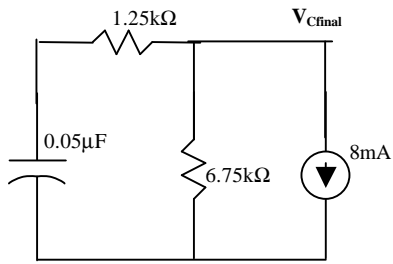
Circuito para $t < 0$:



Puesto que C en DC es un abierto, utilizando la expresión del divisor de tensión se obtiene $V_{Cinicial}$.

$$V_{Cinicial} = 60 \frac{11.5}{11.5 + 3.5} = 46V$$

Circuito para $t > 0$:



V_{Cfinal} se obtiene utilizando la ley de Ohm sobre la resistencia de 6.75k,

$$0 - V_{Cfinal} = 8 \cdot 6.75$$

$$V_{Cfinal} = -54V$$

Y la R_e : $R_{eq} = 1.25 + 6.75 = 8k\Omega$

Por tanto, la constante de tiempo:

$$t = R_{eq} \cdot C = 400 \text{ ms}$$

Con todos los datos calculados ya es posible obtener la expresión de $V_C(t)$:

$$V_C(t) = V_{Cfinal} + (V_{Cinicial} - V_{Cfinal}) \cdot e^{-t/\tau}; \quad \tau = R_{eq} \cdot C$$

$$V_C(t) = -54 + 100 \cdot e^{-2500t} \text{ V}$$

Para hallar el tiempo pedido, se despeja t de la siguiente expresión:

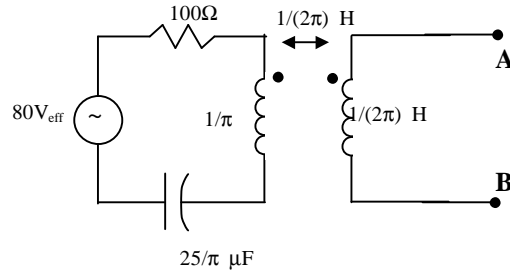
$$0 = -54 + 100 \cdot e^{-2500t} \text{ V}$$

$$t = 246 \text{ ms}$$

PROBLEMA 2 (Valoración 3 puntos)

Sobre el siguiente circuito, si $f = 100\text{Hz}$, hallad:

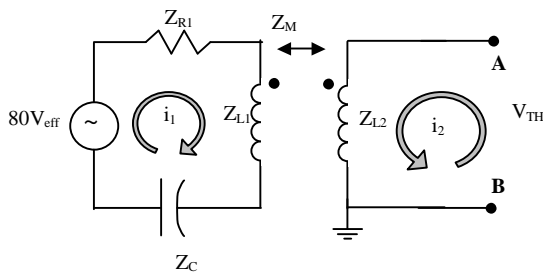
- el equivalente Thevenin entre los terminales A y B
- la potencia que absorbería una resistencia de $100\ \Omega$ conectada entre A y B.



SOLUCIÓN:

Cálculo del equivalente Thévenin:

$$V_{TH} = (V_{AB})_{\text{circuito abierto}} = V_A - V_B = V_A$$



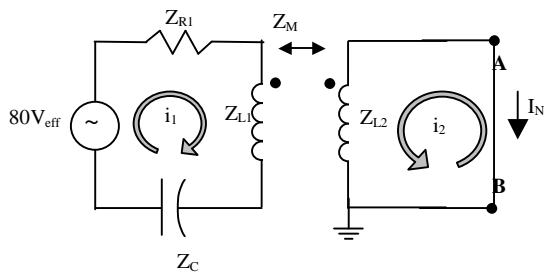
$$\begin{aligned} \omega &= 2\pi f = 200\pi \text{ rad/s} \\ Z_{R1} &= R_1 = 100 \\ Z_{L1} &= j\omega L_1 = 200j \\ Z_{L2} &= j\omega L_2 = 100j \\ Z_M &= j\omega M = 100j \\ Z_C &= \frac{1}{j\omega C} = -200j \end{aligned}$$

$$i_2 = 0 \rightarrow V_A = V_{ZL2} = i_2 \cdot Z_{L2} + i_1 \cdot Z_M = i_1 \cdot 100j$$

$$\begin{aligned} \text{ecuación de malla} \rightarrow 80 &= i_1 \cdot Z_{R1} + i_1 \cdot Z_{L1} + i_2 \cdot Z_M + i_1 \cdot Z_C \\ 80 &= i_1 \cdot 100 \\ i_1 &= 0.8 \text{ A} \end{aligned}$$

$V_{TH} = 80j \text{ V}$

$$I_N = (I_{AB})_{\text{cortocircuito}}$$



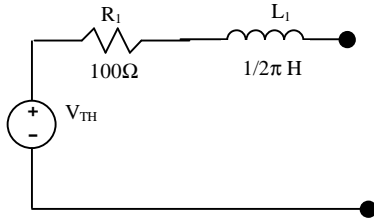
Por mallas:

$$\begin{aligned} 80 &= i_1 \cdot Z_{R1} + i_1 \cdot Z_{L1} + i_2 \cdot Z_M + i_1 \cdot Z_C \\ 0 &= i_2 \cdot Z_{L2} + i_1 \cdot Z_M \end{aligned}$$

$I_N = -i_2 = 0.4(1+j) \text{ A}$

$$\mathbf{Z_{TH}} = \frac{V_{TH}}{I_N} = \frac{80j}{0.4(1+j)} = \mathbf{100 + 100j}$$

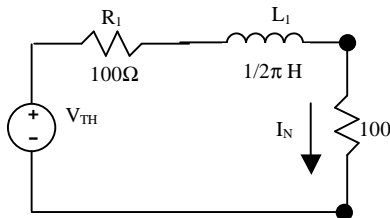
Equivalente Thevenin:



$$V_{TH} = 80j \rightarrow \mathbf{V_{TH}(t) = 80 \cos(100pt + p/2) V}$$

$$Z_{TH} = 100 + 100j \rightarrow \mathbf{R = 100 W, L=1/2p H}$$

Potencia que absorbería una resistencia de 100 Ω conectada entre A y B:



$$I = \frac{V_{TH}}{Z_{TH} + 100} = 0.16 + 0.32j$$

$$\mathbf{P_{100W} = |I|^2 \cdot R = 12.8W}$$

PROBLEMA 3 (Valoración 4 puntos)

El dueño de una fábrica quiere disminuir el consumo eléctrico y para ello contrata a una empresa de ingeniería eléctrica para que estudie su caso. Su fábrica tiene una carga eléctrica de 1200 kW con un factor de potencia inductivo de 0.8., así que los ingenieros le colocan en la fábrica una carga adicional con un factor de potencia variable que añadirá 240kW a la carga de potencia real de la fábrica. El factor de potencia de la nueva carga se ajustará hasta que el factor de potencia global de la fábrica sea de 0.96 inductivo.

- ¿Cuál es el factor de potencia de la carga adicional?
- Si el voltaje eficaz en la entrada de la fábrica es de 2500V, ¿cuál es el valor eficaz de la corriente que entra a la fábrica antes de añadir la carga con un factor de potencia variable?
- ¿Cuál es el valor eficaz de la corriente que entra a la fábrica después de añadir la carga con un factor de potencia variable?
- ¿Qué ha ocurrido con el consumo eléctrico?

SOLUCIÓN:

- ¿Cuál es el factor de potencia de la carga adicional?

Los datos del enunciado referentes a las potencias de las cargas son:

Carga inicial, Z:

$$P_Z = 1200\text{kW}$$
$$fp_Z = 0.8 \text{ inductivo}$$

Carga adicional, Z':

$$P_{Z'} = 240\text{kW}$$
$$fp_{Z'} = ?$$

Conjunto de las dos cargas:

$$fp_{\text{global}} = 0.96 \text{ inductivo}$$

A partir de los datos anteriores, se pueden calcular los valores de las potencias reactivas (Q) y aparentes (/S/) de cada carga y con estos valores se hallará el valor del factor de potencia de la carga adicional.

Carga inicial, Z:

$$\left. \begin{array}{l} P_Z = 1200\text{kW} \\ fp_Z = 0.8 \text{ inductivo} \end{array} \right\} \begin{array}{l} /S/_Z = \frac{P_Z}{fp_Z} = \frac{1200\text{k}}{0.8} = 1500\text{kVA} \\ Q_Z = \sqrt{/S/_Z^2 - P_Z^2} = \sqrt{1500\text{k}^2 - 1200\text{k}^2} = 900\text{kVAR} \end{array}$$

Conjunto de las dos cargas:

$$P_{\text{global}} = P_Z + P_{Z'} = 1200\text{kW} + 240\text{kW} = 1440\text{kW}$$

$$Q_{\text{global}} = Q_Z + Q_{Z'} = 900\text{kVAR} + Q_{Z'}$$

$$fp_{\text{global}} = 0.96 \text{ inductivo}$$

$$/S/_{\text{global}} = \frac{P_{\text{global}}}{fp_{\text{global}}} = \frac{1440\text{k}}{0.96} = 1500\text{kVA}$$

$$Q_{\text{global}} = \sqrt{/S/_{\text{global}}^2 - P_{\text{global}}^2} = \sqrt{1500\text{k}^2 - 1440\text{k}^2} = 420\text{kVAR}$$

$$Q_{\text{global}} = Q_Z + Q_{Z'} = 900\text{kVAR} + Q_{Z'} = 420\text{kVAR} \rightarrow Q_{Z'} = -480 \text{ kVAR}$$

Carga adicional, Z':

$$Q_{Z'} = -480 \text{ kVAR}$$

$$/S/_{Z'} = \sqrt{P_{Z'}^2 + Q_{Z'}^2} = \sqrt{240\text{k}^2 + (-480\text{k})^2} = 535.65\text{kVA}$$

$$fp_{Z'} = \frac{P_{Z'}}{/S/_{Z'}} = \frac{240}{535.65} = \mathbf{0.4472 \text{ capacitivo}}$$

- Si el voltaje eficaz en la entrada de la fábrica es de 2500V, ¿cuál es el valor eficaz de la corriente que entra a la fábrica antes de añadir la carga con un factor de potencia variable?

$$/S/ = V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

$$/S/_{\text{antes}} = /S/_{Z'} = 1500\text{kVA}$$

$$(I_{\text{eff}})_{\text{antes}} = \mathbf{600\text{A}}$$

$$(I_{\text{eff}})_{\text{antes}} = \frac{/S/_{\text{antes}}}{V_{\text{eff}}} = \frac{1500\text{kVA}}{2500\text{V}} = 0.6\text{kA} = 600\text{A}$$

- ¿Cuál es el valor eficaz de la corriente que entra a la fábrica después de añadir la carga con un factor de potencia variable?

$$/S/ = V_{\text{eff}} \cdot I_{\text{eff}}$$

$$/S/_{\text{despues}} = /S/_{\text{global}} = 1500\text{kVA}$$

$$(I_{\text{eff}})_{\text{antes}} = \frac{/S/_{\text{despues}}}{V_{\text{eff}}} = \frac{1500\text{kVA}}{2500\text{V}} = 0.6\text{kA} = 600\text{A}$$

- ¿Qué ha ocurrido con el consumo eléctrico?

No se ha conseguido el ahorro de corriente deseado.