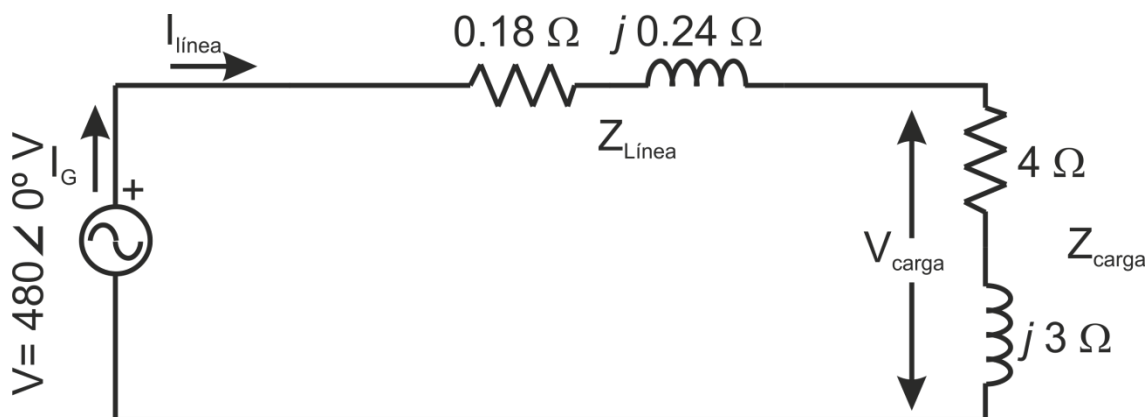


PROBLEMA TRANSFORMADOR

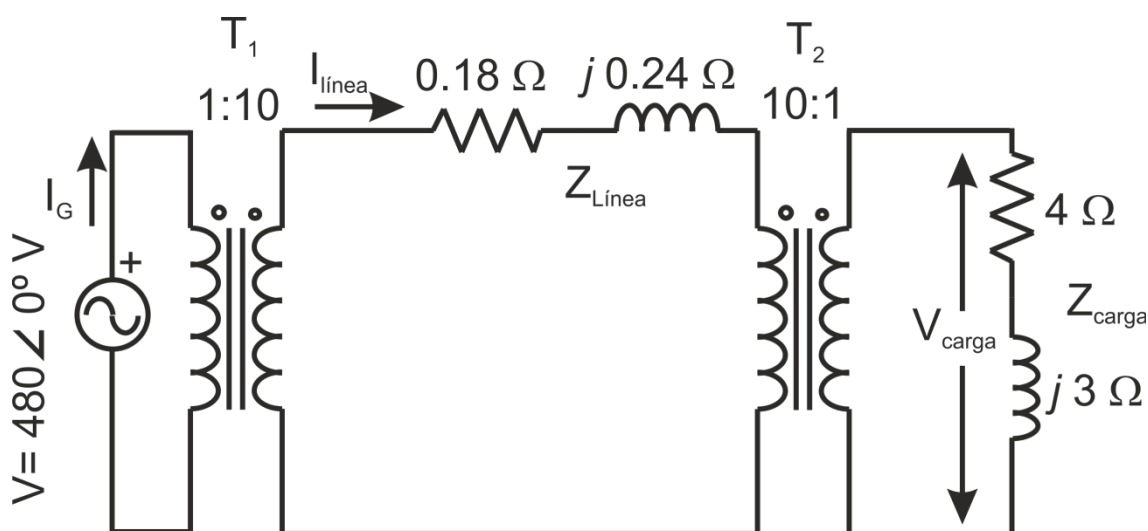
Un sistema monofásico de potencia consta de un generador de 480 V, 60Hz que alimenta una carga $Z_{carga} = 4 + j3 \Omega$ a través de una línea de transmisión de impedancia $Z_{línea} = 0.18 + j0.24 \Omega$.

Responda las siguientes preguntas acerca de este sistema:

- a) Si el sistema de potencia es como la figura siguiente, ¿cuál será el voltaje en la carga?, ¿Cuáles serán las pérdidas en la línea de transmisión?



- b) Suponga que un transformador elevador de 10:1 se coloca en el extremo de la línea de transmisión y un transformador reductor de 1:10 se coloca en el extremo de la carga de la línea según la figura siguiente. ¿Cuál será el voltaje en la carga?, ¿Cuáles serán las pérdidas en la línea de transmisión?



Solución:

a) La corriente de línea en este sistema de potencia viene dada por

$$I_{línea} = \frac{V}{Z_{línea} + Z_{carga}} = \frac{480 \angle 0^\circ V}{(0.18 \Omega + j0.24 \Omega) + (4 \Omega + j3 \Omega)} = 90.8 \angle -37.8^\circ A$$

Entonces el voltaje en la carga es:

$$V_{carga} = I_{línea} \cdot Z_{carga} = (90.8 \angle -37.8^\circ A) \cdot (4 \Omega + j3 \Omega) = 454 \angle -0.9^\circ V$$

Y las pérdidas en la línea:

$$P_{pérdidas} = (I_{línea})^2 R_{línea} = (90.8 A)^2 \cdot (0.18 \Omega) = 1484 W.$$

b) Esta figura muestra el sistema de potencia con los transformadores. Para analizar el sistema es necesario reducir el circuito al primario. Para ello, los pasos a seguir son:

- i. Eliminar el segundo transformador, T_2 , refiriendo la carga al lado del transformador sobre la línea de transmisión.
- ii. Eliminar el primer transformador, T_1 refiriendo los elementos de la línea de transmisión y el equivalente de la carga en el voltaje de la línea de transmisión, al lado de la fuente.

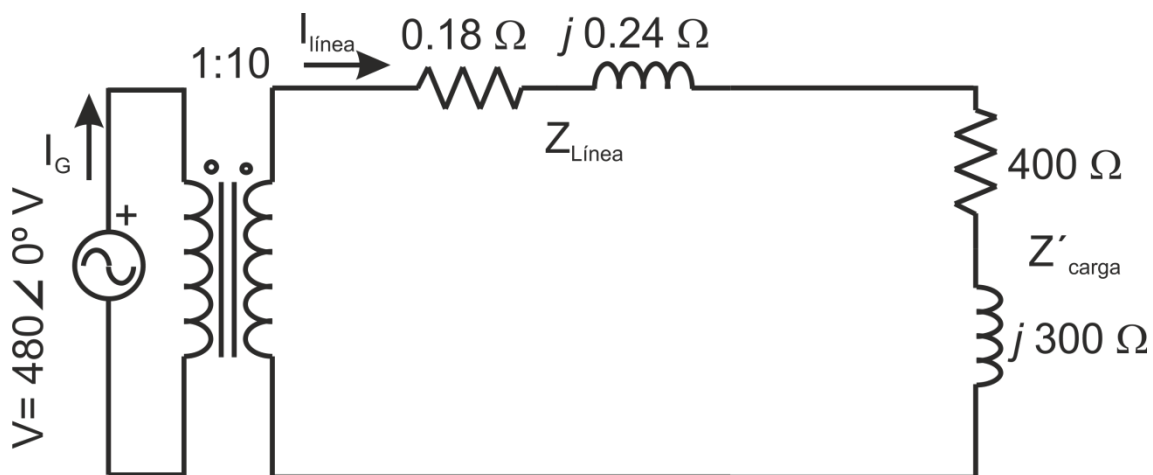
El valor de la impedancia de carga cuando se refleja en el lado de la línea de transmisión es

$$Z'_{carga} = a^2 \cdot Z_{carga} = \left(\frac{10}{1}\right)^2 \cdot (4 \Omega + j3 \Omega) = (400 \Omega + j300 \Omega)$$

Ahora la impedancia toda en el nivel de la línea de transmisión es:

$$Z_{eq} = Z_{línea} + Z'_{carga} = 400.18 \Omega + j300.24 \Omega = 500.3 \angle 36.88^\circ \Omega$$

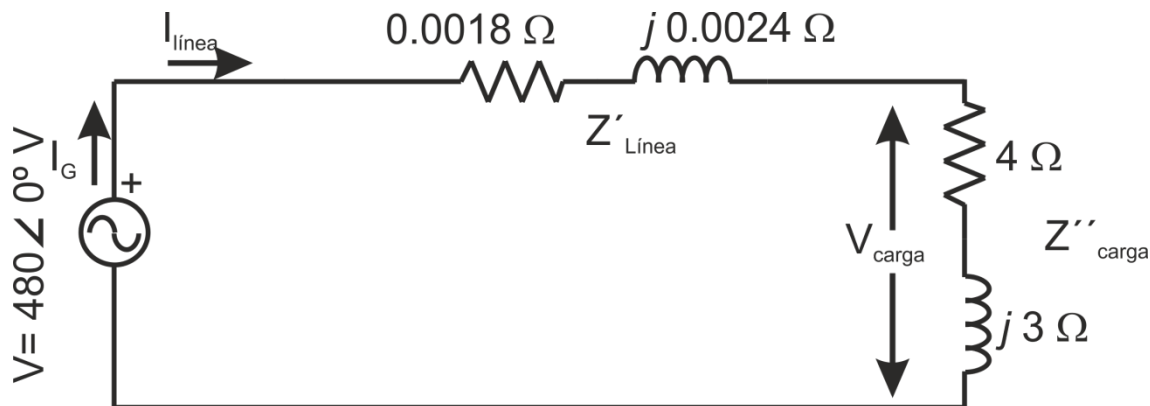
El circuito equivalente quedaría como se muestra a continuación:



La impedancia total en el nivel de la línea de transmisión es:

$$Z'_{eq} = a^2 \cdot Z_{eq} = a^2 \cdot (Z_{línea} + Z'_{carga}) = \left(\frac{1}{10}\right)^2 \cdot (400.18 \Omega + j300.24 \Omega) = 5.003 \angle 36.88^\circ \Omega.$$

El circuito equivalente se muestra en la figura siguiente:



La corriente del generador es:

$$I_G = \frac{480 \angle 0^\circ \text{ V}}{5.003 \angle 36.88^\circ \Omega} = 95.94 \angle -36.88^\circ \text{ A}$$

Conociendo las relaciones de transformación de los transformadores, se puede obtener, a través de T1, el valor de I_linea:

$$I_{\text{línea}} = \frac{N_{P1}}{N_{S1}} I_G = \frac{1}{10} \cdot 95.94 \angle -36.88^\circ \text{ A} = 9.594 \angle -36.88^\circ \text{ A}$$

A través del segundo transformador, T2, el valor de I_carga:

$$I_{\text{carga}} = \frac{N_{P2}}{N_{S2}} I_G = \frac{10}{1} \cdot 9.594 \angle -36.88^\circ \text{ A} = 95.94 \angle -36.88^\circ \text{ A}$$

Una vez hallados todos los parámetros, es posible responder las cuestiones que se planteaban en el problema:

$$V_{\text{carga}} = I_{\text{línea}} \cdot Z_{\text{carga}} = (9.594 \angle -36.88^\circ \text{ A}) \cdot (4 \Omega + j3 \Omega) = 479.7 \angle -0.01^\circ \text{ V}$$

Y las pérdidas en la línea vienen dadas por:

$$P_{\text{Pérdidas}} = (I_{\text{línea}})^2 R_{\text{línea}} = (9.594 \text{ A})^2 \cdot (0.18 \Omega) = 16.7 \text{ W}.$$

Como se aprecia en los resultados, elevando el voltaje de transmisión del sistema de potencia se reducen las pérdidas de transmisión en un factor próximo a 90. Así mismo, el voltaje en la carga presenta una caída mucho menor en el sistema con transformadores que en el sistema sin transformadores.

Este ejemplo ilustra la ventaja de utilizar voltajes más altos en las líneas de transmisión así como la importancia de los sistemas de potencia actuales.