IEE2123-1 Circuitos Eléctricos - 1er Semestre 2017
Profesor: Daniel Olivares Q.
Ayudantes: Rodrigo Bernal Christian Busse Martín Cepeda
Tomás Herrera Yoav Navon Rodrigo Troncoso

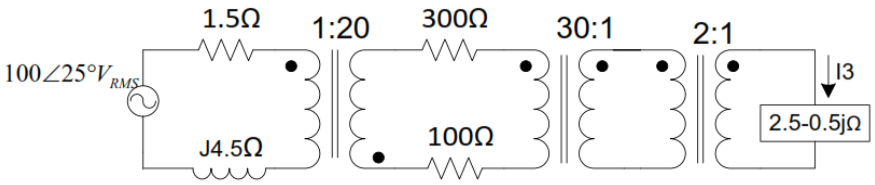
Tarea 9

Circuitos Magnéticos, Transformadores y Autotransformadores
Fecha de Entrega: Día XX de XXXXX hasta las 23:59 horas.

- La Tarea debe ser subida en formato .pdf al Siding, junto a los archivos adjuntos necesarios en un formato .rar o .zip.
- No se aceptarán fotografías de tareas escritas a mano. Solo serán revisadas tareas escritas en editor de texto (imágenes, diagramas, esquemáticos, etc. podrán ser hechas a mano).
- Existirá un bono de +0.5 pts. por tarea si se escribe en LaTeX.
- Evite entregar tareas de más de 10 MB de peso debido a imágenes de alta resolución.

Problema 1

Calcule la corriente I_3 para el siguiente circuito:

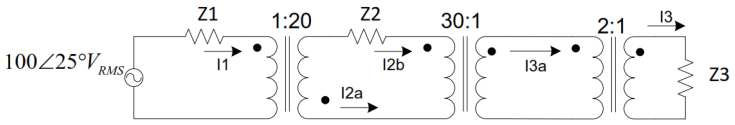


Solución: De izquierda a derecha, las impedancias en cada sección son:

$$Z_1 = 1{,}5 + 4{,}5j$$
$$Z_2 = 300 + 100 = 400$$
$$Z_3 = 2{,}5 - 0{,}5j$$

Al referirlas al primario:

$$Z_2^p = \left(\frac{1}{20}\right)^2 \cdot Z_2 = \frac{Z_2}{400} = 1$$
$$Z_3^p = \left(\frac{1}{20}\right)^2 \cdot \left(\frac{30}{1}\right)^2 \cdot \left(\frac{2}{1}\right)^2 \cdot Z_3 = 9Z_3 = 22{,}5 - 4{,}5j$$



Despejando las corrientes se tiene que:

$$I_1 = \frac{100\angle 25}{22{,}5 + 2{,}5j} = 4\angle 25$$

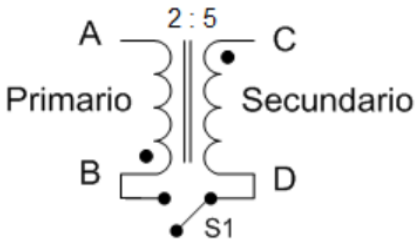
Además:

$$2I_{3a} = I_3 \qquad I_{3a} = 30I_{2b} \qquad 20I_{2a} = I_1 \qquad I_{2a} = -I_{2b}$$

Luego $I_3 = -3I_1 = -12\angle 25$

Problema 2

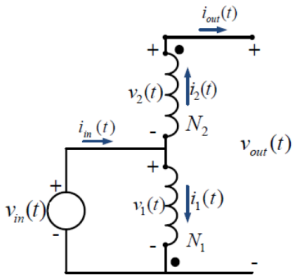
El transformador de la figura tiene una capacidad de 2 kVA y el voltaje nominal del primario es de 280 V_{rms}.



Determine la corriente máxima que pueden soportar la bobina del primario y del secundario, junto con la capacidad máxima que es capaz de entregar el equipo si se cierra S1 (autotransformador elevador de voltaje).

Solución: Como la potencia es dada, tenemos que $S = VI^* = 280I^*$ luego $I = 7142$ A. Esta corriente corresponde a la máxima soportada por el primario. La corriente máxima del secundario queda entonces como $I_2 = \frac{n_1}{n_2} I_1 = \frac{2}{5} \cdot 7142 = 2857$ A.

Si se cierra S1 el transformador queda como:



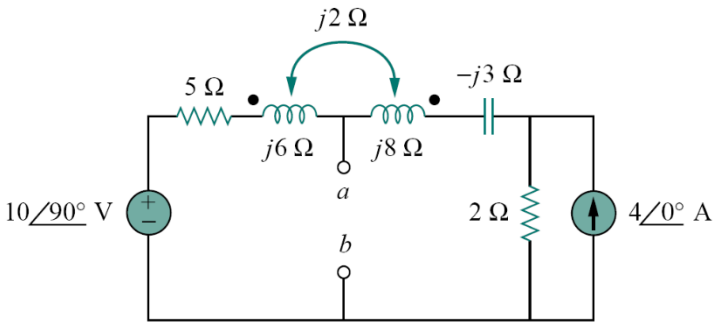
Haciendo las relaciones para la salida tenemos que:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{n_1}{n_2} \qquad v_1 = v_{in} \qquad v_{out} = v_1 + v_2 = \frac{n_2 + n_1}{n_1} v_{in}$$

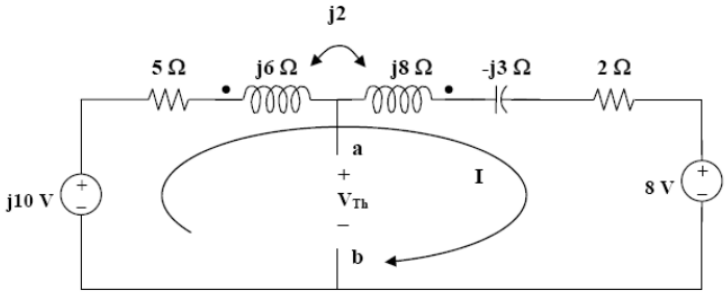
Así la salida de una entrada de 280 Vrms es 980 Vrms. Como en cada rama la capacidad es de 2 kVA: $S_2 = V_2 I_2^* = 700 I_2^*$ pues $v_2 = \frac{n_2}{n_1} v_1$ de la primera parte, luego $I_2^* = 2857$. Con esto, al conectarlo como elevador de voltaje $S = V_{out} I_2^* = 2800$ VA.

Problema 3

Obtenga el equivalente de Thévenin entre los terminales a y b en el siguiente circuito:



Solución: Calculamos en primer lugar V_{oc}. Mediante una transformación de fuentes:

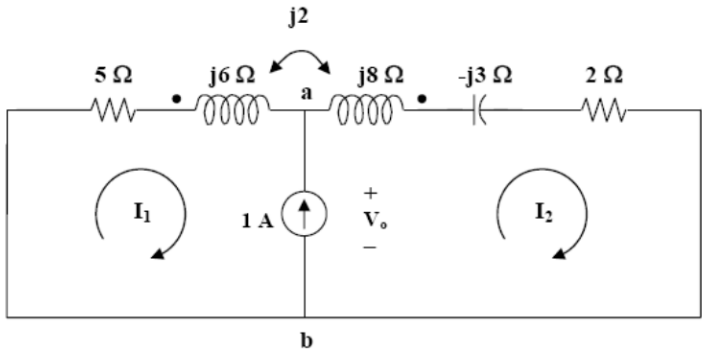


Como las dos bobinas están en serie, $j\omega L_{eq} = j\omega L_1 + j\omega L_2 - 2M = 6j + 8j - 4j = 10j$. Haciendo las mallas se tiene que:

$$-10j + (5 + 10j - 3j + 2)I + 8 = 0 \Longrightarrow I = \frac{-8 + 10j}{7 + 7j}$$

$$-10j + (5 + 6j)I - 2Ij + V_{oc} = 0 \Longrightarrow V_{oc} = 10j - (5 + 4j)I = 5{,}35\angle 34{,}11$$

Para encontrar Z_{Th} se utiliza una fuente de prueba con valor fijo 1 A:



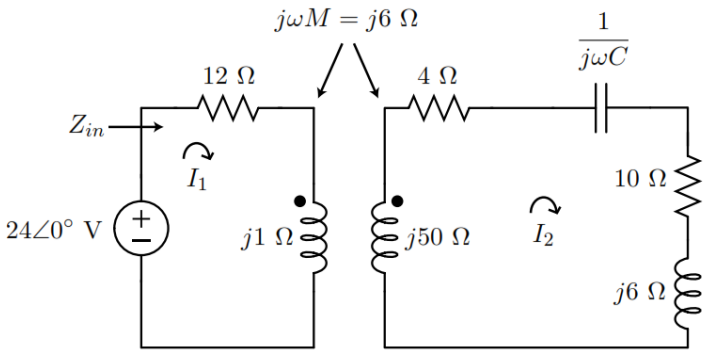
Así, $I_2 - I_1 = 1$ y la malla quedan como:

$$\begin{aligned}(5+6j)I_1 - 2jI_2 + (2+8j-3j)I_2 - 2jI_2 &= 0 \\ \Rightarrow (5+4j)I_1 + (2+3j)(I_1+1) &= 0 \\ \Rightarrow I_1 &= \frac{-2-3j}{7+7j}\end{aligned}$$

También se cumple que $(5+6j)I_1 - 2jI_2 + V_o = 0$. Así, despejando se llega a que $V_o = 4{,}07\angle 68{,}39$ luego $Z_{Th} = 4{,}07\angle 68{,}39$.

Problema 4

Determine el o los valores del capacitor C que permite(n) que la impedancia vista desde la fuente (Z_{in}) sea puramente resistiva. Considere una alimentación de frecuencia 60 Hz.



Solución: Sea $x = 50 + 6 - \frac{1}{\omega C}$. Haciendo las mallas se tiene que:

$$24\angle 0 = I_1(12 + j) - 6jI_2$$
$$-6jI_1 + I_2(14 + xj) = 0 \Rightarrow I_2 = \frac{6jI_1}{14 + xj}$$

Reemplazando en la primera ecuación:

$$24\angle 0 = I_1\left(12 + j + \frac{36}{14 + xj}\right)$$
$$\Longrightarrow Z_{in} = \frac{24\angle 0}{I_1} = 12 + j + 36 \cdot \frac{14 - xj}{14^2 + x^2}$$

Para que la impedancia vista desde la fuente sea puramente resistiva, es necesario que $\Im(Z_{in}) = 0$. Resolviendo:

$$j - \frac{36xj}{14^2 + x^2} = 0$$
$$x^2 - 36x + 14^2 = 0$$
$$\Longrightarrow x_1 = 29{,}3 \qquad x_2 = 6{,}69$$

Así, como $x = 56 - \frac{1}{\omega C}$ despejamos que $C_1 = 53{,}8\ \mu$F y $C_2 = 99\ \mu$F.