

Examen Introducción a la Electrotécnia

Diciembre 2022

Instrucciones generales:

- No está permitido utilizar material de consulta.
- Utilizar solo un lado de las hojas.
- Problemas distintos en hojas distintas.
- Nombre y número de cédula en borde superior derecho de todas las hojas.
- Todas las hojas numeradas y el total de hojas presentadas en cada hoja.
- El examen tiene una duración de 2.5 horas.
- Se requiere un **mínimo de 60 puntos** para aprobar el examen.
- Los celulares deben permanecer apagados durante la evaluación.
- Recuerde que si algo no resulta claro para el evaluador perderá los puntos correspondientes.
- La prueba se hace con lápiz. **No se aceptarán pruebas con bolígrafo.**
- Sólo se contestarán dudas de letras. **NO INSISTA.**
- En caso de solicitar ir al baño deberá dejar el celular en la mesa dónde se encuentren los docentes del curso.



Pregunta 1 (8 puntos)

Se tiene un sistema perfecto de fuentes en triángulo de módulo V eficaz y un sistema trifásico de cargas equilibradas de impedancia por fase $R + jX$ en estrella. Se unen las fuentes con las cargas con conductores de impedancias por fase $R_c + jX_c$. Determine la potencia activa consumida en todo el circuito.

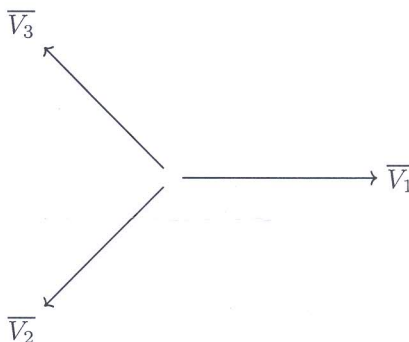
Pregunta 2 (8 puntos)

Enuncie el Teorema de Thévenin. Indique cómo hallar los elementos del equivalente de Norton a partir de los elementos del equivalente Thévenin de un circuito.

Pregunta 3 (8 puntos)

Considere que:

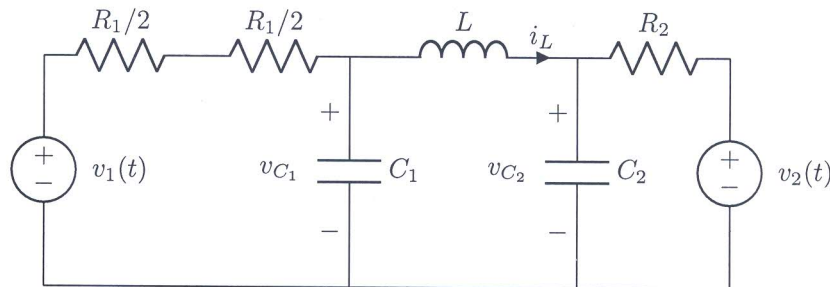
- $\overline{V}_1 = V \angle 0^\circ$
- $\overline{V}_2 = V \angle -120^\circ$
- $\overline{V}_3 = V \angle 120^\circ$



Determinar las tensiones de línea $\overline{U}_{12}$, $\overline{U}_{23}$ y $\overline{U}_{31}$ a partir de las tensiones de fase dadas en la figura (justifique su cálculo con cuentas). Dibujarlas en el mismo diagrama fasorial indicando claramente módulos y ángulos. Justifique el porqué de los módulos y ángulos señalados.

PROBLEMA 1 (38 puntos)

a) (14 puntos) En el siguiente circuito se pide determinar la corriente $i_L(t)$ usando el Principio de Superposición.



Datos:

- $R_1 = 2\Omega$
- $R_2 = \frac{3R_1}{2}$
- $C_1 = C_2 = 20mF$
- $L = 10mH$
- $v_1(t) = 230\sqrt{2}\cos(50t)V$
- $v_2(t) = 230\sqrt{2}\cos(60t)V$

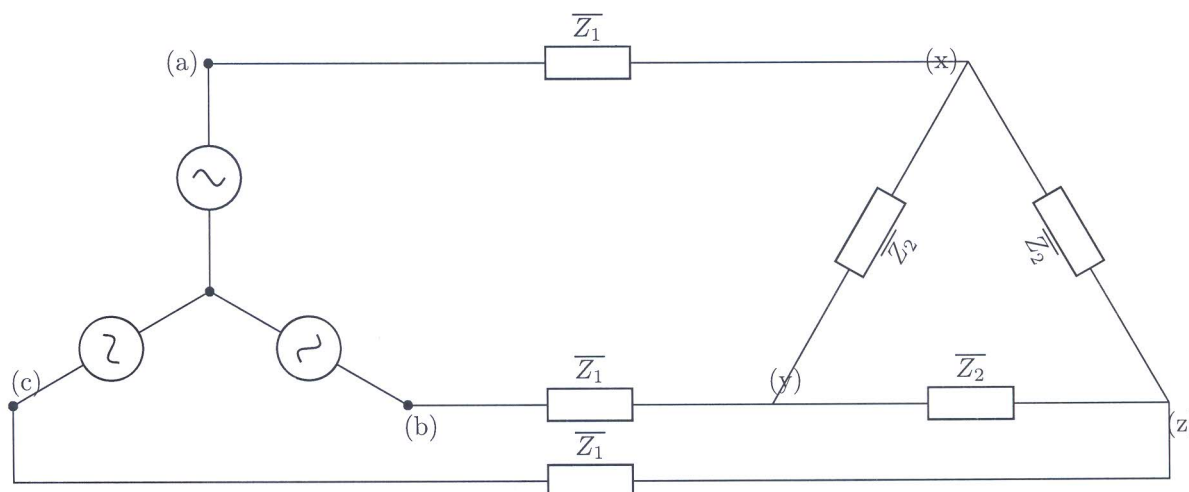


b) (12 puntos) La fuente $v_2(t)$ queda cortocircuitada. En estas condiciones determine $v_{C1}(t)$ y $v_{C2}(t)$.

c) (12 puntos) En las condiciones de la parte anterior calcule la potencia aparente que entrega la fuente $v_1(t)$.

PROBLEMA 2 (38 puntos)

Considere el siguiente sistema trifásico. Suponga que el sistema de fuentes conectado a una carga $\overline{Z}_2$ conectado a la misma mediante una línea $\overline{Z}_1$.



Datos:

- $\overline{Z}_1 = (0.01 + j0.008)\Omega$
- $\overline{Z}_2 = 3.5\Omega\angle 32^\circ$
- $v_a(t) = 240V\sqrt{2}\cos(314t)$
- $v_b(t) = 240V\sqrt{2}\cos(314t - 120^\circ)$
- $v_c(t) = 240V\sqrt{2}\cos(314t - 240^\circ)$



- (4 puntos) Determinar el equivalente monofásico del sistema.
- (8 puntos) Determinar las expresiones temporales de las corrientes de línea.
- (6 puntos) Determine la tensión eficaz de línea U_{xy} .
- (8 puntos) Determinar el Factor de Potencia FP, la potencia activa, reactiva y aparente que entrega la fuente.
- (7 puntos) Determinar la carga a instalar de forma que el sistema opere con $FP=1$ visto desde la fuente. Indique su conexionado en un dibujo y su configuración (estrella o triángulo).
- (5 puntos) Calcule la nueva corriente eficaz que entrega la fuente.

Solución del Problema 1

a) Planteamos el método de mallas para resolver esta parte. Primero anulamos la fuente $v_2(t)$.

$$\overline{V}_1 = R_1 I_1 + \frac{1}{j\omega C_1} (\overline{I}_1 - \overline{I}_2)$$

$$(j\omega L + \frac{1}{j\omega C_1} + \frac{1}{j\omega C_2}) \overline{I}_2 = \frac{1}{j\omega C_1} \overline{I}_1$$

Resolviendo el sistema se encuentra que $\overline{I}_2 = \frac{460}{3j}$. Por lo tanto:

$$i_{L_1}(t) = 75.62\sqrt{2}\cos(50t + 9.46^\circ)A$$

Anulamos la fuente $v_1(t)$. Por lo tanto:

$$\overline{V}_2 = R_2 \overline{I}_1 + \frac{1}{j\omega C_1} (\overline{I}_1 + \overline{I}_2)$$

$$\overline{I}_2(j\omega L + \frac{2}{j\omega C_1}) = -\overline{I}_1 \frac{1}{j\omega C_1}$$

Resolviendo resulta:

$$i_{L_2}(t) = 76.53\sqrt{2}\cos(60t + 3.48^\circ)A$$

Finalmente:

$$i_L(t) = i_{L_1}(t) + i_{L_2}(t)$$

b) Planteando nodos:

$$\frac{\overline{V}_1 - \overline{V}_{C_1}}{R_1} = \overline{V}_{C_1} j\omega C_1 + \frac{\overline{V}_{C_1} - \overline{V}_{C_2}}{j\omega L}$$

$$\frac{\overline{V}_{C_1} - \overline{V}_{C_2}}{j\omega L} = \overline{V}_{C_2} j\omega C_2 + \frac{\overline{V}_{C_2}}{R_2}$$

Resolviendo resulta $\overline{V}_{C_1} = (20.26 - j30.95)V$ y $\overline{V}_{C_2} = (17.87 - j67.93)V$. Por lo tanto:

$$v_{C_1}(t) = 37.02\sqrt{2}\cos(50t - 56.82^\circ)V$$

$$v_{C_2}(t) = 70.24\sqrt{2}\cos(50t - 75.26^\circ)V$$

c) La potencia aparente se calcula como:

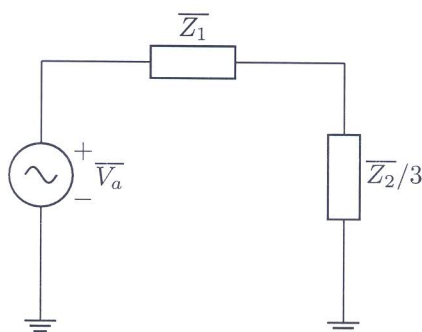
$$\overline{S} = \overline{V}_1 \frac{\overline{V}_1^* - \overline{V}_{C_1}^*}{R_1}$$

$$\overline{S} = 24.38 \angle -8.40^\circ kVA$$



Solución del Problema 2

a)



Donde $\overline{V}_a = 240V \angle 0^\circ$ y $\overline{Z}_2/3 = 1.17\Omega \angle 32^\circ$.

b) $\overline{I}_a = \frac{240V}{\overline{Z}_1 + \overline{Z}_2/3} = 203.2A \angle -32.1^\circ$, por lo tanto las expresiones temporales de las corrientes de línea son:

- $i_a(t) = 203.2A\sqrt{2}\cos(314t - 32^\circ)$
- $i_b(t) = 203.2A\sqrt{2}\cos(314t - 152^\circ)$
- $i_c(t) = 203.2A\sqrt{2}\cos(314t - 272^\circ)$

c) $U_{xy} = \sqrt{3}V_{xn} = \sqrt{3}V_{Z_2}$. Usando entonces el divisor de tensión en el equivalente monofásico:

$$V_{Z_2} = I_a \times Z_2/3 = 237.7V \rightarrow U_{xy} = \sqrt{3} \times 237.7V = 411.8V$$

d) La potencia aparente que ve la fuente es:

$$\overline{S} = 3\overline{V}_a \cdot \overline{I}_a^* = 171144VA \angle 32.1^\circ = (144979 + j90945)VA$$

$$P = 144979 \text{ W}$$

$$Q = 90945 \text{ Var}$$

$$FP = 0.85$$

e) Para alcanzar el $FP=1$ es necesario compensar toda la reactiva que ve la fuente. Para esto es necesario conectar capacitores ya que la instalación es inductiva. Se conecta un banco de condensadores conectados en triángulo y en paralelo a la fuente.

Entonces para cada condensado en esa conexión:

$$\frac{1}{3}90945 \text{ Var} = (411.8V)^2 \times 314 \times C$$

Por lo tanto cada condensador debe valer:

$$C = 1.7mF$$

f)

$$\overline{S} = P = 3\overline{V}_a \cdot \overline{I}_a^* \rightarrow I_a = \frac{144979 \text{ W}}{3 \cdot 240V}$$

$$I_a = 201.3A$$

6/6