

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Electrónica
EL-2114 Circuitos Eléctricos en Corriente Alterna
Profesores: M.Sc. Faustino Montes de Oca
M.Sc. José Miguel Barboza Retana
Ing. Sergio Arriola Valverde
Ing. Ernesto Rivera Alvarado

II Semestre, 2017

Segundo Examen Parcial
28 de Octubre de 2017

| | |
|-------------------|----|
| Total de Puntos: | 59 |
| Puntos obtenidos: | |
| Porcentaje: | |
| Nota: | |

Nombre: _____

Carné: _____

Instrucciones Generales:

- Resuelva el examen en forma ordenada y clara.
- En las secciones de selección única & múltiple, respuesta corta y problemas debe indicarse algún procedimiento o justificación clara para llegar a la solución.
- No se aceptarán reclamos de desarrollos con lápiz, borrones o corrector de lapicero.
- Si trabaja con lápiz, debe encerrar en recuadro su respuesta final con lapicero.
- El uso de lapicero rojo **no** está permitido.
- El uso del teléfono celular no es permitido. Este tipo de dispositivos debe permanecer **totalmente apagado** durante el examen.
- No se permite el uso de calculadora programable.
- Únicamente se atenderán dudas de forma.
- El instructivo de examen debe ser devuelto junto con su solución.
- El examen es una prueba individual.
- El no cumplimiento de los puntos anteriores equivale a una nota igual a cero en el ejercicio correspondiente o en el examen.
- Esta prueba tiene una duración de 4 horas, a partir de su hora de inicio.
- Proceda a firmar las instrucciones generales de la prueba.

Firma: _____

| | |
|----------------------------|-------|
| Selección Única y Múltiple | de 12 |
| Respuesta Corta | de 15 |
| Problema 1 | de 14 |
| Problema 2 | de 18 |

LAS SOLUCIONES APLICAN ¡Las soluciones están disponibles solo para el tipo “a” de examen.
Éste es el tipo a!

Selección Única & Múltiple

12 Pts

Debe justificar todas sus respuestas a las preguntas. Para ello utilice el cuaderno de examen indicando claramente la pregunta correspondiente. No olvide marcar las opciones también en el enunciado de este examen.

Considere el siguiente circuito eléctrico, el cual se muestra en la figura 1:

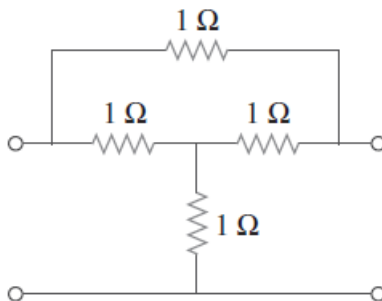


Figura 1: Red de dos puertos, para las preguntas 1,2 y 3

1. Con base en el circuito mostrado en la figura 1, determine el parámetro z_{12}

2 Pts

- ☐ a) $z_{12} = \frac{4}{5} \Omega$
- ☐ b) $z_{12} = \frac{-9}{6} \Omega$
- ☒ c) $z_{12} = 1, \bar{3} \Omega$
- ☐ d) z_{12} no existe

2. En referencia a la figura 1, determine el parámetro h_{22}

2 Pts

- ☒ a) $h_{22} = \frac{3}{5} S$
- ☐ b) $h_{22} = 3 \Omega$
- ☒ c) $h_{22} = 0,6 S$
- ☐ d) $h_{22} = 3 S$

3. En referencia a la figura 1, determine el parámetro C

2 Pts

- ☐ a) $C = \frac{3}{5} S$
- ☐ b) $C = \frac{21}{4} \Omega$
- ☒ c) $C = 0,75 S$
- ☐ d) C no existe

4. Considere el siguiente circuito eléctrico trifásico mostrado en la figura 2, el cual posee interconectados 2 wattímetros a una carga desbalanceada la cual está alimentada por una fuente trifásica balanceada en secuencia positiva de manera que $V_{ab} = 208 \angle 0^\circ V_{RMS}$. Con base en el escenario anterior la medida del wattímetro W_1 es

4 Pts

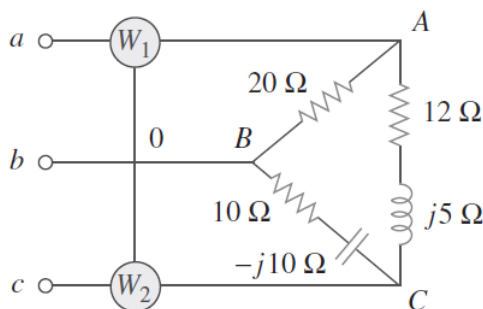


Figura 2: Circuito eléctrico trifásico, para la pregunta 4.

- ☒ a) $W_1 = 2590 \text{ W}$
- ☐ b) $W_1 = 3450 \text{ W}$
- ☐ c) $W_1 = 4195 \text{ W}$
- ☐ d) $W_1 = 1230 \text{ W}$

5. Un sintonizador AM (Amplitud Modulada), se conforma por un circuito resonante de tipo RLC paralelo con un $L = 1\mu H$, donde su intervalo de transmisión en AM va de los 540 kHz hasta los 1600 kHz. Con base en el escenario anterior determine el rango del condensador C que permita sintonizar el intervalo de frecuencias de AM. Para ello tome en cuenta las frecuencias propuestas

2 Pts

- ☒ a) $9,9nF < C < 86,9nF$
- ☐ b) $20,9nF < C < 350,98nF$
- ☐ c) $7,91nF < C < 100,43nF$
- ☐ d) No existe un valor de C

Respuesta Corta

15 Pts

Debe justificar todas sus respuestas a las preguntas. Para ello utilice el cuaderno de examen indicando claramente la pregunta correspondiente.

6. Un circuito resonante RLC serie es implementado en una placa prototipo (*protoboard*), con el objetivo de que sea validado su funcionamiento para luego implementarlo en un $FPGA$ (*Field-Programmable Gate Array*). Asuma que el valor de $R = 2\text{ k}\Omega$, $L = 0,1\text{ H}$ y $C = 40\text{ pF}$. Con base en lo anterior determine lo siguiente:

3 Pts

a) El valor de la frecuencia resonante ω_0 en krad/s .

Respuesta:

$$\omega_o = 500\text{ krad/s}$$

b) El valor de las frecuencias de media potencia inferior y superior ω_1 y ω_2 en krad/s .

Respuesta:

$$\omega_1 = 490\text{ krad/s}$$

$$\omega_2 = 510\text{ krad/s}$$

7. Considere la siguiente función de transferencia $\mathbf{H}(\omega)$ la cual corresponde a un filtro activo de tipo pasa-altas de primer orden. En relación a lo anterior determine lo siguiente:

2 Pts

$$\mathbf{H}(\omega) = -\frac{10j\omega}{1 + 0,1j\omega} [V]$$

a) La ganancia K en dB de la función de transferencia $\mathbf{H}(\omega)$.

Respuesta:

$$K_{dB} = 20\text{ dB}$$

b) El valor de la frecuencia de corte ω_c para el polo simple del filtro.

Respuesta:

$$\omega_c = 10\text{ rad/s}$$

8. Considere el siguiente diagrama de magnitud de Bode el cual se muestra en la figura 3, y determine la función de transferencia $\mathbf{H}(\omega)$ que describe el sistema. 2 Pts

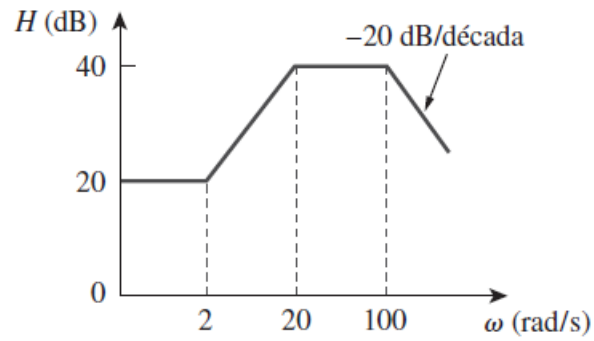


Figura 3: Diagrama de magnitud de Bode, para la pregunta 8

Respuesta:

$$\mathbf{H}(j\omega) = \frac{10000(2 + j\omega)}{(20 + j\omega)(100 + j\omega)}$$

9. Determine los parámetros de admitancia del circuito eléctrico mostrado en la figura 4. 4 Pts

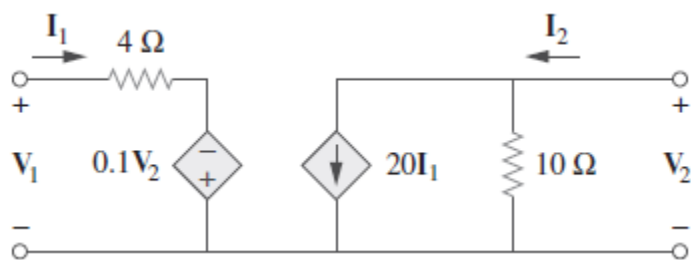


Figura 4: Circuito eléctrico, para la pregunta 9

Respuesta:

$$[y] = \begin{bmatrix} 0,25 & 0,025 \\ 5 & 0,6 \end{bmatrix} S$$

10. Un sistema de alimentación trifásica balanceado se conecta con una carga trifásica, tal y como se muestra en la Figura 5. Considerando secuencia positiva y la tensión $V_{ab} = 240 \angle 10\pi V_{RMS}$, determine: 4 Pts

1. Las corrientes de fase (en notación fasorial).

Respuesta:

$$\mathbf{I}_{AB} = 9,6 \angle -90^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{BC} = 8 \angle -150^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{CA} = 6 \angle 120^\circ A_{rms}$$

2. La potencia completa total de la carga trifásica (en notación polar).

Respuesta:

$$\mathbf{S} = 4503,4 \angle 46,45^\circ VA$$

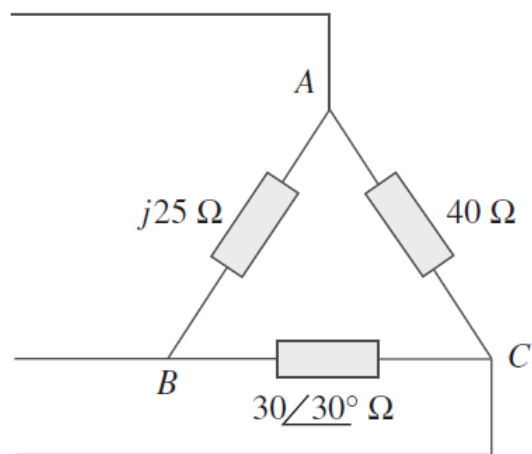


Figura 5: Circuito eléctrico para la pregunta 10

Problemas

Problema 1 Circuitos Trifásicos

14 Pts

Considere el circuito de la figura 1.1 y tome en cuenta los siguientes detalles:

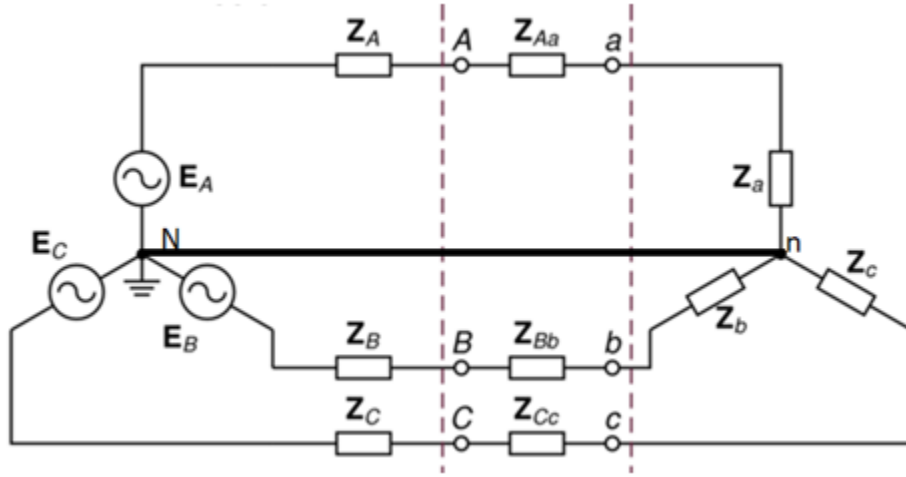


Figura 1.1: Circuito para el problema 1

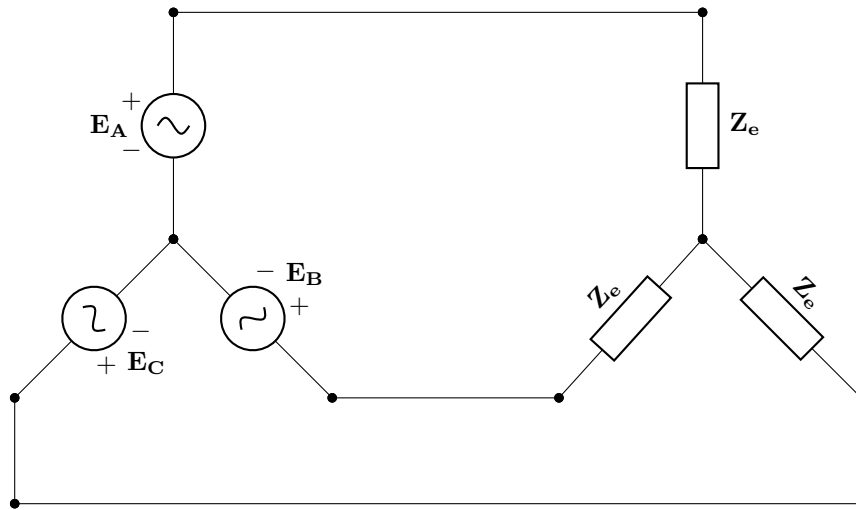
- Las impedancias Z_A, Z_B y Z_C corresponden a las impedancias asociadas a las fuentes de alimentación, y cada una de ellas tienen un valor de 2Ω .
- Las impedancias Z_{Aa}, Z_{Bb} y Z_{Cc} corresponden a las impedancias de la línea de transmisión, y cada una de ellas tienen un valor de 3Ω .
- Las impedancias Z_a, Z_b y Z_c corresponden a las impedancias asociadas a la carga, y cada una de ellas está compuesta por un inductor L de 1 H y una resistencia R de 7Ω .
- La fuente E_A , proporciona una tensión eléctrica de $10 \cos(16t) \text{ V}$. Note que es un voltaje pico.
- La secuencia de las fuentes es positiva y está balanceada.

Con base en lo planteado anteriormente determine lo siguiente

- 1.1. Redibuje el circuito equivalente simplificando las impedancias y asignando las respectivas tensiones eléctricas en RMS a las fuentes.

1 Pt

Respuesta:



Las tensiones de las fuentes están dadas por:

$$\begin{aligned} \mathbf{E}_A &= \frac{10}{\sqrt{2}} \angle 0^\circ V_{rms} \\ \mathbf{E}_B &= \frac{10}{\sqrt{2}} \angle -120^\circ V_{rms} \\ \mathbf{E}_C &= \frac{10}{\sqrt{2}} \angle 120^\circ V_{rms} \end{aligned}$$

La impedancia equivalente por fase es:

$$\mathbf{Z}_e = 12 + j16 \Omega$$

- 1.2. Calcule las 3 corrientes de línea I_{Aa} , I_{Bb} e I_{Cc} en **notación fasorial**. Nota: No olvide la ley pasiva de signos.

1,5 Pts

Respuesta:

$$\begin{aligned} \mathbf{I}_{Aa} &= 0,35 \angle -53,13^\circ A_{rms} \\ \mathbf{I}_{Bb} &= 0,35 \angle -173,13^\circ A_{rms} \\ \mathbf{I}_{Cc} &= 0,35 \angle 66,87^\circ A_{rms} \end{aligned}$$

- 1.3. Calcule las tensiones eléctricas de línea V_{AB} , V_{BC} y V_{CA} en **notación fasorial**.

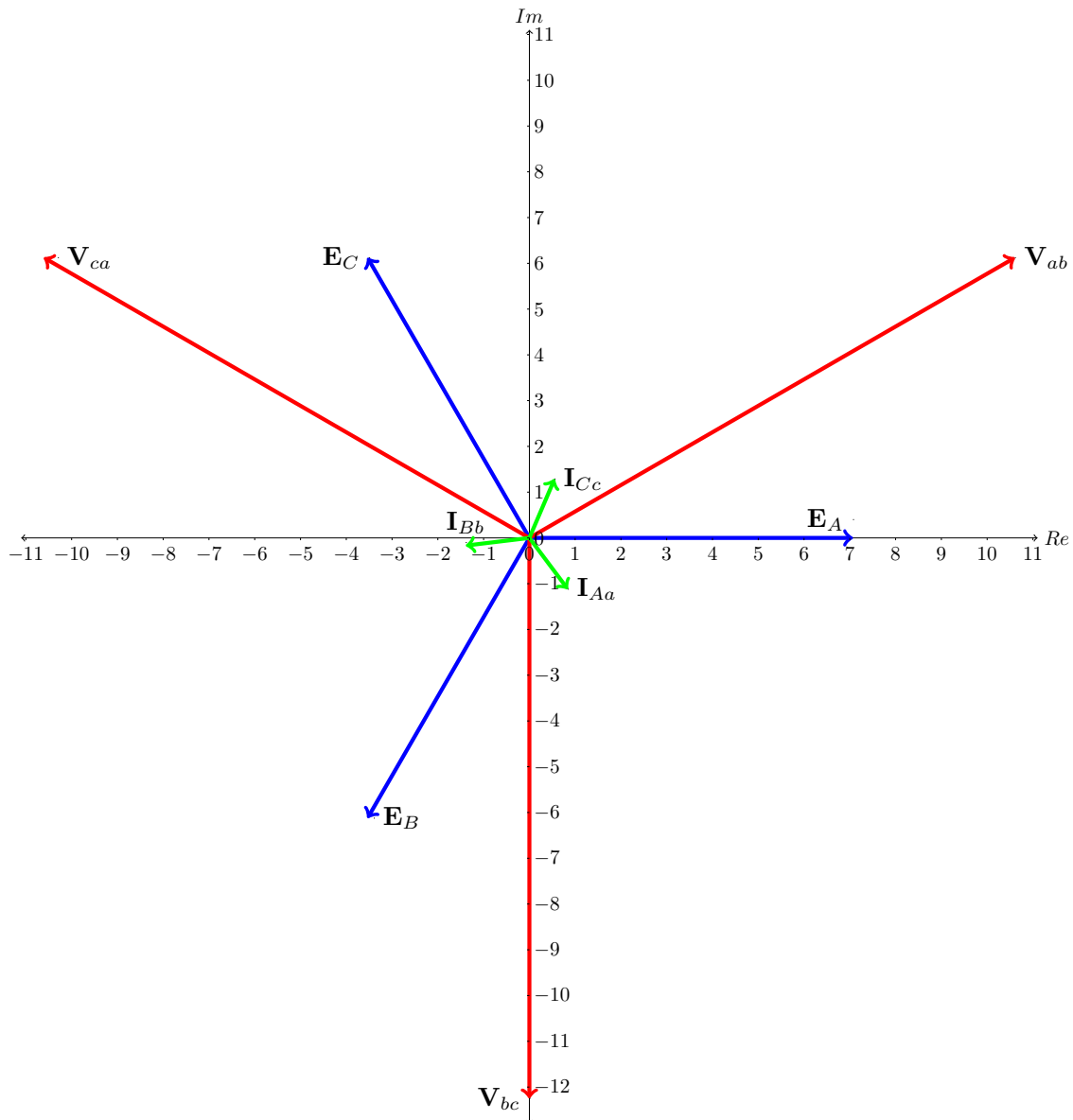
1,5 Pts

Respuesta:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{ab} &= 5\sqrt{6} \angle 30^\circ V_{rms} \\ \mathbf{V}_{bc} &= 5\sqrt{6} \angle -90^\circ V_{rms} \\ \mathbf{V}_{ca} &= 5\sqrt{6} \angle 150^\circ V_{rms} \end{aligned}$$

- 1.4. Esboce un diagrama fasorial detallado que incluya las tensiones eléctricas de fase, corrientes de línea, y tensiones eléctricas de línea. 2 Pts

Respuesta:



Los fasores de las corrientes están escalados por una magnitud de 4 para que puedan ser visibles en el diagrama fasorial

- 1.5. Calcule la potencia compleja en **notación rectangular** y promedio que entrega cada una de las fuentes. 2 Pts

Respuesta:

$$P = 1,48 \text{ W}$$

$$S = 1,48 + j1,98 \text{ VA}$$

- 1.6. Calcule la potencia promedio que consume la impedancia de la fuente, línea transmisión y carga para una de las fases. 2 Pts

Respuesta:

$$P_{\text{impedancia de fuente}} = 0,735 \text{ W}$$

$$P_{\text{linea transmision}} = 0,3675 \text{ W}$$

$$P_{\text{carga}} = 0,8575 \text{ W}$$

- 1.7. Calcule de manera analítica la corriente I_{Nn} que fluye sobre la línea de neutro (**NOTA: Asuma que la dirección de la corriente es de N hacia n** Justifique su resultado. 1 Pt)

Respuesta:

$$\mathbf{I}_{Nn} = -\mathbf{I}_{Aa} - \mathbf{I}_{Bb} - \mathbf{I}_{Cc} = 0$$

- 1.8. Sustituya la carga (a partir de los puntos a,b y c) por una topología en delta con una impedancia eléctrica Z_{Δ} de $21 + j48 \Omega$, y recalcule la potencia entregada por la fuente. Justifique su resultado. 2 Pts

Respuesta: La nueva carga conectada en delta es equivalente a la carga original conectada en estrella, por lo que las potencias promedio son iguales a las calculadas anteriormente.

$$P = 1,48 \text{ W}$$

$$\mathbf{S} = 1,48 + j1,98 \text{ VA}$$

- 1.9. ¿Qué implicaciones existen si se utilizan fuentes de alimentación trifásica en topología delta?. 1 Pt

Respuesta: Es posible que en la topología delta hayan corrientes muy altas dentro del circuito delta en el momento que se produzca cualquier pequeño desbalance entre las fuentes.

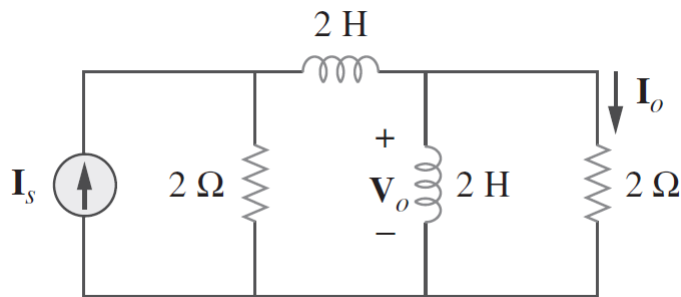
Problema 2 Respuesta en Frecuencia**18 Pts**Considere el circuito mostrado en la figura 2.1 y además asuma que $s = j\omega$:

Figura 2.1: Circuito RL

- 2.1. Demuestre que la función de transferencia $\mathbf{H}(s) = \mathbf{I}_o(s)/\mathbf{I}_s(s)$ es igual a:

8 Pts

$$\mathbf{H}(s) = \frac{s}{s^2 + 3s + 1}$$

- 2.2. Determine el factor de amortiguamiento ζ y la frecuencia de corte ω_n del polo cuadrático de $\mathbf{H}(s)$.

2 Pts*Respuesta:*

$$\zeta = \frac{3}{2}$$
$$\omega_n = 1\text{ rad/s}$$

- 2.3. Dibuje los diagramas de Bode de magnitud y fase de $\mathbf{H}(s)$ (identifique claramente las pendientes en cada trazo de los diagramas de Bode respectivos).

8 Pts

Respuesta:

