

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Electrónica
EL-2114 Circuitos Eléctricos en Corriente Alterna
Profesores: M.Sc. José Miguel Barboza Retana
M.Sc. Sergio Arriola Valverde
Ing. Anibal Ruiz Barquero

I Semestre 2018

Segundo Examen Parcial
12 de mayo de 2018

Total de Puntos:	80
Puntos obtenidos:	
Porcentaje:	
Nota:	

Nombre: _____

Carné: _____

Instrucciones Generales:

- Resuelva el examen en forma ordenada y clara.
- 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: _____

Pregunta 1	de 10
Pregunta 2	de 9
Pregunta 3	de 10
Pregunta 4	de 9
Problema 1	de 24
Problema 2	de 18

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

Respuesta Corta

38 Pts

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

1. Considere el circuito mostrado en la figura 1, y determine lo siguiente:

10 Pts

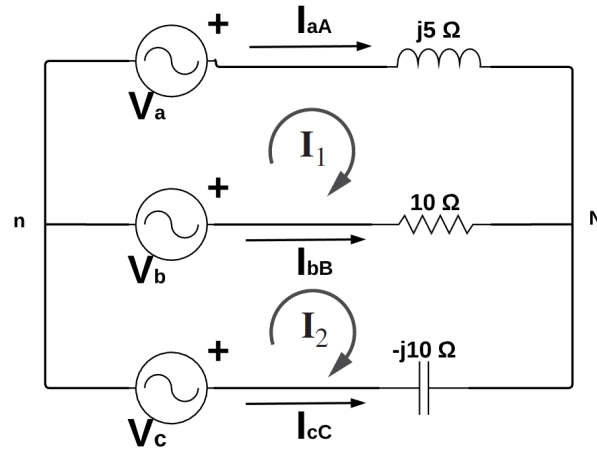


Figura 1: Circuito para la pregunta 1

- a) Las tensiones de fase V_{an} , V_{bn} y V_{cn} , considerando una tensión de línea $V_{CA} = 120\sqrt{3}\angle 150^\circ V_{rms}$ con secuencia de fase positiva balanceada. **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

3 Pts

Respuesta:

$$V_{an} = 120\angle 0^\circ V_{rms}$$

$$V_{bn} = 120\angle -120^\circ V_{rms}$$

$$V_{cn} = 120\angle 120^\circ V_{rms}$$

- b) Las corrientes de malla I_1 e I_2 , y de línea I_{aA} , I_{bB} e I_{cC} . **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

5 Pts

Respuesta:

$$I_1 = 56,78\angle 0^\circ A_{rms}$$

$$I_2 = 42,76\angle 24,9^\circ A_{rms}$$

$$I_{aA} = 56,78\angle 0^\circ A_{rms}$$

$$I_{bB} = 25,46\angle 135^\circ A_{rms}$$

$$I_{cC} = 42,76\angle -155,1^\circ A_{rms}$$

- c) La potencia compleja absorbida por la carga trifásica.

2 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{S_T} = 6833,9 \angle -18,46^\circ \text{ VA}$$

2. Considere el circuito amplificador operacional mostrado en la figura 2, y determine lo siguiente:

9 Pts

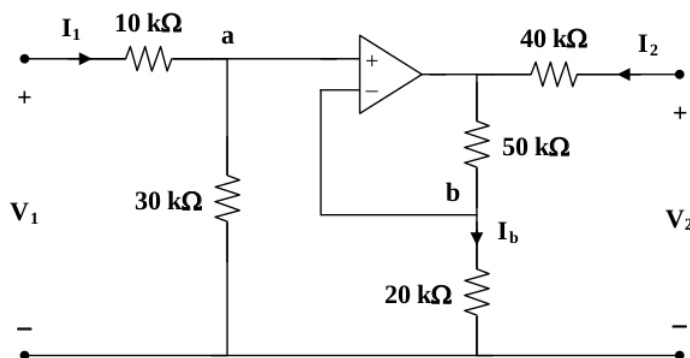


Figura 2: Circuito para la pregunta 2

- a) La matriz de parámetros z y el circuito equivalente respectivo considerando que el amplificador operacional es ideal.

6 Pts

Respuesta:

$$[\mathbf{z}] = \begin{bmatrix} 40 & 0 \\ 105 & 40 \end{bmatrix} k\Omega$$

- b) La ganancia de tensión entre el puerto de salida con respecto al puerto de entrada a partir de los parámetros z cuando el puerto de salida se mantiene en circuito abierto.

2 Pts

Respuesta:

$$g_{12} = 2,625$$

- c) La tensión en el puerto de salida cuando la tensión en el puerto de entrada es $\mathbf{V_1} = 10\cos(20t) \text{ V}$.

1 Pt

Respuesta:

$$\mathbf{V_2} = 26,25 \cos(20t) \text{ V}$$

3. Una conexión serie-paralelo de dos redes de dos puertos se muestra en la figura 3, determine lo siguiente: 10 Pts

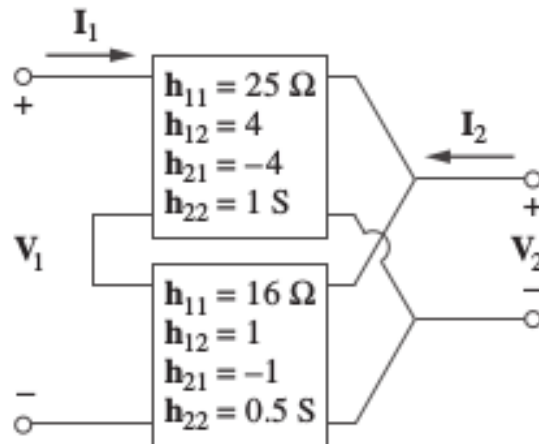


Figura 3: Circuito para la pregunta 3

- a) V_2 y V_1 en términos de I_1 e I_2 . 7 Pts

Respuesta:

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{173}{3} I_1 + \frac{10}{3} I_2 \\ V_2 &= \frac{10}{3} I_1 + \frac{2}{3} I_2 \end{aligned}$$

- b) La matriz de parámetros de impedancia. 1 Pt

Respuesta:

$$[z] = \begin{bmatrix} \frac{173}{3} & \frac{10}{3} \\ \frac{10}{3} & \frac{2}{3} \end{bmatrix} \Omega$$

- c) La matriz de parámetros de híbridos. 2 Pts

Respuesta:

$$[h] = \begin{bmatrix} 41 \Omega & 5 \\ -5 & \frac{3}{2} S \end{bmatrix}$$

4. El puente de Wheatstone es un circuito eléctrico ampliamente utilizado en instrumentación electrónica. El siguiente circuito representa una configuración de impedancias definida según la topología del puente Wheatstone:

9 Pts

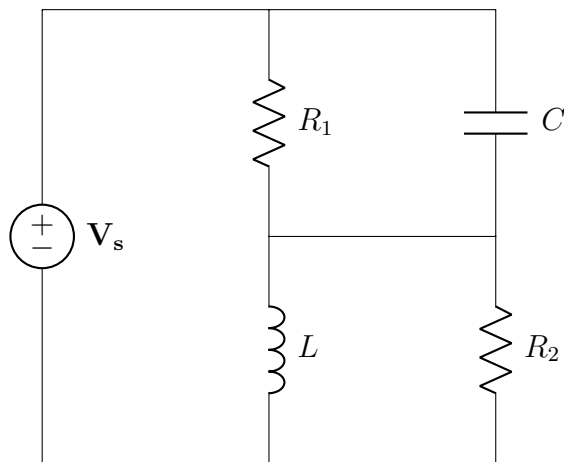


Figura 4: Circuito para problema 4

- a) Determine una expresión para la frecuencia de resonancia ω_0 del circuito del puente de Wheatstone anterior en función de los elementos que forman parte del circuito.

6 Pts

Respuesta:

$$\omega_o = \sqrt{\frac{R_2^2 L - R_2^2 R_1^2 C}{L^2 R_1^2 C - R_1^2 C^2 R_2^2 L}}$$

- b) Calcule el valor de la frecuencia de resonancia ω_0 si $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 1,5 \text{ k}\Omega$, $C = 10 \text{ }\mu\text{F}$ y $L = 1 \text{ mH}$.

1 Pt

Respuesta:

$$\omega_o = 9999,72 \text{ rad/s}$$

- c) Calcule la potencia promedio consumida por el puente de Wheatstone cuando se encuentra en resonancia si la fuente de alimentación es $V_s = 12\angle 45^\circ \text{ V}_{rms}$.

2 Pts

Respuesta:

$$P = 864,06 \text{ W}$$

Problemas

Problema 1 Circuitos Trifásicos en CA

24 Pts

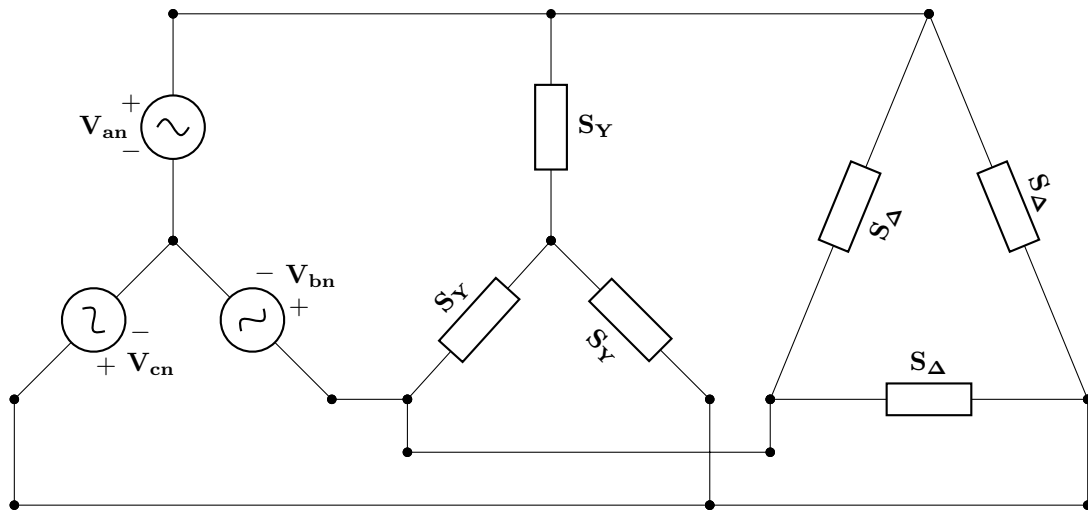
Considerando lo siguiente:

Un sistema trifásico balanceado está compuesto por un generador trifásico y dos cargas trifásicas conectadas en paralelo al mismo. La primera es una carga balanceada conectada en estrella que absorbe 400 kVA con un factor de potencia atrasado de $0,8$. La segunda es una carga balanceada conectada en delta con impedancia de $\mathbf{Z}_{\Delta} = 10 + j8 \ \Omega$ por fase. El generador trifásico balanceado conectado en estrella presenta una secuencia positiva de fase y además la onda de tensión de la fase a es $v_{an}(t) = 2400\cos(120\pi t) \text{ V}_{rms}$.

Determine:

- 1.1. El esquema del circuito eléctrico del problema planteado. Considere cada una de las fuentes que conforma el sistema trifásico y ambas cargas conectadas a dicho sistema. 3 Pts

Respuesta:



- 1.2. Los fasores de las tensiones de fase del generador trifásico. **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.** 3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{V}_{an} = 2400\angle 0^\circ \text{ V}_{rms}$$

$$\mathbf{V}_{bn} = 2400\angle -120^\circ \text{ V}_{rms}$$

$$\mathbf{V}_{cn} = 2400\angle 120^\circ \text{ V}_{rms}$$

- 1.3. Los fasores de las tensiones de línea del generador trifásico. **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.** 3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{V}_{ab} = 2400\sqrt{3}\angle 30^\circ V_{rms}$$

$$\mathbf{V}_{bc} = 2400\sqrt{3}\angle -90^\circ V_{rms}$$

$$\mathbf{V}_{ca} = 2400\sqrt{3}\angle -210^\circ V_{rms}$$

- 1.4. Las corrientes de fase de la segunda carga trifásica (carga conectada en delta). **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{I}_{AB} = 324,6\angle -8,66^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{BC} = 324,6\angle -128,66^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{CA} = 324,6\angle 111,34^\circ A_{rms}$$

- 1.5. Las corrientes de fase de la primera carga trifásica (carga conectada en estrella). **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{I}_{AN} = 55,55\angle -36,87^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{BN} = 55,55\angle -156,87^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{CN} = 55,55\angle 83,13^\circ A_{rms}$$

- 1.6. Las corrientes de fase del generador. **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{I}_{an} = 617,76\angle -38,5^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{bn} = 617,76\angle -158,5^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{cn} = 617,76\angle 81,5^\circ A_{rms}$$

- 1.7. La impedancia de fase de la primera carga trifásica (carga conectada en estrella). **NOTA: Sus respuestas deberán estar en notación polar.**

1 Pt

Respuesta:

$$\mathbf{Z}_Y = 43,2\angle 36,87^\circ \Omega$$

- 1.8. El factor de potencia de la carga trifásica equivalente (ambas cargas).

2 Pts

Respuesta:

$$\theta = 0,7826 \downarrow$$

- 1.9. La capacitancia necesaria para subir el factor de potencia a la unidad (considerando ambas cargas). Indique y explique en que lugar del circuito debe estar instalado el banco de capacitores para dicha corrección del factor de potencia y como estaría conformado el mismo.

3 Pts

Respuesta:

$$C = 425 \mu F$$

Se deben conectar tres capacitores del valor anterior entre las líneas del generador.

Problema 2 Respuesta en Frecuencia**18 Pts**

Considere el circuito mostrado en la figura 2.1:

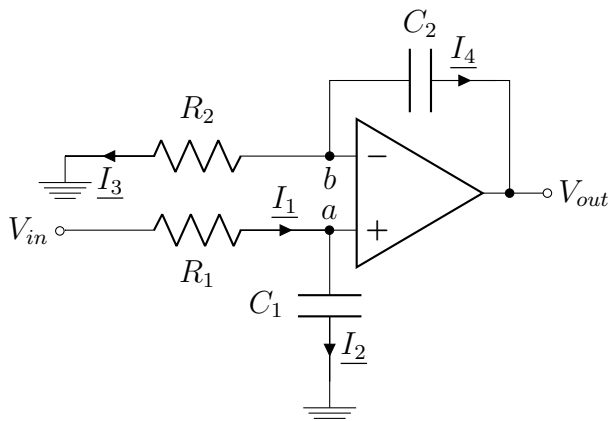


Figura 2.1: Circuito para problema 2

- 2.1. Determine la función de transferencia $\mathbf{H}(\omega)$ en forma alfanumérica, en términos de los componentes R_1 , R_2 , C_1 y C_2 del circuito mostrado en la figura 2.1. **5 Pts**

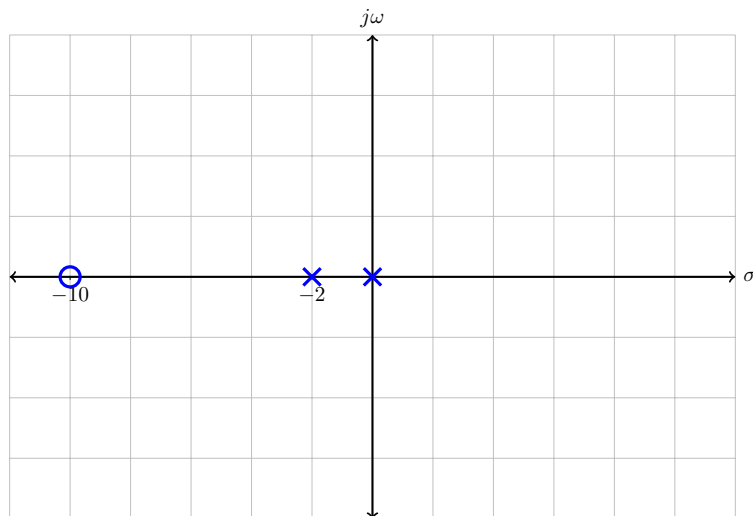
Respuesta:

$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{1 + j\omega R_2 C_2}{j\omega R_2 C_2 (1 + j\omega R_1 C_1)}$$

- 2.2. A partir de la función de transferencia calculada en 2.1, determine el valor numérico de $\mathbf{H}(\omega)$ si $R_1 = 125 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 4 \text{ }\mu\text{F}$ y $C_2 = 10 \text{ }\mu\text{F}$, y además esboce el diagrama de polos y ceros. **NOTA: Rotule adecuadamente los ejes del plano complejo.** **3 Pts**

Respuesta:

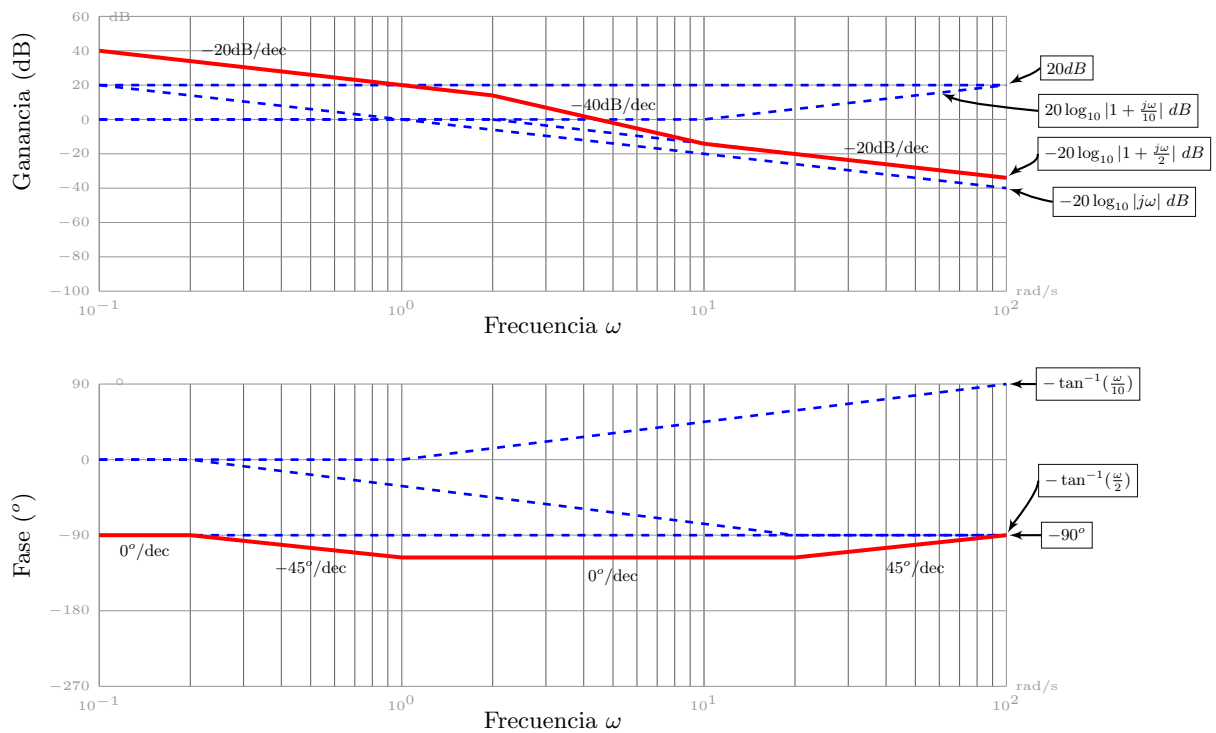
$$\mathbf{H}(\omega) = \frac{10(1 + \frac{j\omega}{10})}{j\omega(1 + \frac{j\omega}{2})}$$



2.3. Con base al resultado obtenido en 2.2, grafique el diagrama asintótico de Bode mostrando todos los pasos y además considere lo siguiente: 8 Pts

- Para el diagrama de magnitud utilice un rango de $-80 \text{ dB} < |\mathbf{H}(\omega)| < 80 \text{ dB}$, donde $1,5 \text{ cm} \rightarrow 20 \text{ dB}$.
- Para el diagrama de magnitud utilice un rango de $-90^\circ < \angle \mathbf{H}(\omega) < 90^\circ$, donde $3 \text{ cm} \rightarrow 45^\circ$.

Respuesta:



2.4. A partir de la función de transferencia $\mathbf{H}(\omega)$ del punto 2.1, determine la función de transferencia resultante, si al circuito de la figura 2.1 se le interconecta en cascada un filtro activo pasa-bajas. 2 Pts

Respuesta: Una vez que se interconecta en cascada un filtro pasaba-bajas con el circuito original se tiene que la nueva función de transferencia es:

$$\mathbf{H}(\omega) = -\frac{R_f}{R_i} \frac{1 + j\omega R_2 C_2}{j\omega R_2 C_2 (1 + j\omega R_f C_f)(1 + j\omega R_1 C_1)}$$