

Instituto Tecnológico de Costa Rica
Escuela de Ingeniería Electrónica
EL-2114 Circuitos Eléctricos en Corriente Alterna
Profesores: M.Sc. José Miguel Barboza Retana
Ing. Aníbal Ruiz Barquero
Ing. Daniel Kohkemper Granados

I Semestre 2019

Primer Examen Parcial
23 de marzo de 2019

Total de Puntos:	84
Puntos obtenidos:	
Porcentaje:	
Nota:	

Nombre: _____

Carné: _____

Instrucciones Generales:

- Resuelva el examen en forma clara y ordenada.
- 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 del 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.

Firma: _____

Pregunta 1	de 8
Pregunta 2	de 10
Pregunta 3	de 9
Pregunta 4	de 8
Problema 1	de 26
Problema 2	de 23

Respuesta Corta

35 Pts

Debe justificar todas sus respuestas a las preguntas. Para ello utilice el cuaderno de examen indicando claramente la pregunta correspondiente. Debe encerrar en un RECUADRO cada una de las respuestas del enunciado. No olvide las unidades respectivas y la notación de ingeniería cuando corresponda.

1. Considere la Figura 1 donde se muestra un circuito eléctrico y dos ondas sinusoidales que pertenecen a dicho circuito. 8 Pts

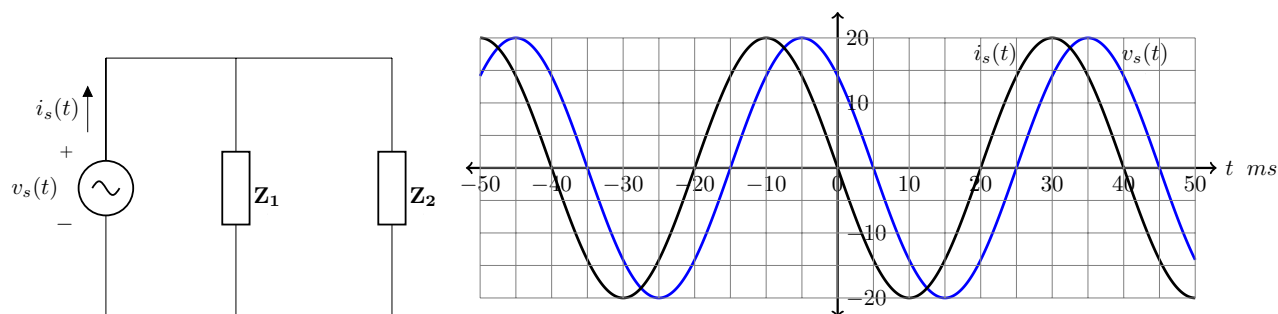


Figura 1: Diagrama del circuito eléctrico y ondas sinusoidales

En el circuito se tienen dos impedancias \mathbf{Z}_1 y \mathbf{Z}_2 conectadas en paralelo ambas a una fuente de alimentación. Se sabe que las magnitudes de las impedancias son:

- $|\mathbf{Z}_1| = 2,5 \, \Omega$
- $|\mathbf{Z}_2| = 5/3 \, \Omega$

Además, las ondas temporales que se muestran en la Figura 1 representan la corriente y la tensión características de la fuente de alimentación, según su definición en el mismo circuito.

Considerando toda la información suministrada, determine:

- a) Las impedancias \mathbf{Z}_1 y \mathbf{Z}_2 . Defina su respuesta en su representación polar. 6 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{Z}_1 = 2,5 \angle -45^\circ \, \Omega$$

$$\mathbf{Z}_2 = \frac{5}{3} \angle -45^\circ \, \Omega$$

- b) La resistencia y/o capacitancia y/o inductancia características de la impedancia \mathbf{Z}_1 según el resultado obtenido en el punto anterior. 2 Pts

Respuesta:

$$R = \frac{5\sqrt{2}}{4} \Omega$$

$$C = 3,6 \text{ mF}$$

2. Considere el circuito de la Figura 2 en donde la frecuencia angular de ambas fuentes sinusoidales es de $\omega = 5 \text{ krad/s}$. 10 Pts

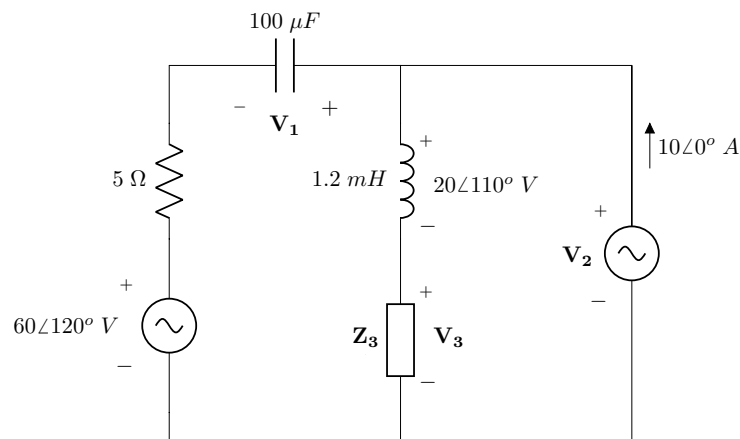


Figura 2: Diagrama del circuito para la pregunta corta 2

Considerando toda la información suministrada, determine:

- a) Las tensiones sinusoidales $v_1(t)$, $v_2(t)$ y $v_3(t)$. 9 Pts

Respuesta:

$$v_1(t) = 13,92 \cos(5000t - 99,43^\circ) \text{ V}$$

$$v_2(t) = 32,59 \cos(5000t + 86,4^\circ) \text{ V}$$

$$v_3(t) = 16,36 \cos(5000t + 57,09^\circ) \text{ V}$$

- b) El valor de la impedancia \mathbf{Z}_3 . 1 Pt

Respuesta:

$$\mathbf{Z}_3 = 4,91 \angle 37,09^\circ = 3,92 + j2,96 \Omega$$

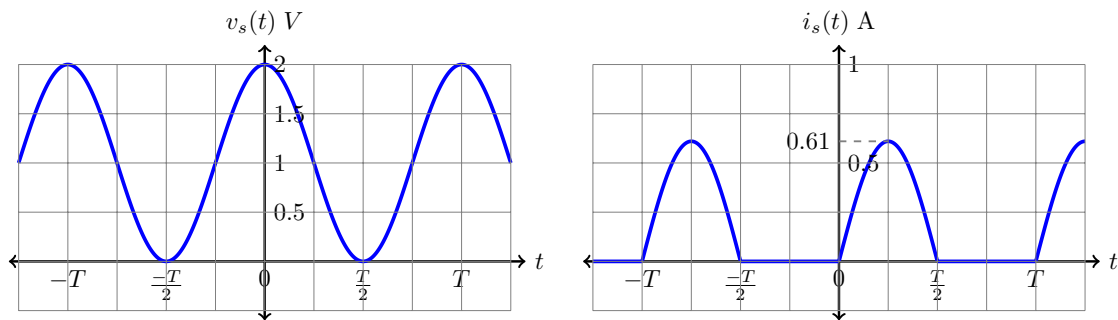


Figura 3: Ondas sinusoidales: $v_s(t)$ e $i_s(t)$

3. Considere las ondas de tensión y corriente definidas en la Figura 3.

9 Pts

Considerando la información suministrada, determine:

a) El valor efectivo de tensión de la señal $v_s(t)$.

3 Pts

Respuesta:

$$V_{rms} = \frac{\sqrt{6}}{2} V$$

b) El valor efectivo de corriente de la señal $i_s(t)$.

3 Pts

Respuesta:

$$I_{rms} = 305 mA$$

c) Se sabe que la señal $v_s(t)$ alimenta a un sistema de calentamiento de agua doméstico. Si $R_L = 4 \Omega$ representa la carga eléctrica de dicho sistema: ¿es posible intercambiar la señal de tensión $v_s(t)$ por la señal de corriente $i_s(t)$ sin tener una variación de potencia de consumo mayor a 1 %?. Justifique su respuesta.

3 Pts

Respuesta:

La potencia se disminuye en 0,773 %, por lo tanto si se puede intercambiar.

4. La carga $\mathbf{Z_L}$ en el circuito de la Figura 4 consume 10 kVA con un factor de potencia de 0,8 retrasado. Además, la magnitud de la corriente de carga $|\mathbf{I_L}|$ es 40 A_{rms} y la frecuencia de operación de la fuente es de 60 Hz. Considere que la fase de la tensión fasorial $\mathbf{V_s}$ es 30° . 8 Pts

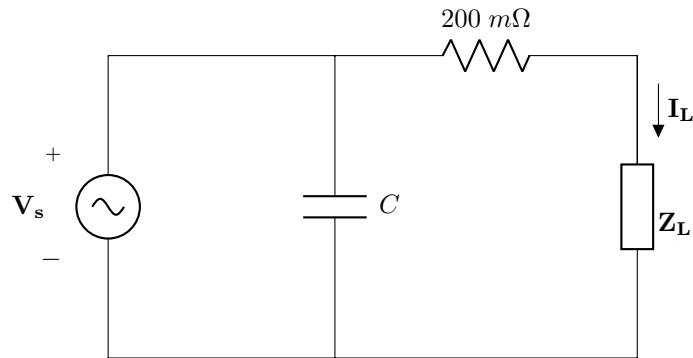


Figura 4: Diagrama del circuito para la pregunta corta 4

Considerando toda la información suministrada, determine:

a) La tensión fasorial $\mathbf{V_s}$ en forma polar. 5 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{V_s} = 256,4 \angle 30^\circ V_{rms}$$

b) El factor de potencia del circuito visto por la fuente si el capacitor C es de $79,48\text{ }\mu\text{F}$. 3 Pts

Respuesta:

$$f_p = 0,9 \downarrow$$

Problemas

Problema 1 Análisis de Circuitos en CA

26 Pts

Considere el siguiente circuito de la Figura 1.1. Este circuito se utiliza para acoplar una señal de corriente $i_S(t)$ a una señal de tensión $v_o(t)$. El objetivo del circuito es controlar la amplitud y la fase de la señal de tensión de salida en función de la señal de corriente de entrada.

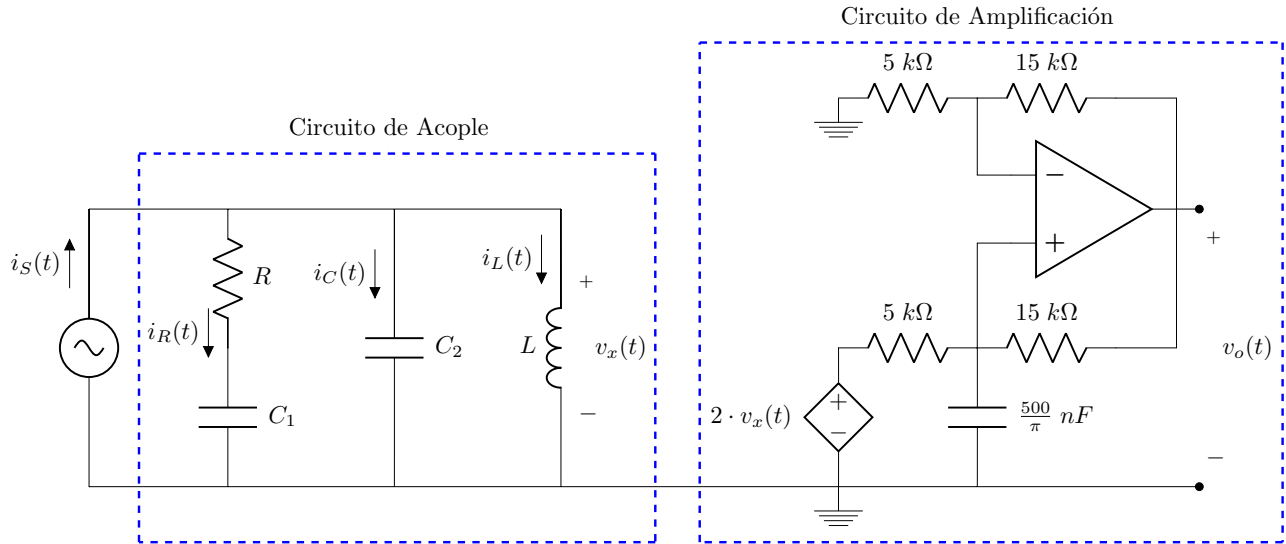


Figura 1.1: Circuito de acople y amplificación

Para cierta señal de entrada $i_S(t)$ fue posible medir tres de las ondas de corriente del circuito de acople: $i_S(t)$, $i_C(t)$ e $i_L(t)$. Dichas ondas se pueden observar en la Figura 1.2.

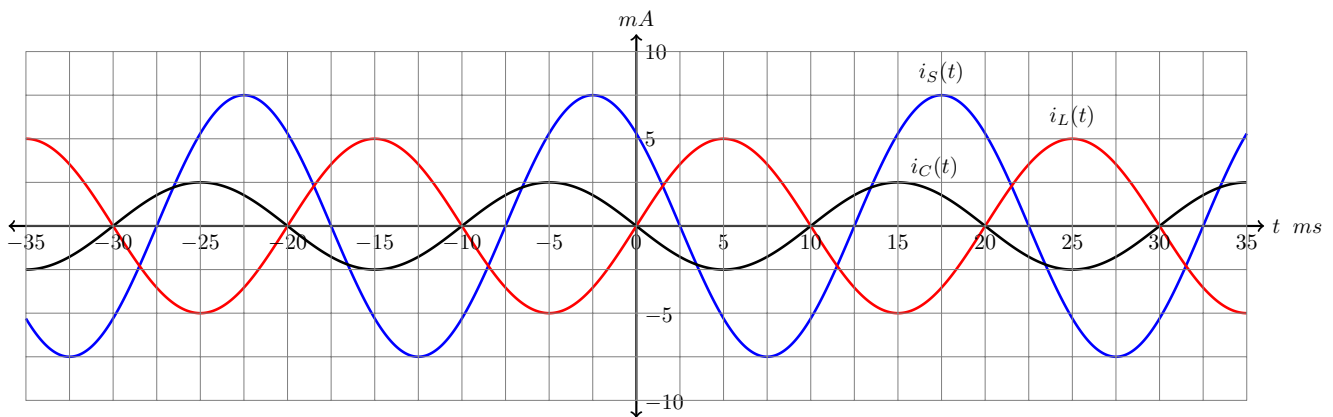


Figura 1.2: Ondas sinusoidales de corriente obtenidas

Se sabe que el valor del inductor es de $L = 750 \text{ mH}$. Considerando toda la información suministrada, resuelva y obtenga lo siguiente:

- 1.1. Determine la onda de corriente $i_R(t)$.

9 Pts

Respuesta:

$$i_R(t) = 9,43 \cos(100\pi t + 55,8^\circ) \text{ mA}$$

1.2. Calcule la onda de tensión $v_x(t)$.

2 Pts

Respuesta:

$$v_x(t) = 1,18 \cos(100\pi t) \text{ V}$$

1.3. Calcule el valor de la capacitancia C_2 .

2 Pts

Respuesta:

$$C_2 = 6,75 \mu\text{F}$$

1.4. Obtenga el valor de la resistencia R y la capacitancia C_1 .

5 Pts

Respuesta:

$$R = 70,22 \Omega$$

$$C_1 = 30,8 \mu\text{F}$$

1.5. Determine la señal de tensión $v_o(t)$ que se obtiene a la salida del circuito de amplificación considerando los resultados obtenidos en los puntos anteriores.

8 Pts

Respuesta:

$$v_o(t) = 12\pi \cos(100\pi t - 90^\circ) \text{ V}$$

Problema 2 Análisis de potencia en circuitos con CA

23 Pts

En el circuito de la Figura 2.1 se muestra la conexión de 3 cables del circuito eléctrico de una pizzería.

Si se sabe que:

- El motor del Refrigerador 1 presenta una corriente nominal de $8,5 A_{rms}$.
- La impedancia del Refrigerador 1 está dada por $\mathbf{Z}_{\text{ref1}} = |\mathbf{Z}_{\text{ref1}}| e^{j\frac{9\pi}{4}} \Omega$.
- El f_p del Refrigerador 2 es en atraso e igual a 0,67572.
- La magnitud de la impedancia del Refrigerador 2 es $|\mathbf{Z}_{\text{ref2}}| = \sqrt{265} \Omega$.
- Las cargas del horno y de la estufa son de 12 kW y 8,4 kW respectivamente.

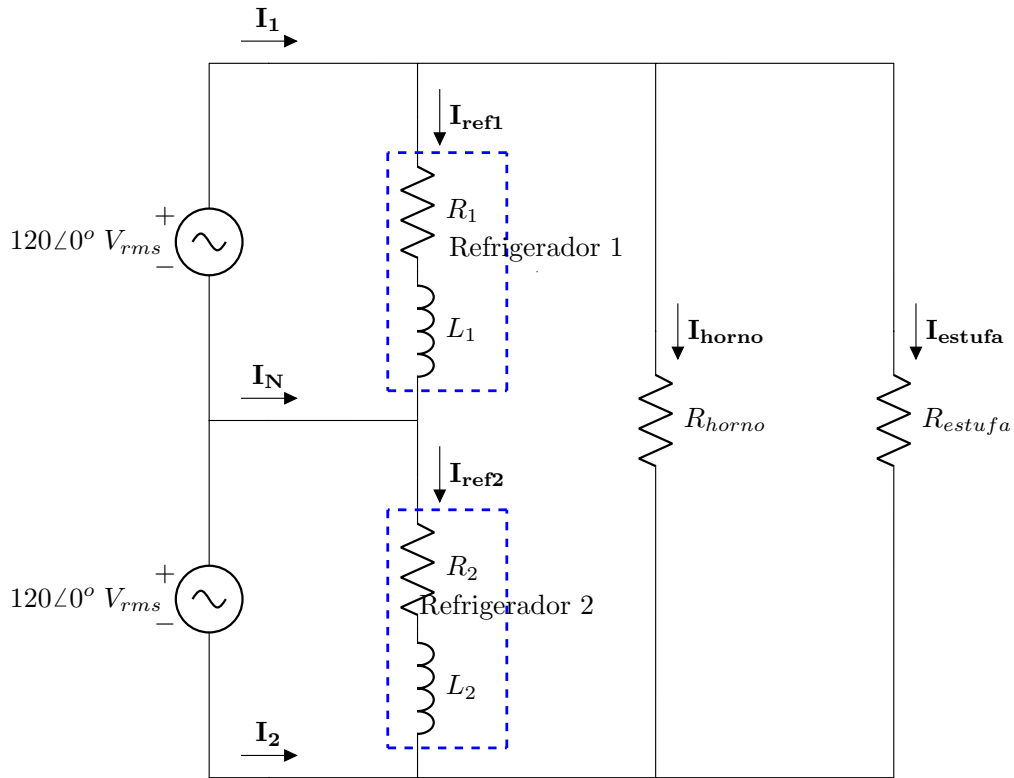


Figura 2.1: Circuito eléctrico de la pizzería

- La frecuencia del sistema eléctrico es de 60 Hz.

Considerando toda la información suministrada, determine:

- 2.1. Las impedancias $\mathbf{Z_{ref1}}$, $\mathbf{Z_{ref2}}$, $\mathbf{Z_{horno}}$ y $\mathbf{Z_{estufa}}$.

4 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{Z_{ref1}} = 14,12\angle 45^\circ \Omega$$

$$\mathbf{Z_{ref2}} = 16,28\angle 47,49^\circ = 11 + j12 \Omega$$

$$\mathbf{Z_{horno}} = 4,8 \Omega$$

$$\mathbf{Z_{estufa}} = 6,86 \Omega$$

- 2.2. Las corrientes fasoriales $\mathbf{I_1}$, $\mathbf{I_2}$, $\mathbf{I_N}$, $\mathbf{I_{ref1}}$, $\mathbf{I_{ref2}}$, $\mathbf{I_{horno}}$ e $\mathbf{I_{estufa}}$.

7 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{I}_1 = 91,21 \angle -3,78^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_2 = 90,14 \angle 176,54^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_N = 1,18 \angle 150,73^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{ref1} = 8,5 \angle -45^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{ref2} = 7,37 \angle -47,49^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{horno} = 50 \angle 0^\circ A_{rms}$$

$$\mathbf{I}_{estufa} = 35 \angle 0^\circ A_{rms}$$

- 2.3. Las potencias complejas \mathbf{S}_{ref1} , \mathbf{S}_{ref2} y \mathbf{S}_{Total} . La potencia compleja total es la consumida por toda la carga eléctrica del local de la pizzería en funcionamiento. 3 Pts

Respuesta:

$$\mathbf{S}_{ref1} = 1020 \angle 45^\circ VA$$

$$\mathbf{S}_{ref2} = 884,4 \angle 47,49^\circ VA$$

$$\mathbf{S}_{Total} = 21,76 \angle 3,62^\circ kVA$$

- 2.4. El f_p de la carga eléctrica completa de la pizzería. 1 Pt

Respuesta:

$$f_p = 0,998 \downarrow$$

- 2.5. La resistencia eléctrica R del cable neutro por donde viaja la conexión neutral \mathbf{I}_N aumenta debido a la corrosión y pérdidas a 20Ω . Calcule el nuevo f_p y si es necesario diseñe un sistema para corregir dicho factor a 1. Debe mostrar en un diagrama eléctrico la forma de conexión del sistema de corrección según el sistema eléctrico de la pizzería. En el diagrama debe anotar los valores de cada uno de los elementos que conformen el sistema. Para este punto asuma que el paralelo de las resistencias de la estufa y el horno es de $2,82 \Omega$, que $\mathbf{Z}_{ref1} = 10 + j10 \Omega$ y $\mathbf{Z}_{ref2} = 11 + j12 \Omega$. 8 Pts

Respuesta:

$$f_p = 0,998 \downarrow$$

$$C = 63,14 \mu F$$