

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

I Semestre 2019

Tercer Examen Parcial
10 de junio de 2019

Total de Puntos:	86
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 11
Pregunta 3	de 10
Pregunta 4	de 9
Problema 1	de 28
Problema 2	de 20

Respuesta Corta

37 Pts

Debe justificar todas sus respuestas utilizando 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. La gráfica de la figura 1 corresponde a la señal de entrada de un circuito eléctrico.

8 Pts

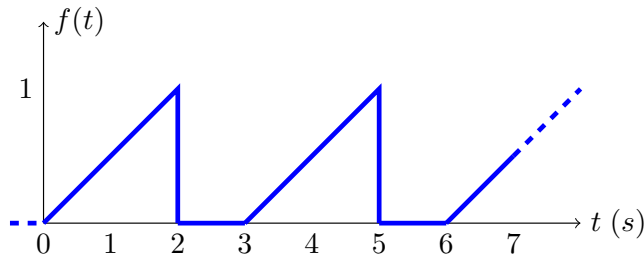


Figura 1: Señal periódica $f(t)$.

- a) Determine la transformada de Laplace $F(s)$ correspondiente a la señal $f(t)$. **NOTA: Identifique las propiedades de la transformada de Laplace utilizadas.**

5 Pts

Respuesta:

$$F(s) = \frac{1 - e^{-2s} - 2se^{-2s}}{2s^2(1 - e^{-3s})}$$

- b) Utilice las propiedades de la transformada de Laplace y la función $F(s)$ obtenida en el punto anterior para encontrar la transformada de Laplace de la función $g(t) = 2f(2t)$.

3 Pts

Respuesta:

$$G(s) = \frac{2(1 - e^{-s} - se^{-s})}{s^2(1 - e^{-\frac{3}{2}s})}$$

2. Considere el diagrama eléctrico que se muestra en la figura 2.

11 Pts

Considerando que:

- La tensión $v_i(t)$ es la entrada del circuito lineal.
- La corriente $i_o(t)$ es la salida del circuito lineal.
- La función de transferencia del circuito lineal está definida por

$$H(s) = \frac{-2s}{s^3 + 8s^2 + 20s + 16} \quad \text{ROC} : \sigma > 2$$

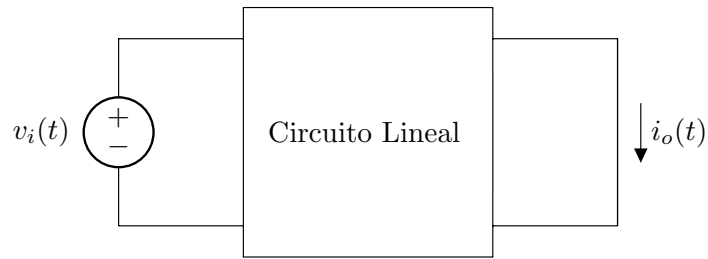


Figura 2: Diagrama eléctrico

Determine:

- a) La respuesta al impulso $h(t)$ del circuito.

5.5 Pts

Respuesta:

$$h(t) = [2e^{-4t} - 2e^{-2t} + 2te^{-2t}] u(t) \text{ A}$$

- b) La corriente del circuito $i_o(t)$ si la tensión de entrada es $v_i(t) = 2 \text{ V}$.

5.5 Pts

Respuesta:

$$i_o(t) = [e^{-2t} - e^{-4t} - 2te^{-2t}] u(t) \text{ A}$$

3. Considere la onda de tensión periódica definida en la figura 3.

10 Pts

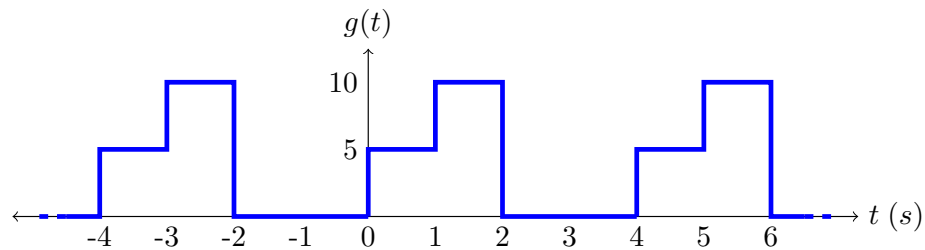


Figura 3: Señal periódica $g(t)$.

a) Obtenga los coeficientes a_0 , a_n y b_n de la serie trigonométrica de Fourier de $g(t)$.

8 Pts

Respuesta:

$$a_0 = \frac{15}{4}$$

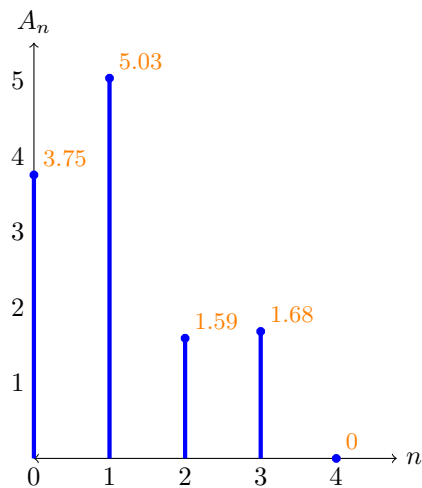
$$a_n = \frac{-5 \sin\left(\frac{n\pi}{2}\right)}{n\pi}$$

$$b_n = \frac{5}{n\pi} \left[\cos\left(\frac{n\pi}{2}\right) + 1 - 2 \cos(n\pi) \right]$$

b) Grafique el espectro de magnitud (*amplitud*) de $g(t)$ para $0 \leq n \leq 4$.

2 Pts

Respuesta:



4. Considere el circuito que se muestra en la Figura 4

9 Pts

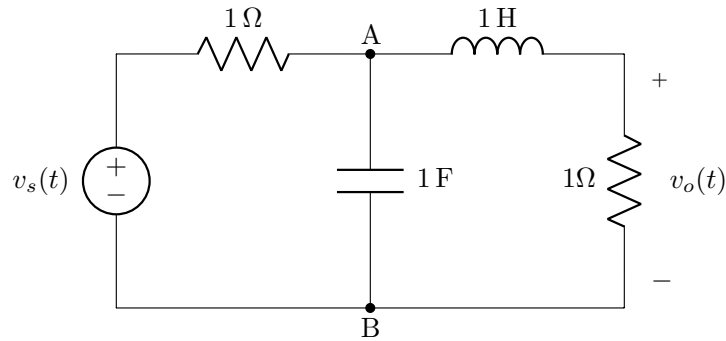


Figura 4: Circuito para la pregunta 4

Si la tensión de la fuente está definida por:

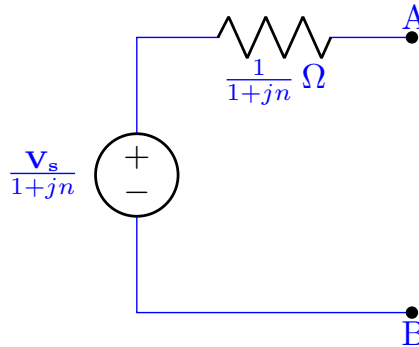
$$v_s(t) = \frac{1}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{\cos(n\pi) - 1}{n\pi} \right] \sin(nt)$$

Determine:

- a) El circuito equivalente de Thévenin visto **desde** los puntos A y B. Considere $w_n = nw_o$. **Observe que este equivalente será utilizado en el punto b) de este ejercicio.**

3 Pts

Respuesta:



- b) Los tres primeros armónicos de la señal de salida $v_o(t)$ utilizando el circuito equivalente de Thévenin encontrado en el punto a) de este mismo ejercicio.

6 Pts

Respuesta:

Primer armónico: $v_o(t) = 284,7 \cos(t + 26,56^\circ) \text{ mV}$

Segundo armónico: $v_o(t) = 0 \text{ V}$

Tercer armónico: $v_o(t) = 23,02 \cos(3t - 49,39^\circ) \text{ mV}$

Problemas

Problema 1 Análisis de circuitos lineales con Transformada de Laplace

28 Pts

Considere el circuito mostrado en la figura 1.1.

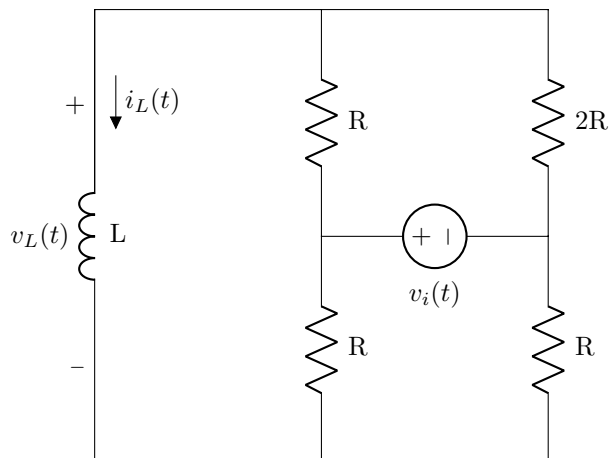


Figura 1.1: Circuito para el problema 1

- 1.1. Obtenga la función de transferencia $H(s) = I_L(s)/V_i(s)$ a partir del circuito de la figura 1.1. Considere a R y L como parámetros.

10 Pts

Respuesta:

$$H(s) = \frac{I_L(s)}{V_i(s)} = \frac{1}{7R + 6sL}$$

- 1.2. Calcule la tensión $v_L(t)$ para $t \geq 0$. Para ello considere que $R = 2\Omega$, $L = 1\text{ H}$ y que la tensión de la fuente $v_i(t)$ es la definida por la figura 1.2.

18 Pts

Respuesta:

$$v_L(t) = \frac{5}{6}e^{-\frac{7}{3}t}u(t)\text{ V}$$

Problema 2 Análisis de circuitos lineales con series de Fourier

20 Pts

Considere la figura 2.1 donde se tiene un circuito eléctrico RLC y la señal tensión $v_s(t)$.

Determine:

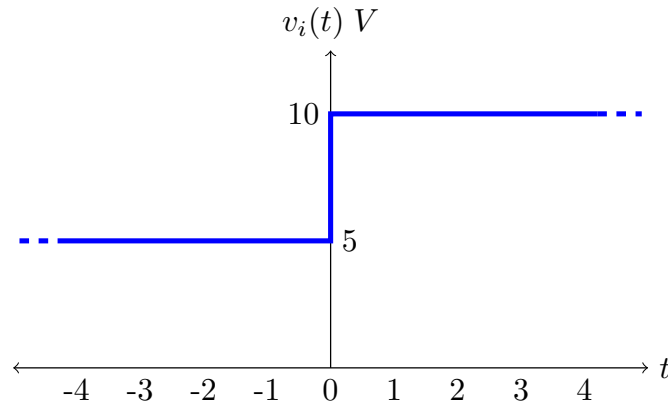


Figura 1.2: Señal de tensión $v_i(t)$

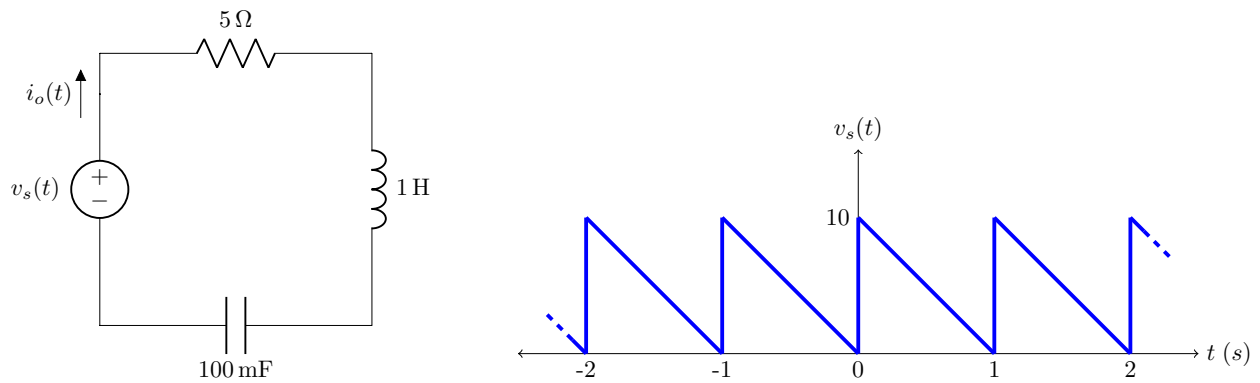


Figura 2.1: Circuito eléctrico RLC y onda de tensión periódica $v_s(t)$

- 2.1. La serie trigonométrica de Fourier para la fuente de tensión $v_s(t)$. Identifique los coeficientes a_0 , a_n y b_n obtenidos. 8 Pts

Respuesta:

$$\begin{aligned}
 a_0 &= 5 \\
 a_n &= 0 \\
 b_n &= \frac{10}{n\pi} \\
 v_s(t) &= 5 + \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{10}{n\pi} \right] \sin(2\pi n t) \text{ V}
 \end{aligned}$$

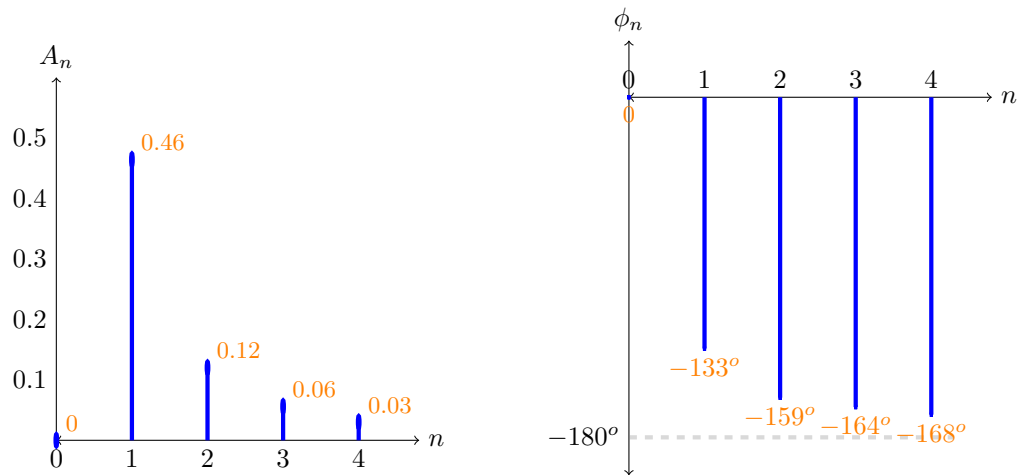
- 2.2. La corriente $i_o(t)$ del circuito representada como una serie de Fourier Amplitud-Fase. 7 Pts

Respuesta:

$$i_o(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{10}{\sqrt{5\pi^2 n^2 + 25 + 4\pi^4 n^4}} \right] \cos \left(2\pi n t - \frac{\pi}{2} - \tan^{-1} \left(\frac{2\pi^2 n^2 - 5}{5n\pi} \right) \right)$$

2.3. Las gráficas del espectro Amplitud-Fase para $i_o(t)$ incluyendo hasta el cuarto armónico. 3 Pts

Respuesta:



2.4. El valor eficaz o rms de la corriente $i_o(t)$ del circuito considerando únicamente hasta la cuarta frecuencia armónica. 1 Pt

Respuesta:

$$I_o = 343 \text{ mA}_{rms}$$

2.5. La potencia promedio consumida por la resistencia del circuito considerando únicamente hasta la cuarta frecuencia armónica. 1 Pt

Respuesta:

$$P = 588 \text{ mW}$$