

# Teoría de circuitos

## Examen

CURE

30 de julio de 2015

### Indicaciones:

- La prueba tiene una duración total de 3 horas.
- Cada hoja entregada debe indicar nombre, número de C.I., y número de hoja. La hoja 1 debe indicar además el total de hojas entregadas.
- Se deber utilizar únicamente un lado de las hojas.
- Cada problema o pregunta se deber comenzar en una hoja nueva. Se evaluar explícitamente la claridad, prolijidad y presentación de las soluciones, desarrollos y justificaciones.

### Problema 1

Sea el circuito de la Figura 2.

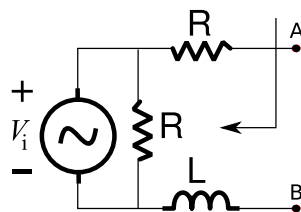


Figura 1

- (a) Realice el equivalente Norton del circuito de la Figura 1 desde los puntos A y B.

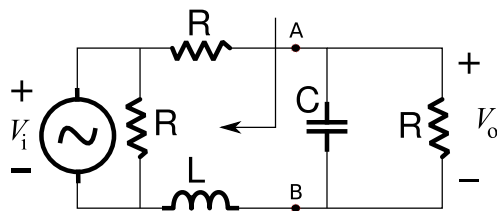


Figura 2

- (b) Se agregan ahora la resistencia y el capacitor entre A y B, tal como se muestra en la Figura 2. Demuestre que la transferencia del circuito en cuestión  $H(j\omega) = \frac{V_o(j\omega)}{V_i(j\omega)}$  vale:

$$H(j\omega) = \frac{1}{2} \frac{\omega_0^2}{(j\omega)^2 + 2\zeta\omega_0(j\omega) + \omega_0^2}$$

Con:

- $\zeta = \frac{1}{\sqrt{2}}$
  - $\omega_0 = \frac{\sqrt{2}R}{L} = \frac{\sqrt{2}}{RC}$
- (c) Demuestre que  $H(j\omega)$  cuenta con dos polos complejos conjugados. Determine sus valores en función de  $\zeta$  y  $\omega$  y ubíquelos en el plano complejo.
- (d) Realice los diagramas asintóticos de Bode de módulo y fase de  $H(j\omega)$ . Bosqueje los reales y determine los valores exactos (módulo en dB y fase) en  $\omega = \omega_0$ .
- (e) ¿A qué tipo de filtro corresponde?
- (f) Se inyecta una entrada  $v_i(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t)$ . ¿Cómo será la señal a la salida del sistema?
- (g) Realice un análisis cualitativo respecto de qué esperaría ver a la salida del sistema, si a la entrada se inyecta la siguiente señal  $v_i(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t) + A \cdot \cos(\frac{\omega_0 t}{10} + \frac{\pi}{3}) + A \cdot \cos(100\omega_0 t + \frac{\pi}{3})$ .
- (h) ¿Qué puede decir acerca de la estabilidad BIBO del sistema? Fundamente brevemente su respuesta.

## Problema 2

En el siguiente circuito utilizaremos el siguiente cuadripolo como modelo del amplificador operacional.

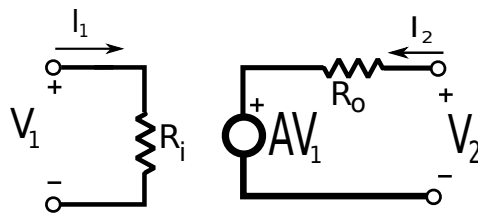


Figura 3

- (a) Calcule la matriz de impedancias del cuadripolo de la figura 1.
- (b) Halle la transferencia  $H = \frac{V_2}{V_1}$  para el caso en que  $R_0 = 0$  y A es finito.
- (c) Conectamos ahora una impedancia  $Z_1$  en la entrada y una impedancia  $Z_2$  entre la entrada y la salida, tal como se aprecia en la figura 2. Halle la transferencia  $H = \frac{V_o}{V_i}$ .

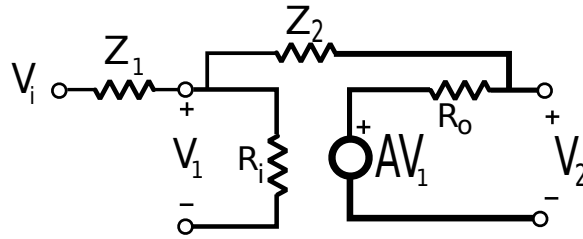


Figura 4

- (d) ¿Cuanto vale la transferencia si  $R_i$  (impedancia de entrada) tiende a infinito? Reconozca la configuración planteada para el amplificador operacional cuando  $A$  también tiende a infinito.
- (e) Calcule la respuesta del circuito para una entrada escalón  $v_i(t) = EY(t)$ .
- (f) Enuncie la condición de estabilidad BIBO, y analice la estabilidad del circuito para el caso en que  $Z_1 = Ls + R_1$  y  $Z_2 = R_2$  (bajo las condiciones planteadas en la parte anterior).

# Solución

## Problema 2

(a)

$$V_1 = z_{11}I_1 + z_{12}I_2$$

$$V_2 = z_{21}I_1 + z_{22}I_2$$

Entonces, evaluando para  $I_2 = 0$  tenemos:

$$z_{11} = \frac{V_1}{I_1} = R_i$$

$$z_{21} = \frac{V_2}{I_1} = \frac{AV_1 R_i}{V_1} = AR_i$$

Y evaluando para  $I_1 = 0$ :

$$z_{12} = \frac{V_1}{I_2} = 0$$

$$z_{22} = \frac{V_2}{I_2} = R_0$$

(b) Como la corriente por el secundario es nula, la transferencia vale, usando las impedancias halladas:

$$H = \frac{V_2}{V_1} = \frac{z_{21}}{z_{11}} = A$$

O sino:

$$H = \frac{V_2}{V_1} = \frac{I_2 R_0 + AV_1}{V_1} = A$$

(c) Realizando un nudo en la entrada del amplificador, tenemos:

$$\frac{V_i - V_1}{z_1} = \frac{V_1}{R_i} + \frac{V_1 - V_2}{z_2}$$

Reacomodando los términos y reemplazando  $V_1 = AV_2$  donde corresponde, tenemos:

$$H = \frac{V_2}{V_i} = \frac{AR_i z_2}{z_1(z_2 + R_i) + z_2 R_i - z_1 R_i A}$$

(d) Si  $R_i$  tiende a infinito tenemos:

$$H = \frac{AR_i z_2}{z_1(z_2 + R_i) + z_2 R_i - z_1 R_i A} = \frac{Az_2}{(z_1 + z_2) - z_1 A}$$

Para el caso en que  $A$  es muy grande, nos queda:

$$H = \frac{-z_2}{z_1}$$

Que reconocemos como la configuración inversora del amplificador.

(f) La transferencia queda de la forma  $H(s) = \frac{R_2}{Ls + R_1}$ , por lo que los polos de la transferencia no pertenecen a  $C^+$ , y el circuito es BIBO estable.