

SISTEMAS LINEALES 2

Examen, julio de 2017

- Escriba **nombre y apellido** en todas las hojas.
- Utilice las hojas de un solo lado. Resuelva problemas diferentes en hojas diferentes.
- Sea prolijo. Exprese sus resultados exactamente en el formato pedido. Explique y detalle todos sus pasos. Si algo no es claro para el evaluador, Ud. podría perder los puntos de la pregunta.
- Al entregar cuente las hojas y firme la planilla.
- No escriba ni raye el sobre.

Problema 1

- a. En el circuito de la figura 1, el operacional es ideal. Determine la pendiente máxima y mínima que puede tener la entrada v_i para que el operacional trabaje en forma lineal. Determine la misma sólo en función de $\tau = \frac{L}{R}$ y V_{CC} .
- b. En el mismo circuito de la parte anterior con la bobina inicialmente en reposo y el operacional en zona lineal, se conecta una fuente $v_i(t) = EY(t)$, $E > 0$. Calcule y grafique la corriente por la bobina $i_L(t)$ y el voltaje de salida $v_o(t)$ para todo $t > 0$. Ambas expresiones deben estar únicamente en función de V_{CC} , τ , E y R . Calcule también el tiempo t_1 en el cual el operacional vuelve a la zona lineal. Exprese el resultado únicamente en función de τ , E y V_{CC} .

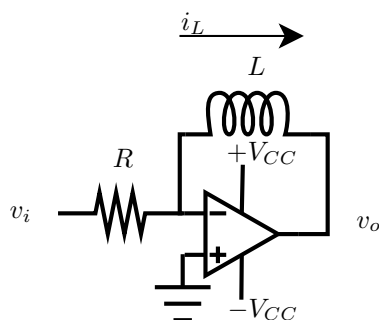


Figura 1:

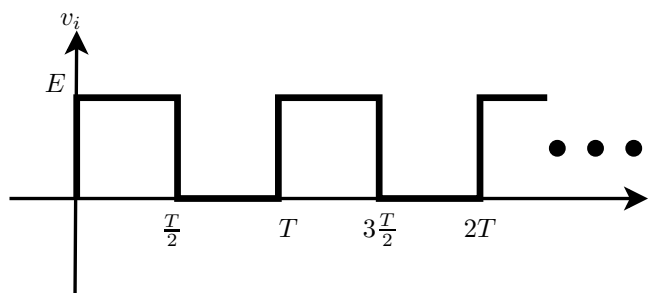


Figura 2:

- c. Considere ahora la onda cuadrada de la figura 2 como entrada v_i , donde $\frac{T}{2} > t_1$. En $t = 0^-$ el circuito se encuentra en las mismas condiciones que la parte anterior. Determine y grafique la corriente por la bobina $i_L(t)$ y el voltaje de salida $v_o(t)$ para todo $t > 0$. Indique cuándo el circuito llega al régimen.
- d. En el circuito de la figura 3:
 - El diodo y los operacionales son ideales.
 - La entrada v_i es la misma de la parte anterior, con $E = V_{CC}[e^{\frac{1}{3}} - 1]$.
 - $RC = \tau$
 - la bobina y el condensador comienzan descargados.

Halle y grafique el voltaje $v_o(t)$, $\forall t > 0$. Determine el instante en que el operacional A_2 satura.

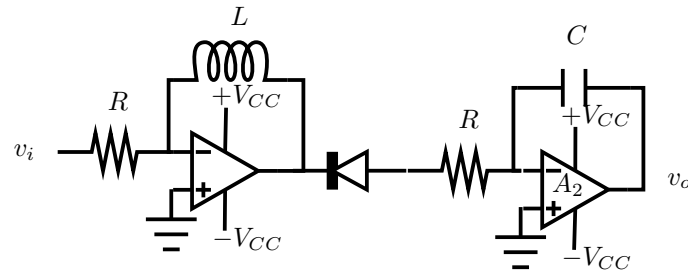


Figura 3:

Problema 2

La figura 4 representa un transformador simple, con autoinductancias L_1 y L_2 y mutua M .

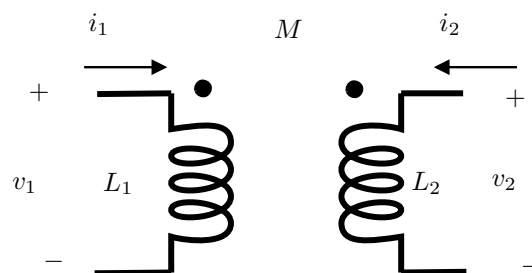


Figura 4:

- Hallar una descripción de la forma: $\frac{d}{dt}I = AV$ siendo $I = [i_1(t), i_2(t)]^T$ y $V = [v_1(t), v_2(t)]^T$.
- Asumiendo condiciones iniciales nulas:
 - Hallar la representación en matriz de admitancias de cortocircuito. Justificar.
 - Es el cuadripolo recíproco? Justificar.
 - Es simétrico? Justificar.

Al circuito se le conecta una resistencia R en el secundario, como en la figura 5.

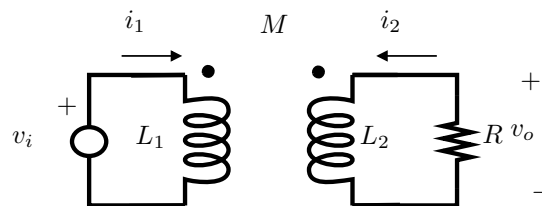


Figura 5:

- Tomando como entrada v_i y como salida v_o , hallar una representación en variables de estado. Justifique.
- Es el sistema BIBO estable? Justifique.
 - Es el sistema internamente estable? Justifique.
- Considerando condiciones iniciales $i_1(0)$ y $i_2(0)$ no nulas y que $v_i(t) = 0V$ para todo t :
 - Hallar $v_o(t), i_2(t)$ e $i_1(t)$ para todo tiempo positivo.
 - Hallar el trabajo W_R entregado a la resistencia en el intervalo $[0, +\infty)$.

Problema 3

Considere el sistema de la figura 6. A y β se modelan mediante funciones de transferencia real racionales y propias, sin cancelaciones ni polos en el semiplano derecho cerrado. Se releva experimentalmente

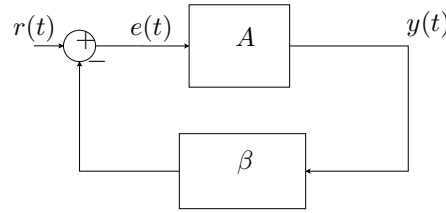


Figura 6: Sistema realimentado.

la respuesta en frecuencia de la ganancia en lazo abierto y se representa en el diagrama de Bode de la figura 7. La tabla 1 lista sus valores de módulo (dB) y fase (grados) para las frecuencias ($\frac{rad}{seg}$) que se indican. El conjunto de puntos relevados es necesariamente discreto pero es una buena aproximación.

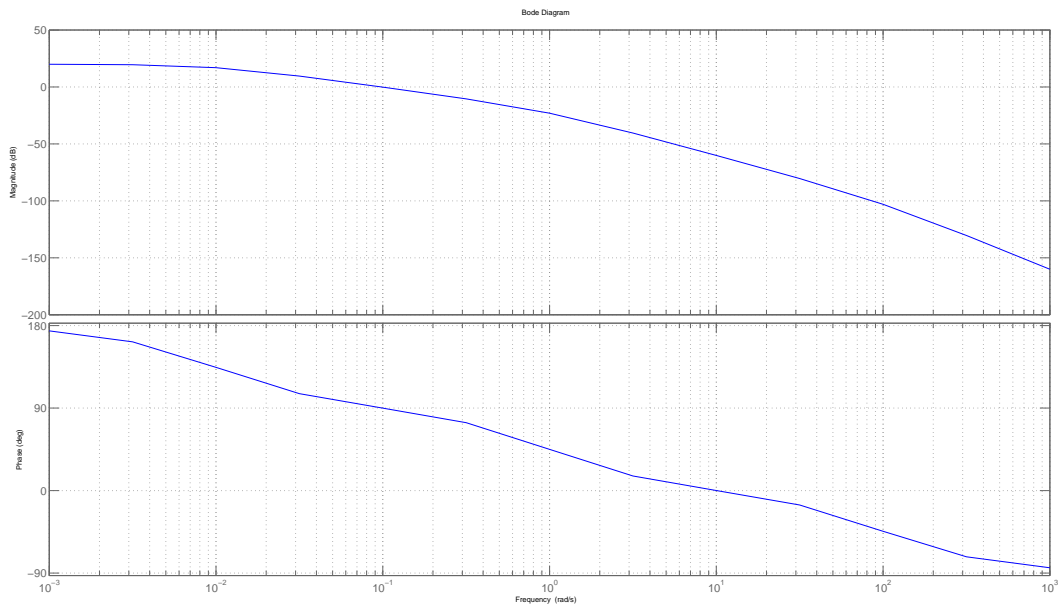


Figura 7: Respuesta en frecuencia de la ganancia de lazo abierto

Cuadro 1: Respuesta en frecuencia de la ganancia del lazo abierto

Módulo	19.96	19.6	17.0	9.6	-0.1	-10.4	-23.0	-40.4	-60.1	-80.4	-103.0	-130.4	-160.0
Fase	174.2	162.3	134.4	105.7	89.9	74.1	45	15.9	0.06	-15.7	-44.4	-72.3	-84.2
Frec.	0.001	0.003	0.01	0.032	0.1	0.32	1	3.2	10	31.6	100	316	1000

- Indique si el sistema está bien planteado. Justifique.
- Indique si el sistema realimentado es estable. Justifique.
- En caso de ser estable, indique el margen de fase y de frecuencia. Justifique.
- Calcule el error e de la respuesta en régimen a escalón ($r(t) = Y(t)$). Justifique.
- Calcule el error e en régimen frente a una entrada $r(t) = A \cos(\omega_0 t)$; $\omega_0 = 1 \frac{rad}{seg}$. Justifique.
- Se modifica la ganancia del lazo agregando en serie una ganancia $k > 0$ de tal forma que el sistema oscila de forma sostenida con respuesta sinusoidal. Indique cuál es esa frecuencia. Justifique.