

# SISTEMAS LINEALES 2

Examen, diciembre de 2018

- 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 Fig. 1 el amplificador operacional es ideal y el condensador se encuentra inicialmente descargado. Hallar y graficar los voltaje  $v_o(t)$ ,  $v_+(t)$ ,  $v_-(t)$  para todo instante  $t > 0$ . Asumir que el operacional funciona como comparador y arranca en  $+V_{cc}$ .

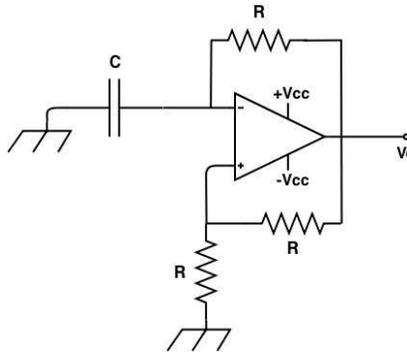


Figura 1:

- b. Determinar valores para  $R$  y  $C$  de forma de obtener a la salida *en régimen* una señal periódica con período de 1 segundo.
- c. Hallar la salida  $v_s(t)$  en régimen en el circuito de la Fig. 2, donde todos los amplificadores operacionales son ideales. Justificar todas las hipótesis para los elementos no lineales y verificar las condiciones que aseguran la validez de la zona de funcionamiento asumida.

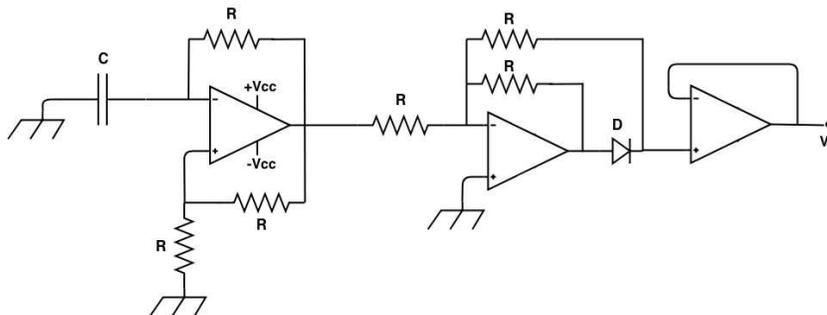


Figura 2: Circuito en régimen.

- d. Calcular la potencia media  $\bar{p}_A$  que entrega el operacional (su fuente dependiente) al circuito de la Fig. 1 en régimen. Expresar  $\bar{p}_A$  en función de  $R$ ,  $V_{cc}$  y  $C$ .

### Problema 2

- a. En el circuito de la figura 3 el amplificador operacional es ideal. Calcular la transferencia  $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$ . Suponga  $C = \frac{L}{100R^2}$  para todo el ejercicio.

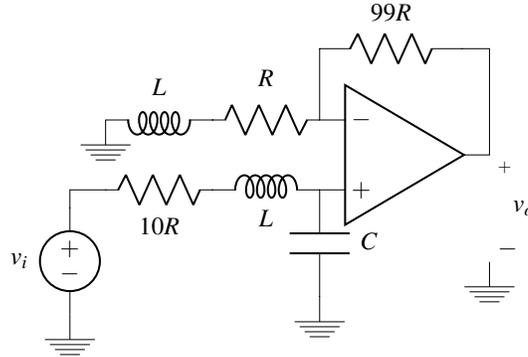


Figura 3: Circuito del ejercicio

- b. Verificar que la transferencia se puede escribir como:

$$H(s) = \frac{100\omega_0^2}{s + \omega_0} \frac{100\omega_0 + s}{s^2 + 10\omega_0 s + 100\omega_0^2}.$$

Hallar  $\omega_0$  únicamente en función de  $R$  y  $L$ .

- c. Considere el circuito de la figura 4.

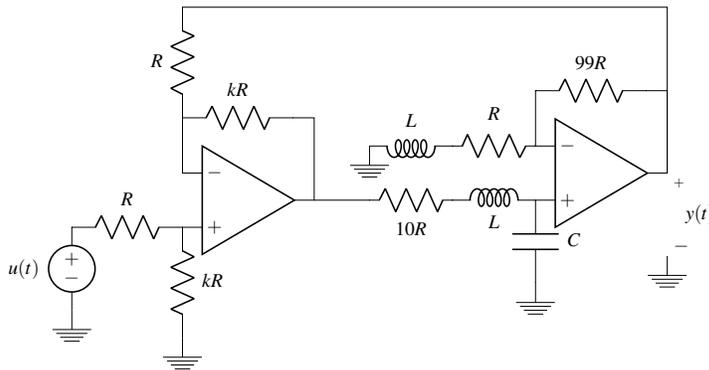


Figura 4: Circuito realimentado

- c.i Determine para qué valores de  $k > 0$  el sistema es BIBO estable. Si realiza alguna aproximación justifique.
- c.ii Se define la señal de error como  $e(t) = u(t) - y(t)$ . Halle la transferencia  $S(s) = \frac{E(s)}{U(s)}$ .
- c.iii Determine el valor de  $k$  para el cual el margen de ganancia es 2. Especificar dicho valor como un número que no dependa de ningún parámetro del circuito. Redondear al inverso de un número entero.
- c.iv Para una entrada escalón  $U(t) = AY(t)$  determinar el mínimo error alcanzable en régimen si se quiere un margen de ganancia mayor o igual a 2.
- c.v Para el valor de  $k$  de la parte c.iii y una entrada  $u(t) = A \cos(10\omega_0 t)$  determine el error  $e(t)$  en régimen.

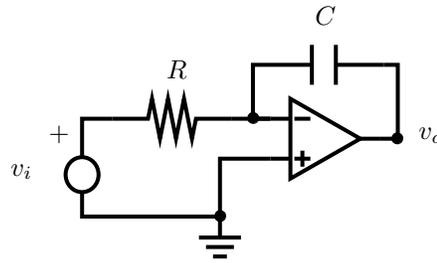


Figura 5:

### Problema 3

- a. En el circuito de la figura 5 el amplificador operacional, NO ideal, posee ganancia  $A$  finita, resistencia de salida  $R_o \neq 0$  y resistencia de entrada  $R_i$  infinita .

Con condiciones iniciales nulas, determinar el equivalente de Thevenin del circuito en el puerto de salida, entre  $v_o$  y tierra.

- b. En el circuito de la figura 6 el operacional es ideal, el circuito  $C$  tiene impedancia de entrada no nula y es modelado según el siguiente modelo en variables de estado:

$$\dot{x} = Ax + Bv_u; v_y = Cx + Dv_u,$$

$$A = \begin{bmatrix} -2 & 4 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}; B = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}; C = [1 \quad 0]; D = [0] .$$

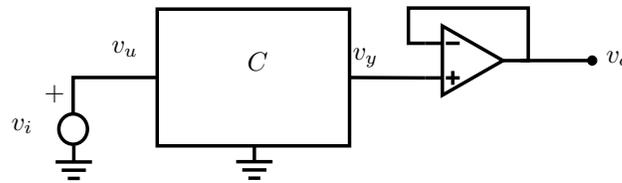


Figura 6:

Con condiciones iniciales nulas, determinar el equivalente de Thevenin del circuito en el puerto de salida, entre  $v_o$  y tierra.

- c. En el circuito de la figura 7 el transformador es simple con mutua  $M$  y el circuito parte del reposo.

- c.i Determinar la corriente  $I$  en Laplace.
- c.ii Determinar la transferencia  $H(s) = \frac{V_o(s)}{V_i(s)}$  del circuito.
- c.iii Es el sistema BIBO estable? Justifique.

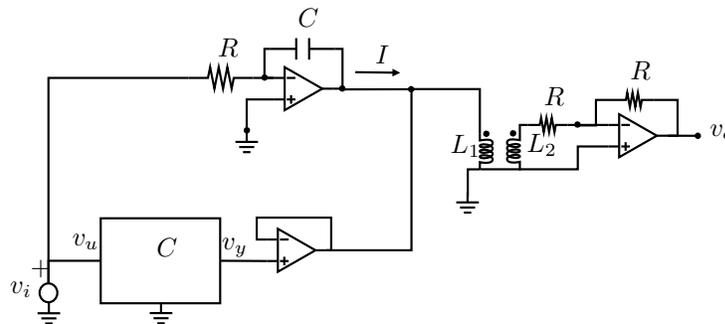


Figura 7: