Sistemas Lineales 2
Examen, 15 de febrero del 2008

Te solicitamos:

- **poner nombre y apellido** en todas las hojas.
- **recuadrar las respuestas** correspondientes a las distintas partes de los ejercicios.
- **resolver problemas diferentes en hojas separadas**.

Se recuerda que la prueba es individual y **dura 3 horas**. No olvides de administrar el tiempo de la mejor manera. Para pasar a la instancia de oral es necesario tener al menos un ejercicio completo. Se sugiere justificar o explicar cada uno de los pasos realizados. Sólo se responderán dudas sobre la letra.

Muchas gracias por tu colaboración y buena suerte!!!

Ejercicio 1

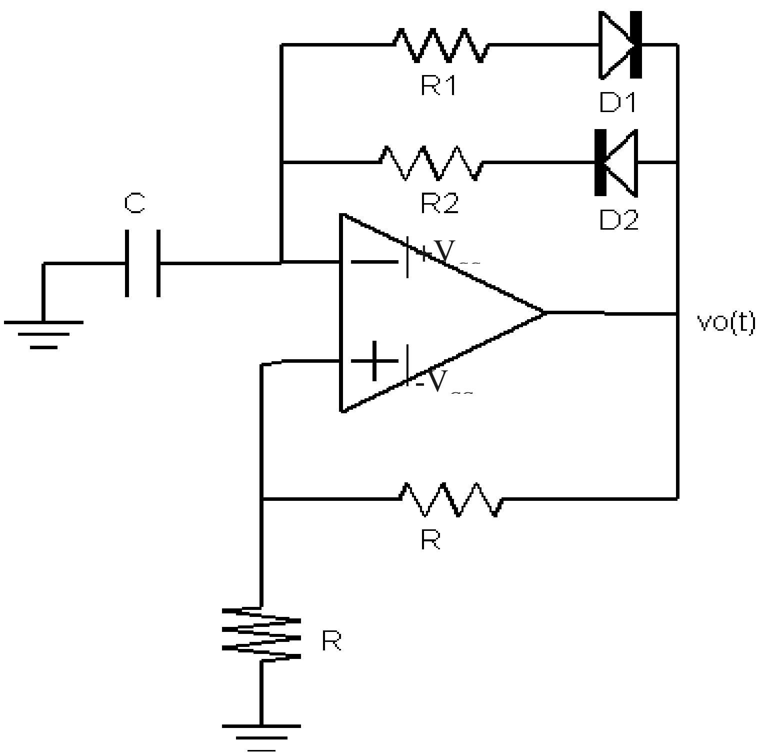
En el circuito de la figura, el operacional funciona como comparador y los diodos son ideales. El circuito arranca con el condensador descargado.

a) Analizar el circuito desde su arranque hasta el instante en el que llega a régimen. Observar que $v_O(t)$ en régimen es una onda cuadrada. Bosquejar los resultados.

b) Para dicha onda cuadrada, si llamamos T_1 el tiempo en que está en su valor mínimo y T_2 el tiempo en el que está en su valor máximo, hallar $\alpha = \frac{T_2}{T_1}$.

c) Hallar una relación entre R1 y R2 que asegure que $v_O(t)$ en régimen no tenga contenido de tercer armónico.

Explicar claramente el análisis del circuito; en particular, el manejo de los componentes no lineales.



Ejercicio 2

El esquema de la figura 1 muestra un sistema constituido por un tanque al que le entra un caudal Φ_i y del cual sale un caudal Φ_o. Una balanza pesa el tanque y genera una señal v_S que es proporcional a la altura h del líquido dentro del mismo. Esta señal se procesa y se utiliza para regular el caudal que ingresa. La *entrada del sistema* es la apertura a de la llave que regula la salida del tanque.

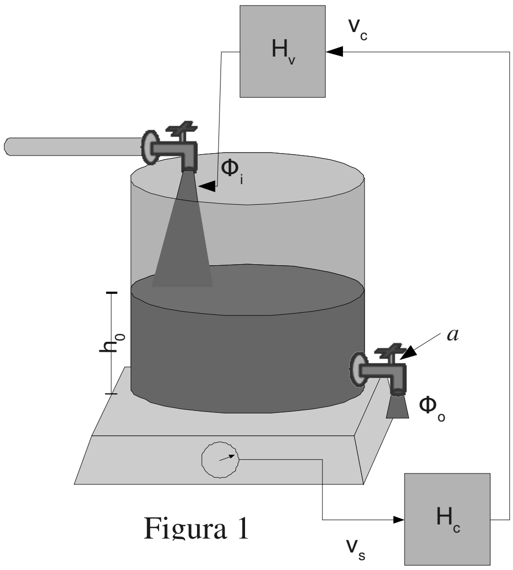


Figura 1

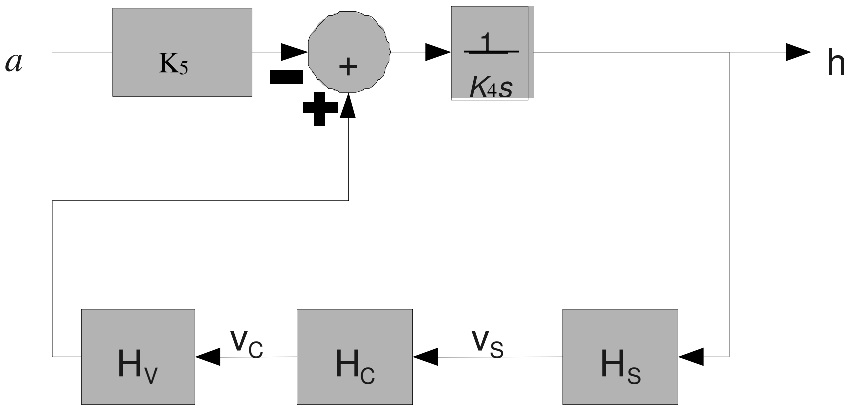


Figura 2

En la figura 2, se muestra un modelo lineal que aproxima el funcionamiento del sistema. H_S representa la transferencia desde la altura *h(t)* hasta la tensión $v_S(t)$, H_C es la transferencia del controlador y H_V es la transferencia del actuador que regula la apertura de la válvula de admisión.

a) Hallar la transferencia del sistema en lazo cerrado $G_{CL}(s) = \dfrac{H(s)}{A(s)}$, siendo $H(s)$ y $A(s)$ las transformadas de Laplace de *h(t)* y *a(t)* respectivamente.

b) Considerando un escalón en la entrada *a(t)*, demostrar que si el sistema en lazo cerrado es BIBO estable y que si H_C tiene un polo en el origen que no es cancelado ni por ceros de H_V ni de H_S, entonces *h(t)* tiende a cero cuando *t* tiende a infinito.

De aquí en más, se cumple que:

La transferencia desde la altura *h(t)* a la tensión $v_S(t)$ se modela como un sistema de segundo orden $H_S(s) = K_1 \cdot \dfrac{\omega_0^2}{s^2 + \sqrt{2}.\omega_0.s + \omega_0^2}$.

La transferencia desde la tensión $v_C(t)$ al caudal de entrada se modela como otro sistema de segundo orden

$$H_V(s) = K_2 \cdot \frac{100.\omega_0^2}{s^2 + 10.\omega_0.s + 100.\omega_0^2}.$$

$H_C(s)$ es la transferencia del sistema de control que se muestra en la figura 3.

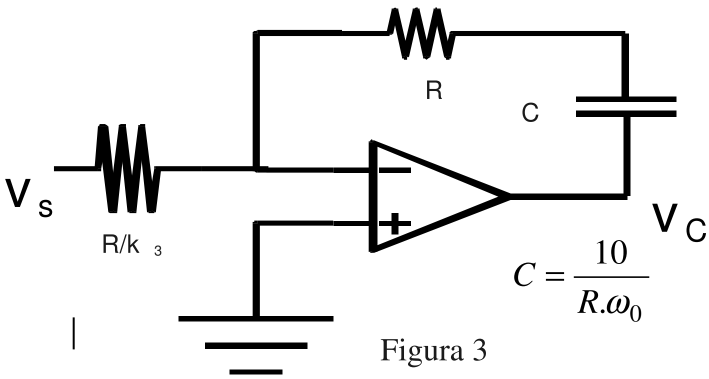


Figura 3

c) Hallar la transferencia de lazo abierto del sistema y estudiar la estabilidad en lazo cerrado a partir del criterio de Nyquist, discutiendo según $K = \frac{K_1.K_2.K_3}{K_4}$ y ω_0. Si realiza aproximaciones, justifíquelas.