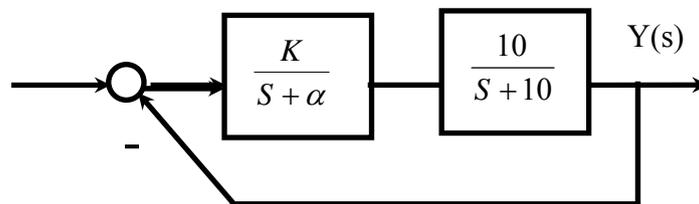


**I. Error y constantes de error.**

- a)** La función de transferencia de camino directo de un sistema de control con realimentación unitaria posee polos en -1, -2 y -3. ¿Qué tipo de sistema es?
- b)** Un sistema realimentado de control realiza tracking con un error de velocidad constante.
1. ¿Podría indicar cuánto es el error de posición en estado estacionario?
  2. El incremento de la ganancia (K) en el camino directo... ¿Qué efecto produce sobre el error de tracking; y en el de estado estacionario?

**c)** Para el sistema de la figura siguiente:



1. Especifique la ganancia (K) y el valor de  $\alpha$  para que la respuesta a una entrada escalón tenga un sobre-pico inferior al 25% y un tiempo de establecimiento al 2% inferior a 0,1 seg.
2. Determine el valor de régimen estacionario del error entrada-salida para una entrada rampa unitaria, y para una entrada parábola unitaria.

**d)** Un sistema con realimentación unitaria cuya planta se sabe de la forma

$$G(s) = \frac{K(S^2 + 3S + 30)}{S^n(S + 5)}$$

tiene un error entrada-salida de 1/6000 cuando la entrada es una rampa:  $x(t)=10.t.u(t)$ .

1. Encuentre K y n para cumplir con la especificación de error.
2. Calcule los valores de  $K_p$ ,  $K_v$  y  $K_a$ .

**e)** Se tiene la siguiente planta, incluida en un sistema de control con realimentación unitaria, desempeñándose de manera satisfactoria en cuanto a estabilidad:  $G(s) = \frac{2}{(S + 1)(S + 3)}$

Sin embargo, se desea mejorar el error de posición, colocando en el camino directo un amplificador de ganancia K. Ocurre que el amplificador del que se dispone presenta un polo en  $S = -6$ .

1. ¿Cuántas veces (aprox.) podrá mejorarse el error de posición manteniendo el  $S_p\% < 25\%$ ?
2. ¿Cuál es el error de posición mínimo absoluto que podría alcanzarse con este sistema?

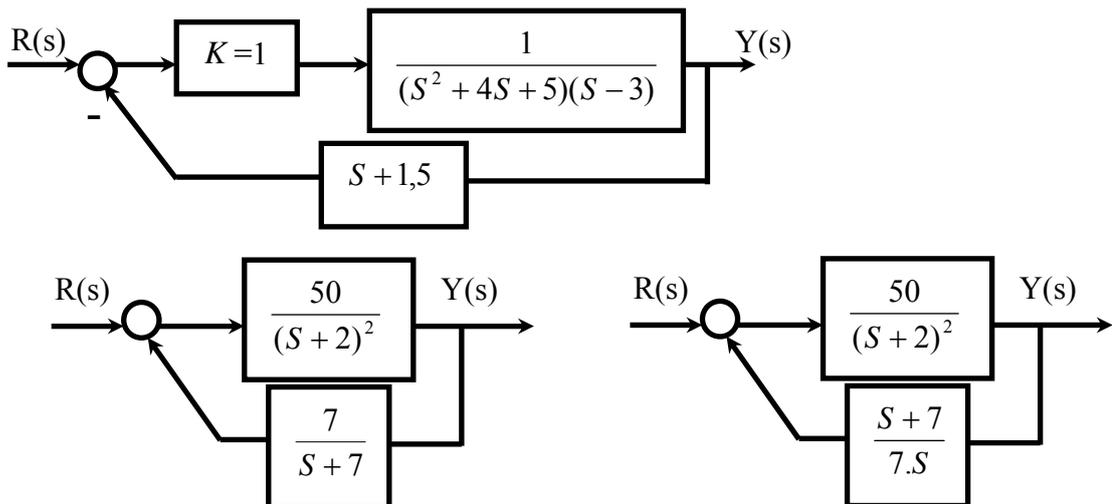
Sugerencias: emplee el lugar de las raíces. (Suponga que la respuesta en el tiempo corresponde al par de polos dominantes).

## II. Estabilidad y Métodos para su determinación

**a)** Las raíces de un polinomio pueden obtenerse fácilmente mediante el uso de procesadores digitales; por lo que de inmediato se sabe si las mismas están en el SPD o SPI del plano complejo.

El método de Routh-Hurwitz NO es capaz de hacer eso; entonces... ¿Cuál es la utilidad del mismo?

**b)** Estudiar la estabilidad del sistema por el método de Routh-Hurwitz.



Si tuviese la posibilidad de modificar la ganancia en el camino directo agregando un amplificador  $K_2$  ¿Dentro de qué rango de valores trabajaría?

**c)** Se tiene una ganancia de lazo con exceso polos-ceros igual a 2, con todos los polos de lazo abierto en el SPI. ¿Cuándo se tendrá un sistema estable a lazo cerrado y cuando no?

(Suponer una ganancia elevada. Explique en función de las asíntotas del LGR, y la posición de los ceros)

**d)** Considerando un sistema realimentado con la estructura K-G-H y suponiendo que el sistema de lazo cerrado es estable...

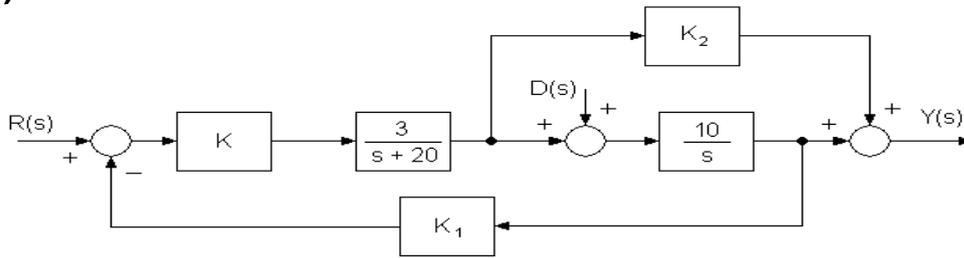
1. ¿Qué efectos indeseables tiene en la respuesta al escalón a lazo cerrado la colocación en el camino directo de un cero alejado del eje  $j\omega$ ?
2. ¿Qué efecto tiene ubicarlo (al cero) muy cerca del eje  $j\omega$ ?

**e)** Un colega quería armar un amplificador de ganancia cercana a 4, usando un amplificador operacional en la configuración "no inversora" y dos resistencias (de  $10\text{K}\Omega$  y  $33\text{K}\Omega$ ), y una fuente de alimentación de 6V. Al armar el circuito se equivocó, confundiendo el pin negativo con el positivo, y viceversa.

1. Dibuje ambos circuitos; el correcto y el fallado.
2. Realice los diagramas de bloque, con la configuración modelo K-G-H; para esto considere que el operacional tiene una ganancia de lazo abierto  $A_0=10^5$  y un polo simple en  $a=20\text{Hz}$ ; usted debe encontrar "H".
3. Indique si la realimentación es negativa o positiva en cada uno de los circuitos.
4. Cuántos polos en el SPD hay? Cuántos polos en el SPI hay?

5. Describa, bosqueje o calcule la tensión de salida como respuesta a una entrada escalón de 1V.

f)



Comente acerca de la estabilidad este sistema según se modifiquen (una por vez) las variables  $K$ ,  $K_1$  y  $K_2$ . (Puede justificar sus comentarios usando el lugar de las raíces, el criterio de Routh-Hurwitz, o cualquier otro argumento afín a la teoría de control que haya aprendido).

g) Considerando las plantas:

1.  $G(s) = \frac{3}{S(S+1)(S+3)}$

2.  $G(s) = 0,4 \frac{S-1}{(S+1)^2}$

Aplice el criterio de Nyquist para:

- i) Determinar el intervalo de valores de  $K$  para los cuales se tendrá un sistema de lazo cerrado estable.
- ii) Determinar el número de raíces en el semiplano derecho para aquellos valores de  $K$  para los que el sistema obtenido resulte inestable.

h) Los siguientes son diagramas polares de respuesta en frecuencia a lazo abierto de distintos sistemas que se desean controlar. Para cada caso:

- i) Dibuje la configuración de polos y ceros correspondiente en el plano  $S$ .
- ii) Aplique el criterio de Nyquist para determinar la estabilidad del sistema a lazo cerrado.
- iii) Verifique lo encontrado en el ítem ii, mediante la técnica del lugar de las raíces.
- iv) Indique para cada caso: cuáles errores (de posición, velocidad o aceleración) serán finitos o infinitos al cerrar el lazo.
- v) Para el diagrama D: indique cómo calcular el margen de ganancia según sea que el punto  $(-1,0)$  se encuentre en las posiciones a, c ó e.

