

# SISTEMAS DE CONTROL 1

## Ejercicios Propuestos n° 3

Noviembre de 2022

### 1. ERRORES

**OBJETIVOS:** practicar con el uso de las constantes de error, su obtención a partir de las funciones de transferencia a lazo abierto y su representación en la frecuencia.

1.a) Un sistema realimentado de control realiza tracking (con entrada rampa); con un error de velocidad constante.

- ¿Podría indicar cuánto es el error de posición en estado estacionario?
- El incremento de la ganancia (K) en el camino directo... ¿Qué efecto produce sobre el error de tracking; y en el de estado estacionario (con entrada escalón)?

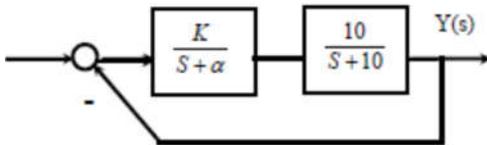
1.b) Un sistema con realimentación unitaria cuya planta se sabe de la forma

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

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

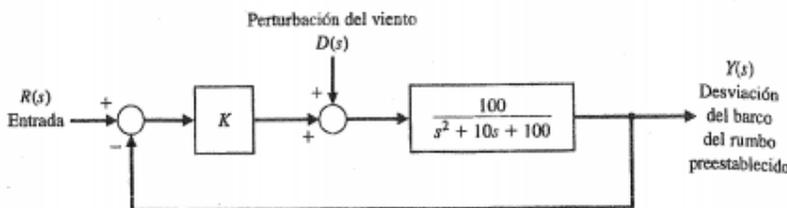
- Encuentre K y n para cumplir con la especificación de error.
- Calcule los valores de  $K_p$ ,  $K_v$  y  $K_a$ .

1.c) Para el sistema de la figura siguiente:



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

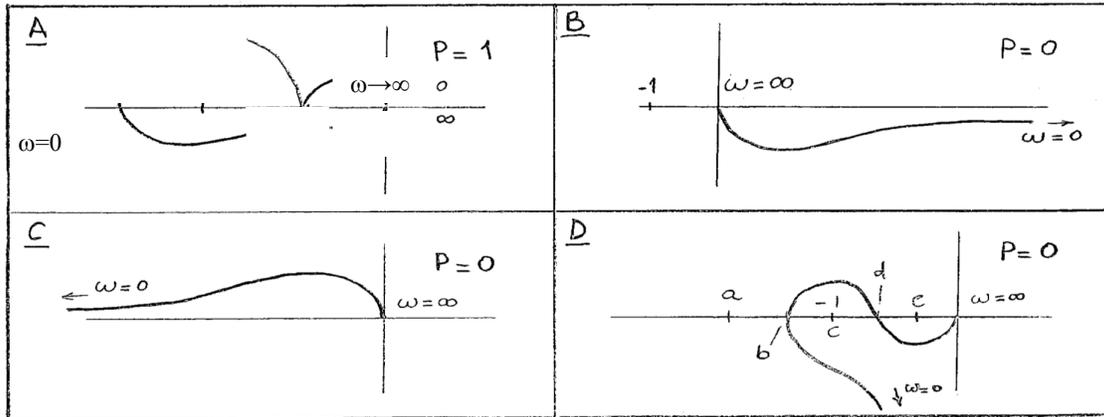
1.d) El sistema de dirección de un barco puede ser representado por la siguiente figura:



- Encuentre el efecto en estado estacionario de una fuerza de viento constante representada por  $D(s)=1/s$  para  $K=5$  y  $K=25$ . Asuma que la entrada de timón  $R(s)$  es cero, sin ninguna perturbación y no ha sido ajustada.
- Demuestre que el timón puede ser utilizado para hacer cero la desviación del barco nuevamente.

## 2. ESTABILIDAD

- 2.a) Los siguientes son diagramas polares de respuesta en frecuencia a lazo abierto de distintos sistemas que se desean controlar. Para cada caso:
- Dibuje la configuración de polos y ceros correspondiente en el plano S.
  - Controlar estabilidad absoluta mediante la técnica del lugar de las raíces.
  - Indique para cada caso: cuáles errores (de posición, velocidad o aceleración) serán finitos o infinitos al cerrar el lazo.



- 2.b) Suponiendo un sistema de control con la estructura K-G-1...

- Construya la respuesta en frecuencia logarítmica para:  $G(s) = \frac{32}{s(s+2)^2}$
- Sobre una gráfica del lugar de las raíces muestre la situación de los polos de lazo cerrado correspondientes.

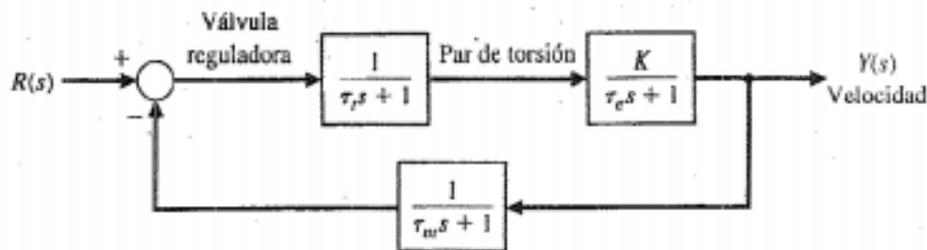
- 2.c) Se tiene la siguiente planta a lazo abierto:  $G(s) = \frac{160}{(s-2)[(s+18)^2+4]}$

Para lograr un sistema de comportamiento aceptable se usará realimentación unitaria y un amplificador rápido (A) en el camino directo. Se desea que a lazo cerrado la respuesta al escalón presente un sobre-pico de alrededor del 15%.

Usando el método del Lugar de las Raíces:

- Encuentre la posición aproximada de los polos a lazo cerrado que producirán la respuesta deseada.
- El amplificador "A"... ¿qué ganancia deberá tener para obtener ese resultado?
- Si emplea un amplificador de ganancia ajustable por si eventualmente se desea modificar la respuesta temporal... ¿Cuál sería el rango de ganancias con que construiría el amplificador?

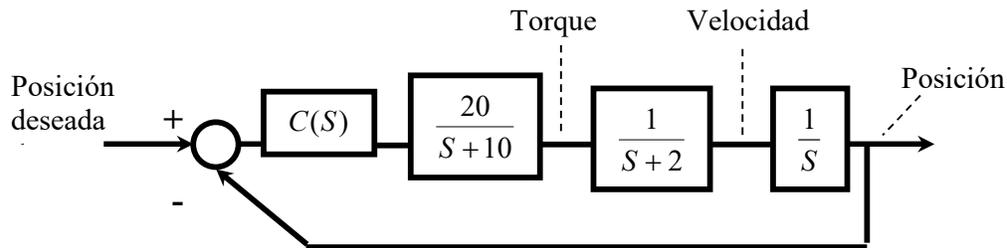
- 2.d) En la figura se muestra un control de velocidad para un motor naftero.



Debido a la restricción en la entrada del carburador y la capacidad del colector de escape, ocurre un retraso  $\tau$  que es igual a 1seg. La constante de tiempo del motor  $\tau_e$  es igual  $J/b=3$ seg. La constante de tiempo de la velocidad de medición es  $\tau_m=0.4$ seg.

- i. Determine la ganancia K necesaria si se desea un error de estado estacionario inferior al 10% del asentamiento de la velocidad de referencia.
- ii. Bosqueje el lugar de las raíces del sistema y concluya sobre la estabilidad absoluta del sistema.
- iii. Con el valor de K obtenido en el punto i, concluya sobre la estabilidad relativa del sistema.

**2.e)** Un sistema de control de posición emplea un motor eléctrico, que junto con la carga y la realimentación muestra una estructura como la siguiente.



Se quiere que la respuesta al escalón muestre un sobre-pico de entre 5 y 10%, con tiempo de establecimiento al 2% menor que 2 segundos y, error de posición menor al 1%.

i.. Se pretende decidir si usar como controlador un amplificador relativamente rápido,  $C(S)=K$ . Utilice el lugar de las raíces para indicar si es esto posible.

ii.. Volviendo a la estructura de control del problema anterior, un supuesto "Experto" propuso emplear como compensador,  $C(s)$ , alguna de las siguientes funciones de transferencia:

$$C1(s) = k \frac{S+3}{S-3} \qquad C2(s) = k \frac{S+0,2}{S-0,1} \text{ (con } k>0\text{)}$$

Usando el lugar de las raíces, indique si es posible o no el empleo de esta función  $C(s)$  para solucionar el problema. En caso negativo, indique qué especificaciones se podrían cumplir y cuáles no.