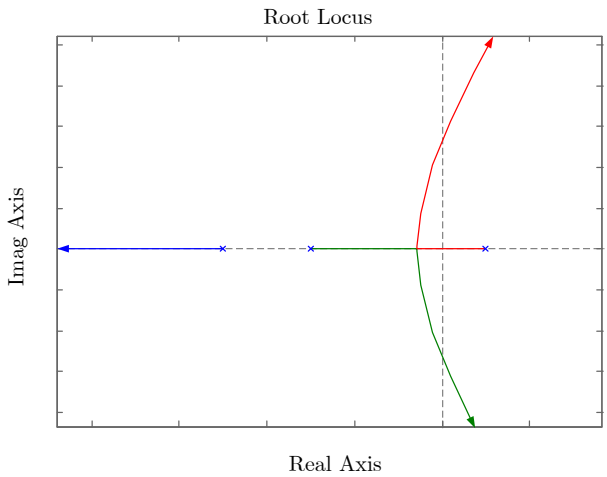
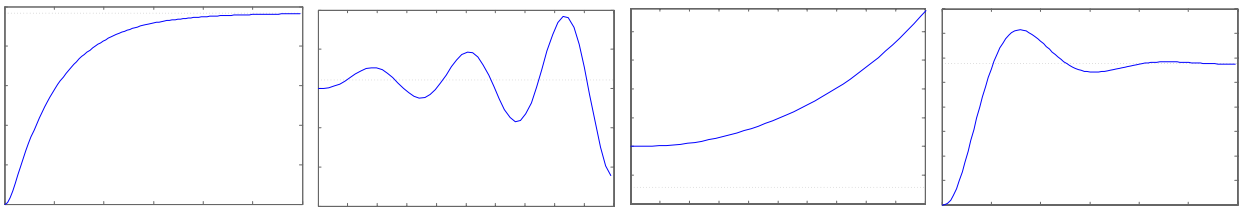
Cuestiones

El peso de estas cuestiones en la nota total del examen es de un 20 %. Es necesario superar esta parte para aprobar el examen. Razonar escuetamente las respuestas.

1. Un sistema determinado con un control por realimentación con un regulador proporcional de ganancia K, presenta el siguiente lugar de las raíces.

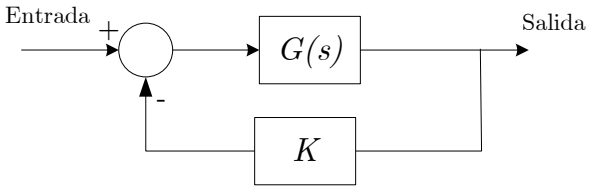


Identificar las posibles respuestas a escalón unitario para cuatro valores de K diferentes y que cumplen: $K_1 < K_2 < K_3 < K_4$ de entre la lista de figuras siguientes.



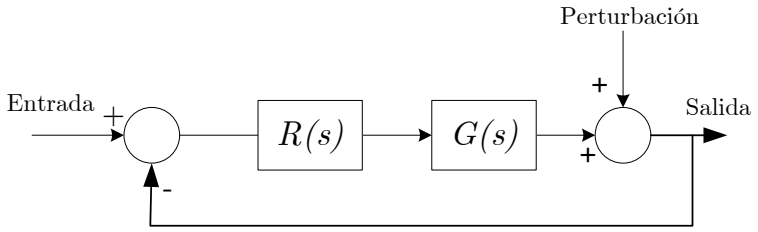
(a) (b) (c) (d)

2. Para el sistema de la figura, comentar los errores cuando:
   - $G(s) = \frac{1}{s+1}$ y $K = 1$
   - $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$ y $K = 1$
   - $G(s) = \frac{1}{s^2(s+1)}$ y $K = 1$
   - $G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$ y $K = 10$



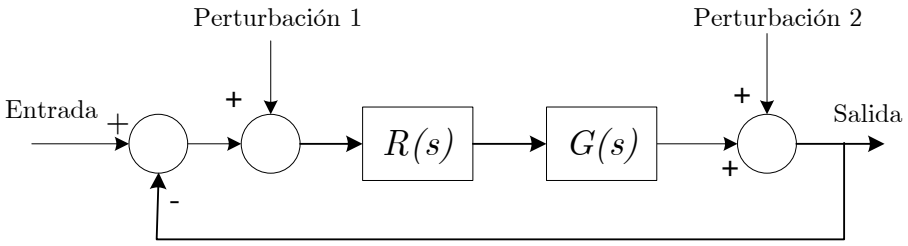
3. Dado el esquema de control de un sistema de Tipo 0 de la figura, elegir la acción de control clásica (proporcional, diferencial o integral) más apropiada para:

   - Sabiendo que el sistema realimentado es estable para cualquier ganancia del lazo, conseguir reducir el error de posición a un valor menor que un 30 %.
   - En el mismo caso anterior, conseguir anular la perturbación.
   - Sabiendo que el sistema realimentado es *inestable* para cualquier ganancia del lazo, conseguir estabilizarlo.



4. Sabiendo que el sistema $G(s)$ de la figura es un sistema de primer orden, que $R(s)$ es un regulador de tipo PI y que el conjunto tiene un tiempo de establecimiento t_1, dibujar la evolución aproximada de la salida desde en instante $t = 0$ segundos en el siguiente supuesto:

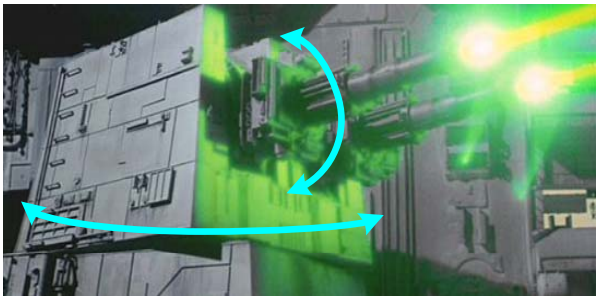
   - En el instante $t = 1$ segundo se produce un escalón de amplitud 2 en la entrada.
   - En el instante $t = 1 + 10\,t_1$ se produce un escalón unitario en la perturbación 2.
   - En el instante $t = 1 + 20\,t_1$ se produce un escalón unitario en la perturbación 1.



1. **Problema:**

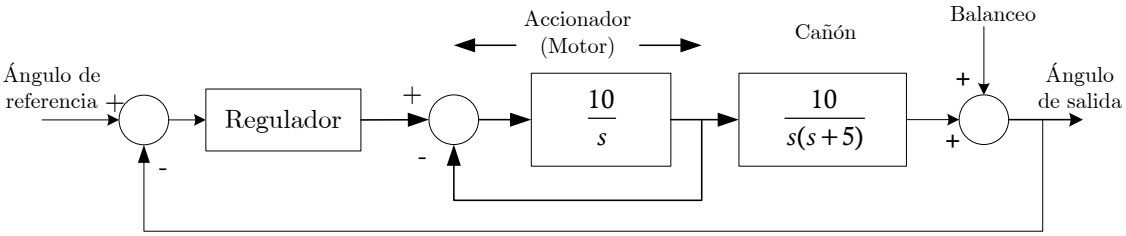
El Imperio Galáctico, con el objetivo de mejorar su flota estelar de combate ante la insurgencia rebelde, desea instalar sistemas automáticos de seguimiento de objetivos en las baterías turbo-láser de sus nuevos destructores Clase I.

El sistema toma datos de una señal de radar, que realiza el seguimiento de la posición del objetivo y modifica los ángulos vertical y horizontal de la torre para centrarlo en su línea de fuego. El análisis es idéntico para ambos ángulos, con lo que se reduce a uno de ellos para este problema.



Batería Turbo-Láser

El esquema propuesto es el de la figura, donde se obtiene un ángulo de referencia a partir de la señal de radar y se compara con el ángulo actual del cañón, medidos ambos sobre la horizontal de la nave, para realizar el oportuno ajuste.



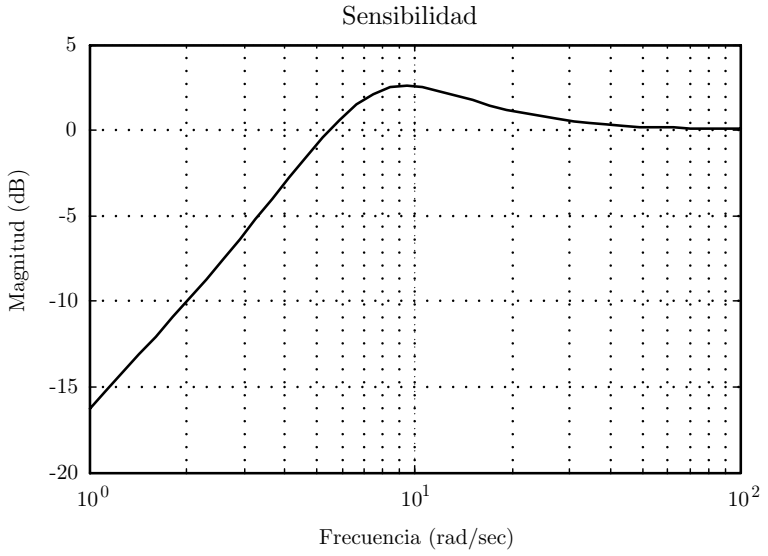
Para poder abrir fuego con una buena probabilidad de éxito sobre los nuevos cruceros ligeros que usa la Alianza, el sistema debe de conseguir apuntar correctamente en menos de 0,7 segundos, con una sobreoscilación menor de un 10 %. El propio sistema de seguimiento, además, es capaz de compensar el movimiento del objetivo si el error de velocidad es menor de 0,3.

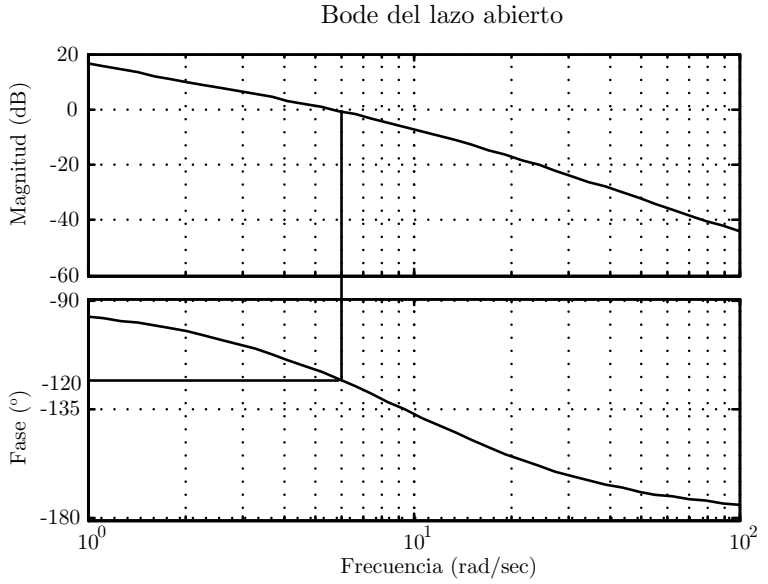
Se pide:

(a) Diseñar el regulador más sencillo que cumpla con dichos requisitos. Nota: si se emplea acción diferencial, esta puede diseñarse ideal.

(b) El destructor Imperial tiene un balanceo aparente natural que se transmite como una perturbación periódica de amplitud máxima 0,03 radianes y de frecuencias siempre inferiores a 2 radianes por segundo. Conociendo el bode de magnitud de la función de Sensibilidad nominal (al dorso), ¿cuál sería el error máximo cometido por el sistema de seguimiento del objetivo?

(c) El Alto Mando Imperial está preocupado por el retraso con que se obtiene en la señal de posición desde el sistema de radar, temiendo que pueda inestabilizar el sistema. Sabiendo que el alcance máximo de los cañones turbo-láser es de unos 5 Km y que el bode del lazo abierto (incluyendo el regulador antes diseñado) es el de la figura del dorso, razonar si esta preocupación está motivada o no.


Sensibilidad
5
0
-5
-10
-15
-20
Magnitud (dB)
10^0
10^1
10^2
Frecuencia (rad/sec)


Bode del lazo abierto
20
0
-20
-40
-60
Magnitud (dB)
-90
-120
-135
-180
Fase (°)
10^0
10^1
10^2
Frecuencia (rad/sec)