

En la figura adjunta se muestra el diagrama de bloques de un sistema de control de velocidad de un vehículo todoterreno destinado a la exploración de Marte. La variable $R(s)$ representa la velocidad deseada, mientras que la variable $Y(s)$ representa la velocidad real del vehículo y la perturbación $D(s)$ describe el efecto del par de carga debido a pendientes, montículos, baches, etc.

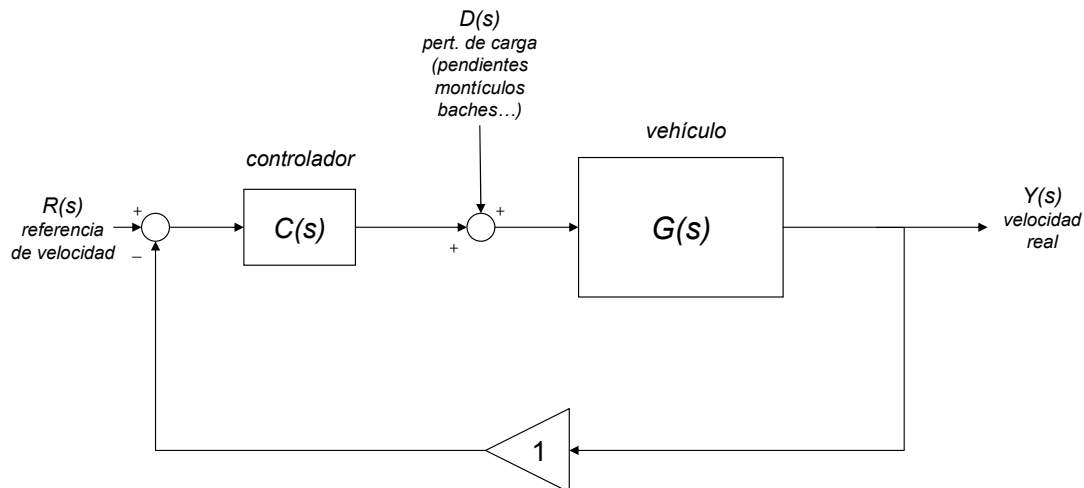


Figura 1: Diagrama de bloques.

En la figuras de la página adjunta se muestran las funciones de sensibilidad $S(s)$, $T(s)$, $S_u(s)$, $S_i(s)$ de tres controladores distintos. Se pide:

- ¿Cuál de los tres controladores ajusta mejor la velocidad del vehículo a la referencia en llano (ausencia de perturbaciones) y en régimen permanente? Determinar cuantitativamente a partir de las figuras el error de posición en régimen permanente, e_{rpp} , cometido en el seguimiento de referencias de velocidad, expresado en %, para cada uno de los tres controladores.
- ¿Cuál presenta mejor comportamiento ante pendientes prolongadas? Determinar cuantitativamente para los tres controladores, a partir de las figuras, la variación en la velocidad del vehículo que produce una perturbación de carga constante (pendiente prolongada) de magnitud unidad $D(s) = 1/s$.
- ¿Cuál presenta mejor comportamiento ante baches o montículos con una periodicidad en torno a 1 rad/s?. Obtener para los tres diseños el % de atenuación ante perturbaciones de carga senoidales de frecuencia 1 rad/s.
- ¿Cuál de los tres diseños presenta mejor estabilidad relativa?. Ordenar los tres diseños en función de su estabilidad relativa explicando claramente el criterio elegido para la ordenación.
- ¿Cuál de los tres controladores proporciona mayor ancho de banda en el seguimiento de referencias?. Indicar qué contrapartida supone esta ventaja frente a los otros dos.

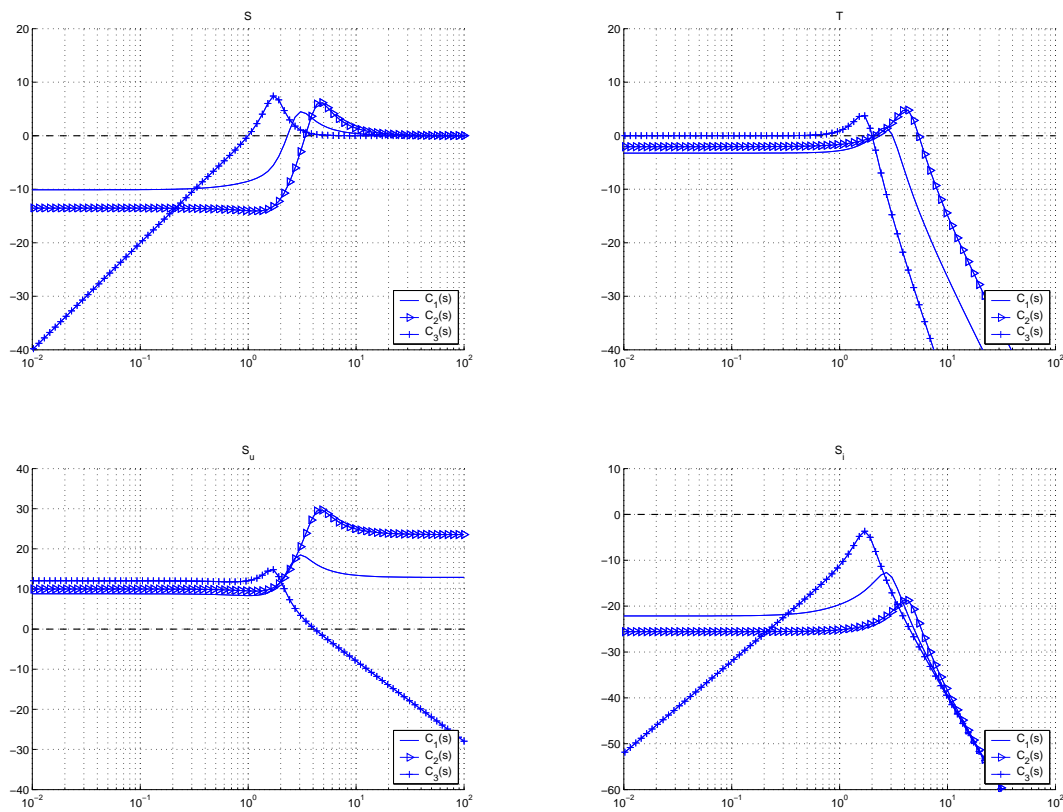


Figura 2: Funciones de sensibilidad para los controladores $C_1(s)$, $C_2(s)$, $C_3(s)$

Funciones de sensibilidad.

Función de sensibilidad:

$$S = \frac{1}{1 + CG}$$

Función de sensibilidad complementaria:

$$T = \frac{CG}{1 + CG}$$

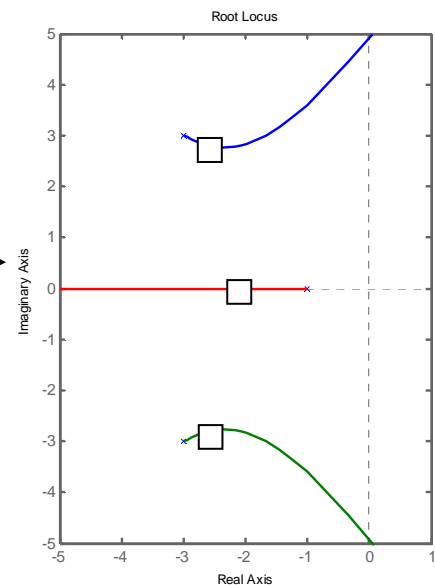
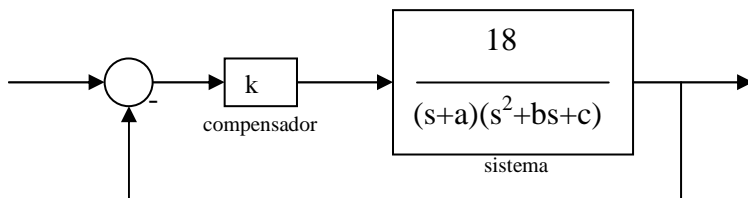
Función de sensibilidad de control:

$$S_u = \frac{C}{1 + CG}$$

Función de sensibilidad a la entrada:

$$S_i = \frac{G}{1 + CG}$$

3. En las figuras que siguen se presenta el sistema de control con el que se va a trabajar y el trazado de su lugar de las raíces.



- Obtenga los valores de a , b y c .
 - Para $k = 9$ ¿es estable en cadena abierta? ¿y en cadena cerrada?
 - Realice los siguientes análisis ante entrada escalón unitario en la referencia, comentando la respuesta dinámica de forma cualitativa y con alguna gráfica a mano alzada:
 - En cadena abierta (suponiendo cortada la realimentación) y en cadena cerrada (para el punto de funcionamiento indicado mediante cuadrados), comparando ambas. Ojo, sólo se emplean los cuadrados en este apartado.
 - ¿Cómo evolucionará la dinámica del sistema realimentado al aumentar o disminuir k ? ¿y la del sistema en cadena abierta?
 - ¿Cómo variarían los análisis anteriores si el polo simple estuviese en la cadena de realimentación en lugar de en la directa?
- Análisis y diseño en frecuencia. Cada subapartado continua a partir del anterior.
 - Dibuje el diagrama de Bode del sistema en cadena abierta.
 - Elija el compensador proporcional necesario para que el error de posición del sistema en cadena cerrada sea del 10% y dibuje el diagrama de Bode del sistema más el compensador.
 - Para el punto anterior, obtenga margen de ganancia, margen de fase y estime un ancho de banda aproximado para el sistema realimentado.
 - Diseñe el compensador más sencillo que consiga un MF de 30° sin reducir el ancho de banda y cumpliendo la especificación de permanente dada.
- El diseño anterior se ha hecho suponiendo captador de ganancia unitaria y respuesta instantánea. Al llevarlo a la práctica es necesario seleccionar uno comercial. Una de sus características es la constante de tiempo (se asimila un comportamiento de primer orden). Indique qué rango de constantes de tiempo:
 - serían admisibles para admitir la hipótesis de instantaneidad.
 - proporcionarían un comportamiento **inestable**.