

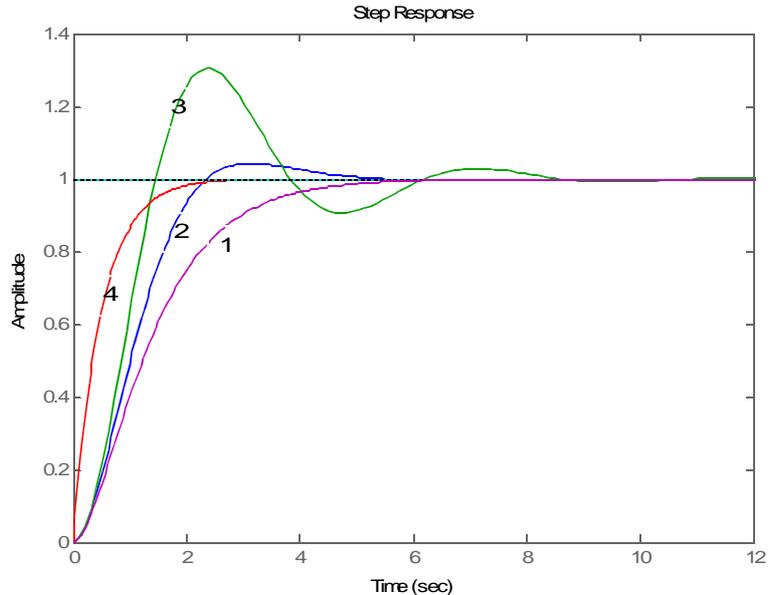
Puntaje total: 65 puntos

Tiempo disponible: 4:00 horas

Ejercicio 1 (Total 6 puntos: hasta -1 punto por respuesta incorrecta)

Indique a cuál curva de la figura de la derecha corresponde la respuesta a escalón de los siguientes sistemas representados por sus funciones de transferencia:

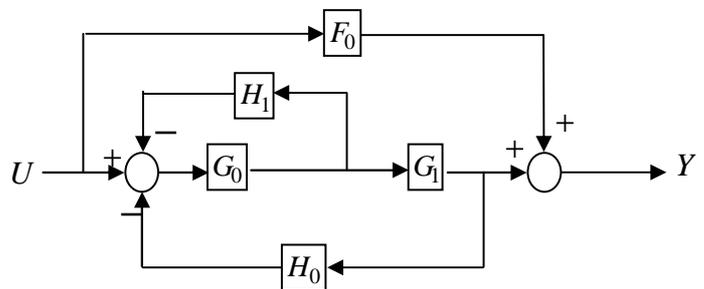
Transferencia H(s)	Curva N°
$\frac{2}{s^2 + 2s + 2}$	
$\frac{2}{s^2 + s + 2}$	
$\frac{2}{s + 2}$	
$\frac{2}{(s + 1)(s + 2)}$	



Ejercicio 2 (4 puntos si correcta; hasta -1 punto por incorrecta)

La función de transferencia correspondiente al diagrama de bloques de la figura es:

- a) $\frac{Y}{U} = \frac{G_0 G_1 H_1 - F_0 G_1 H_1 - F_0}{1 + G_1 H_1 + G_0 G_1 H_0 H_1}$
- b) $\frac{Y}{U} = \frac{F_0 + F_0 H_1 G_0 + F_0 G_0 G_1 H_0 + G_0 G_1}{1 + H_1 G_0 + G_0 G_1 H_0}$
- c) $\frac{Y}{U} = \frac{G_0 G_1 - F_0 (1 + G_1 H_1)}{1 + G_1 H_1 + G_0 G_1 H_0}$
- d) $\frac{Y}{U} = \frac{F_0 + F_0 H_0 G_0 + G_0 G_1 H_1 + G_0 H_1}{1 + H_1 G_0 + G_0 G_1 H_0}$

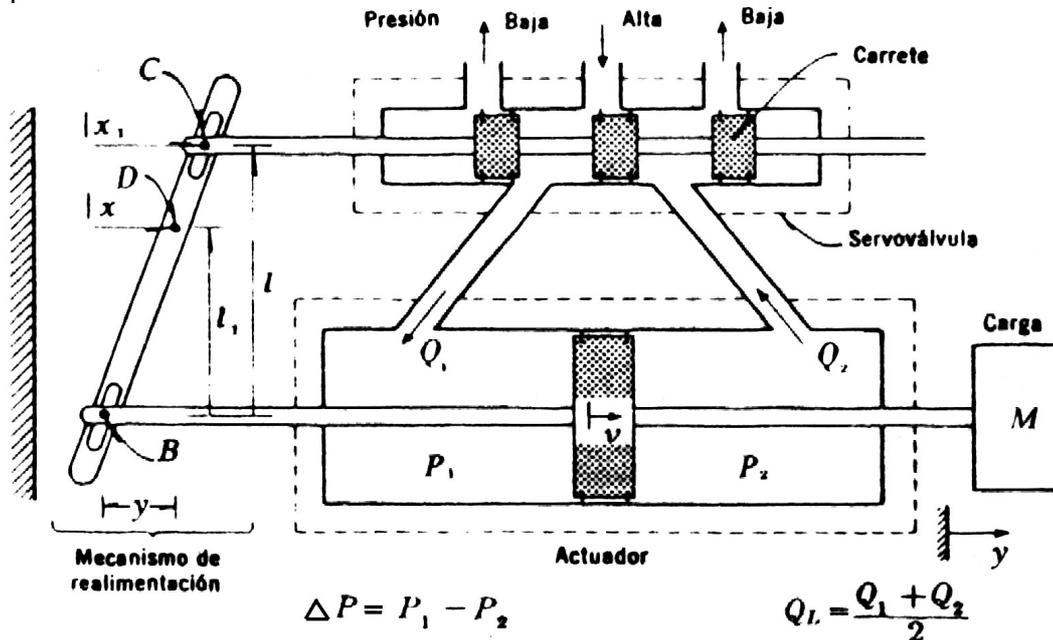


e) Ninguna de las anteriores

Ejercicio 3

(12 puntos)

La figura presenta un bosquejo de un servomecanismo hidráulico de posición. Se pretende que una masa M siga fielmente los desplazamientos horizontales que se apliquen a un punto de una palanca.



El sistema consta de 4 partes: una servoválvula, un actuador, una carga y un sistema mecánico de realimentación. Su funcionamiento consiste en lo siguiente:

Cuando el punto D cambia su posición (se desplaza horizontalmente un distancia x), la palanca gira instantáneamente con respecto a B y el punto C se desplaza haciendo que los carretes de la servoválvula se desplacen a la derecha. Esto permite que el aceite fluya hacia la cámara izquierda del actuador. Al producirse una diferencia de presión entre las cámaras, el émbolo del actuador se mueve, resultando en un desplazamiento de la masa. (Nótese que también se permite la salida del aceite de la cámara de la derecha.) Simultáneamente a este movimiento, el punto B se desplaza y la palanca gira con respecto a D . De esta forma C se desplaza hacia la izquierda, volviendo los carretes de la servoválvula a la posición original.

Se desea analizar la estabilidad del sistema para diferentes localizaciones verticales del punto D , medido por l_1 .

Si llamamos Q_L al gasto medio que fluye por la servoválvula, x_1 al desplazamiento de los carretes con respecto a su posición central, y ΔP a la diferencia de presión entre las cámaras del actuador, la relación linealizada entre estas variables es $Q_L = k_1 \cdot x_1 - k_2 \cdot \Delta P$

Si v es la velocidad con que se mueve el émbolo del actuador, se tiene que

$$\frac{d\Delta P}{dt} = k_3 \cdot Q_L - k_4 \cdot v$$

La sección del émbolo es A , y se desprecia la fricción entre éste y la carcasa del actuador.

- 1) Encuentre la función de transferencia entre el desplazamiento x y el desplazamiento y .
- 2) Considere los siguientes valores numéricos:
 $M = 500$; $A = 0,02$; $k_4 = 125.000$; $k_3 = 1000$; $k_2 = 0,001$; $k_1 = 250$; $l = 1$
Discuta la estabilidad según los valores de l_1 .
- 3) ¿Es posible tener una respuesta escalón oscilatoria de amplitud constante cuando el tiempo tiende a infinito?
Si su respuesta es negativa, justifique detalladamente;
si su respuesta es positiva, encuentre el período de oscilación.

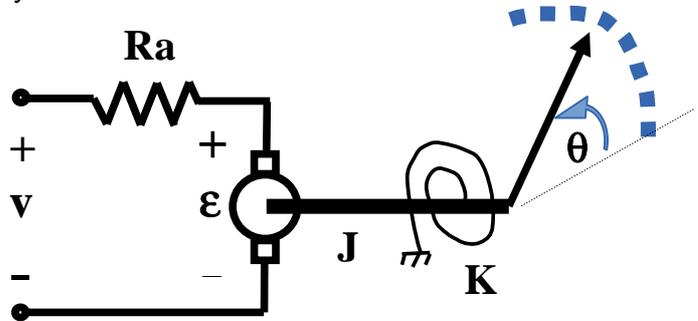
Ejercicio 4

(20 puntos)

La figura representa un instrumento (voltímetro) de aguja. El voltaje se mide por el ángulo de giro de una aguja sobre una escala circular graduada.

Consta de un bobinado inmerso en un campo magnético que gira alrededor de un eje y su movimiento se debe a la corriente que circula por él. Se modela como un motor de corriente continua con resistencia de armadura R_a , y constante de motor A . El momento de inercia J agrupa la inercia del bobinado, el eje y la aguja, referidos al eje de giro.

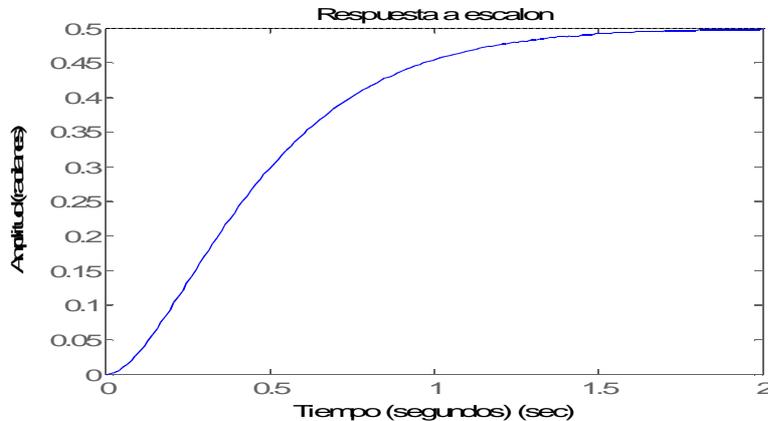
Para llevarlo a una posición de equilibrio el eje está acoplado a un resorte de torsión, con constante K . El ángulo se mide a partir de la posición de equilibrio cuando $v = 0$.



Considere el sistema con entrada v y salida θ .

- Halle las ecuaciones de movimiento del instrumento y realice un diagrama de bloques del sistema donde aparezcan en forma explícita las variables v , i , θ , $\dot{\theta}$.
- Halle la función de transferencia del sistema.
- Halle una representación lineal en variables de estado para este sistema.

Como no se conocen los valores de A , K , J , R_a , se realiza un experimento de respuesta a escalón de altura 1 voltio, que se muestra en la figura. A partir del experimento se sabe que es un sistema críticamente amortiguado.

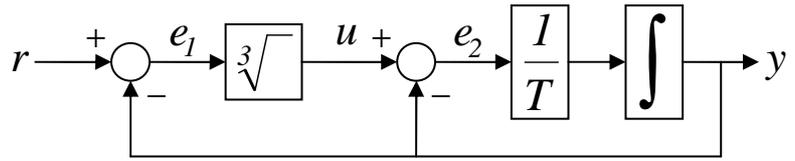


Se agrega una resistencia R en serie con el instrumento para que el sistema tenga una relación de amortiguamiento más baja y menor tiempo de levantamiento.

- ¿Qué resistencia R debe agregarse en serie con el instrumento para que el sistema tenga una relación de amortiguamiento de 0,5? (puede estar en función de las otras constantes del sistema)
- Luego de agregar R , ¿cuál es el valor asintótico de la respuesta a escalón de 1 volt?

Ejercicio 5 (12 puntos)

Un sistema realimentado es modelado por el diagrama de bloques de la figura. Todas las señales que figuran en el diagrama toman valores reales.



- 1) Escriba la ecuación diferencial descrita en el diagrama de bloques.
- 2) Halle el punto de operación del sistema correspondiente a una señal de referencia constante $r = 2$. Halle los valores de todas las señales que figuran en el diagrama de bloques.
- 3) Encuentre la función de transferencia del sistema linealizado en torno al punto de operación hallado en la parte anterior.
- 4) Suponga que se aplica una señal de entrada de la forma:

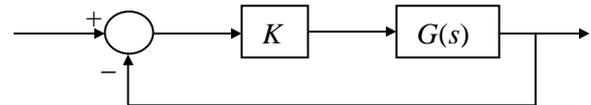
$$r(t) = \begin{cases} 1,6 & \text{si } -\infty < t < 0 \\ 2,8 & \text{si } t \geq 0 \end{cases}$$

Encuentre el valor de régimen de la salida $y(t)$ usando el modelo de la parte 1) y compárelo con el valor obtenido usando la aproximación lineal anterior.

Ejercicio 6 (11 puntos)

Se considera el sistema de la figura, donde

$$G(s) = \frac{1}{(s^2 + 5s + 7)s} \text{ y } K > 0$$



- 1) Realizar el croquis del lugar de las raíces del sistema con la mayor información posible.
- 2) ¿Puede tener el sistema una respuesta escalón no oscilatoria? Justificar.
- 3) ¿Es posible encontrar un valor de K para el cual el error en régimen frente a una entrada rampa unitaria valga 0,001? Justificar.