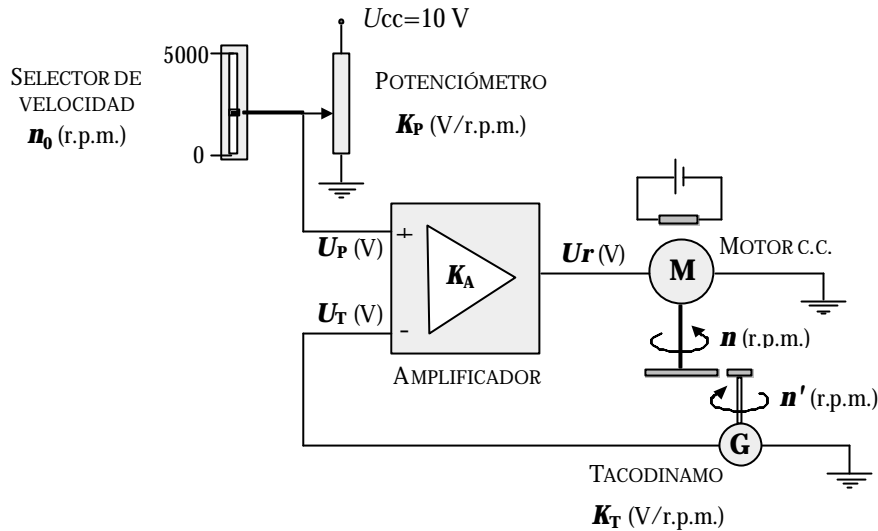


2ª Evaluación (2) – SISTEMAS AUTOMÁTICOS Y DE CONTROL

Problema

- El esquema de la figura representa un sistema regulador de velocidad de un motor de c.c.



Está compuesto por:

- Un potenciómetro de desplazamiento lineal alimentado por una fuente de $U_{cc}=10\text{ V}$, de modo que la posición del cursor proporciona la señal de referencia: 10 V equivale a fijar 5000 r.p.m. y 0 V equivale a fijar 0 r.p.m.
- Una tacodinamo que entrega una tensión proporcional a la velocidad de giro del motor.: $U_T=K_T \cdot n'$ (K_T en V/r.p.m), siendo K_T un parámetro regulable. La tacodinamo se halla acoplada al motor mediante un tren de engranajes simple: la rueda del motor tiene 48 dientes y la de la tacodinamo 12 dientes.
- Un amplificador operacional que recibe la tensión proporcionada por el potenciómetro en la entrada +, y la tensión de la tacodinamo en la entrada -, con idéntica ganancia para ambas entradas e igual a $K_A = 100$.
- Un motor de c.c. cuyo rotor está alimentado por el amplificador, con las siguientes características:
 - Resistencia del inducido: $R_r = 10\ \Omega$
 - Inductancia del inducido: $L_r = 1\text{ mH}$
 - Constante de par: $K_m = 26.2\text{ mN}\cdot\text{m}/\text{A}$
 - Constante de f.c.e.m.: $K_a = 1.6\text{ mV}/\text{r.p.m.} = 15.3\text{ mV}\cdot\text{s}/\text{rad}$
 - Inercia en el eje: $J = 10^{-4}\text{ kg}\cdot\text{m}^2$
 - Fricción en el eje: $B = 1.05 \cdot 10^{-6}\text{ N}\cdot\text{m}/\text{r.p.m.} = 10^{-5}\text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s}/\text{rad}$

y cuya función de transferencia es :

$$M_M(s) = \frac{n}{U_r} = \frac{60}{2p} \frac{K_m}{(L_r \cdot s + R_r)(J \cdot s + B) + K_m \cdot K_a} \left(\frac{\text{r.p.m.}}{\text{V}} \right)$$

donde n es la velocidad de giro (en r.p.m.) y U_r es la tensión del rotor (en V).

- Escribe la función de transferencia del potenciómetro: $K_P=U_P/n_0$ (V/r.p.m.), y la del tren de engranajes: $K_e=n'/n$.
- Representa el diagrama de bloques del sistema.
- Reduce el anterior diagrama de bloques a la forma canónica.
- Determina la función de transferencia del sistema, $M(s) = n/n_0$, e indica de qué orden es.

Solución: $M(s) = \frac{5 \cdot 10^{-2}}{10^{-7} s^2 + 10^{-3} s + (5 \cdot 10^{-4} + 100 \cdot K_T)}$, (K_T en V/r.p.m.)

- Comparando el denominador de $M(s)$ con: $s^2 + 2 \cdot \xi \cdot \omega_n \cdot s + \omega_n^2$, determina la frecuencia natural del sistema, ω_n , y el coeficiente de amortiguamiento, ξ .
- ¿Qué valores debe tomar K_T para que el sistema sea sobreamortiguado?; ¿Y para que sea subamortiguado?.
- Aplicalo a los casos $K_T = 0.5\text{ mV}/\text{r.p.m.}$ y $K_T = 50\text{ mV}/\text{r.p.m.}$ Calcula en este último caso el sobreimpulso y el tiempo de pico según las expresiones siguientes, y explica qué significan los valores obtenidos:

$$M_p = e^{-\frac{px}{\sqrt{1-x^2}}} \quad t_p = \frac{p}{\omega_n \sqrt{1-x^2}}$$

h) Realiza en ambos casos una representación gráfica aproximada de la forma de la respuesta del sistema cuando en el potenciómetro de entrada, inicialmente a 0, se seleccionan instantáneamente 5000 r.p.m. (un escalón de amplitud 5000 r.p.m.).

i) Determina el margen de variación de la constante de la tacodinamo, K_T , para que el sistema sea estable.

j) Obtén el diagrama de bloques con realimentación unitaria equivalente a la forma canónica determinada anteriormente en el apartado c). ¿De qué tipo es el sistema?. ¿Sería capaz de seguir una entrada en rampa?.

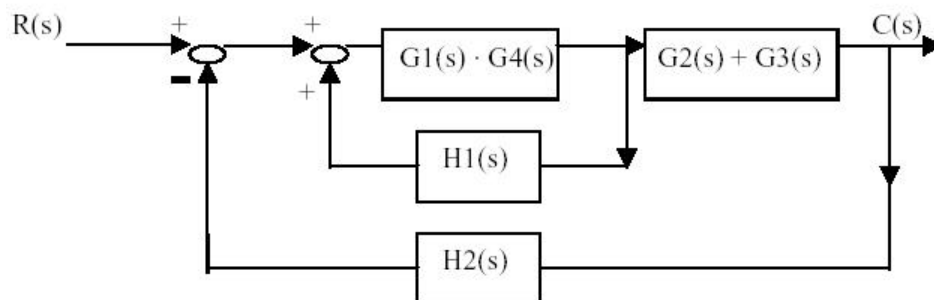
k) Determina el error en estado estacionario cuando la entrada es un escalón de amplitud 5000 rpm, a partir de la función de transferencia en lazo abierto del diagrama anterior, $G_u(s)$, según:

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{1}{1 + G_u(s)} R(s)$$

Calcula el valor numérico de este error cuando $K_T = 0.5 \text{ mV/r.p.m.}$

Cuestiones

- Señala las diferencias existentes entre transductores y actuadores. Pon tres ejemplos de transductores e indica someramente cómo son y para qué sirven.
- Reduce el diagrama de bloques que aparece en la figura, y obtén la función de transferencia $C(s)/R(s)$.



Puntuación: Problema: 7 puntos: a)-d): 2,5 puntos
e)-h): 2 puntos
i)-k): 2,5 puntos
Cuestiones: 1,5 puntos cada una