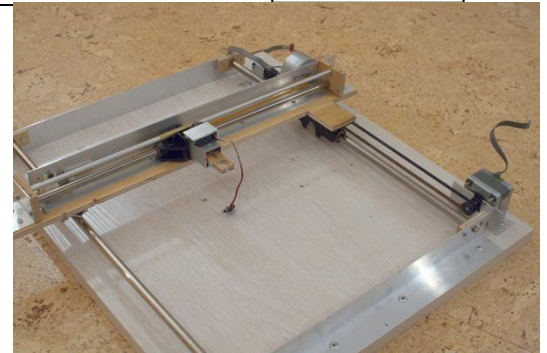
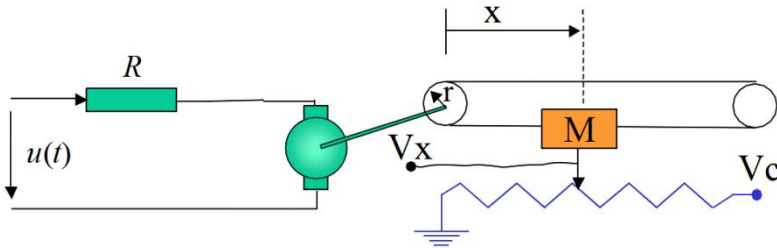


1. Problema (5 puntos -60 minutos)



La figura muestra el control del eje X de un plotter. Consta de un motor eléctrico de corriente continua controlado por inducido que arrastra una polea de radio r y masa despreciable por medio de la cual, mediante una correa inextensible, se arrastra el soporte de la cabeza de impresión cuya masa es M.

El soporte lleva unido el cursor de un potenciómetro lineal, uno de cuyos extremos está conectado a una tensión constante Vc y el otro a 0V. La tensión en el cursor es por tanto proporcional, con constante α a la posición x del cabezal.

Los parámetros del sistema y del sensor son los siguientes:

- $V_c=10V$ $M=0.3 \text{ Kg.}$ $r=0.01 \text{ m.}$ $\alpha=50 \text{ V/m.}$
 $K_e= 0.09 \text{ V}\cdot\text{s/rad.}$ $K_i= 0.1 \text{ N}\cdot\text{m/A.}$ $R= 5 \Omega.$ $f=0.0002 \text{ N}\cdot\text{m}\cdot\text{s/rad.}$
 $J_m=10^{-5} \text{ Kg}\cdot\text{m}^2.$

En donde f es el coeficiente de rozamiento viscoso del eje del motor. J_m es la inercia del eje del motor sin tener en cuenta la carga. K_e es la constante eléctrica del motor y K_i la de par del motor.

Se pide:

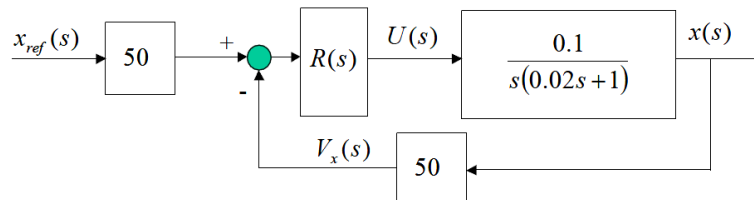
1.- Obtener el diagrama de bloques del sistema en el que aparezcan de forma explícita las siguientes señales:

- $U(s)$: tensión de entrada del motor $I(s)$: intensidad del inducido
 $M_m(s)$: par eléctrico del motor $\theta(s)$: posición del eje del motor
 $X(s)$: posición del cabezal $M_x(s)$: par debido a la carga externa (el cabezal) que debe vencer el motor

2.- Demostrar que la función de transferencia que relaciona la tensión de entrada con la posición del cabezal es:

$$\frac{x(s)}{U(s)} = \frac{0.1}{s(0.02s + 1)}$$

3.- El sistema de control utilizado para controlar la posición del cabezal viene dado por el siguiente diagrama de bloques, siendo R(s) la función de transferencia de un regulador:



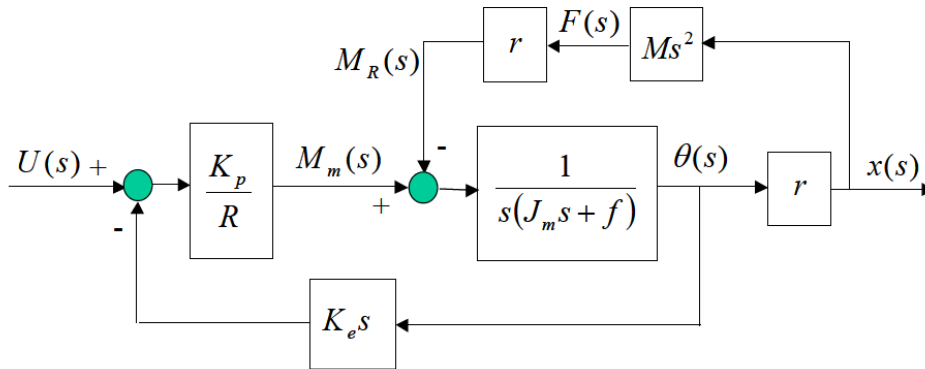
**CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70**

**ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70**



Apartados 1 y 2

$$\begin{aligned}
 U(t) &= Ri(t) + K_e\dot{\theta}(t) \\
 M_m(t) &= K_i i(t) \\
 M_m(t) &= M_r(t) + J_m\ddot{\theta}(t) + f\dot{\theta}(t) \\
 M_r(t) &= rM\ddot{x}(t)
 \end{aligned}$$



La simplificación de bloques es inmediata si la rama de realimentación de la parte superior la anteponeamos al bloque r llegándose a la función de transferencia dada por el enunciado:

$$\frac{x(s)}{U(s)} = \frac{0.1}{s(0.02s + 1)}$$

3. Se nos pide analizar el comportamiento en régimen permanente del sistema realimentado, y por tanto de los errores. Atendiendo a la definición de error (deseado-obtenido) es fácil ver que el diagrama de bloques se simplifica si el comparador lo situamos en la entrada. En ese caso pasa a ser una realimentación unitaria de un sistema de TIPO I. Por tanto:

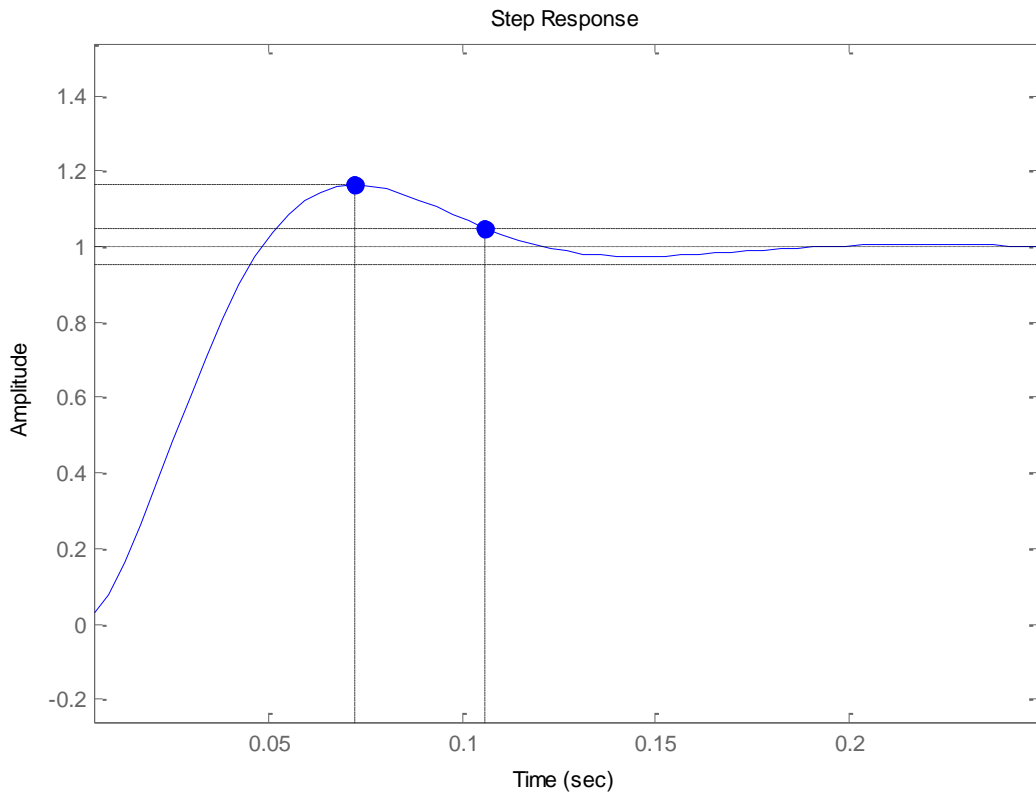
$$\begin{aligned}
 e_p &= 0; e_a = \infty \\
 K_v &= \lim_{s \rightarrow 0} sG(s) = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{50 \cdot 2 \cdot 0,1}{s(0,02s + 1)} = 10 \\
 e_v &= \frac{1}{K_v} = 0.1
 \end{aligned}$$

4. El lugar de las raíces es igual que el de la Peltier del laboratorio. Es un sistema de segundo orden con un polo en cero y otro en -50. Al carecer de ceros, el sistema es simétrico, situándose el punto de dispersión y el centroide en el medio de ambos polos : -25. Se observa que este punto se da cuando la ganancia del regulador es de 2.5



CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
 LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
 CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70



Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

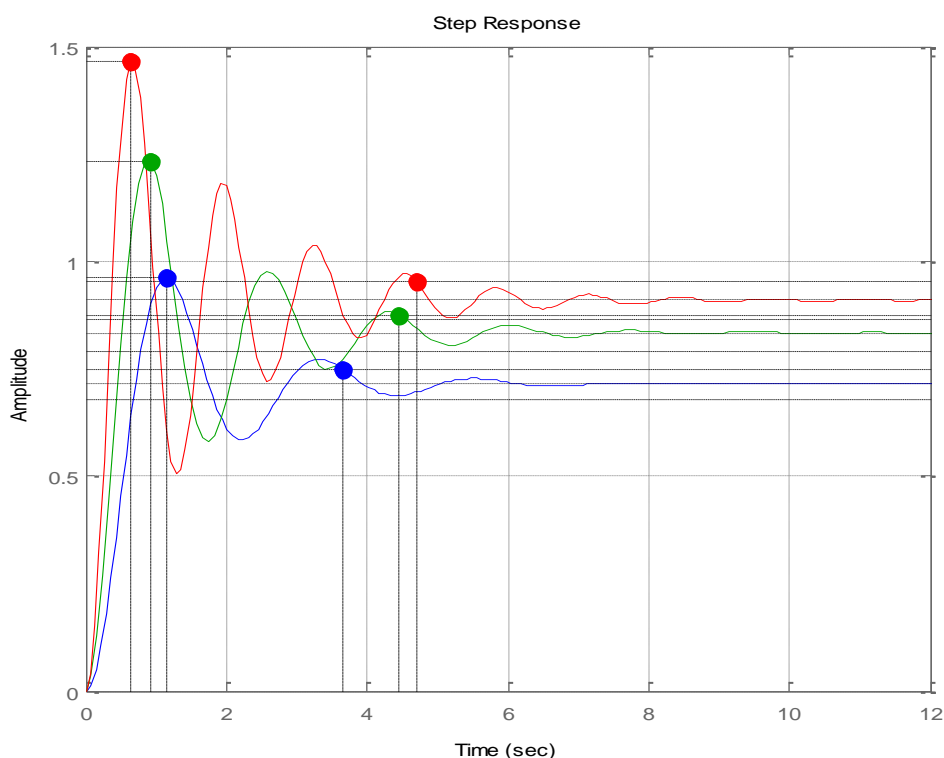
ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70

aproximadamente la señal de salida ante la entrada en escalón con los tres valores de K (2.5 puntos).

Si $K=5$, entonces $\omega_{n,cc} \approx 2.6 \frac{rad}{s}$, $\xi_{cc} \approx 0.45$, luego $\sigma_{cc} = 1.18$, $\theta_{cc} = 62.92^\circ$. Con las siguientes estimaciones de la respuesta al escalón unitario: $t_s = 2.66 s$, $t_p = 1.52s$, $t_r = 0.99s$, $M_p = 20.08\%$, $e_p = 0.2857$.

Si $K=10$, entonces $\omega_{n,cc} \approx 3.5 \frac{rad}{s}$, $\xi_{cc} \approx 0.265$, luego $\sigma_{cc} = 0.913$, $\theta_{cc} = 74.62^\circ$. Con las siguientes estimaciones de la respuesta al escalón unitario: $t_s = 3.43 s$, $t_p = 0.96s$, $t_r = 0.57s$, $M_p = 42.16\%$, $e_p = 0.1667$.

Si $K=5$, entonces $\omega_{n,cc} \approx 4.8 \frac{rad}{s}$, $\xi_{cc} \approx 0.159$, luego $\sigma_{cc} = 0.76$, $\theta_{cc} = 80.85^\circ$. Con las siguientes estimaciones de la respuesta al escalón unitario: $t_s = 4.11 s$, $t_p = 0.67s$, $t_r = 0.37s$, $M_p = 60.29\%$, $e_p = 0.0909$.



4. Razonar cuál sería el valor de K más adecuado de los tres propuestos (0.5 puntos).

La mejor solución es $K=10$ como compromiso entre estabilidad, error en el régimen permanente y respuesta del régimen transitorio.

Cartagena99

CLASES PARTICULARES, TUTORÍAS TÉCNICAS ONLINE
LLAMA O ENVÍA WHATSAPP: 689 45 44 70

ONLINE PRIVATE LESSONS FOR SCIENCE STUDENTS
CALL OR WHATSAPP:689 45 44 70