Problema 1 (5 puntos - 60 minutos)

Se ha diseñado un sensor que permite mediar una magnitud física r(t), obteniéndose una señal eléctrica u(t). Las ecuaciones correspondientes son:

$$\ddot{u}(t) + 2\dot{u}(t) = k \cdot e(t)$$

$$u^2(t) = r(t) - e(t)$$

Se pide:

1. Linealización de la dinámica del sensor.
2. Obtener el diagrama en bloques del sistema para el punto de equilibrio definido por $r_0=1/2$.
3. Cuando la magnitud física pasa de r(t)=1/2 a r(t)=3/2 determinar el valor máxima de salida y el tiempo que se tardaría para obtener una medida fiable. Considérese que k=5.
4. Estudiar el error de la respuesta del régimen permanente del sensor en el punto de reposo fijado para las tres señales de test.
5. Si la magnitud física sigue un movimiento uniformemente acelerado en el tiempo ¿se obtendría buenos resultados?.

Problema 2 (5 puntos - 60 minutos)

Uno de los campos del control automático que más atención científica ha logrado en los últimos años, es el que se plantea el control de sistemas robóticos flexibles. La figura muestra uno de los desarrollos experimentales, en los que se busca conseguir un posicionamiento preciso y rápido del extremo del robot, pero sin que este sufra las oscilaciones propias de las articulaciones flexibles.

Para realizar un simple estudio, se dispone de un robot de un grado de libertad, con un eslabón flexible de gran longitud y con una sección muy pequeña. La siguiente función de transferencia representa la coordenada X del extremo del eslabón frente al movimiento realizado en esa misma coordenada por la base del mismo:

$$G(s) = \frac{X_R(s)}{X_B(s)} = \frac{3.01}{s^2 + 0.0875s + 3.01}$$

Se desea estudiar el efecto oscilatorio debido a la flexibilidad del eslabón, con la idea de cancelarlo. Para ello:

1.- Dibujar el diagrama de bode del sistema obteniendo numéricamente los valores más característicos.
2.- ¿Con que periodo oscilará el extremo del robot si se incrementa bruscamente en una unidad la posición de la base?

Se ha diseñado un filtro que modifica la acción de control sobre la posición de la base, con la idea de que el extremo no oscile. Dicho filtro tiene la siguiente FDT:

$$G_c(s) = \frac{X_B(s)}{X_{deseada}(s)} = \frac{s^2 + 0.0875s + 3.01}{s^2 + 3.46s + 3.01}$$

3.- Dibújese aproximadamente el diagrama de bode del filtro. Justifique desde el punto de vista frecuencial el efecto que sobre el sistema tiene este filtrado,
4.- caracterice la respuesta que ante un escalón tiene el conjunto filtro-robot.

Publicación de las notas: 24-6-08 **Revisión: 1-7-08**

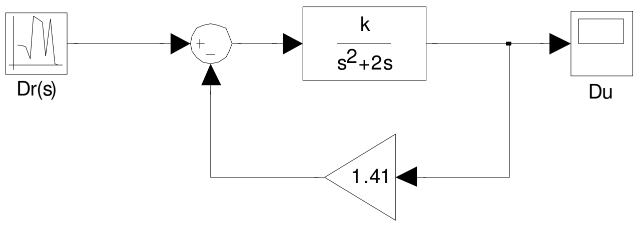
Resolución

Problema 1

1.

$$\Delta\ddot{u}(t) + 2\Delta\dot{u}(t) = k\Delta e(t)$$
$$[2u]_0 \Delta u(t) = \Delta r(t) - \Delta e(t)$$

2.



3. La magnitud física varía incrementalmente con un modelo de escalón unitario, la salida será:

$$\Delta u(s) = \frac{1}{s} \cdot \frac{5}{s^2 + 2s + 5\sqrt{2}}$$

Corresponde a la respuesta de un sistema subamortiguado, por tanto, el tiempo que tardará en dar una medida estable es: $t_s \simeq \pi/\sigma = 3.14s$. La sobreoscilación es del 28% y el incremento de salida en el régimen permanente es de 0.707, luego la variación máxima será 0.9. Según el modelo lineal, la salida máxima será de 1.6.

4. Respecto al error, al no ser realimentación unitaría quedará definida como:

$$e_{rp} = \lim_{s\to 0} \frac{1}{k_H}\left[1 - k_H \Delta M(s)\right] s\Delta r(s) \Rightarrow \begin{cases} e_p = 0.0 \\ e_v = 0.2 \\ e_a = \infty \end{cases}$$

5. Si la magnitud física sigue un movimiento uniformemente acelerado en el tiempo, su modelo es de tipo parabólico y cómo se acaba de obtener no es capaz de seguir tal referencia. Por tanto, no se obtendrían buenos resultados