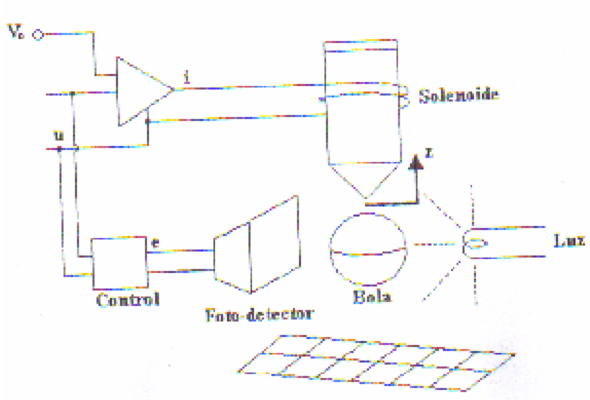
EJERCICIO Nº1
EL42D CONTROL DE SISTEMAS

Prof. Doris Sáez
Ayudante: Rodrigo Flores
e-mail: roflores@terra.cl

Fecha de entrega: Lunes 12 de Abril, 12:00.

1.- Para el siguiente esquema de suspensión magnética elemental se desea desarrollar e implementar una estrategia de control.



Las características del dispositivo anterior son las siguientes:

- Para cambios pequeños de la bola cerca de la posición de referencia, la tensión e es proporcional al desplazamiento x de la bola (en metros), tal que:

$$e = 100x$$

- La fuerza de atracción hacia arriba (en Newton) sobre la bola que provoca el solenoide debido al paso de corriente i (en Amperes) viene dada aproximadamente por:

$$f = 0.5 \cdot i + 20x$$

- La masa de la bola es 20 gramos y la gravedad es de 9.8 [*N/Kg*].
-
- El amplificador de potencia es un dispositivo conversor de tensión a corriente, de forma que:

$$i = V_0 - u \;\; [Amperes]$$

- El bloque de control es proporcional y verifica la ecuación $u = K \cdot e$.

Para el desarrollo de la estrategia de control, se pide:

1.1 Derivar el conjunto de ecuaciones que rigen este sistema.

1.2 Descomponiendo la tensión V_0 en la forma $V_0 = V_{cte} + V_{ref}$ donde:

V_{cte} = Tensión de polarización. Es una tensión continua que sitúa la bola en su posición de equilibrio en x = 0.

V_{ref} = Tensión de referencia. Tensión que permite mover la bola hacia otra posición.

La descomposición de la tensión V_0 implica que se pueda descomponer la corriente i en:

$$i = i_{cte} + i_{ref}$$

donde:

i_{cte} es la corriente de polarización necesaria para que la bola esté en equilibrio en x=0. i_{ref} es la corriente que permite mover la bola hacia otra posición o corregir una desviación de posición.

Calcular los valores de i_{cte} y V_{cte} de modo que la bola se encuentre en equilibrio en x=0, considerando $V_{ref} = i_{ref} = 0$.

Nota: Se considera que la bola está en equilibrio cuando la suma de todas las fuerzas sobre ella es nula.

1.3 Con los valores de i_{cte} y V_{cte} obtenidos en 1.2, calcular la función de transferencia en lazo abierto del sistema $\dfrac{U(s)}{I_{ref}(s)}$.

Nota: Partiendo de la posición de equilibrio de la bola en x = 0.

1.4. Utilizando la función de transferencia $\dfrac{U(s)}{I_{ref}(s)}$, dibujar el diagrama de bloques del sistema en lazo cerrado tomando $U(s)$ como variable de salida y $V_{ref}(s)$ como variable de entrada del sistema controlado.

1.5 Tomando la estructura obtenida en el punto 1.4, considere lo siguiente:

a) Suponiendo que el comportamiento dinámico del desplazamiento de la bola (x) es proporcional a la tensión U.

- Colocando la bola en su posición de equilibrio en x=0, y el sistema no sufre ninguna variación en la tensión de referencia (V_{ref}=0), ni perturbación exterior.¿Permanecerá la bola en su posición de equilibrio? Explique.

- Además si la bola sufre alguna variación de su posición debido a alguna perturbación externa o variación de V_{ref}, ¿evolucionará el sistema de manera que la bola adquiera una posición de equilibrio?. Explique.

b) Determinar el valor de K para el cual la bola oscilará con una frecuencia de 5 [Hz] sobre la posición x=0.

1.6 Para controlar el sistema se escoge una ley de control proporcional derivativa (PD) para conseguir así que el sistema sea estable para algunos valores de K.

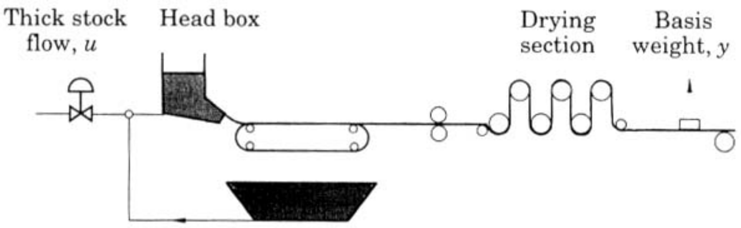
$$\frac{U(s)}{E(s)} = PD(s) = K(s+a)$$

Con esta estrategia control, determinar la función de transferencia $\frac{U(s)}{I_{ref}(s)}$ (lazo directo de control). Calcular los valores de a y K para que, ante una variación de la tensión de referencia (V_{ref}) en escalón, la bola cambie de posición vertical con el siguiente comportamiento dinámico de la tensión u:

$$Mov = 4.321\% \text{ y } t_s = 1\,[seg.]$$

1.7 Verificar, utilizando Matlab-Simulink, los resultados de los puntos 1.4, 1.5 y 1.6 Explique.

P2.- Una máquina para producir se presenta en la siguiente figura. La entrada es el flujo u, correspondiente al monto de pulpa. La variable controlada es el peso básico, es decir, la delgadez del papel.

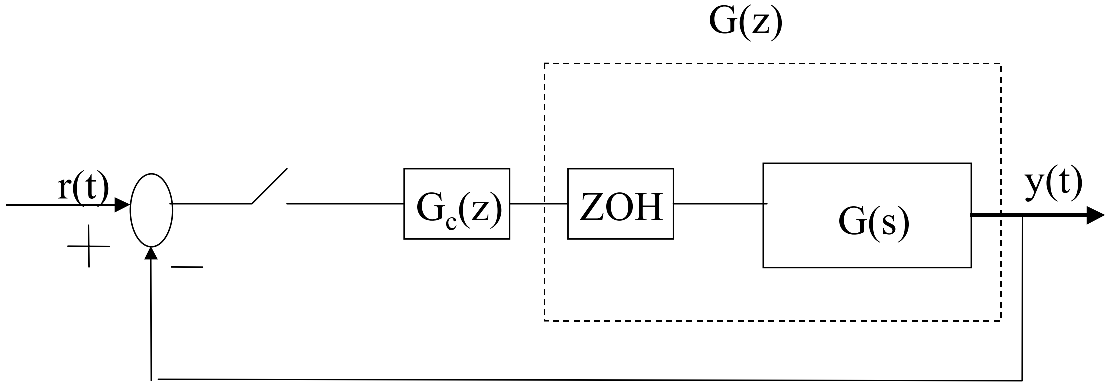


La ecuación que describe al sistema está dada por:

$$G(s) = \frac{e^{-s\tau}}{(s+1)}$$

con $\tau = 2.6$.

Se desea diseñar una estrategia de control discreto según la siguiente figura. Para esto, se pide:



a) Determine la función de transferencia en lazo abierto del sistema discretizado G(z). Considere los siguientes periodos de muestreo $T_s = 0.05$, $T_s = 0.5$, $T_s =1$. Calcule la respuesta al escalón con los diferentes periodos de muestreo. ¿qué concluye?

b) Para este sistema realimentado de la figura con $G_c(z) = K$, calcule el rango de K para que el sistema sea estable. Considere $T_s = 1$ seg.

c) Calcule el valor de K para el sistema realimentado tenga una sobrenivel máximo del 5%. Calcule el tiempo de estabilización y los polos dominantes del sistema. Determine el error permanente. Considere $T_s = 1$ seg.

d) Compruebe los resultados de c) en Matlab-Simulink. Grafique la variable manipulada y la variable controlada. Comente.

e) Diseñe un controlador digital $G_c(z) = K_p + \frac{K_I}{1 - z^{-1}}$. Especifique los requerimientos del diseño. Considere $T_s = 1$ seg. . Analice los resultados.

f) Compruebe los resultados de e) en Matlab-Simulink. Grafique la variable manipulada y la variable controlada. Comente.