

SISTEMAS DE CONTROL 1

Ejercicios Propuestos n° 2

(30/08/19)

1. REPRESENTACIÓN MEDIANTE ECUACIONES DIFERENCIALES, FUNCIONES DE TRANSFERENCIA Y DIAGRAMAS DE BLOQUES

OBJETIVOS: practicar. Ganar destreza en la conversión entre los distintos métodos de representación de sistemas dinámicos.

1.a) Para un sistema que contiene energía almacenada se han escrito las ecuaciones integro-diferenciales correspondientes.

- i. ¿Para qué serviría ignorar las condiciones iniciales?
- ii. ¿Para qué serviría tenerlas en cuenta?

1.c) A partir de las ecuaciones diferenciales apropiadas, obtenga las funciones de transferencia de:

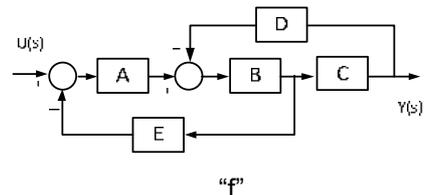
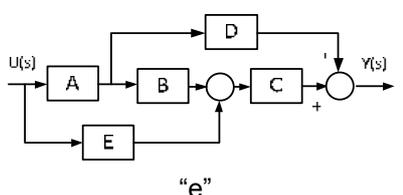
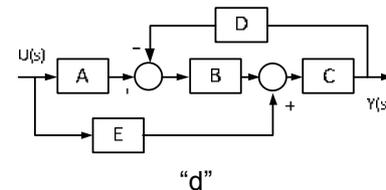
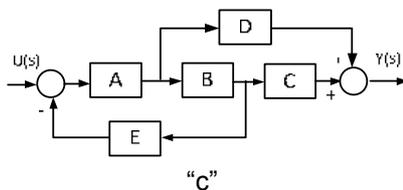
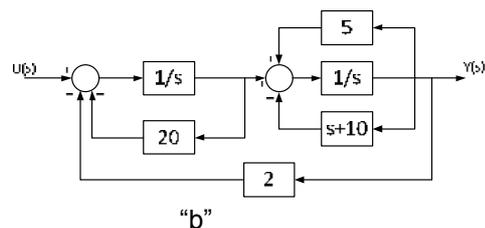
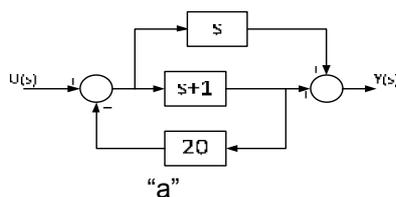
- i. Un tanque de agua cilíndrico. (Nivel vs. caudal)
- ii. Una masa móvil sobre un plano con rozamiento dinámico. (Desplazamiento vs fuerza)
- iii. Una cacerola conteniendo agua, sobre una hornalla. (Temp. vs. potencia)
- iv. Un sistema masa resorte con rozamiento. (Desplazamiento vs. fuerza)

1.d) Para cada uno de los anteriores casos, encuentre algún circuito eléctrico análogo, cuyos componentes queden relacionados con los parámetros constructivos de cada uno de los sistemas en cuestión. Referencia: "System dynamics" Ogata 3° Ed., caps. 6 y 7.

1.e) Para el motor de CD de imán permanente, encontrar: 1) las ecuaciones diferenciales propias del sistema; la representación en diagramas de bloques 2) las funciones de transferencia de interés (considerar corriente, torque, velocidad y desplazamiento). (Referencia: Cap. 4.6 Sist. Control Automático -B. Kuo-)

1.f) i. Utilizando álgebra de bloques obtenga la función de transferencia de entrada-salida.

ii. Dibuje los diagramas de flujo de señal correspondientes para los diagramas c, d, e y f.

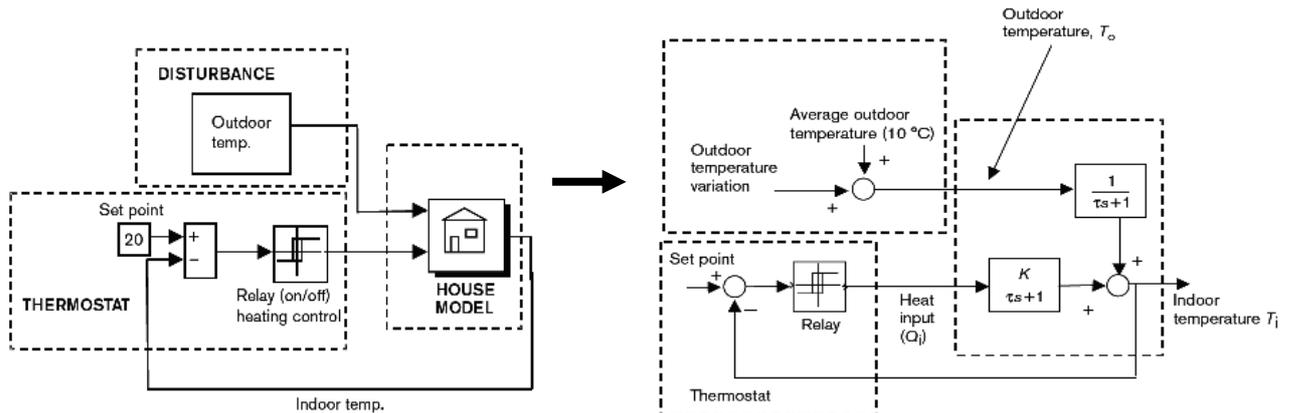


1.g) Dibuje el esquema de simulación analógica para los esquemas de bloques "a" y "b" del ítem anterior y para las siguientes funciones de transferencia:

i. $G(s) = \frac{s+1}{0.1s+1}$

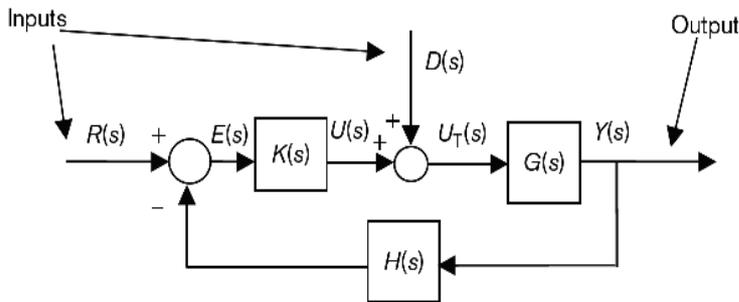
ii. $G(s) = \frac{(s+2)^2}{s(0.1s+1)^2(0.01s+1)}$

1.i) Los siguientes gráficos representan el sistema de calefacción de una vivienda, incluyendo la influencia de la temperatura exterior (considerada como una variable perturbadora).



i. Considere que el (muy habitual) controlador "on-off" indicado en las figuras anteriores, es reemplazado por un controlador proporcional, y rellene el diagrama de bloques siguiente con las funciones de transferencia correspondientes.

ii. Indique sobre el diagrama de bloques las dimensiones físicas correspondientes en cada punto del diagrama, (°C, W, mV, mA, Seg., ...). Indique las unidades que le corresponden a cada función de transferencia, incluida la función "Y/R"



2. RESPUESTA EN EL TIEMPO Y EN LA FRECUENCIA

OBJETIVOS: practicar con las técnicas de caracterización de sistemas dinámicos en los dominios del tiempo y la frecuencia, e introducirse en la identificación de aquellos mediante ensayos entrada-salida.

2.a) Dibuje las respuestas en frecuencia polares (de Nyquist) de las funciones de transferencia del problema II del enunciado "Ejercicios propuestos 1". Verifique los resultados usando el Matlab (Función útil: "nyquist").

2.b) Suponiendo condiciones iniciales nulas, y la función de transferencia $F(s) = \frac{s}{(s+2) \times (s-3)}$

Si se desea inferir algo acerca de $f(t)$... ¿Para qué servirían los siguientes límites?

i). $\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot F(s) = 0$ ii). $\lim_{s \rightarrow \infty} s \cdot F(s) = 1$

2.c) Para los diagramas del ítem I.f "a" y "b": calcule y grafique la respuesta en frecuencia del sistema (modulo y ángulo) utilizando la función de transferencia resultante. Agregue las aproximaciones asintóticas de Bode.

2.d) A la hora de graficar una "respuesta en frecuencia"... indique:

1. Dos ventajas de usar escalas logarítmicas y semi-logarítmicas, frente a las escalas puramente lineales.
2. Alguna desventaja de las mismas.
3. Qué ventaja ofrece usar una gráfica polar.
4. Indique 2 cosas en común, y alguna diferencia entre las gráficas con escala semi-logarítmica, y doble-logarítmica que se usan habitualmente para graficar una "respuesta en frecuencia".

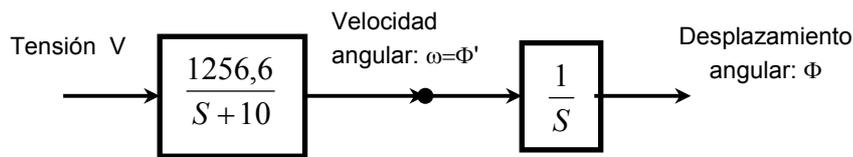
2.e) Como entrada a una máquina que funciona como integrador se introdujo la señal:

$$x(t)=\text{sen}(3t+29^\circ)+\text{cos}(7t-17^\circ)$$

A la salida se obtuvo: $y(t)=1/3*\text{sen}(3t+\text{alfa})+1/7*\text{cos}(7t+\text{beta})$

Diga cuál es el valor de los ángulos alfa y beta.

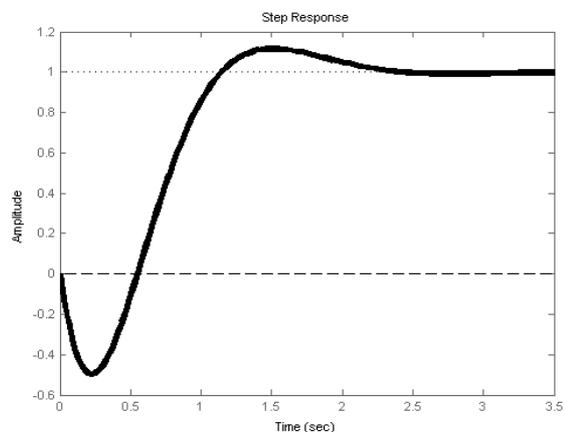
2.f) El siguiente es un diagrama de bloques simplificado, para un motor de CC accionado por armadura. (Se ha despreciado la constante de tiempo R/L del circuito de armadura).



- i. Represente en el plano S la función de transferencia $T=\Phi/V$.
- ii. Si se aplica un breve impulso de tensión en la entrada, el motor se pondrá en movimiento un breve lapso de tiempo para luego detenerse. ¿Si la amplitud del impulso aplicado es de 50[V.seg]... ¿Cuántos giros habrá hecho el eje del motor al instante de detenerse?
- iii. Si se aplica una tensión continua de 5V, cuál será la velocidad de giro final obtenida en el eje del motor (en rpm).
- iv. ¿Cuánto tiempo aproximadamente se debe esperar para llegar a esa velocidad?
- v. ¿Bosqueje cómo será $\phi(t)$ para los casos 2 y 3?

2.g) La figura de la derecha corresponde a la respuesta temporal de un sistema a una señal escalón unitario. Explique:

- i. ¿A qué se debe el sobrepico negativo de la respuesta?
- ii. ¿Qué otras cosas puede inferir del sistema (o su función de transferencia)?



3. LINEALIZACIÓN

OBJETIVOS: observar mediante ejemplos concretos las ventajas de las técnicas de linealización de modelos.

3.a) El caudal de agua (u otro líquido) saliendo de un orificio en el fondo de un recipiente cilíndrico resulta proporcional a la altura del líquido en el recipiente, o a su raíz cuadrada, según se tenga un régimen de flujo laminar o turbulento. (Ver apartado 3.8 de Ing. de Control moderna -Ogata-).

- i. Escriba la expresión que relaciona las variables nivel de líquido y el caudal de salida para uno y otro caso.
- i. Construya sendos diagramas de bloques que pongan en evidencia esas relaciones. (Puede usar bloques multiplicadores, divisores y extractores de raíz cuadrada, además de los sumadores y de convolución)
- i. Para el caso de flujo turbulento... defina las variables necesarias para lograr la linealización de la relación nivel-caudal, y dibuje un diagrama de bloques lineales apropiado.

3.b) Para estudiantes "sobresalientes"

Retomando el sistema de la ducha con grifos para agua fría y caliente (problema V.b de "Ejercicios propuestos 1").

- i. Escriba las expresiones matemáticas que relacionan la temperatura y el caudal de salida, con las temperaturas y caudales de entrada a llave mezcladora.
- ii. Dibuje los diagramas de bloques correspondientes.
- iii. Defina las variables necesarias para lograr la linealización de las funciones encontradas en el ítem 1, y dibuje los diagramas de bloques lineales apropiados.