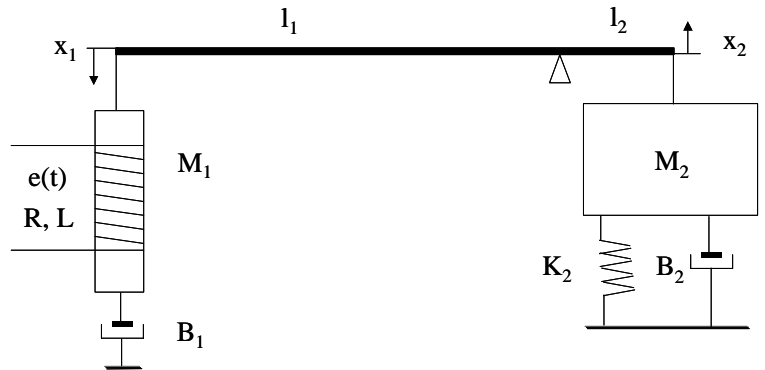


Problema 1

La figura muestra el modelo simplificado de un telégrafo. Ante la recepción de un pulso eléctrico se produce una fuerza magnética proporcional a la corriente de su bobina, originando un desplazamiento en la palanca que provoca el movimiento de la masa del martillo, el cual choca contra una campana, produciendo una onda sonora. Se pide:

1. Conjunto de ecuaciones algebro-diferenciales que modele la dinámica del telégrafo.
2. Diagrama a bloques y función de transferencia entre el efecto, $x_2(s)$, y la causa, $e(s)$.
3. Determinar la evolución de $x_2(t)$ ante una entrada en escalón de un voltio. Empléese un modelo equivalente simplificado.
4. Respuesta de la salida ante un impulso en la entrada.

Datos:

Bobina: $L = 1 \text{ mH}$, $R = 10 \Omega$, $k_p = 0.4 \text{ N/A}$, $M_1 = 1 \text{ g}$, $B_1 = 0.01 \text{ Ns/m}$.

Palanca: $l_1 = 8 \text{ cm}$, $l_2 = 2 \text{ cm}$.

Martillo: $M_2 = 10 \text{ g}$, $B_2 = 0.8 \text{ Ns/m}$, $K_2 = 16 \text{ N/m}$.

(45 minutos)**Problema 2**

Experimentalmente se ha observado que el equipo de prácticas del control de temperatura de una célula Peltier puede ser modelada según Ziegler-Nichols para plantas sobreamortiguadas. Las medidas realizadas, ante una entrada en escalón unitario, dan un retardo de 4s., el tiempo de establecimiento al escalón es de 45s. y la ganancia estática es de 1.22s.

1. FDT de la planta, $G_p(s)$.

Para poder utilizar las herramientas de diseño y análisis de un sistema con retardo puro, se utiliza la aproximación de Pade de la función exponencial:

$$e^{-sT} = \frac{1 - s\frac{T}{2}}{1 + s\frac{T}{2}}$$

2. Empleando a Pade, realizar el lugar de raíces si se hace realimentación unitaria a la planta. Calcular el valor de ganancia crítica, k_{cr} . Nótese que es un LDR inverso debido al valor negativo de la ganancia.
3. Diagrama de Bode de la planta.
4. Curva polar de la planta.

(35 minutos)**Problema 3**

Se desea realizar el control automático de altura de un globo aerostático. Para ello se dispone de un quemador de gas controlado eléctricamente, de forma que ante una señal de referencia de 1 V, dicho quemador aporta 1 Kcal/seg al aire contenido en el globo.

Tras linealizar las ecuaciones del globo respecto de la altura del tejado de la EUITI, y de la presión y temperatura ambiental, se obtienen las siguientes ecuaciones que modelan su comportamiento:

$$\frac{d\Delta T(t)}{dt} = 0,3\Delta Q(t) - 0,1\Delta T(t)$$

$$\frac{d\Delta Z(t)}{dt} = \int_0^t \Delta T(t) - 2\Delta Z(t)$$

En donde $\Delta T(t)$ es el incremento, en grados Celsius, de temperatura del aire del globo respecto de la temperatura ambiental. $\Delta Z(t)$ es el incremento en metros de altura respecto del tejado de la escuela. $\Delta Q(t)$ es el incremento en el flujo de calor (Kcal/seg) respecto del punto en el que el globo permanece equilibrado en las condiciones de linealización.

Para poder cerrar el lazo de control y de esta forma hacer el controlador de altura resistente a las perturbaciones, se dispone de un altímetro electrónico cuyo cero se ha fijado a la altura de linealización de las ecuaciones. Dicho altímetro da una señal de 10 mV/m . La referencia al sistema de control inicialmente se da por medio de un potenciómetro lineal calibrado de forma que a un incremento de 1 metro en la referencia provoca un incremento en la tensión de referencia de 10 mV .

SE PIDE:

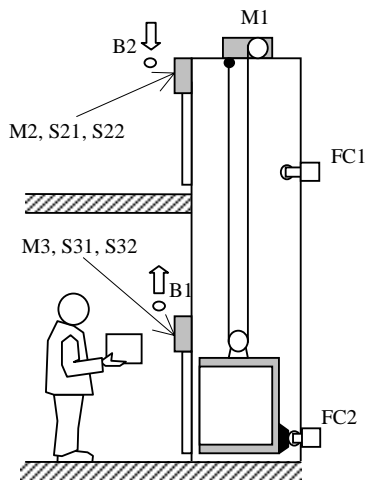
1º.- Dibujar el diagrama de bloques del sistema, incluyendo un bloque genérico $G_c(s)$ de regulación a la entrada del quemador.

2º.- Diseñar el regulador más simple que logre que la respuesta temporal del sistema tenga un tiempo de establecimiento menor o igual a 15 seg. y una sobreoscilación inferior al 15% y un error de posición inferior al 1%. ($t_s \leq 15s$, $M_p \leq 15\%$ y $e_p \leq 1\%$).

3º.- Con la idea de facilitar la adaptación del controlador a otros puntos de la geografía y otras condiciones ambientales, se desea implementar el mismo sobre un microcontrolador. Determinar el periodo de muestreo práctico que se debe utilizar. Dibujar el nuevo diagrama de bloques, en donde el potenciómetro de referencia ha sido sustituido por un teclado numérico.

4º.- Considerando el periodo de muestreo calculado, escribir en pseudocódigo el algoritmo de computador que realiza el regulador obtenido en el segundo apartado.



Problema 4**Significado de las Señales**

M1: Motor Montacargas

FC1: Final de Carrera Arriba

FC2: Final de Carrera Abajo

B1: Botón de Subir

B2: Botón de Bajar

M2: Motor Puerta Superior

S21: Puerta Superior Abierta

S22: Puerta Superior Cerrada

M3: Motor Puerta Inferior

S31: Puerta Inferior Abierta

S32: Puerta Inferior Cerrada

La figura representa esquemáticamente el conjunto de señales presentes en un sencillo montacargas. Para evitar accidentes en sus desplazamientos entre el piso superior e inferior, el agujero de acceso está cubierto por una puerta de apertura y cierre automático.

El modo de funcionamiento es el siguiente. Supuesto el montacargas en el piso inferior, detectado por FC2, entonces la puerta inferior está abierta (detectado por S31). El operario sitúa la carga en el montacargas y pulsa el botón de subir (B1). Entonces, mediante la activación positiva del motor M3, se cierra la puerta inferior (detectado por S32). Una vez cerrada, se espera 1 segundo y se activa M1 positivamente, de forma que el montacargas comienza a subir hasta alcanzar el FC1 que indica el piso superior. En ese momento se realiza la parada de M1, se espera 1 segundo y se procede a la apertura de la puerta superior (activación negativa de M2). Una vez que la puerta se ha abierto (S21 activo) el sistema queda a la espera de ser enviado hacia abajo mediante el botón B2. Tanto el proceso de subida como de bajada son simétricos.

La acción positiva y negativa de los distintos motores presentes en el sistema se realizará por medio de dos señales independientes (e.g.: M1 será activado por medio de M1+ (giro positivo) o M1- (giro negativo).

La posición que debe tener el sistema en el arranque es tal que el montacargas se encuentre en disposición de carga en el piso de abajo.

Se pide:

- 1.- Dibujar el GRAFCET de NIVEL 1.
- 2.- Escribir el código AWL que realiza el automatismo, considerando que el mismo es realizado sobre un autómata de la serie S5 de Siemens.



Resolución de examen de Servos**Problema 1**

1. El conjunto de ecuaciones algebro-diferenciales son:

$$e(t) = Ri(t) + Li\dot{i}(t), \quad f(t) = k_p i(t)$$

$$f(t) = M_1 \ddot{x}_1(t) + B_1 \dot{x}_1(t) + f_{r1}(t); \quad f_{r2}(t) = M_2 \ddot{x}_2(t) + B_2 \dot{x}_2(t) + k_2 x_2(t)$$

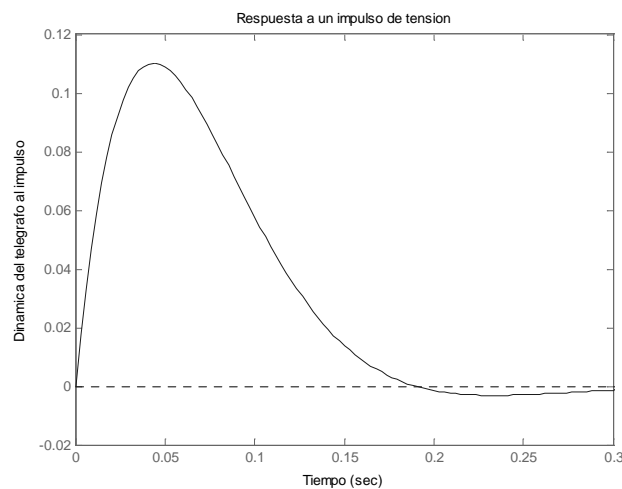
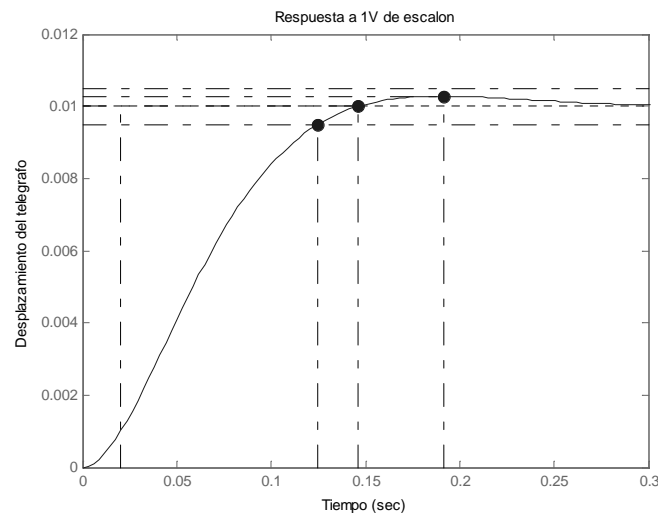
$$f_{r1}(t) = f_{r2}(t); \quad \frac{x_1(t)}{l_1} \cong \frac{x_2(t)}{l_2}$$

2. La FDT resultante es:

$$\frac{x_2(s)}{e(s)} = \frac{k_p}{(R + sL) \left(\left(M_1 \frac{l_1}{l_2} + M_2 \frac{l_2}{l_1} \right) s^2 + \left(B_1 \frac{l_1}{l_2} + B_2 \frac{l_2}{l_1} \right) s + k_2 \frac{l_2}{l_1} \right)}$$

3. El modelo equivalente del telégrafo se puede aproximar a un sistema de segundo orden subamortiguado:

$$\frac{x_2(s)}{e(s)} \cong \frac{0.01}{1.6 \cdot 10^{-3} s^2 + 0.06s + 1}$$

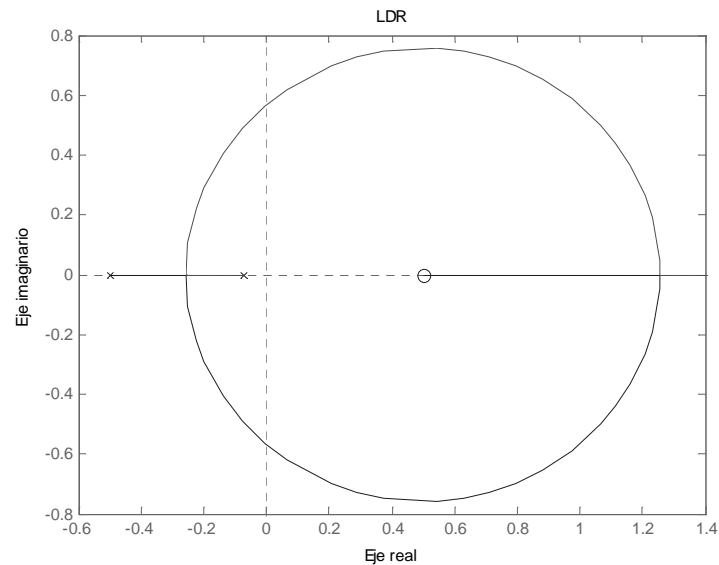


Problema 2

1. $G_p(s) = \frac{1.22 \cdot e^{-4s}}{\left(1 + s \frac{41}{3}\right)}$

2. $G_p(s) \approx \frac{-1.22 \cdot (s - 0.5) \cdot \frac{3}{41}}{(s + 0.5)(s + 0.073)}$

3.



El valor de ganancia crítica es de 6.41.

4.

