

Problema 1

Se estudia el funcionamiento de un servomecanismo de un freno de tambor, para el cual, a los efectos de simplificar el modelado, se acepta un funcionamiento con un fluido incompresible (ver Figura 1).

El pedal de freno actúa sobre una válvula V_i que regula el caudal de entrada de fluido Q_i al cilindro. A su vez, la posición del tambor regula la apertura de la válvula V_o que permite la salida de fluido del cilindro. La sección del cilindro es S .

Tomando un modelo linealizado, se obtiene que los caudales Q_i y Q_o se relacionan a través de una constante K con las aperturas de las válvulas x_i (V_i) y y_i (V_o), respectivamente (la misma para ambos). En principio, las aperturas de las válvulas coinciden con los desplazamientos del pedal x y del tambor y .

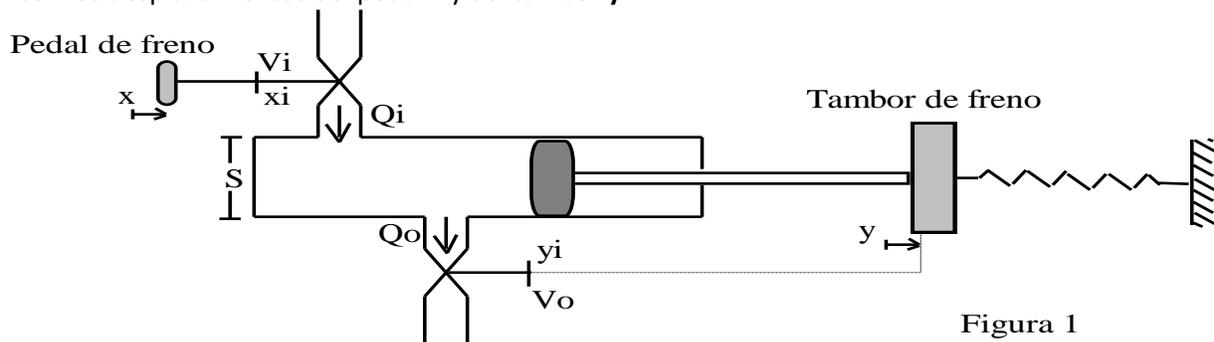


Figura 1

1) Hallar la transferencia $G(s) = Y(s)/X(s)$.

Mostrar en un diagrama de bloques donde aparezcan las variables mencionadas, como se lleva a cabo la realimentación. Indicar de qué tipo es el sistema considerado, a efectos del comportamiento en régimen.

2) Con el objetivo de mejorar la respuesta en régimen permanente del servomecanismo, se desea implementar un bloque de control en forma muestreada. Para ello se utiliza el esquema que se puede observar en la Figura 2, donde la posición del pedal y del tambor se muestrean, se ingresan a un compensador de transferencia $C(z)$, luego a un bloqueador de orden cero, para determinar así las posiciones x_i e y_i de las válvulas.

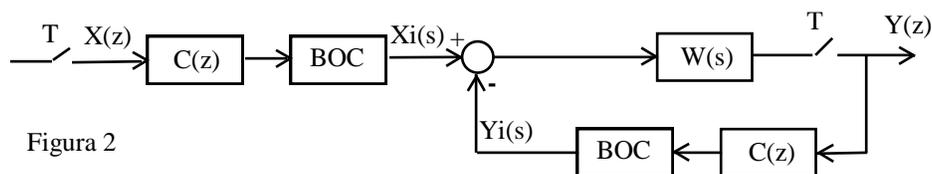


Figura 2

Se pide diseñar el compensador $C(z)$ más sencillo posible, de modo de obtener una transferencia $H(z) = Y(z)/X(z)$ estable, con polos de módulo $\sqrt{2}/2$ y que sea capaz de seguir con error de régimen permanente nulo a una entrada en rampa.

3) Para el compensador hallado en la parte anterior, determine la respuesta al pulso del sistema muestreado.

Datos: $K/S = 1$

Período de muestreo $T = 0,1$ segundos

Problema 2

Una gran planta de envasado de vegetales necesita incorporar una clasificadora de tomates a su línea de producción. La máquina debe ser capaz de separar los tomates en mal estado o de color irregular de los tomates que cumplen con los estándares de calidad establecidos. Para eso se utiliza una máquina que se modelará como se muestra en la Figura 1a, y que cuenta con las siguientes partes fundamentales:

- Una *cinta transportadora* de entrada, que impulsa la fruta a una velocidad \vec{v} constante
- Una *cámara de alta velocidad*, que determina la presencia y la posición de la fruta defectuosa en el instante exacto en el que deja de tener contacto con la cinta transportadora.
- Un *mecanismo de eyección*, que tiene dos partes
 - Un *eyector*, que impide el pasaje de los tomates rechazados según las figuras 1c y 1d
 - Un *posicionador*, que alinea el eyector con los tomates a ser descartados. **Este problema solamente trabaja sobre este posicionador.**

El *posicionador* es impulsado por un motor de continua, y se desplaza sobre un espárrago (tornillo sin fin). El espárrago es más largo que el ancho de la cinta transportadora, de forma que nunca limita el recorrido del posicionador. Un detalle del mecanismo de posicionamiento se muestra en la Figura 1e.

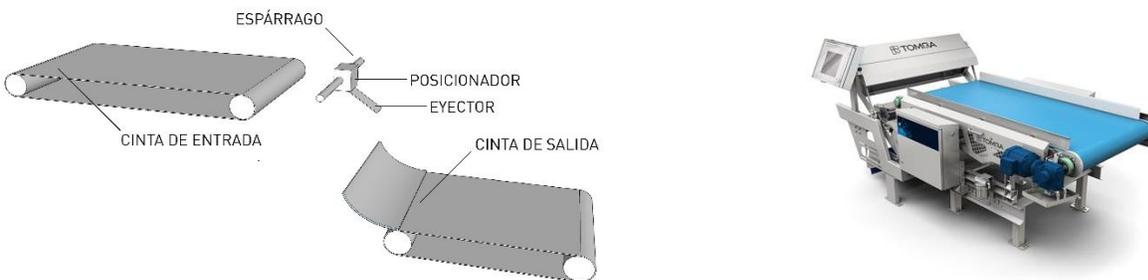


Figura 1a: Modelo general de la máquina. Figura 1b: TOMRA Sentinel II, una máquina real que opera bajo este principio.

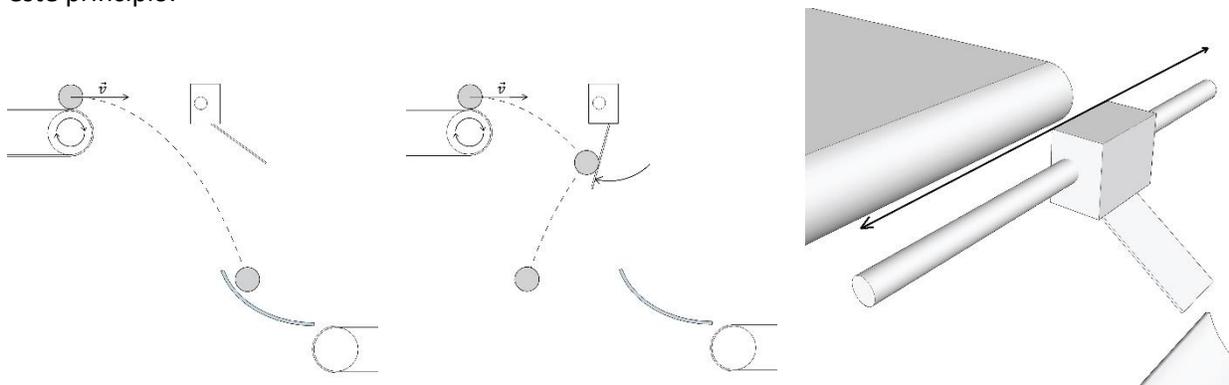


Figura 1c: Trayectoria de un tomate no rechazado por la máquina. Figura 1d: Trayectoria de un tomate rechazado por la máquina. Figura 1e: Detalle del posicionador.

Se cuenta con los siguientes datos adicionales

- El equipo de control de calidad ha establecido que el flujo de entrada de tomates contiene como máximo un tomate a rechazar cada 250 milisegundos.
- El area de contacto entre el eyector y cada fruto puede ser modelada como un punto.
- La cinta de entrada tiene un ancho de 100 cm, e impulsa los tomates desde su borde a una velocidad \vec{v} horizontal.
- La paleta del eyector mide 5 cm de ancho, e interrumpe la trayectoria de los tomates 25 cm por debajo del borde de la cinta. El eyector tiene una masa de 0,5kg.
- La cámara de alta velocidad determina la posición de la cinta por la que está pasando un tomate a rechazar exactamente en el borde, y comunica la información al posicionador de manera instantánea.

1) Dada la complejidad del sistema de posicionamiento del eyector, se realiza un ensayo en lazo abierto variando el voltaje de entrada y midiendo la velocidad del eyector. Se obtienen los siguientes resultados.

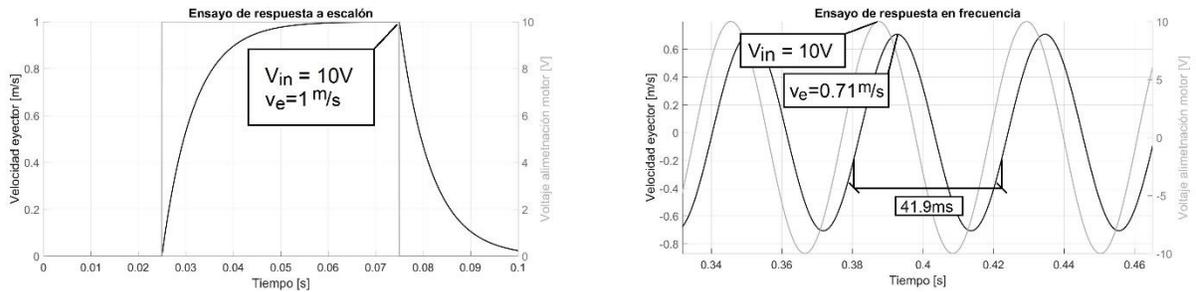


Figura 2a: Ensayo de respuesta a escalón. Figura 2b: Ensayo en frecuencia. Prestar especial atención a la doble escala del eje vertical

Se pide obtener un modelo de la posición del eyector en función del voltaje de entrada, deduciendo sus parámetros de los ensayos proporcionados. Determinar su función de transferencia y discutir su estabilidad.

2) Con el objetivo de realimentar la posición del sistema en el control del posicionador, se incluye un sensor de posición con la siguiente transferencia

$$V_{out} = 10 \frac{V}{m} \cdot x$$

Donde V_{out} es la salida, y x es la posición del posicionador desde uno de los extremos de la cinta. Se solicita el diseño de un controlador que cumpla con la siguiente lista de requerimientos:

- Para que el sistema sea capaz de rechazar de manera efectiva un tomate, es necesario que el eyector se despliegue completamente dentro de región que interrumpe la trayectoria del tomate. El proceso de despliegue puede tardar hasta 30ms.
- El eyector no puede sufrir fuerzas superiores a 2000N
- El motor tiene una limitante en el voltaje de entrada de 250V

Determinar el rango de variación de los parámetros de dicho controlador. Justificar la elección.

3) Se prefiere implementar el controlador en forma discreta, muestreando las señales que ingresan al controlador con un período τ (y en forma simultánea), y transformando la señal de salida del controlador a tiempo continuo por medio de un bloqueador de orden cero, sin alterar la estructura de control.

Realizar un diagrama de bloques y determinar las condiciones que debe cumplir el período de muestreo para que el sistema resultante sea estable.