

**Problema 1**

En la figura se muestra un sistema de suspensiones activas para un vehículo. En paralelo con el clásico amortiguador pasivo (con constante equivalente  $K$ ,  $B$ ), el sistema activo utiliza un actuador hidroneumático, controlado a partir de la medida captada por la posición de la cabina. La fuerza del actuador es proporcional,  $k_a$ , a la tensión recibida en la electroválvula,  $u(t)$ . La señal mostrada de posición,  $y_m$ , sigue con ganancia  $k_m$  al movimiento vertical de vehículo. El compensador es de tipo proporcional. Se pide:

1. Conjunto de ecuaciones algebro-diferenciales que describe la dinámica del sistema de control.
2. Diagrama a bloques del sistema linealizado alrededor del punto de reposo.

3. Calcular la FDT  $\frac{\Delta y(s)}{\Delta x(s)}$ , cuando la señal de mando es nula  $\Delta y_{ref}(t) = 0$  y el compensador es unitario.

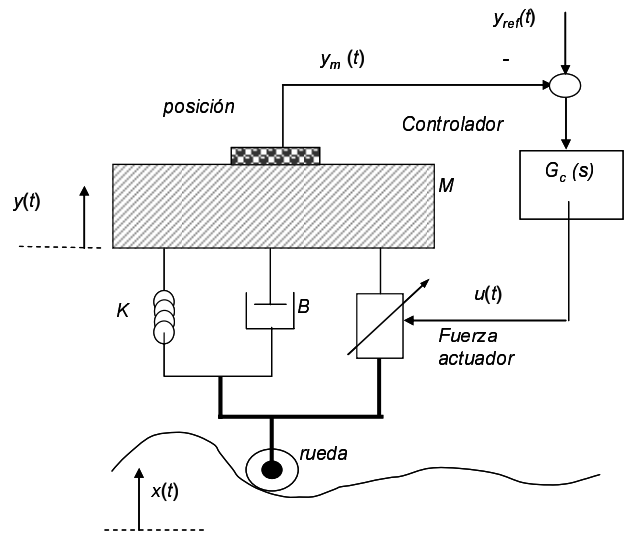
4. Evolución temporal aproximada de la salida del apartado anterior ante un escalón unitario como excitación.

5. Evaluar las mejoras de la suspensión activa respecto al sistema clásico: excitar la entrada con un escalón unitario y ver la evolución temporal con la suspensión clásica y comparar los resultados con el apartado anterior.

5. Evaluar las mejoras de la suspensión activa respecto al sistema clásico: excitar la entrada con un escalón unitario y ver la evolución temporal con la suspensión clásica y comparar los resultados con el apartado anterior.

**Datos**

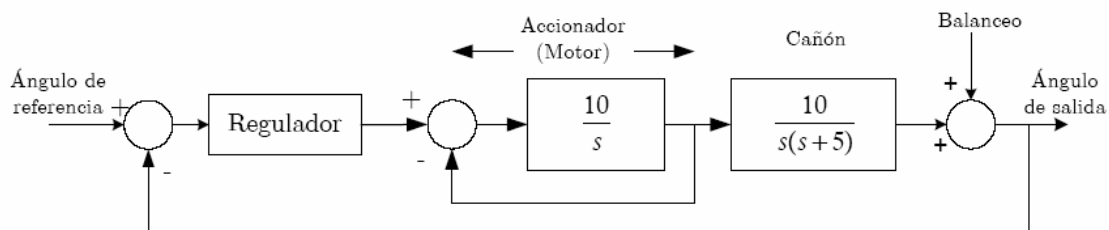
$M = 250$  kg,  $B = 500$  Ns/m,  $K = 1000$  N/m,  $k_a = 100$  N/V,  $k_m = 10$  V/m

**(45 minutos)****Problema 2**

El Imperio Galáctico, con el objetivo de mejorar su flota estelar de combate ante la insurgencia rebelde, desea instalar sistemas automáticos de seguimiento de objetivos en las baterías turbo-láser de sus nuevos destructores Clase I.

El sistema toma datos de una señal de radar, que realiza el seguimiento de la posición del objetivo y modifica los ángulos vertical y horizontal de la torre para centrarlo en su línea de fuego. El análisis es idéntico e independiente para ambos ángulos, con lo que se reduce a uno de ellos para este problema.

El esquema de control propuesto es el de la figura, donde se obtiene un ángulo de referencia a partir de la señal de radar y se compara con el ángulo actual del cañón, medidos ambos sobre la horizontal de la nave, para realizar el oportuno ajuste.



Para poder abrir fuego con una buena probabilidad de éxito sobre los nuevos cruceros ligeros que usa la Alianza, el sistema debe conseguir apuntar correctamente en menos de 0,7 segundos, con una sobreoscilación menor de un 10%. El propio sistema de seguimiento, además, es capaz de compensar el movimiento del objetivo si el error de velocidad es menor de  $0.3s^{-1}$ .

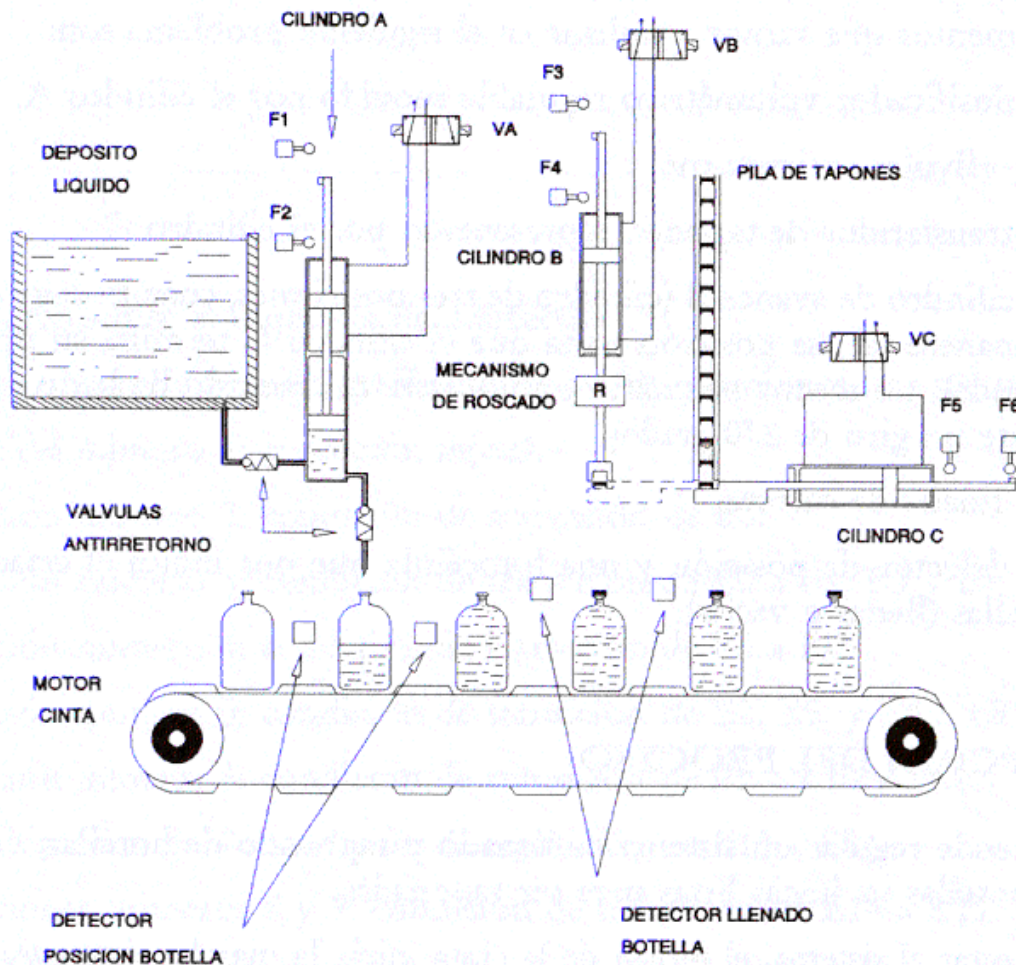
**Se pide:**

- 1.- Diseñar el regulador más sencillo que cumpla con dichos requisitos.
- 2.- Dibujar el diagrama de bode del sistema regulador en cadena abierta. Obtener gráficamente un valor aproximado de los márgenes de estabilidad del sistema regulado.
- 3.- El Alto Mando Imperial está preocupado por el retraso con que se obtiene en la señal de posición desde el sistema de radar, temiendo que pueda inestabilizar el sistema. Sabiendo que el alcance máximo efectivo de los cañones turbo-láser es de unos 5 Km, y que la velocidad de la luz es de  $3 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$ , razona si esta preocupación está motivada o no.

**(50 minutos)**

**Problema 3**

Se pretende automatizar un sistema de llenado y taponado de botellas. Las botellas se desplazan mediante una cinta transportadora. El motor de la cinta se para cuando los detectores de posición de botella (SB) y de llenado (SLL) se activan (ambos se activan al mismo tiempo debido a la configuración del sistema,  $SB=ST=1$ ). Al parar la cinta, comienza a llenarse la botella por la acción del cilindro A, así como el cilindro C comienza a expandir para situar el tapón sobre la vertical del cilindro B. Una vez que el cilindro C ha expandido ( $F5=1$ ), se debe producir la bajada del cilindro B para coger el tapón. Cuando el útil del cilindro B coge el tapón (sensor de tapón  $ST=1$ ), el cilindro C se comprime para permitir la maniobra de bajada y enroscado del tapón (hasta que  $F6=1$ ). Cuando el cilindro A expande totalmente, se ha completado el llenado, por lo que debe procederse a su recuperación y así quedar preparado para la siguiente maniobra.



Los cilindros A y C se gobiernan por válvulas monoestables 5/2, de tal forma que, asignando  $VA=0$  y  $VC=0$  ambos cilindros permanecerán en situación de reposo pisando los finales de carrera F1 y F6 respectivamente. El cilindro B tendrá asociada una válvula 5/3 también monoestable, en la que la posición de reposo podrá ser cualquiera (a cualquier altura). El gobierno de este último se hará con dos variables VB1 y VB2. Si VB1=1 el cilindro baja y si VB2=1 el cilindro sube (evitar la situación de ambas a 1). Si ambas son 0 se encontraría en situación de reposo. La operación de rosado se efectúa activando la señal R ( $R=1$ ). Dicha operación consiste en girar 270° el tapón siempre en el mismo sentido. Terminado el ciclo se alimentaría de nuevo la cinta para hacerla avanzar y repetir de nuevo toda la secuencia.

Se pide:

- Grafset de nivel 2 del automatismo.
- Mapado de entradas, salidas y marcas para el S5-95U.
- Codificación en AWL del automatismo.



**Resolución****Problema 1**

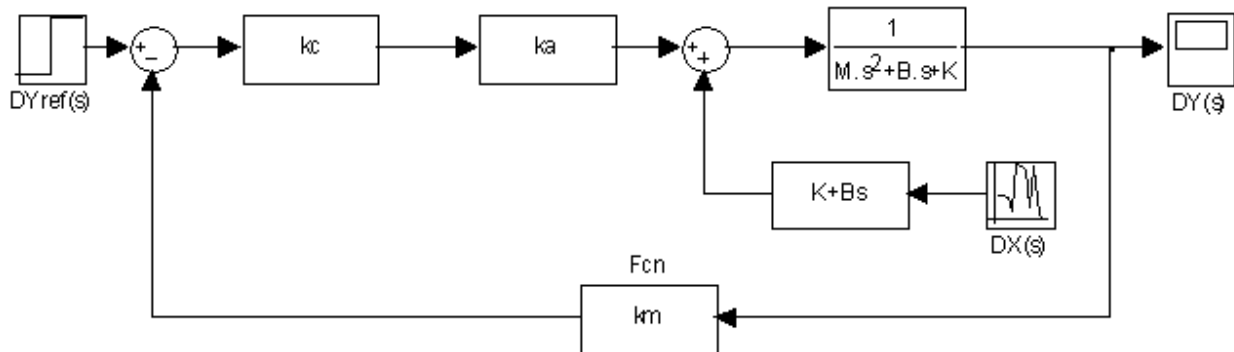
La suspensión activa queda definida por el siguiente conjunto de ecuaciones algebro-diferenciales:

$$e(t) = y_{ref}(t) - y_m(t) \quad u(t) = k_c \cdot e(t) \quad f(t) = k_a \cdot u(t)$$

$$f_r(t) = K(x(t) - y(t)) + B(\dot{x}(t) - \dot{y}(t)) - f(t) = M\ddot{y}(t) + Mg$$

$$y_m(t) = k_m y(t)$$

El diagrama a bloques incremental del modelo estará definido por:



Lo normal es que la señal de referencia sea nula, esto es, preservando la posición inicial de la cabina. La FDT entre las variaciones en camino,  $\Delta x$ , y las variaciones de la cabina,  $\Delta y$  será:

$$\frac{\Delta y(s)}{\Delta x(s)} = \frac{1000 + 500 \cdot s}{250 \cdot s^2 + 500 \cdot s + 2000}$$

La FDT sin suspensión activa es igual a:

$$\frac{\Delta y(s)}{\Delta x(s)} = \frac{1000 + 500 \cdot s}{250 \cdot s^2 + 500 \cdot s + 1000}$$

Las diferencias entre el método clásico y el activo queda reflejado ante una variación en escalón unitario. Mientras que en el sistema de suspensión clásica, la cabina sigue las irregularidades del camino, no sucede lo mismo con la activa. Obsérvese que si se variase el compensador, la fuerza activa podría mantener la cabina, al cabo de un cierto tiempo, en posición de reposo. También resulta más rápido la respuesta temporal del sistema activo.



