

NOTA: Todo cálculo que se requiera para justificar una parte de la prueba debe aparecer en las hojas de respuesta que usted entregará al profesor evaluador. Todas las operaciones matemáticas necesarias para resolver las preguntas de la prueba deben ser hechas "a mano" para que puedan ser tomadas en cuenta en la evaluación, pudiendo utilizar –según sea el caso- la calculadora solamente para chequear los resultados.

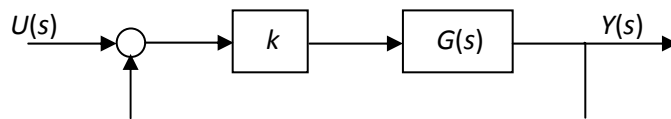
Se logró modelar un sistema mecánico, obteniéndose las ecuaciones de estado dadas en (ec. 1). Generalmente, dicho sistema se estudia ante entradas de tipo escalón unitario, por lo cual considere que $u^* = 1$. El parámetro α es un número real, tal que $0 < \alpha < 1$.

$$\begin{aligned} \ddot{m}(t) + \alpha \dot{m}(t)m(t) + 0,5m^2(t) &= u(t)m(t); \\ y(t) = \dot{m}(t); \quad m(0) = \dot{m}(0) &= 0. \end{aligned} \quad (\text{ec. 1})$$

En primer lugar, responda a las siguientes preguntas acerca del sistema en lazo abierto:

- A partir del sistema lineal aproximado, obtenido alrededor del punto de operación dado, representado en variables de estado, obtener una representación en forma canónica controlable. (4 puntos)
- A partir del mismo sistema lineal aproximado, descrito en variables de estado, hallar la función de transferencia utilizando la Regla de Mason (necesariamente debe hacerlo por este método). (4 puntos)

Ahora, considere una configuración en realimentación unitaria y negativa, como la mostrada en la figura adyacente. El parámetro k es una ganancia que se puede ajustar a fin de lograr que el sistema en lazo cerrado tenga ciertas características.



- Calcular el error en estado estacionario. Analizar cómo cambia el error en función de α y k . (4 puntos)
- Analizar la estabilidad del sistema en lazo cerrado, en función del parámetro α y la ganancia k . Utilizar el criterio de Routh. Graficar en el plano la región obtenida para la ganancia k . (4 puntos)
- Obtener la relación entre α y k que se obtiene cuando se reduce en un 70% el tiempo de asentamiento del sistema en lazo abierto. Utilice el criterio del 2%: $t_s = 4/(\zeta\omega_n)$. (4 puntos)
- Se desea que el sistema en lazo cerrado tenga un sobredisparo máximo inferior o igual al 10%. ¿Será posible determinar un rango de valores para k (en función de α) para cumplir con esta especificación? Calcule dicho rango. (4 puntos)