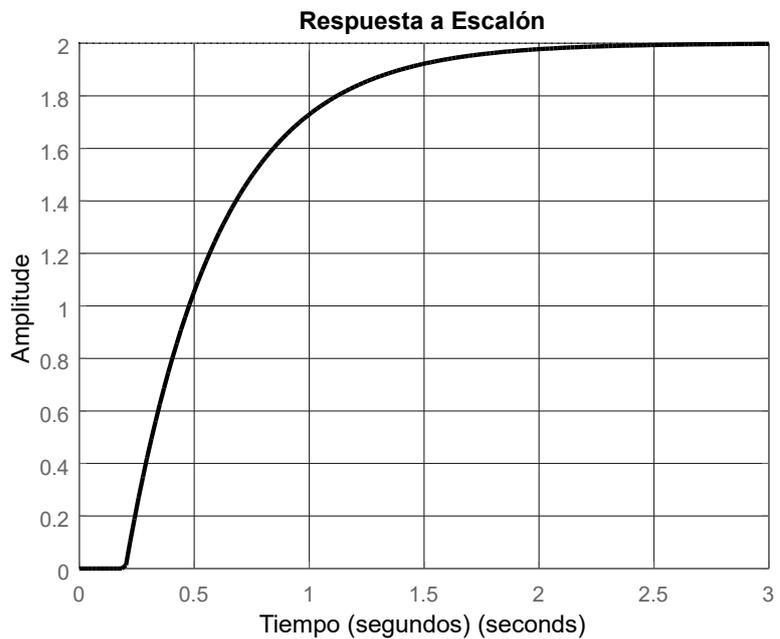


Nombre: _____ Apellido: _____ C.I.: _____

Ejercicio 1 (2 puntos si correcta; hasta -1 punto si incorrecta)
 Por favor, marque respuesta en esta hoja

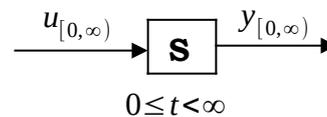
En la figura se muestra la respuesta de una planta al escalón unitario en $t = 0$. Seleccione la función de transferencia que mejor ajusta la respuesta graficada.



- a) $\frac{Y}{U} = \frac{2}{s + 0,6}$
- b) $\frac{Y}{U} = \frac{5 \cdot e^{-0,2 \cdot s}}{s + 2,5}$
- c) $\frac{Y}{U} = \frac{2}{0,6 \cdot s + 1}$
- d) $\frac{Y}{U} = \frac{28}{s^2 + 7,5 \cdot s + 14}$
- e) $\frac{Y}{U} = \frac{2}{0,5 \cdot s + 1}$

Ejercicio 2 (Total 10 puntos: 1 punto por correcta; -1 punto por incorrecta)
 Por favor, marque respuesta en esta hoja

Considere los siguientes sistemas.
 ¿Son causales? ¿Son lineales?

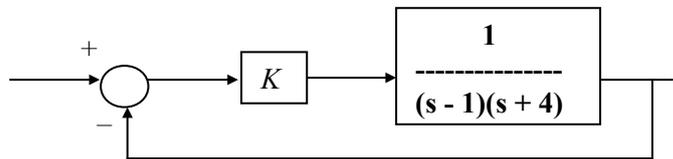


Sistema	¿Causal?		¿Lineal?	
	SI	NO	SI	NO
$y(t) = \int_0^{t/2} u(\sigma) \cdot e^{-\sigma} \cdot d\sigma$				
$y(t) = \int_0^t u^2(\sigma) \cdot e^{-\sigma} \cdot d\sigma$				
$y(t) = \int_0^t u(\sigma) \cdot e^{-\sigma} \cdot d\sigma$				
$y(t) = \text{sen}(4 \cdot u(t) + 1)$				
$y(t) = u(3 \cdot \text{sen}(t) + 1)$				

Ejercicio 3 (6 puntos)

Sea el sistema realimentado de la figura, donde K representa un bloque amplificador, con K real.

- 1) Determine los rangos de valores de K para que el lazo cerrado sea estable.
- 2) ¿Para qué valor de K , el tiempo de asentamiento (aproximado) del sistema vale $t_s \cong 3$ seg.?
- 3) ¿Para qué valor de K , el lazo cerrado es críticamente amortiguado?



Ejercicio 4 (22 puntos)

En la Figura 1 se representa un modelo de un elevador industrial accionado por un motor de corriente continua con *excitación en serie*, es decir, con el bobinado del estator conectado en serie con el bobinado de del rotor. La corriente que circula por los bobinados del motor se denota por i y la posición angular del eje del rotor se denota por θ . Se asume que el flujo magnético en el

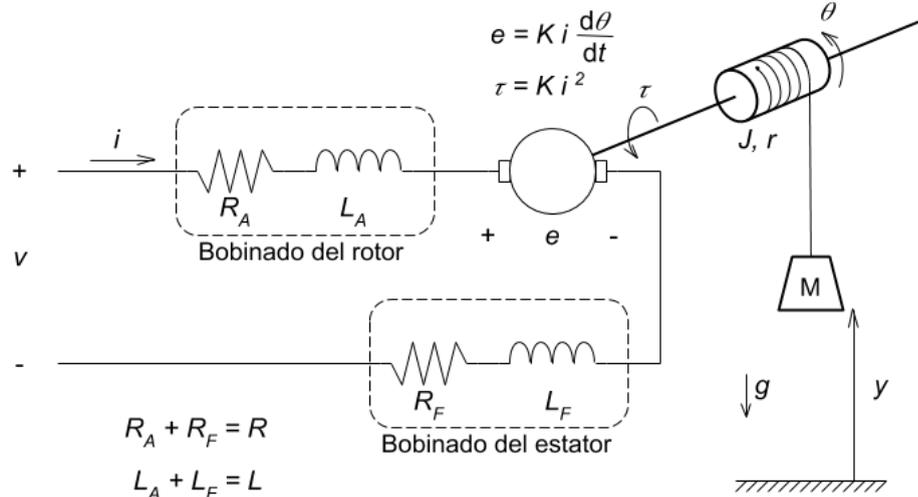


Figura 1

motor es proporcional a i , por lo que el motor ejerce un torque $\tau = Ki^2$ sobre el eje de su rotor y desarrolla un voltaje inducido $e = Ki \frac{d\theta}{dt}$, donde K es una constante positiva. Los bobinados en serie suman una resistencia total R y una inductancia total L .

Sobre una polea, solidaria al eje del rotor y modelada por un cilindro de radio r , se enrolla un cable de acero (inextensible y de masa despreciable) del que cuelga una carga de masa M a una altura y del piso. El momento de inercia complejo del eje del motor es J (comprende rotor y polea). Se asume que la fricción en el eje del motor es despreciable y que el cable de acero nunca deja de estar tensionado. El elevador es alimentado por un voltaje v .

- 1) Hallar una representación en variables de estado para el sistema de entrada v y salida y , tomando i , $\frac{dy}{dt}$, e y y como variables de estado.
- 2) Hallar el voltaje de alimentación $v = v_0$ que debe aplicarse para que la carga de masa M quede suspendida en equilibrio a una altura $y = y_0$.
- 3) Sean $\tilde{y} = y - y_0$ y $\tilde{v} = v - v_0$.
 - a) Linealizar el modelo hallado en la parte 1, en torno al punto de operación descrito en la parte 2.
 - b) Hallar la función de transferencia $H(s) = \tilde{Y}(s) / \tilde{V}(s)$.
- 4) Se pretende controlar la altura de la carga, para lo cual se propone el lazo de control que se representa en la Figura 2, donde $C(s)$ es la función de transferencia de un controlador a diseñar. Justificar la necesidad de la realimentación.

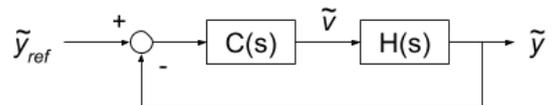
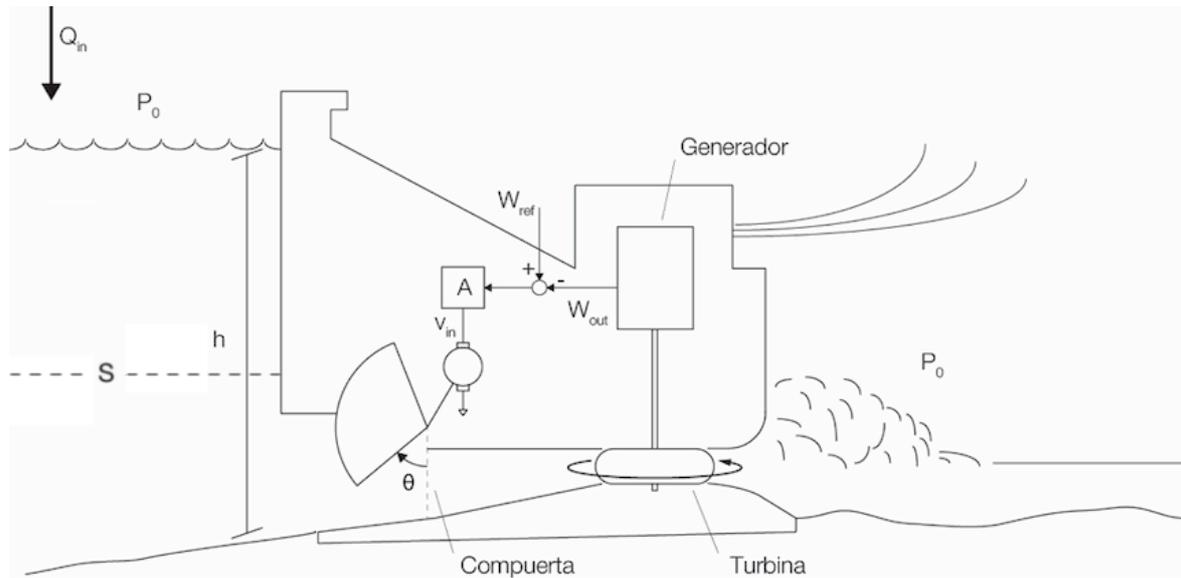


Figura 2

- 5) Se requiere que ante una rampa de la forma $\tilde{y}_{ref}(t) = P t$, el error en régimen sea menor que E , siendo P y E constantes positivas tales que $LP < RE$. Determinar $C(s)$ (con la menor cantidad de singularidades posible) y las condiciones que deben cumplir sus parámetros para que se verifique el requerimiento.

Ejercicio 5 (25 puntos)

El sistema de la figura representa una central hidroeléctrica, que opera en base a un embalse de agua con una diferencia de altura h medida desde el lecho. A los efectos de este problema, consideraremos que el embalse es un cilindro de sección S , y que el río que lo alimenta tiene un caudal variable Q_{in} .



La central genera electricidad a partir del flujo de salida Q_{out} , según la ecuación $W_{out} = e \cdot Q_{out}$. A su vez el flujo de salida puede ser determinado según la ecuación

$$Q_{out} = \frac{\sqrt{\Delta P}}{C_h}$$

Donde:

- ΔP es la diferencia de presión entre la entrada y la salida de la turbina. Se considera que la presión a la salida de la turbina es P_0
- C_h representa la resistencia al flujo generada por la compuerta de la central, determinada por la ecuación $C_h = \frac{1}{k_{sen}(\theta)}$ siendo θ el ángulo de apertura de la compuerta.

La compuerta es controlada por un posicionador eléctrico. La transferencia del conjunto mecánico se ha determinado previamente, y es $\frac{\theta}{v_{in}}(s) = \frac{k_m}{s(1+T_m s)}$

Dicho conjunto mecánico es controlado por un bloque de ganancia A , que a su vez es alimentado por la diferencia entre una señal de referencia W_{ref} (potencia deseada) y la salida de potencia real de la planta W_{out} .

Se pide:

1. Determinar las ecuaciones dinámicas del sistema, tomando como vector de estados $[h, \theta, \dot{\theta}]'$, como vector de entradas $[Q_{in}, W_{ref}]'$ y como salida W_{out}
2. Linealizar dichas ecuaciones en torno al punto de equilibrio definido por h_0, W_{out_0}
3. Construir un diagrama de bloques que represente todas las variables de interés, utilizando solamente bloques proporcionales, sumadores e integradores. Sugerencia: construya la señal intermedia \widetilde{Q}_{out}
4. Discutir la estabilidad del sistema en función de A .
5. Debido a la transmisión de un importante partido de fútbol, el ingeniero que controla la planta estima que la demanda de la red bajará un 20%, por lo que decreta la señal de control W_{ref} en ese porcentaje. Determine la diferencia porcentual en régimen estacionario para W_{out} entre el sistema linealizado y la representación no lineal.