Introducción al control industrial

Parcial 1 - (30 puntos) – 2016

Ejercicio 1 **(4 puntos total - correcto 2 puntos; incorrecto -0,5)**

Indicar la respuesta correcta en cada caso a continuación

a) La transferencia del sistema de la figura vale:

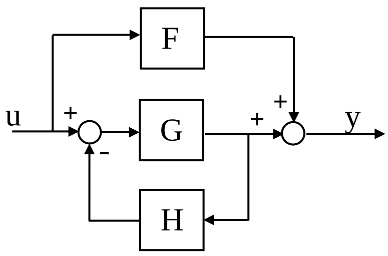
i) $\frac{Y}{U} = F.\left(1 + \frac{G}{1+G.H}\right)$

ii) $\frac{Y}{U} = F + \frac{G.H}{1+G.H}$

iii) $\frac{Y}{U} = F + \frac{G}{1+G.H}$

iv) $\frac{Y}{U} = \frac{F.G}{1+F.G.H}$

v) Ninguna de las alternativas anteriores.



b) Indique cuál es la transferencia del sistema que tiene los diagramas de Bode de la figura.

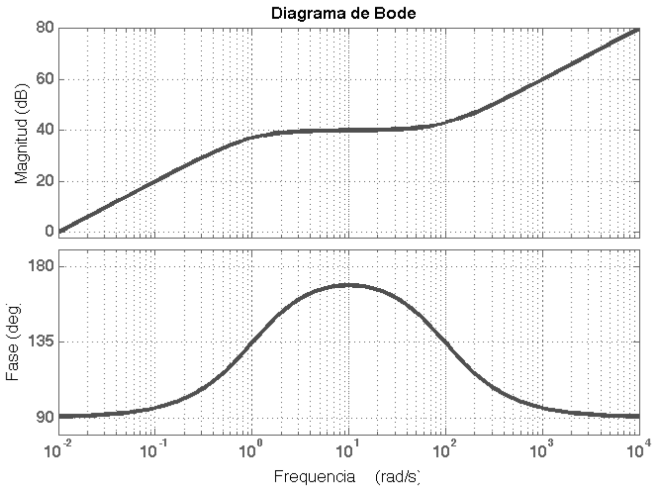
i) $F(s) = \frac{s(s+100)}{s+1}$

ii) $F(s) = \frac{s(s-1)}{s+100}$

iii) $F(s) = \frac{s(s-100)}{(s-1)}$

iv) $F(s) = \frac{(s-100)}{s(s-1)}$

v) Ninguna de las alternativas anteriores.



Ejercicio 2 **(5 puntos total - correcto +1 punto; incorrecto -0,5)**

Para cada una de las siguientes afirmaciones, indicar si es verdadera o falsa.

a) Todo componente lineal e inv. en el tiempo puede caracterizarse con una función de transferencia.
b) La respuesta de un sistema de primer orden puede presentar sobretiro cuando la entrada es del tipo escalón.
c) La respuesta transitoria sólo depende de las condiciones iniciales.
d) La función de transferencia depende de las condiciones iniciales.
e) De la respuesta en frecuencia se puede extraer información del comportamiento transitorio.
f) Un sistema de segundo orden sin ceros es subamortiguado cuando la relación de amortiguamiento ζ es igual a 1.
g) La cantidad de polos que la transferencia en lazo cerrado tenga en el origen determina si el error en régimen es 0, 0<cte<∞, o ∞.

Ejercicio 3 **(5 puntos)**

Sea un sistema ***S*** caracterizado por una función de transferencia de segundo orden sin ceros, con las siguientes particularidades:

- La ganancia en régimen vale 2
- La constante de tiempo más lenta vale 0,5
- Tiene un polo en s = -10 *rad/s*.

a) Encuentre los valores numéricos de la función de transferencia ***H***.

b) Calcular la respuesta del sistema a un escalón unitario en la entrada con condiciones iniciales nulas. Hallar el valor final, el sobretiro máximo (en %), y el tiempo de asentamiento al 5%.

Nota: para el tiempo de asentamiento se acepta una precisión de 1 cifra decimal.

c) Hallar la respuesta en régimen a una entrada del tipo $u(t) = 2.sen(0{,}001.t) + 10.sen(1000.t)$.

Se deberán justificar los razonamientos y aproximaciones utilizados en todo el ejercicio.

Ejercicio 4 **(16 puntos)**

En la figura 1 se representa esquemáticamente un elevador hidráulico de un taller mecánico. El mismo se utiliza para posicionar un automóvil cualquiera a la altura que requiera el trabajo de inspección o reparación.

El elevador se modela como un par de tanques comunicados: el T_1 de sección **a** y el T_2 de sección **A**. La sección del caño comunicante es **c** y su largo **L**. Un volumen $\mathbf{V_L}$, de un líquido incompresible, de densidad ρ está contenido dentro del conjunto (tanques y caño). Un actuador alimentado por un voltaje **V** realiza, sobre un pistón de masa despre-ciable contenido en T_1, una fuerza **F** = **K**.**V**, donde **K** es una constante positiva y **F** > 0 cuando la fuerza sobre el pistón es hacia abajo. La altura de la carga de masa **M** (automóvil y plataforma elevadora) con respecto al piso es **H**.

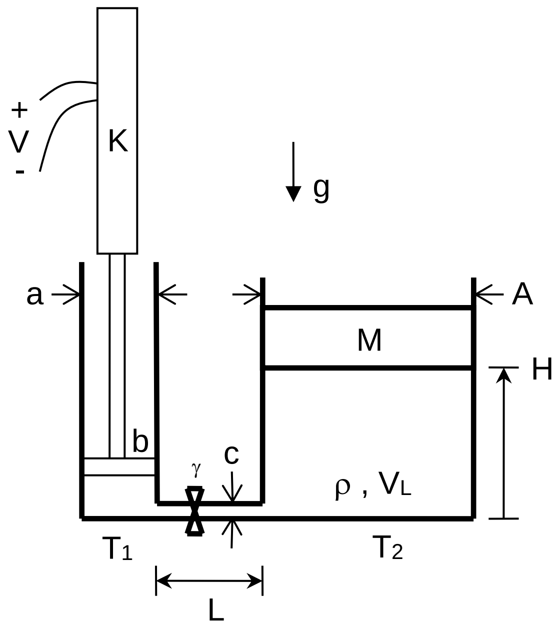


Figura 1

Suposiciones:

- La presión del líquido en la base de cada tanque se puede suponer hidrostática.
- El caño comunicante se modela como una resistencia hidráulica a través de la cual el caudal es $\gamma\sqrt{\Delta p}$, donde γ es una constante y Δp es la caída de presión a través de la resistencia.
- El rozamiento entre el pistón (sobre el que hace fuerza el actuador) y las paredes del tanque T_1 se modela como rozamiento viscoso con constante de viscosidad **b**.
- El rozamiento entre la carga (de masa **M**) y las paredes del tanque T_2 se considera despreciable.
- El líquido queda herméticamente contenido bajo el pistón dentro de T_1 y bajo la carga dentro de T_2.

1) Halle la ecuación del movimiento en **H**.

2) Halle (en función de **M**) el voltaje $V=V_0(M)$ que se debe aplicar sobre los bornes del actuador para mantener en equilibrio una carga de masa **M** (cualquiera) a la altura de inspección "por defecto" **H**=**H₀** (conocida y fija). ¿Cuánto líquido se requiere para que esto sea posible?

3) i) Linealice el modelo hallado en 1), en torno a la configuración de equilibrio descrita en 2).

ii) Halle la función de transferencia del modelo linealizado.

Para las restantes partes del problema se puede asumir que $\alpha = \frac{A}{a} >> 1$.

4) Originalmente el sistema tenía una fuente que alimentaba en forma constante la tensión V a un valor Vo que levantaba una masa Mo a una altura Ho, pero en esta situación la altura de trabajo real dependía de la masa M. Calcule el error porcentual de la variación altura respecto a la nominal que se comete para un apartamiento $\Delta M = M - Mo$

5) Para mejorar el comportamiento los mecánicos del taller diseñan un sistema realimentado como el que se representa en la figura 2.

Un dispositivo electrónico (B) tiene como salida un voltaje $V_B = V_0(Mo)$ que es mantenido <u>constante</u> durante todo el tiempo que el auto permanece sobre la plataforma. Un sensor de posición analógico (S), tiene como salida un voltaje $V_S = k_S(H - H_0)$. Los mecánicos comandan un potenciómetro lineal (P), graduado con $\tilde{H}_R \in [-1.1]$ (Ho > 1), mediante el cual se modifica un voltaje $\tilde{V}_R = k_P \tilde{H}_R$.

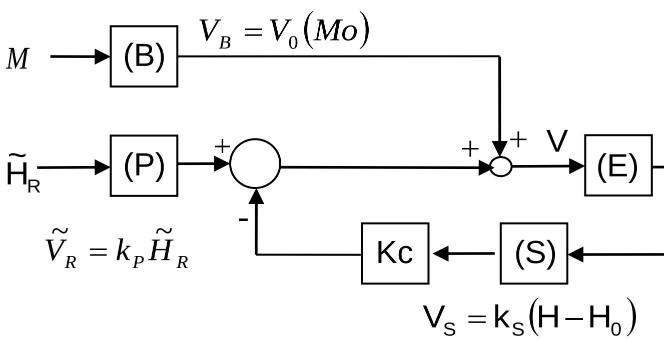


Figura 2

a) Calcule para el caso realimentado y $\tilde{H}_R = 0$, el error del error porcentual de la variación de altura con respecto a la nominal ante un apartamiento $\Delta M = M - Mo$. Comparar este resultado con el punto 4 y calcular la relación entre ambos errores.

b) Calcule la transferencia lineal $\frac{\tilde{H}}{\Delta M}$, donde $\tilde{H} = H - Ho$, para el sistema realimentado.

c) Ajustar Kc para que el sistema actúe lo más rápido posible cuando los mecánicos accionen el potenciómetro $\tilde{H}_R$ y hallar la transferencia $\frac{\tilde{H}}{\tilde{H}_R}$ resultante.

d) Calcular tiempo que transcurre entre un comando en $\tilde{H}_R$ desde cero a 1 y que el sistema alcanza la franja de 1 % del valor final en H.

Transformada de Laplace $F(s)$	Función en el tiempo $f(t)$
1	Impulso unitario
$\frac{1}{s}$	Escalón unitario
$\frac{1}{s^2}$	t
$\frac{n!}{s^{n+1}}$	t^n (n = entero positivo)
$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
$\frac{1}{(s+a)(s+b)}$	$\frac{e^{-at}-e^{-bt}}{b-a}$
$\frac{\omega_n^2}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$	$\frac{\omega_n}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_n t} sen\left(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t\right) \qquad 0<\zeta<1$
$\frac{s}{s^2+2\zeta\omega_n s+\omega_n^2}$	$-\frac{1}{\sqrt{1-\zeta^2}} e^{-\zeta\omega_n t} sen\left(\omega_n\sqrt{1-\zeta^2}\,t - Arctg\left(\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}\right)\right)$
$\frac{1}{(1+Ts)^n}$	$\frac{1}{T^n(n-1)!} t^{n-1} e^{-t/T}$