Introducción al Control Industrial

Parcial 1 - (30 puntos) – 2010

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

Respuesta correcta: **iv)**

Ejercicio 2 **(8 puntos - correcto +1 punto; incorrecto -1 punto)**

	V	F
a)	X	
b)	X	
c)		X
d)		X
e)		X
f)	X	
g)	X	
h)		X

Ejercicio 3 **(10 puntos)**

1) $\frac{1}{T}.\int\left(\sqrt[3]{r-y}-y\right)=y \qquad \frac{dy}{dt}=\frac{1}{T}.\left[\sqrt[3]{r-y}-y\right] \qquad \boxed{T.\frac{dy}{dt}+y=\sqrt[3]{r-y}}$

2) Punto de operación para $r=R=2$:

$E_2=0 \Rightarrow U=Y \Rightarrow \sqrt[3]{R-U}=U \Rightarrow U^3+U-R=0$

$U^3+U-2=(U-1)(U^2+U+2)$

La única solución real es $U=1$. Entonces, el punto de operación es: $\begin{cases} E_1=U=Y=1 \\ E_2=0 \end{cases}$

3) Linealización:

$r=R+\tilde{r}$; $y=Y+\tilde{y}$; $u=U+\tilde{u}=\sqrt[3]{E_1+\tilde{e}_1}\approx\sqrt[3]{E_1}+\frac{1}{3}(E_1)^{-\frac{2}{3}}\tilde{e}_1=1+\frac{1}{3}\tilde{e}_1$; $\tilde{u}=\frac{1}{3}\tilde{e}_1$;

$$H(s)=\frac{\tilde{y}}{\tilde{r}}(s)=\frac{\frac{1}{3}\left(\frac{1}{Ts+1}\right)}{1+\frac{1}{3}\left(\frac{1}{Ts+1}\right)}=\frac{1}{3Ts+4}$$

4) Respuesta en régimen:
Modelo no lineal

$r = 2{,}8 \quad \rightarrow \quad y = \sqrt[3]{2{,}8 - y}$

$y^3 + y - 2{,}8 = 0$

Tanteo soluciones:

y∞	1,1	1,2	1,18	1,175	1,176	**1,1755**
r	2,43	2,928	2,823	2,797	2,802	2,7998

Modelo lineal

$\tilde{r} = 0{,}8 \quad \rightarrow \quad \tilde{y}_\infty = \lim_{s\to 0} s.H(s).\frac{0{,}8}{s} = \frac{0{,}8}{4} = 0{,}2$

Luego: $y_\infty = Y + \tilde{y}_\infty = 1{,}2$

Ejercicio 4 **(10 puntos)**

Parte a)

Sistema de 2° orden sin ceros con 2 polos reales pues uno ya me dice la letra que es real (s = -10):

$H(s) = \frac{G.a.b}{(s+a).(s+b)}$ con $\boxed{b = 10}$.

La constante de tiempo más lenta vale: $\tau = 0{,}5 \Rightarrow \boxed{a = 2}$.

La ganancia en régimen vale $2 \Rightarrow \boxed{G = 2}$.

Luego: $\boxed{H(s) = \frac{40}{(s+2).(s+10)}}$

Parte b)

Respuesta escalón con cond. iniciales nulas: $y(t) = L^{-1}\{Y(s)\} = L^{-1}\{H(s)/s\}$

$Y(s) = \frac{2}{s} + \frac{-5/2}{s+2} + \frac{1/2}{s+10} \quad \rightarrow \quad \boxed{y(t) = 2 - 2{,}5.e^{-2.t} + 0{,}5.e^{-10.t}}$

Valor final: 2 y sobretiro no tiene

$t_S^{5\%} = T \Rightarrow 1{,}9 = 2 - 2{,}5.e^{-2.T} + 0{,}5.e^{-10.T}$

Tanteo soluciones para: $0{,}2 = 5.e^{-2.T} - e^{-10.T}$

T	1	1,2	1,5	1,6	**1,61**
F(T)	0,677	0,4536	0,249	0,204	0,1998

Parte c)
Respuesta en frecuencia a entrada:
$u(t) = 2.\text{sen}(0{,}001.t) + 10.\text{sen}(1000.t)$

Para la frecuencia ω=0,001 que es más de 3 décadas por debajo de la frecuencia del primer polo, aproximo por los valores de continua: $\boxed{|H| = 2 \quad \text{Arg}\{H\} = 0}$.

Para la frecuencia ω=1000 considero el aporte de cada polo por separado:

Polo en s = -2: $|H| = 2.10^{-3}$ $\text{Arg}\{H\} \sim -90^\circ$

Polo en s = -10: $|H| = 10^{-2}$ $\text{Arg}\{H\} \sim -90^\circ$

Para ω=1000: $\boxed{|H| = 4.10^{-5} \quad \text{Arg}\{H\} \sim -180^\circ}$.

Finalmente: $\boxed{y(t) = 4.\text{sen}(0{,}001.t) + 4.10^{-4}.\text{sen}(1000.t - 180^\circ)}$.