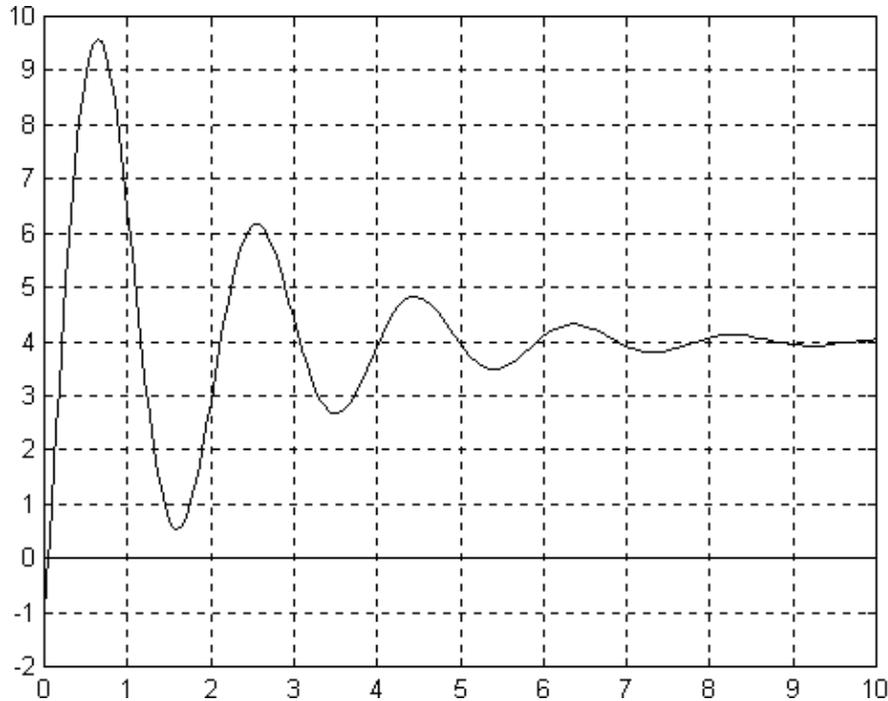
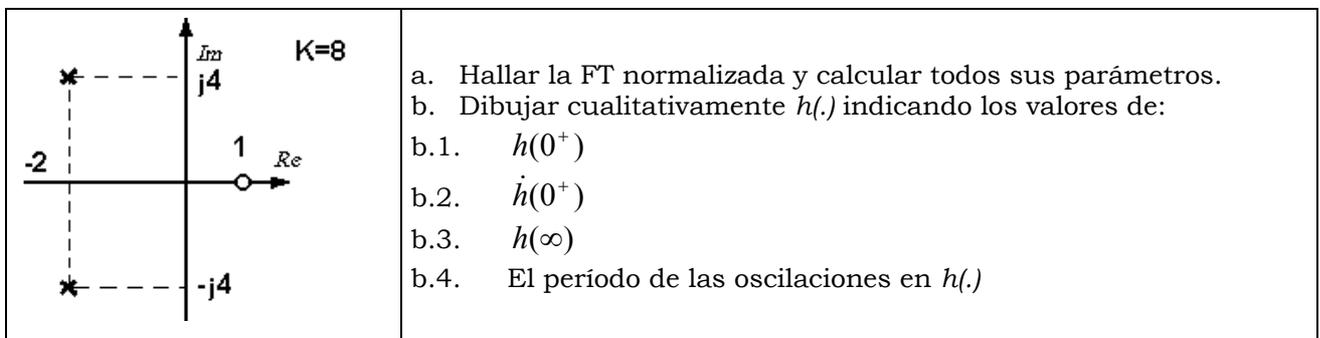
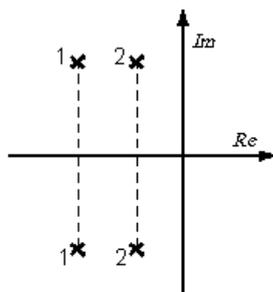
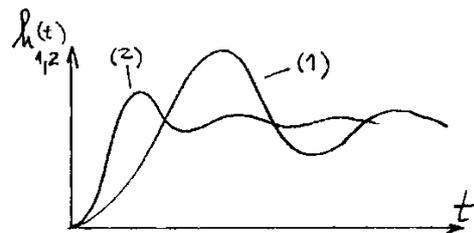


**Control I – 3<sup>er</sup> Parcial 2003 Tema A****Código: EP03A.03**

A-702 Control I

E-504 Dinámica de los Sistemas Físicos

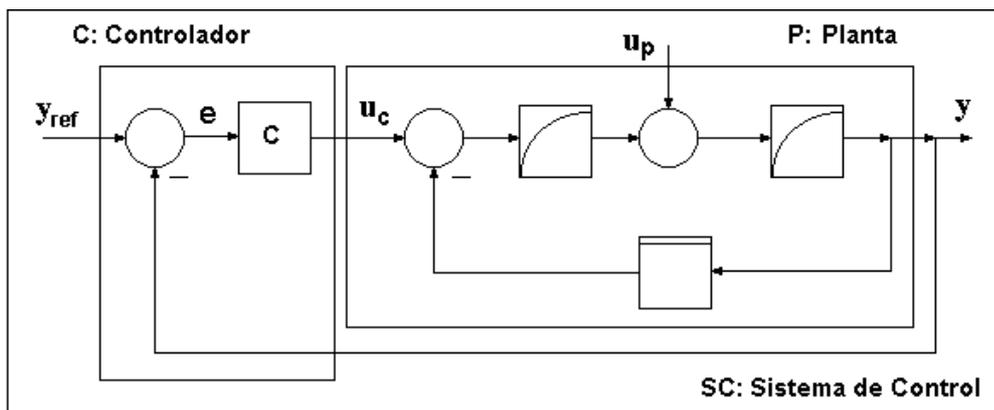
**P1 a P4 conforman un tema. Con P1 y P2 bien, aprueba; + P3, distinguido; + P4, sobresaliente.****Problema 1:** Calcule la función transferencia normalizada a partir de la siguiente  $h(t)$ .**Problema 2:** El diagrama de polos y ceros y la ganancia estática  $K$  describen plenamente una FT.**Problema 3:****P4a.** Dibuje  $h_1(t)$  y  $h_2(t)$  en una misma gráfica.**P4b.** Dibuje en mismo plano complejo los polos de ambas  $h(t)$ .**¡ Fundamente todas sus conclusiones !**

**Problema 4:** Para cada uno de los bloques normalizados:



- a) Escriba la FT normalizada completamente parametrizada.
- b) Dibuje la respuesta al escalón unitario y parametrícela completamente ( $h(0^+)$ ,  $h(\infty)$ ,  $\dot{h}(0^+)$ ,  $\dot{h}(\infty)$ , constantes de tiempo)

**Problema 5:** Por inspección del DB y usando los índices estructurales orden y grado relativo, determine  $h(0^+)$ ,  $h(\infty)$ ,  $\dot{h}(0^+)$  (valor nulo, no nulo) y los MNEMÓNICOS de las FTs indicadas. En cada caso *!!! indique sucintamente el procedimiento !!!*



**Sistema de control.**  $u_c$ : señal de control,  $u_p$ : perturbación,  $y_{ref}$ : señal de referencia de la salida.

**P5a.** Para la **planta en lazo abierto:**  $G_C = \frac{Y}{U_C}$  ,  $G_P = \frac{Y}{U_P}$

**P5b.** Para la **planta en lazo cerrado** (el **SC**)  $G_{ref} = \frac{Y}{Y_{ref}}$  ,  $G_{P,LC} = \frac{Y}{U_P}$

para los dos casos siguientes:

- P5b1. C:** Controlador tipo P
- P5b2. C:** Controlador tipo PI.

Extraiga una conclusión comparativa del análisis de los puntos **P5b1** y **2**.

**Problema 6:**

$\begin{cases} \dot{\theta} = \omega \\ \dot{\omega} = \frac{g}{l} \text{sen}(\theta) - \frac{b_R}{m l^2} \omega - \frac{1}{m l^2} \tau_C \end{cases}$	<p>El modelo no lineal de la izquierda representa al péndulo invertido esquematizado en la Fig. a. La variable <math>\tau_C</math> representa una cupla de control.</p>
$\begin{cases} \dot{\theta} = \omega \\ \dot{\omega} = \frac{g}{l} \theta - \frac{b_R}{m l^2} \omega - \frac{1}{m l^2} \tau_C \end{cases}$	<p>A la izquierda se da el <b>MILin</b> del modelo anterior respecto al origen (para simplificar se usó la misma notación para las variables):</p>

**Sobre el MILin** (para mayor ilustración, la Fig. b muestra su DB y el del sistema controlado):

- a. Analizar la estabilidad de la FT en lazo abierto.
- b. Diseñar un control  $\tau_C = v + k_1 \theta + k_2 \omega$  estabilizante ( $v(\cdot)$  es la nueva entrada). Indicar el conjunto de los valores  $k_1$  y  $k_2$  para que la FT en LC ( $\theta(s)/V(s)$ ) sea asintóticamente estable. Grafique el conjunto en el plano  $(k_1, k_2)$ .

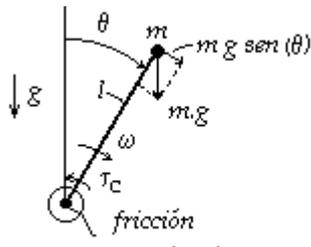


Fig. 6a. Sistema físico idealizado.

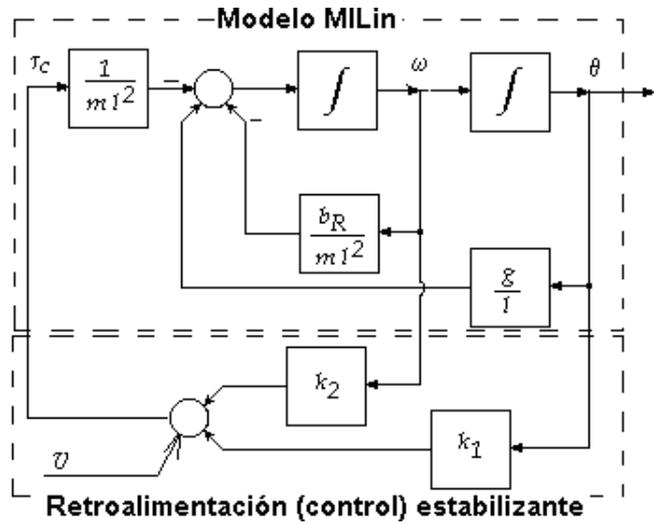


Fig. 6b. DB del MILin y control lineal.

**Problema 7:**

Un sistema No Lineal tiene los siguientes PEs y matrices Jacobianas asociadas.

$PE_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$	$PE_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ -1 \end{bmatrix}$	$PE_3 = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \end{bmatrix}$	$PE_4 = \begin{bmatrix} 0 \\ -4 \end{bmatrix}$
$A_1 = \begin{bmatrix} -1 & 0 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}$	$A_2 = \begin{bmatrix} -2 & 1 \\ -1 & -2 \end{bmatrix}$	$A_3 = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & -2 \end{bmatrix}$	$A_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$

**P7a.** Analice la estabilidad de cada PE del sistema no lineal. Fundamente cada conclusión.

**P7b.** Diga y fundamente si los retratos de fase de cada uno de los sistemas lineales asociados representan la dinámica en entornos suficientemente pequeños del correspondiente PE.

**Problema 8:**

El siguiente conjunto de ecuaciones de estado describe la dinámica del  $\Sigma\Phi I$  de la figura.

$\begin{cases} \dot{V}_1 = -\frac{\alpha}{m} V_1 - \frac{\beta}{m} V_1  V_1  - \frac{k}{m} X \\ \dot{X} = V_1 - \rho k X - \gamma k^3 X^3 \end{cases}$	
--	--

**P8a.** Estudie la estabilidad del origen del espacio de estados para cada uno de los siguientes casos:

- 1)  $\alpha, \beta, \rho, \gamma > 0$
- 2)  $\beta, \gamma > 0, \alpha = \rho = 0$
- 3)  $\alpha = \beta = \rho = 0, \gamma > 0$

**P8b.** Dé una interpretación física de sus resultados, conociendo los siguientes

*Detalles de modelado.* Las leyes de rozamiento son:

$$F_{roz1} = \alpha V_1 + \beta V_1 |V_1| \quad \text{y} \quad V_{roz2} = V_1 - V_2 = \rho F_{roz2} + \gamma F_{roz2}^3$$