SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL - Curso 99/00

Examen Final

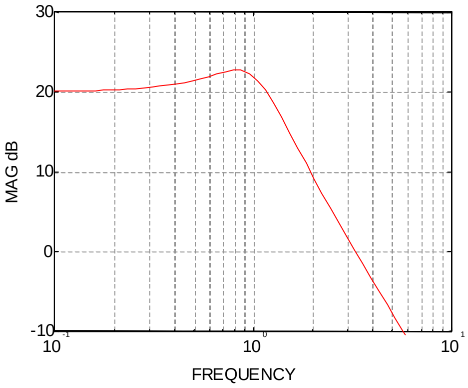
22/6/00

Tiempo: 1h30'

Parte I

Ejercicio 1. La Figura muestra la respuesta frecuencial de un sistema de fase mínima.

Dibujar su respuesta indicial y, a partir de ella, estimar los siguientes parámetros: t_p, t_s, R_{pt}, $y(\infty)$.



Ejercicio 2. Dibujar la respuesta frecuencial (teórica) de $G(s) = \dfrac{360(s+2)}{(s-2)(s^2+12s+36)}$ en un diagrama de Bode.

Ejercicio 3. Hallar, vía Evans, las raíces de $p(s) = s^3 + 2.5s^2 + 6s + 2.5$.

Ejercicio 4. Diseñar el corrector de avance para la planta $G(s) = \dfrac{20}{s(s+2)}$ y las especificaciones:

a) Estabilidad: $R_{pt} = 25\%$

b) Exactitud: $e(\infty) = 0.1$ a rampa de pendiente unitaria

SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE CONTROL - Curso 99/00

Examen Final

22/6/00

Tiempo: 1h30'

Parte II

Ejercicio 5.

1) Construir una $M(s)$ de segundo orden y sin ceros cuya respuesta indicial presente las siguientes características: $R_{pt} = 25\%$, $e(\infty) = 0$ a escalón unitario y $t_s = 6s$.

2) Retocar el sistema anterior para que, además, satisfaga la condición $e(\infty) = 0.1$ a una rampa de pendiente unitaria (añadir un cero) y mantenga $M(0) = 1$.

3) Recuperar el exceso P-Z añadiendo un polo adicional no dominante. Comprobar si aún se cumplen las dos condiciones anteriores. Si no es así, volver a ajustar el cero y la ganancia.

Ejercicio 6. Dada la planta $G(s) = \dfrac{3}{(s+1)(s+3)}$, diseñar, con ayuda del LGR de Evans, un controlador PI según el método de la oscilación crítica. Verificar que $e(\infty) = 0$ a escalón unitario.

Ejercicio 7. Dado el servo de la Figura y en el supuesto de que $r(t)$ sea un escalón unitario y $k = 3$, se pide:

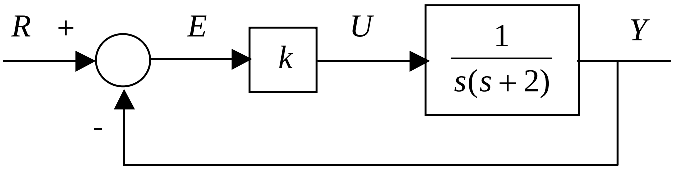
a) Calcular $u(t)$.

b) Comprobar, con ayuda del TVI, si se <u>satura</u> la salida del controlador en el supuesto de que $|u|_{max} = 3$.

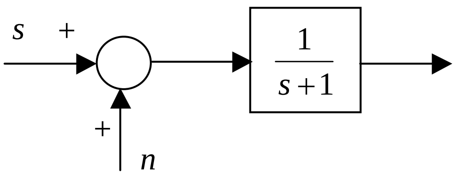
c) Calcular el error acumulado $J_1 = \int_0^\infty e^2(t)dt$.

d) Calcular $J_2 = \int_0^\infty u^2(t)dt$.

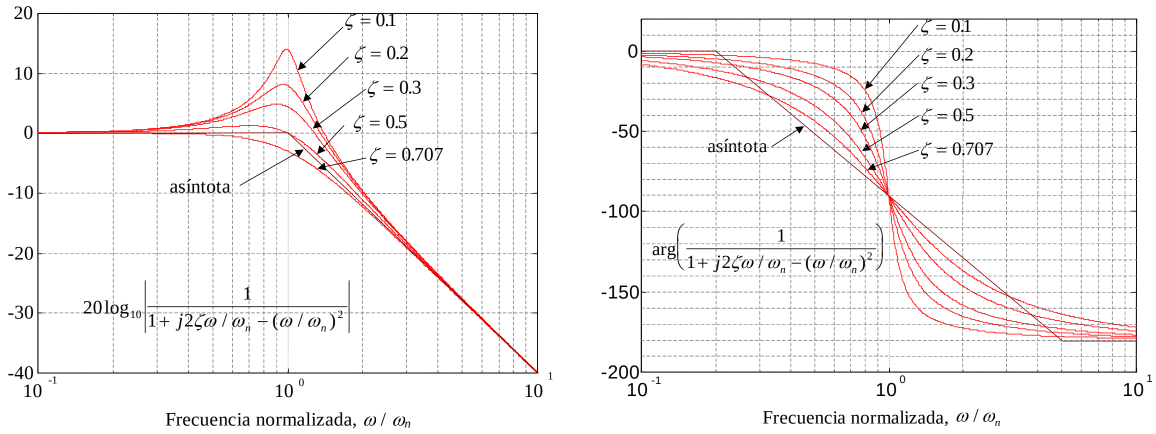
e) Hallar la k que minimiza $J_1 + J_2$.



Ejercicio 8. Calcular la relación S/N a la entrada y a la salida del sistema de la Figura siendo $s(t) = 4\,\text{sen}(2t)$ y $n(t) =$ señal con $\Phi_n(\omega^2) = \dfrac{4}{\omega^2 + 4}$.



1. Curvas de corrección de los diagramas asintóticos de segundo orden



(a) Corrección del módulo

(b) Corrección de la fase

Corrección en los polos complejos

2. Reglas de Ziegler-Nichols: Oscilación crítica

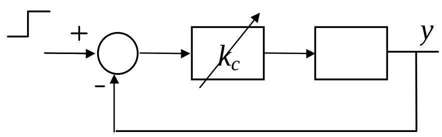


Figura 1. Ensayo.

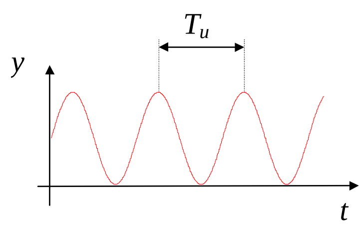


Figura 2. Resultado.

Regulador *P*:	$k_c = 0.5k_{cu}$		
Regulador *PI*:	$k_c = 0.45k_{cu}$	$T_i = 0.83T_u$	
Regulador *PID*:	$k_c = 0.6k_{cu}$	$T_i = 0.5T_u$	$T_d = 0.125T_u$

Tabla 1. Oscilación crítica.

3. *Tabla de integrales cuadráticas*

Formulación del problema:

1) Determinación de integrales de tipo: $J_n = \dfrac{1}{2\pi j}\int_{-j\infty}^{j\infty} \Phi(s)ds$

2) donde $\Phi(s)$ puede factorizarse como $\Phi(s) = E(s)\,E(-s)$ (llamada factorización espectral)

3) y donde $E(s)$ es de la forma $E(s) = \dfrac{B(s)}{A(s)} = \dfrac{b_{n-1}s^{n-1} + \ldots + b_0}{a_n s^n + a_{n-1}s^{n-1} + \ldots + a_0}$

Solución del problema:

El resultado de dichas integrales (obtenidas por residuos) para los casos n = 1, 2, 3, 4 es:

$$J_1 = \frac{b_0^2}{2a_0a_1}$$

$$J_2 = \frac{b_1^2a_0 + b_0^2a_2}{2a_0a_1a_2}$$

$$J_3 = \frac{b_2^2a_0a_1 + (b_1^2 - 2b_0b_2)a_0a_3 + c_0^2a_2a_3}{2a_0a_3(a_1a_2 - a_0a_3)}$$

$$J_4 = \frac{b_3^2(-a_0^2a_3 + a_0a_1a_2) + (b_2^2 - 2b_1b_3)a_0a_1a_4 + (b_1^2 - 2b_0b_2)a_0a_2a_4 + b_0^2(-a_1a_4^2 + a_2a_3a_4)}{2a_0a_4(-a_0a_3^2 - a_1^2a_4 + a_1a_2a_3)}$$