

SISTEMAS DE CONTROL

TEMA 1 Fundamentos de los Sistemas de Control

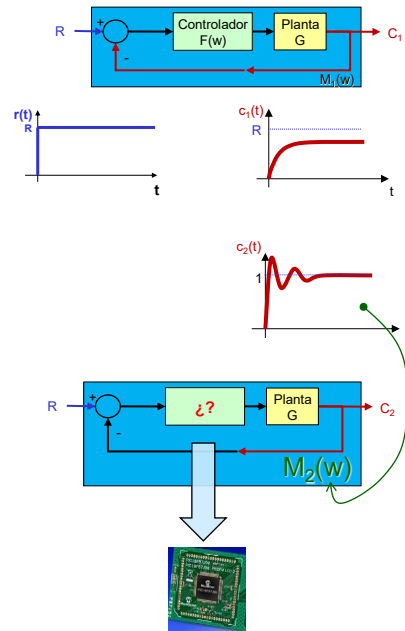
- 1.1. Introducción a Matlab.
- 1.2. Señales, Secuencias y Sistemas.
- 1.3. Sistemas de Control en Lazo Abierto y Cerrado.
- 1.4. Modelado de un Sistema.
- 1.5. Sistemas de Control Muestreados.
- 1.6. Análisis y Diseño de un Sistema de Control.**

Índice

1. Cuestiones Previas
2. Estabilidad
3. Análisis temporal
4. Proyecto de un sistema de control

Cuestiones previas

- Se han visto técnicas de modelado de sistemas
 - Sistema + Modelado → Modelo del sistema (M_1)
- El modelo permite la aplicación de técnicas de análisis y simulación
 - Modelo + Análisis → Comportamiento esperado (c_1)
- Las técnicas de análisis pueden adaptarse para ser utilizadas *a la inversa* (diseño)
 - Comportamiento deseado (c_2) + Diseño → Modelo necesario (M_2)
- A partir del modelo diseñado se obtiene el controlador necesario
 - Modelo → Controlador (F) → Implementación ($a=f(e)$)



01/10/2025 - Sistemas de Control - 3

POLITÉCNICA

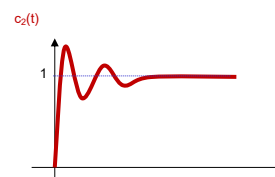
3

Análisis de sistemas de control

- En la asignatura se abordará el análisis temporal
 - Modelo + Análisis → Respuesta en el tiempo esperada
- El análisis temporal a partir de FdeT se basa en la transformada inversa (S o Z)
 - ⇒ Los polos de la FdeT son decisivos en la respuesta temporal
- En el análisis temporal cabe distinguir:
 - Estabilidad
 - Régimen transitorio
 - Régimen permanente

$$M_1(w)$$

$$M(w) = \sum_{i=1}^n \frac{\alpha_{Mi}}{w - p_i}$$



01/10/2025 - Sistemas de Control - 4

POLITÉCNICA

4

Análisis de estabilidad (I)

- Los sistemas realimentados son más propensos a la inestabilidad que los no realimentados (se verá en Tema 3)
- Estabilidad absoluta
 - Sistema estable: respuesta acotada y no oscilante (con amplitud constante) ante entrada acotada y no oscilante
 - Sistema inestable: en caso contrario
- Condición de estabilidad en la FdeT:
 - Sistema continuo: $\text{Re}[p_s] < 0$, $\forall p_s \equiv$ polos de la FdeT en S del sistema
 - Sistema discreto: $|p_z| < 1$, $\forall p_z \equiv$ polos de la FdeT en Z del sistema
- Estabilidad relativa:
 1. Comparativa del grado de estabilidad entre dos sistemas estables
 2. Comparativa del grado de estabilidad de un sistema con diferentes controladores

$$m(t) = \sum_{i=1}^n \alpha_{M_i} e^{p_i t}$$

Residuos

$$m[k] \approx \sum_{i=1}^n \alpha_{M_i} p_i^k$$

$\hat{p}_i?$

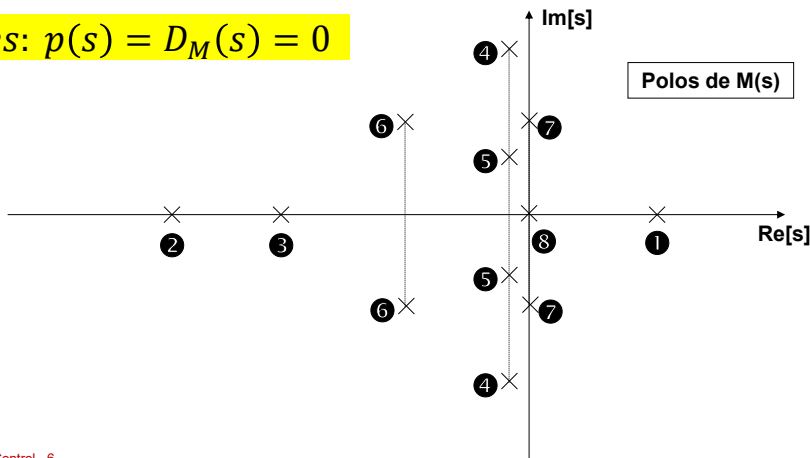
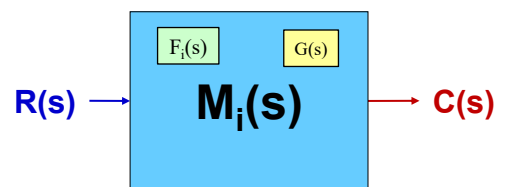
Continuo: $e^{p_i t} \rightarrow 0$
Discreto: $p_i^k \rightarrow 0$

Continuo: $e^{p_i t} < e^{p_j t}$
Discreto: $p_i^k < p_j^k$

Análisis de estabilidad (II)

- Ejemplo:
 - Analizar la estabilidad (absoluta y relativa) de los siguientes sistemas continuos

p_i raíces: $p(s) = D_M(s) = 0$

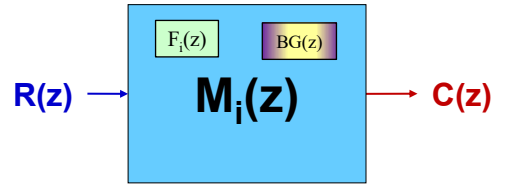
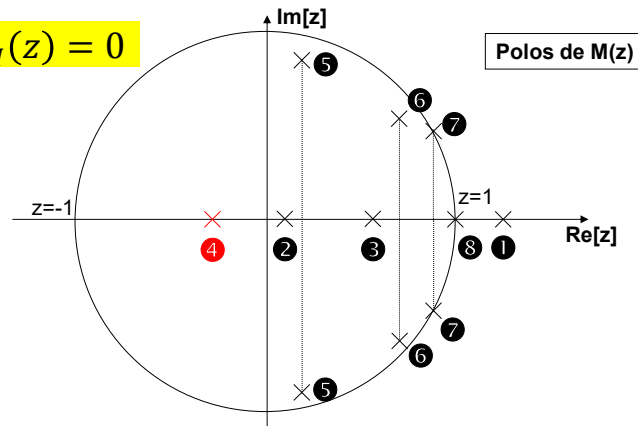


Análisis de estabilidad (III)

• Ejemplo:

- Analizar la estabilidad (absoluta y relativa) de los siguientes sistemas discretos

p_i raíces: $p(z) = D_M(z) = 0$



Análisis de la respuesta en el tiempo (I)

– Matemáticamente:

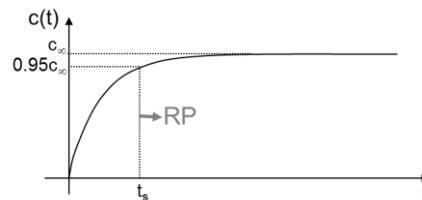
$$c(t) = c_{rt}(t) + c_{rp}(t)$$

$$c_{rp}(t) = c_{rp} = \begin{cases} \lim_{t \rightarrow \infty} c(t) = \lim_{s \rightarrow 0} [sC(s)] & \leftarrow (\text{sistemas continuos}) \downarrow \\ \lim_{k \rightarrow \infty} c[k] = \lim_{z \rightarrow 1} [(z-1)C(z)] & \leftarrow (\text{sistemas muestreados}) \uparrow \end{cases} = \lim_{w \rightarrow \gamma} [(w-\gamma)C(w)]$$

$$c_{rt}(t) = c(t) - c_{rp}(t)$$

– Operativamente:

$$c_{rp}(t) = c(t) \Big|_{t \geq t_s}$$



Análisis de la respuesta en el tiempo (II)

$$C(w) = C_R(w) + C_M(w)$$

$C(w)$ es superposición de { una función de la naturaleza de la entrada
una función dependiente del sistema

Según los polos de $M(w)$, las componentes de entrada se sumarán a:

tipicamente { Exponenciales crecientes o decrecientes
Oscilaciones sinusoidales con envolventes exponenciales

La respuesta transitoria no depende cualitativamente de $R(w)$:

La constante de tiempo de las exponenciales } sólo depende de $M(w)$
La frecuencia de oscilación de las sinusoides }

Proyecto de un sistema de control (I)



- El Proyecto (diseño de controladores) Implica:
 - Determinar una estrategia de control en LC con un regulador LTI
 - Hacer cumplir unas especificaciones
 - Dinámicas (régimen transitorio)
 - Estáticas (régimen permanente)
 - Calcular F
 - Construir el regulador con electrónica

Proyecto de un sistema de control (II)

1. Identificación y modelado de la planta (T1, P2)
2. Diseño del regulador (T4, PGA)
 - Estrategia de control
 - Especificaciones temporales
3. Análisis en lazo cerrado (T2 y T3, P3-P5)
 - Verificación del cumplimiento de las especificaciones
4. Construcción de los circuitos o escritura de los programas



SISTEMAS DE CONTROL

TEMA 1 Fundamentos de los Sistemas de Control

- 1.1. Introducción a Matlab.
- 1.2. Señales, Secuencias y Sistemas.
- 1.3. Sistemas de Control en Lazo Abierto y Cerrado.
- 1.4. Modelado de un Sistema.
- 1.5. Sistemas de Control Muestreados.
- 1.6. Análisis y Diseño de un Sistema de Control.