



Introducción a la Asignatura

Sistemas Electrónicos de Control



Álvaro Gutiérrez & Blanca Larraga
5 de febrero de 2025

a.gutierrez@upm.es
blanca.larraga@upm.es
www.robolabo.etsit.upm.es

- 1** Organización
- 2** Introducción a la asignatura

1 Organización

2 Introducción a la asignatura

Programa

► Introducción

- ▶ Introducción a la asignatura
- ▶ Lazo abierto y cerrado
- ▶ Sistemas de primer orden
- ▶ Objetivos de control
- ▶ Representación

► Modelado

- ▶ Modelado analítico
- ▶ Modelado experimental

► Análisis

- ▶ Dominio del tiempo
- ▶ Dominio complejo
- ▶ Dominio de la frecuencia

► Diseño de controladores I

- ▶ Clases de controladores
- ▶ Diseño de controladores en lazo directo

► Diseño de controladores II

- ▶ Técnicas analíticas
- ▶ Diseño de controladores de 2 grados de libertad

Metodología

- ▶ Parte teórica
 - ▶ Número reducido de clases teóricas
 - ▶ Trabajo del alumno: apuntes y bibliografía
- ▶ Parte práctica
 - ▶ **RealLabo:** Laboratorio con hardware
 - ▶ **TeleLabo:** Laboratorio a distancia
 - ▶ **SimuLabo:** Simulaciones → Octave, matlab,...
- ▶ Recursos:
 - ▶ Moodle → Entregas (**horarios estrictos**)
 - ▶ www.robolabo.etsit.upm.es → apuntes (**estudiar**)
 - ▶ Bibliografía → (**consultar**)

Evaluación

► **Trabajo Obligatorio E1. Individual (10 %)**

19 de febrero de 2025 - 8:59

Modelado analítico de un motor DC

► **Trabajo Obligatorio E2. Grupo (40 %)**

2 de abril de 2025 - 8:59

Modelado experimental de un motor DC

Implementar un controlador en un microcontrolador

► **Trabajo Obligatorio E3. Grupo (50 %)**

6 de junio de 2025 - 15:59

Diseño de controladores avanzados

Organización

► General

- ▶ E1 → individual
- ▶ E2/E3 → grupos (preferiblemente 2 personas)
¡¡Importante!!: Fecha límite para la organización de grupos: **14 de febrero - 23:59**

► RealLabo

- ▶ 1 equipo por grupo
- ▶ Se requiere un ordenador por grupo de trabajo
- ▶ Se establecerán turnos de mañana para el acceso al laboratorio
- ▶ **Consejo:** No dejarlo para el final, problemas con acceso al laboratorio

► Telelabo

- ▶ Horario libre
- ▶ **Consejo:** No dejarlo para el final, problemas con las colas de trabajo

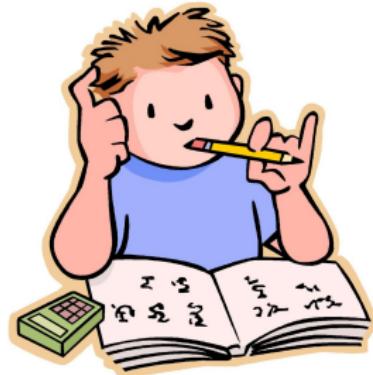
Calendario provisional



| | | | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|------------------------------|
| | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 2 | |
| Febrero | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | Introducción SECO / Modelado |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Análisis |
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | RealLabo / 19: Entrega E1 |
| | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 1 | 2 | RealLabo |
| Marzo | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | RealLabo |
| | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | Análisis PID/Dudas |
| | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | RealLabo |
| | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | Periodo exámenes parciales |
| Abril | 31 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | Diseño / 2: Entrega E2 |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | Diseño |
| | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | Semana Santa |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | Diseño |
| Mayo | 28 | 29 | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | Telelabo / Simulabo |
| | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | Telelabo / Simulabo |
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | Día de viernes |
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | Telelabo / Simulabo |
| Junio | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 1 | 6: Entrega E3 |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | |
| | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | |
| Julio | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 1: Extraordinario |
| | 30 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | |

- ▶ 1 ECTS → 30h.
- ▶ SECO=4.5 ECTS → 135h.
- ▶ Horas en calendario: 42h.
- ▶ Trabajo extra: $135\text{h.} - 42\text{h.} = 93\text{h.}$

- ▶ 14 semanas → 9.64h./sem.
- ▶ Horas en calendario: 3h/week
- ▶ **Trabajo extra: 6.64h/sem.**



1 Organización

2 Introducción a la asignatura

Intro





Intro

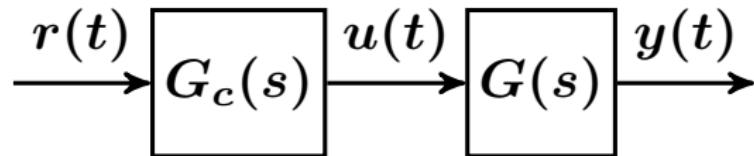
<https://www.youtube.com/watch?v=KiNTUDnsFwl>



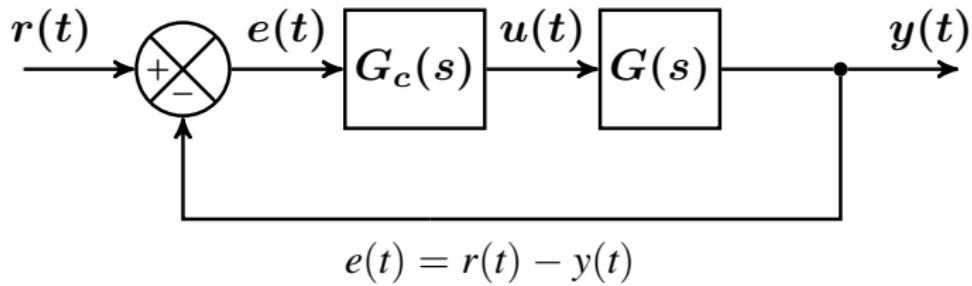
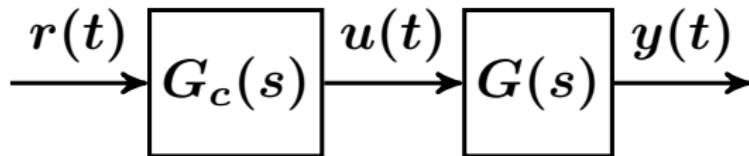
Intro



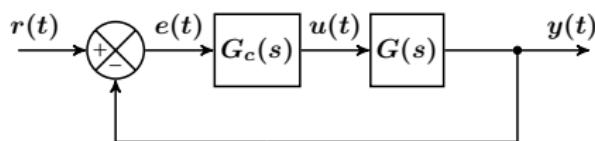
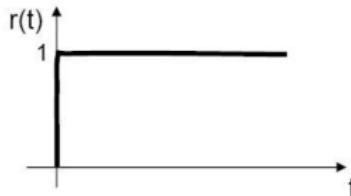
Lazo abierto vs lazo cerrado



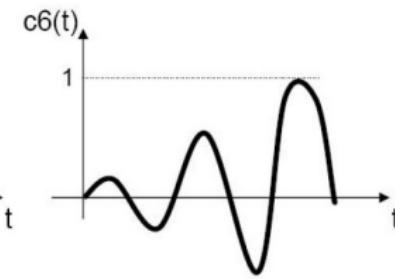
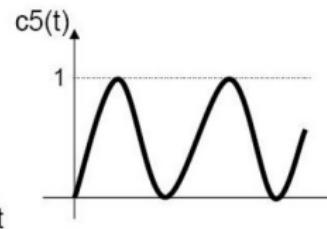
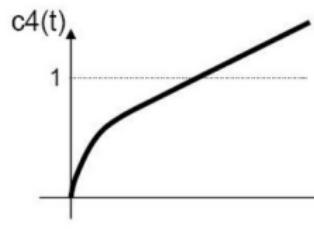
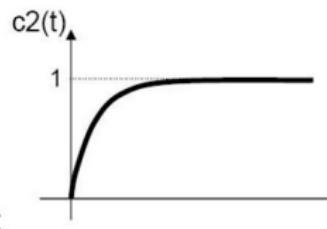
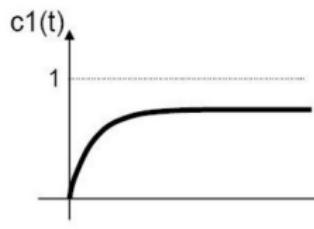
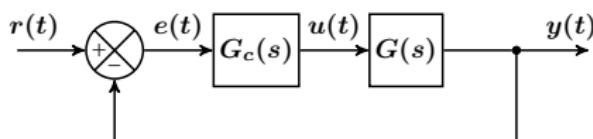
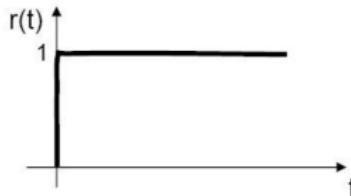
Lazo abierto vs lazo cerrado

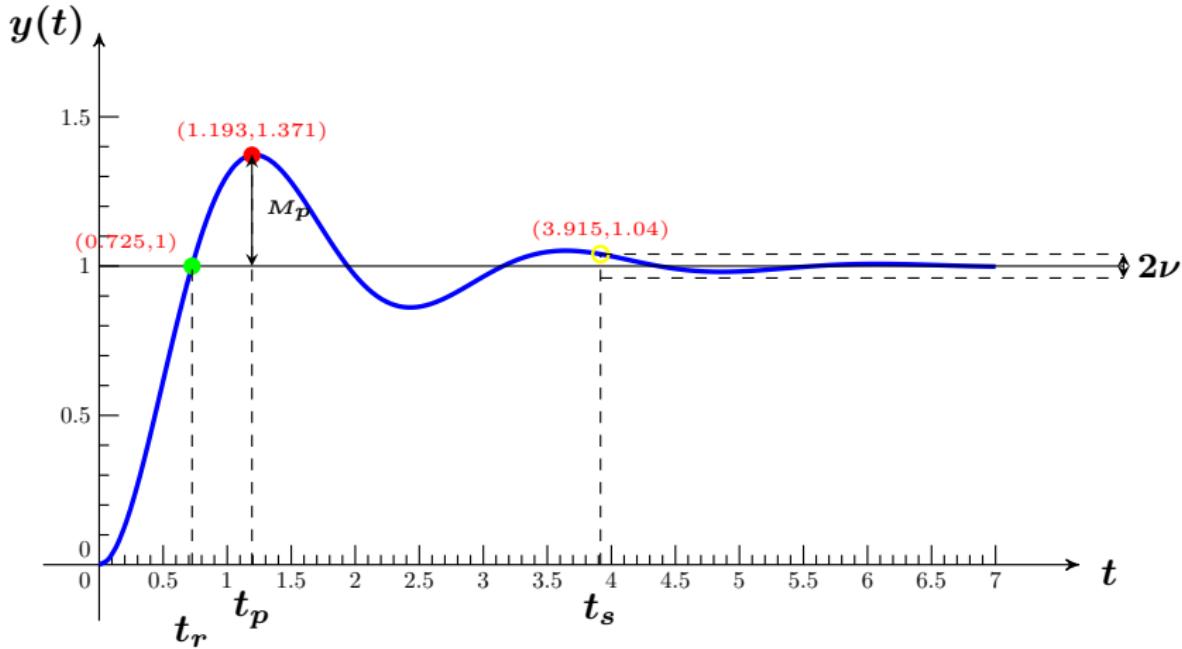


Estabilidad



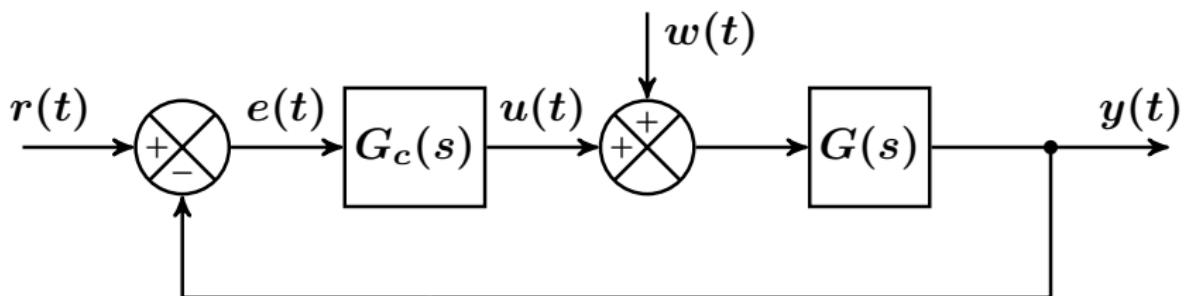
Estabilidad





- Permanente: $\lim_{t \rightarrow \infty} y(t)$
- Transitorio: t_s, M_p, t_p, t_r

Perturbaciones



$$y(t) = y_r(t) + y_w(t)$$

- ▶ Problema de seguimiento de la referencia: $\lim_{t \rightarrow \infty} y_r(t) = r(t)$
- ▶ Problema de supresión de la perturbación: $\lim_{t \rightarrow \infty} y_w(t) = 0$

Función de transferencia



Función de transferencia



$$\dot{y}(t) + ay(t) = b_0\dot{u}(t) + b_1u(t)$$

Función de transferencia

$$\dot{y}(t) + ay(t) = b_0\dot{u}(t) + b_1u(t)$$

$$(s + a)Y(s) - y(0^-) = (b_0s + b_1)U(s) - b_0u(0^-)$$

$$Y(s) = G(s)U(s) + \frac{T(s)}{s + a}$$

$$G(s) = \frac{b_0s + b_1}{s + a}$$
$$T(s) = y(0^-) - b_0u(0^-)$$

Función de transferencia

$$\dot{y}(t) + ay(t) = b_0\dot{u}(t) + b_1u(t)$$

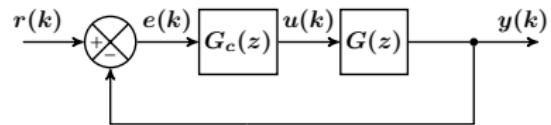
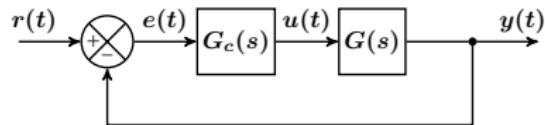
$$(s + a)Y(s) - y(0^-) = (b_0s + b_1)U(s) - b_0u(0^-)$$

$$Y(s) = G(s)U(s) + \frac{T(s)}{s + a}$$

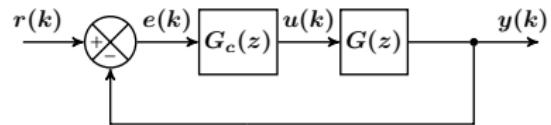
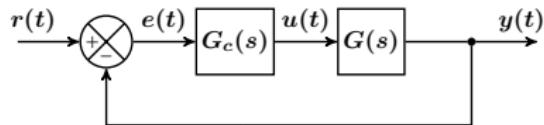
$$G(s) = \frac{b_0s + b_1}{s + a}$$
$$T(s) = y(0^-) - b_0u(0^-)$$

- **Ceros:** Valores $s \in \mathbb{C}$ que hacen $G(s) = 0$
- **Polos:** Valores $s \in \mathbb{C}$ que hacen $G(s) = \infty$
- **Orden:** Número de polos
- **Tipo:** Número de polos en el origen ($s = 0$)
- **Orden relativo:** Diferencia entre polos y ceros

FT en lazo cerrado

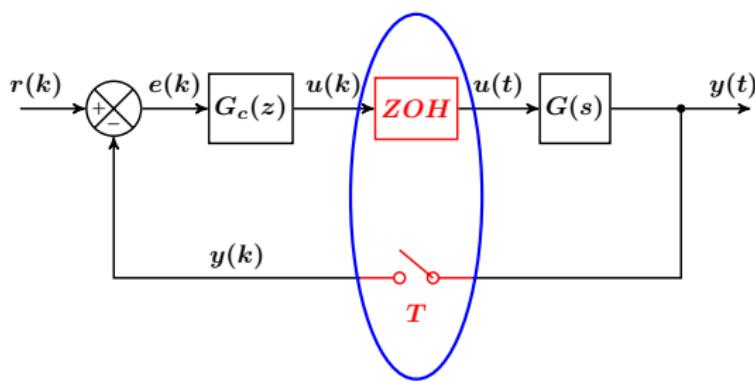


FT en lazo cerrado



$$H(s) = \frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{G_c(s)G(s)}{1 + G_c(s)G(s)}$$

$$H(z) = \frac{Y(z)}{R(z)} = \frac{G_c(z)G(z)}{1 + G_c(z)G(z)}$$



Gracias



GRACIAS!!

Gracias



GRACIAS!!