



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**95000066 - Sistemas Electronicos De Control**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	10
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000066 - Sistemas Electronicos de Control
<b>No de créditos</b>	4.5 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Octavo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
<b>Centro responsable de la titulación</b>	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2023-24

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Alvaro Gutierrez Martin (Coordinador/a)	B-320	a.gutierrez@upm.es	X - 12:00 - 13:00 V - 12:00 - 13:00
Blanca Larraga Garcia	B301	blanca.larraga@upm.es	X - 12:00 - 13:00 V - 12:00 - 13:00

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 2.2. Personal investigador en formación o similar

Nombre	Correo electrónico	Profesor responsable
Sendra Arranz, Rafael	r.sendra@upm.es	Gutierrez Martin, Alvaro

## 2.3. Profesorado externo

Nombre	Correo electrónico	Centro de procedencia
Cristina Montero Pardo	cristina.montero@alumnos.upm.es	ETSIT - CSIC
Jaime Arcos Legarda	jaime.arcos@upm.es	ETSIT

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Programacion
- Señales Y Sistemas

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE-SE6 - Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control

CE-SE8 - Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida

CG10 - Creatividad

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la

resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG8 - Comunicación oral y escrita

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA303 - Comprensión de los fundamentos teóricos de la realimentación, conocimiento de los sistemas de primer y segundo orden y capacidad de analizar el comportamiento de los sistemas de orden superior. Utilizar adecuadamente la terminología y los conceptos del área de la Ingeniería de Sistemas y Automática.

RA305 - Análisis: Aplicar correctamente el criterio de Routh-Hurwitz para analizar la estabilidad de sistemas continuos

RA307 - Capacidad de diseñar correctamente compensadores y controladores PID, analógicos y digitales, para que la dinámica del sistema del control realimentado satisfaga especificaciones de diseño prefijadas.

RA224 - Conocer y aprender a exponer los resultados experimentales de manera científica

RA309 - Capacidad de interpretar adecuadamente técnicas gráficas para el análisis y diseño de controladores: en el dominio del tiempo, en el dominio complejo (Lugar de Raíces) y en el dominio de la frecuencia (Diagramas de Bode y Nyquist)

RA72 - Conocimiento de la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.

RA310 - Modelado: Obtención de la función de transferencia y la ecuación de estado de sistemas de control lineales

RA308 - Dominio de programas de simulación del comportamiento dinámico de un sistema de control realimentado

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura de Sistemas Electrónicos de Control es un primer curso sobre los principios teóricos y prácticos del modelado, análisis y diseño de controladores realimentados. El objetivo principal es el diseño de controladores bajo especificaciones cualitativas y cuantitativas: estabilidad, seguimiento de señales de referencia, supresión de señales de perturbación y satisfacción de especificaciones de régimen transitorio. Se pretende que los alumnos sepan utilizar las representaciones algebraicas y gráficas de sistemas dinámicos lineales, así como realizar simulaciones numéricas y aplicar sus resultados en entornos físicos reales.

### 5.2. Temario de la asignatura

#### 1. Introducción

- 1.1. Introducción a la asignatura
- 1.2. Sistemas de control de lazo abierto y lazo cerrado
- 1.3. Estructuras de control
- 1.4. Sistemas lineales de primero y segundo orden
- 1.5. Orden, tipo y orden relativo
- 1.6. Objetivos de control
- 1.7. Transformadas de Laplace y Z
- 1.8. Función de transferencia

#### 2. Modelado

- 2.1. Modelado analítico
- 2.2. Modelado experimental
- 2.3. motor DC

#### 3. Comportamiento de sistemas de control

- 3.1. Estabilidad
- 3.2. Régimen permanente
- 3.3. Régimen transitorio

#### 4. Sistemas de control en microcontroladores

- 4.1. Modulación por anchura de pulsos (PWM)
- 4.2. Capturador de pulsos (encoder)
- 4.3. Sistemas muestreados y digitales
- 4.4. Técnicas de discretización
- 4.5. Periodo de muestreo
- 5. Estructuras avanzadas de control
  - 5.1. Estructura de lazo directo, paralelo, realimentado y prealimentado
  - 5.2. La señal de perturbación a la entrada
- 6. Diseño de controladores-I
  - 6.1. Clases de controladores
  - 6.2. Técnicas gráficas: Lugar de Raíces
  - 6.3. Técnicas gráficas: Diagramas de Bode y Nyquist
  - 6.4. Estructuras de tercer orden
- 7. Diseño de controladores-II
  - 7.1. Técnicas analíticas: igualación de polinomios característicos
  - 7.2. Diseño de controladores de dos grados de libertad
- 8. Telelaboratorio

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1: Introducción a la asignatura</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Introducción a la asignatura</b> Duración: 01:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
2	<b>Tema 2: Modelado analítico</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 2: Modelado experimental</b> Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 3: Comportamiento de sistemas de control</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega 1 (E1): Modelado analítico de un motor DC</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
4	<b>Tema 4: Sistemas de control en microcontroladores</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 4: Sistemas de control en microcontroladores</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		<b>Tema 4: Sistemas de control en microcontroladores</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6		<b>Tema 4: Sistemas de control en microcontroladores</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
7		<b>Tema 4: Sistemas de control en microcontroladores</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8	<b>Tema 5: Estructuras avanzadas de control</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	<b>Tema 6: Diseño de controladores I</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Entrega 2 (E2): Modelado experimental e implementación de un controlador</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00



10	<b>Tema 7: Diseño de controladores II</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
11		<b>Tema 8: Telelaboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12		<b>Tema 8: Telelaboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Tema 8: Telelaboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>Tema 8: Telelaboratorio</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				<b>Entrega 3 (E3): Diseño de un controlador de 2 grados de libertad</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00
16				
17				<b>Entrega 1 (E1): Modelado analítico de un motor DC</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Entrega 2 (E2): Modelado experimental e implementación de un controlador</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00  <b>Entrega 3 (E3): Diseño de un controlador de 2 grados de libertad</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Entrega 1 (E1): Modelado analítico de un motor DC	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG9 CG8
9	Entrega 2 (E2): Modelado experimental e implementación de un controlador	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE8
15	Entrega 3 (E3): Diseño de un controlador de 2 grados de libertad	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE6 CE-SE8 CG2

#### 7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega 1 (E1): Modelado analítico de un motor DC	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CG9 CG8
17	Entrega 2 (E2): Modelado experimental e implementación de un controlador	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE8
17	Entrega 3 (E3): Diseño de un controlador de 2 grados de libertad	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	02:00	50%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE6 CE-SE8 CG2

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega 1 (E1): Modelado analítico de un motor DC	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	10%	5 / 10	CG9 CG8
Entrega 2 (E2): Modelado experimental e implementación de un controlador	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	40%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE8
Entrega 3 (E3): Diseño de un controlador de 2 grados de libertad	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	50%	5 / 10	CG9 CG10 CG8 CE-SE6 CE-SE8 CG2

## 7.2. Criterios de evaluación

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una calificación mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10.

La nota final se obtendrá mediante suma de las calificaciones y porcentajes correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, tal y como se muestra en su correspondiente apartado de esta guía.

Las entregas deben ser fruto del trabajo en grupos asignados durante el curso. La copia, plagio o cualquier otra muestra de engaño en los trabajos entregados supondrá el suspenso de dicha parte y se aplicará la normativa de evaluación de la UPM para el curso académico correspondiente.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba global usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación progresiva, aunque las actividades de evaluación por prueba final se concentran en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará a través del sistema de prueba final.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Apuntes SECO Web Robolabo	Recursos web	www.robolabo.etsit.upm.es
Control de Sistemas Dinámicos con Retroalimentación	Bibliografía	G. F. Franklin, J. D. Powell y A. Emami-Naeini, Addison-Wesley, 1991 (o posterior)
Ingeniería de Control Moderna	Bibliografía	K. Ogata, Prentice Hall, 4ª edición (2003) o posterior

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura se relaciona con varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible definidos por la ONU, en concreto:

- ODS4 -- Educación de Calidad:

ODS4.4: De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de personas con las competencias necesarias profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.

ODS4.7: De aquí a 2030, asegurar que todos los estudiantes adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible.

- ODS9 -- Industria, Innovación e Infraestructuras

ODS9.C: Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020

En casos específicos y en función de la evolución de la alianza y comunidades EELISA se adecuarán las prácticas a escenarios completos