

24-25

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## PROCESAMIENTO Y CONTROL EN TIEMPO REAL

CÓDIGO 2880617-

UNED

24-25

PROCESAMIENTO Y CONTROL EN TIEMPO  
REAL

CÓDIGO 2880617-

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA  
ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA  
PRÁCTICAS DE LABORATORIO  
IGUALDAD DE GÉNERO

Nombre de la asignatura	PROCESAMIENTO Y CONTROL EN TIEMPO REAL
Código	2880617-
Curso académico	2024/2025
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL <b>MÁSTER UNIVERSITARIO EN INDUSTRIA CONECTADA</b>
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

**Procesamiento y control en tiempo real** es una asignatura de 5 ECTS que se imparte durante el tercer semestre del Máster y de carácter optativo.

Esta asignatura parte de unas competencias básicas adquiridas al cursar el Grado en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática en asignaturas como:

- Automatización industrial
- Arquitectura de ordenadores
- Sistemas en tiempo real
- Procesado de señal
- Sistemas electrónicos de potencia

Con el objeto de que se pueda cursar desde otros grados de la rama de la ingeniería industrial algunos de los contenidos y las competencias se recogen dentro del programa de esta asignatura de forma resumida, para que de modo introductorio sirvan como base para plantear y afianzar las nuevas competencias que deben adquirirse.

Esta asignatura engloba prácticamente todas las competencias básicas y generales de la especialidad. Las principales competencias específicas que se pretenden alcanzar son:

- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial, al nivel de sus algoritmos de control y programación.
- Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos, desde la perspectiva de los algoritmos y su programación.

La asignatura “**Procesamiento y control en tiempo real**” se desarrolla desde unos contenidos ya afianzados en los grados de ingeniería de la rama industrial y aborda la realización práctica de este tipo de sistemas. Utiliza las bases de conocimiento sobre control que se desarrollaron en automatización industrial, fundamentalmente en la parte discreta, que permiten establecer y calcular los algoritmos de control digital que se necesitan en sistemas microelectrónicos y sistemas embebidos.

Los algoritmos para el tratamiento digital de la señal presentan una estructura de programación muy similar a todos ellos, que se analizará en esta asignatura, y que lleva al desarrollo de arquitecturas internas especializadas en microprocesadores,

buscando mejorar la eficiencia y el tiempo de ejecución. Lógicamente el sistema resultante es un dispositivo que es capaz de conocer el estado del sistema que debe controlar y actuar en consecuencia, todo dentro de un espacio de tiempo limitado.

Desde el punto de vista de la docencia la asignatura “Procesamiento y control en tiempo real” tiene las siguientes características generales:

- a) Es una asignatura según modelo metodológico implantado en la UNED. Al efecto se dispondrá de los recursos incorporados al Curso virtual de la asignatura al que se tendrá acceso a través del portal de enseñanza virtual UNED.
- b) Dado que las actividades síncronas son reducidas, la planificación de su seguimiento y estudio permite su adaptación a estudiantes con diversas circunstancias personales y laborales. No obstante, en este sentido, suele ser aconsejable que en la medida de sus posibilidades, cada estudiante establezca su propio modelo de estudio y seguimiento lo más regular y constante posible.
- c) Tiene un carácter predominantemente práctico, realizando diversas simulaciones y concluyendo la asignatura con dos trabajos de simulación.

## **REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA**

La formación previa que deberían tener los alumnos para el adecuado seguimiento de esta asignatura está basada en unos fundamentos a nivel de grado universitario, destacando el dominio de sistemas de control automático, conocimientos de teoría de circuitos, de sistemas electrónicos digitales, sistemas en tiempo real y simulación.

Esta asignatura requiere de simulaciones para las que se utilizarán programas tipo Matlab (disponible en el campus UNED) y por tanto es conveniente el conocimiento previo de este software. Se pueden utilizar también entornos de programación de microcontroladores que normalmente utilizan el lenguaje de programación C, por lo que es conveniente tener conocimientos de informática, lenguaje C y de uso práctico de aplicaciones avanzadas en un ordenador personal.

Es importante haber cursado con anterioridad asignaturas como Automatización Industrial ya que se hará un uso intenso de los conceptos tratados en las mismas. Es interesante también tener conocimientos de microprocesadores vistos en la asignatura Microprocesadores y Microcontroladores (Microcontroladores y Sistemas Embebidos) y de sistemas en tiempo real tanto desde el punto de vista de su programación.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos	FRANCISCO MUR PEREZ (Coordinador de asignatura)
Correo Electrónico	fmur@ieec.uned.es
Teléfono	91398-7780
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	SANTIAGO MONTESO FERNANDEZ
Correo Electrónico	smonteso@ieec.uned.es
Teléfono	91398-6481
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Nombre y Apellidos	ANTONIO NEVADO REVIRIEGO
Correo Electrónico	anevado@ieec.uned.es
Teléfono	91398-9389
Facultad	ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

Se recomienda al alumno que consulte el curso virtual y las indicaciones que se irán publicando a lo largo del curso.

La guardia de la asignatura se realizará los **martes por la mañana de 10:00 a 14:00 horas**, en los locales del Departamento de Ingeniería Eléctrica, Electrónica, Control, Telemática y Química Aplicada a la Ingeniería, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la UNED.

Francisco Mur Pérez, 91-398-77-80, fmur@ieec.uned.es

Antonio Nevado Reviriego, 91-398-93-89, anevado@ieec.uned.es

Santiago Monteso Fernández, 91-298-6481, smonteso@ieec.uned.es

Se recomienda al alumno la utilización del curso virtual creado al efecto como soporte de la asignatura (al que puede acceder desde las páginas web de la UNED).

### Dirección postal:

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UNED)

CL Juan del Rosal 12

28040 Madrid

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### Competencias Básicas:

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más

amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CB9 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones -y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

**Competencias Generales:**

CG1 - Iniciativa y motivación

CG2 - Planificación y organización

CG3 - Manejo adecuado del tiempo

CG4 - Análisis y síntesis

CG5 - Aplicación de los conocimientos a la práctica

CG6 - Resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos

CG7 - Pensamiento creativo

CG8 - Razonamiento crítico

CG9 - Toma de decisiones

CG10 - Seguimiento, monitorización y evaluación del trabajo propio o de otros

CG11 - Aplicación de medidas de mejora

CG12 - Innovación

CG13 - Comunicación y expresión escrita

CG14 - Comunicación y expresión oral

CG15 - Comunicación y expresión en otras lenguas

CG16 - Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica

CG17 - Competencia en el uso de las TIC

CG18 - Competencia en la búsqueda de la información relevante

CG19 - Competencia en la gestión y organización de la información

CG20 - Competencia en la recolección de datos, el manejo de bases de datos y su presentación

CG21 - Habilidad para coordinarse con el trabajo de otros

CG22 - Habilidad para negociar de forma eficaz

CG23 - Habilidad para la mediación y resolución de conflictos

CG24 - Habilidad para coordinar grupos de trabajo

CG25 - Liderazgo

CG26 - Conocimiento y práctica de las reglas del trabajo académico

CG27 - Compromiso ético y ética profesional

CG28 - Conocimiento, respeto y fomento de los valores fundamentales de las sociedades democráticas

CG29 - Tener conocimientos adecuados de los aspectos científicos y tecnológicos de:

métodos matemáticos, analíticos y numéricos en la ingeniería, ingeniería eléctrica, ingeniería energética, ingeniería química, ingeniería mecánica, mecánica de medios continuos, mecánica de fluidos, electrónica industrial, automática, fabricación, materiales, métodos cuantitativos de gestión, informática industrial, urbanismo, infraestructuras, etc.

CG36 - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

### **Competencias Específicas:**

CE7 - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

CE8 - Capacidad para diseñar y proyectar sistemas de producción automatizados y control avanzado de procesos.

CE16 - Capacidad para la gestión de la Investigación, Desarrollo e Innovación tecnológica.

CE20 - Conocimiento y capacidades para el proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de Seguridad.

CE22 - Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.

CE23 - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

## **RESULTADOS DE APRENDIZAJE**

Los resultados del aprendizaje esperados que debe alcanzar el estudiante y que definen esos objetivos de la asignatura son:

- Afianzar y completar los conocimientos sobre el cálculo y diseño de controladores digitales. Partiendo del cálculo teórico de dichos controladores transformados de Laplace o en transformadas “z” a la ecuación en diferencias y su estructura de programación.
- Desarrollar la teoría de tratamiento digital de señal, necesaria para los sistemas de control industrial.
- Diseñar e implantar filtros digitales de señal.
- Efectuar simulaciones de los sistemas digitales diseñados.
- Conocer las arquitecturas de microprocesadores específicas para el tratamiento digital de la señal, y por tanto seleccionar el microcontrolador adecuado para el proyecto un control específico.
- Programar y desarrollar los sistemas de control digital en un entorno de desarrollo para un microcontrolador en tiempo real.
- Plantear y desarrollar un aplicaciones en tiempo real.

Para más información sobre los Resultados del Aprendizaje se recomienda consultar la Memoria del Máster.

## CONTENIDOS

### Unidad didáctica 1

#### A. Control digital en ingeniería

Esta unidad didáctica recoge una introducción de la asignatura al control y está desarrollada en el texto de M. Sami Fadali y Antonio Visioli “**Digital Control Engineering. Analysis and Design**” [TB1]. Este texto está disponible en la biblioteca de la UNED en abierto.

Capítulo 1 [TB1]: Introducción al control digital

Capítulo 2 [TB1]: Sistemas de tiempo discreto

Capítulo 3 [TB1]: Modelado

Capítulo 4 [TB1]: Estabilidad

Capítulo 5 [TB1]: Sistemas de control analógicos

Capítulo 6 [TB1]: Sistemas de control digitales

Capítulo 7 [TB1]: Representación en el espacio de estados

### Unidad Didáctica 2

Esta unidad didáctica recoge las dos partes de la asignatura que está desarrollada en el texto de Steven W. Smith (The scientist and engineer’s guide to digital signal processing) [TB2].

#### B. El tratamiento digital de señal y los sistemas digitales de control

##### B.1 BASES

Esta parte es introductoria a la materia de estudio. En general son temas de repaso de competencias adquiridas en el grado, es importante pero son temas que son de lectura para refrescar conocimientos y enlazar temas.

Capítulo 1 [TB2]: Introducción al procesado digital de la señal (DSP)

Capítulo 2 [TB2]: Estadística, probabilidad y ruido

Capítulo 3 [TB2]: Convertidores ADC y DAC

Capítulo 4 [TB2]: Software de DSP

##### B.2 FUNDAMENTOS

Esta parte se desarrolla los fundamentos matemáticos para el análisis de los sistemas discretos.

Capítulo 5 [TB2]: Sistemas lineales

Capítulo 6 [TB2]: Convolución

Capítulo 7 [TB2]: Propiedades de la convolución

Capítulo 8 [TB2]: Transformada discreta de Fourier (DFT)



Capítulo 9 [TB2]: Aplicaciones de la DFT

Capítulo 10 [TB2]: Propiedades de la transformada de Fourier

**Capítulos de ampliación de contenidos** (no van a ser evaluados)

Capítulo 11 [TB2]: La correspondencias entre los dominios del tiempo y la frecuencia

Capítulo 12 [TB2]: La transformada rápida de Fourier (FFT)

Capítulo 13 [TB2]: Procesado de señal de tiempo continuo

### **C. Filtrado digital**

#### C.1 FILTRADO DIGITAL

Capítulo 14 [TB2]: Introducción al filtrado digital

Capítulo 15 [TB2]: Filtrado por promediado

Capítulo 16 [TB2]: Filtros de "ventana"

**Contenido de ampliación de la asignatura:**

Capítulo 18 [TB2]: Convolución FFT. No se evalúa este capítulo

Capítulo 19 [TB2]: Filtros recursivos

Capítulo 20 [TB2]: Filtros Chebyshev

Capítulo 21 [TB2]: Comparativa de filtros

Temas de ampliación de sistemas electrónicos de potencia

Esta parte no entra en la evaluación de la asignatura y se propone como contenidos de ampliación para los estudiantes que tengan interés en el tema.

En esta parte se proponen temas de aplicación a los sistemas reales de las técnicas de tratamiento de señales analógicas en tiempo discreto. El texto que se utiliza es **Digital Signal Processing in Power Electronics Control Circuits** de Krzysztof Sozanski editado por Springer [TC1].

#### APLICACIÓN A LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

Capítulo 1 [TC1]. Introducción (Excluido el punto 1.5 de amplificadores para audio)

Capítulo 2 [TC1]. Acondicionamiento y discretización de señales analógicas

Capítulo 3 [TC1]. Implementación y selección de los métodos de filtrado digital

Este bloque expone el "Entorno de un sistema microcontrolador en tiempo real" sobre algunos Procesadores Digitales de Señal (DSP) de Texas Instruments y de Analog Devices, con sus características específicas que también se aborda en algunos epígrafes del libro de Smith.

## METODOLOGÍA

La metodología de estudio utiliza la tecnología actual para la formación a distancia en aulas virtuales, con la participación del Equipo Docente, los Profesores Tutores (si los hay) y todos los alumnos matriculados. En este entorno se trabajarán los contenidos teórico-prácticos cuya herramienta fundamental de comunicación será el propio curso virtual, utilizando la bibliografía básica y los materiales puestos a disposición de los estudiantes.

El trabajo autónomo con las actividades de ejercicios y pruebas de autoevaluación disponibles, bajo la supervisión del tutor, con las herramientas y directrices preparadas por el equipo docente completará un 75% del tiempo de preparación de la asignatura.

Por último esta asignatura tiene una parte importante de implementación de los algoritmos de filtrado y control digital que puede requerir la asistencia al laboratorio del departamento responsable. Esta actividad formativa representa el 25% del tiempo dedicado a la asignatura.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	7
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora no programable.

Criterios de evaluación

La prueba presencial consta de dos partes:

5 preguntas o problemas cortos (40% de la evaluación). Hay que obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en esta parte.

2 problemas de desarrollo (60% de la evaluación). Hay que obtener una calificación mínima de 3 sobre 10 en cada problema.

% del examen sobre la nota final	70
----------------------------------	----

Nota del examen para aprobar sin PEC	5
--------------------------------------	---

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC	7
--	---

Nota mínima en el examen para sumar la PEC	5
--	---

Comentarios y observaciones

El conjunto de la prueba de evaluación continua (PEC) y la prueba presencial (PP) aporta el 70% de la evaluación final. La PEC suma un 10% sobre la PP sin superar ese 70%.

**CARACTERÍSTICAS DE LA PRUEBA PRESENCIAL Y/O LOS TRABAJOS**

Requiere Presencialidad

Si

Descripción

Se utilizan las siguientes modalidades de evaluación en la asignatura:

Evaluación continua, de carácter voluntario con una prueba de evaluación continua (PEC) a lo largo del curso, que se programará en el curso virtual. Está previsto publicarla a mediados de noviembre. Solo tiene una convocatoria.

Prueba presencial obligatoria programada dentro del calendario de exámenes de la UNED.

Trabajos de simulación obligatorios, sobre los contenidos de la asignatura. Se pueden entregar los trabajos en las convocatorias de junio y septiembre, publicadas en el curso virtual.

Criterios de evaluación

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final

La evaluación final de la asignatura que se realizará a partir de las mencionadas pruebas, siempre que se haya obtenido al menos un aprobado en la prueba presencial. Tiene un peso del 70% la prueba presencial y el 30% los trabajos de simulación. La prueba de evaluación continua contribuirá a la calificación de la prueba presencial con un máximo de un punto.

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Si,PEC no presencial

Descripción

La prueba de evaluación continua tiene la misma estructura y características que la prueba presencial.

Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

La prueba de evaluación continua tendrá una ponderación del 10% sobre la prueba presencial. Esta calificación estará saturada a 10 puntos.

Fecha aproximada de entrega

Principios de diciembre

Comentarios y observaciones

Solamente se podrá realizar en la fechas de diciembre detallada en el curso virtual de la asignatura.

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Si,no presencial

Descripción

**Trabajos obligatorios**

**Se realizarán unas prácticas de simulación con Matlab. Se publican en el curso virtual de la asignatura.**

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final	Los trabajos obligatorios constituyen el 30% de la calificación final de la asignatura.
Fecha aproximada de entrega	Finales de febrero
Comentarios y observaciones	

En caso de que el estudiante se presente a la convocatoria extraordinaria de septiembre, podrá entregar el trabajo final de simulación a principios de septiembre.

**¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?**

Nota final = 70% de la nota de la prueba presencial (PP) + 30% de la nota de los trabajos obligatorios (TF).

**Si se realiza la prueba de evaluación continua PEC, la calificación de la prueba personal será PP+10% PEC , máximo 10 puntos.**

**Las partes que se aprueben en febrero se guardan para la convocatoria de septiembre, pero no para cursos posteriores.**

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13): 9780128144336

Título: DIGITAL CONTROL ENGINEERING : ANALYSIS AND DESIGN Tercera edición

Autor/es: Antonio Visioli; M. Sami Fadali

Editorial: ACADEMIC PRESS

Los textos base para seguir la asignatura son TB1 (control) y TB2 (procesado de señal).

El texto complementario (TC) es únicamente para ampliar los conocimientos sobre aplicaciones prácticas, pero no entra en el temario ni es objeto de evaluación.

Texto base 1 (TB1): "DIGITAL CONTROL ENGINEERING : ANALYSIS AND DESIGN" (3ª)

Texto base 2 (TB2): "THE SCIENTIST AND ENGINEER'S GUIDE TO DIGITAL SIGNAL PROCESSING"

Texto complementario (TC): "DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN POWER ELECTRONICS CONTROL CIRCUITS"

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13): 9781447152668

Título: DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN POWER ELECTRONICS CONTROL CIRCUITS

Autor/es: Krzysztof Sozanski

Editorial: : SPRINGER

ISBN(13): 9789688805398

Título: SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO 2ª edición

Autor/es: Ogata, Katsuhiko

Editorial: PRENTICE-HALL

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Como recursos adicionales para el estudio de la asignatura, en el curso virtual podrá encontrar los siguientes materiales:

- Esta guía de estudio y la guía didáctica de la asignatura.
- Pruebas de evaluación a distancia.
- Enunciados y soluciones de ejercicios teórico-prácticos que el alumno puede usar como ejercicios de autoevaluación, incluyendo exámenes resueltos de anteriores convocatorias.
- Lista de preguntas frecuentes, que recogen dudas de años anteriores.
- Software para la simulación y desarrollo de sistemas de control digital (MATLAB).
- El curso virtual de la asignatura, donde se publicarán todas las indicaciones precisas para el correcto desarrollo del curso.

El alumno que tenga acceso a Internet o Redes IP, podrá consultar la información existente en los servidores del Departamento o de la UNED:

<http://www.ieectqai.uned.es/>

<http://www.uned.es/>

Se recomienda al alumno con acceso a Internet que visite las páginas sugeridas en la bibliografía de cada capítulo de la obra mencionada en la bibliografía básica

## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Sí. Prácticas en remoto.

## IGUALDAD DE GÉNERO

En coherencia con el valor asumido de la igualdad de género, todas las denominaciones que en esta Guía hacen referencia a órganos de gobierno unipersonales, de representación, o miembros de la comunidad universitaria y se efectúan en género masculino, cuando no se hayan sustituido por términos genéricos, se entenderán hechas indistintamente en género femenino o masculino, según el sexo del titular que los desempeñe.