

23-24

MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA INDUSTRIAL

GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



PROCESAMIENTO Y CONTROL EN TIEMPO REAL

CÓDIGO 2880617-

UNED

23-24

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	2023/2024
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
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 I,
- Automatización industrial II,
- 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.

Por último se plantean aplicaciones de control de algunos dispositivos en tiempo real, fundamentalmente sistemas como los estudiados en “Sistemas electrónicos de potencia”, completando el ciclo desde el cálculo de un regulador para el control de una planta esta su implantación en un sistema de control electrónico.

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 "a distancia" 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-e.
- 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 un trabajo 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, de electrónica de potencia, de programación, sistemas en tiempo real y simulación.

Esta asignatura requiere de simulaciones para las que se utilizarán programas tipo Matlab (preferiblemente Octave) 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 I y II 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 y de sistemas en tiempo real tanto desde el punto de vista de su programación como de algunos sistemas concretos planteados en Sistemas Electrónicos de Potencia.

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 todos los enlaces de Internet que se irán proponiendo para cada capítulo a lo largo del curso.

La guardia de la asignatura se realizará los martes por la tarde 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

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), así como la asistencia periódica a las tutorías en su Centro Asociado.

Dirección postal:

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (UNED)

Cl Juan del Rosal 12

28040 Madrid

TUTORES

Se recomienda a los Tutores de la asignatura que se pongan en contacto con el equipo docente a principio de curso para verificar si existe alguna anomalía respecto de las directrices dadas en esta guía de curso y, si ello fuera necesario, para pedir

recomendaciones metodológicas en los aspectos didácticos de la misma.

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 transformadas 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

Esta unidad didáctica recoge las dos primeras partes de la asignatura y está desarrollada en el texto de Steven W. Smith (The scientist and engineer's guide to digital signal processing) [1].

A. El tratamiento digital de señal y los sistemas digitales de control

A.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 [1]: Introducción al procesado digital de la señal (DSP)

Capítulo 2 [1]: Estadística, probabilidad y ruido

Capítulo 3 [1]: Convertidores ADC y DAC

Capítulo 4 [1]: Software de DSP. (Introducción a la Partes C y D de la asignatura)

A.2 FUNDAMENTOS

Esta parte se desarrolla los fundamentos matemáticos para el análisis de los sistemas discretos. Está desarrollado con más profundidad en el texto de Ogata, "Sistemas de control en tiempo discreto" por lo que se recomienda utilizarlo para resolver dudas y completar conocimientos (Este texto es el utilizado en Automatización Industrial II del Grado en Ingeniería Electrónica y Control y por tanto aborda el tema de adquisición, tratamiento digital para el control y reconstrucción a señales analógicas).

Capítulo 5 [1]: Sistemas lineales

Capítulo 6 [1]: Convolución

Capítulo 7 [1]: Propiedades de la convolución

Capítulo 8 [1]: Transformada discreta de Fourier (DFT)

Capítulo 9 [1]: Aplicaciones de la DFT

Capítulo 10 [1]: Propiedades de la transformada de Fourier

Los tres siguientes capítulos son de ampliación de contenidos (no van a ser evaluados)

Capítulo 11 [1]: La correspondencias entre los dominios del tiempo y la frecuencia

Capítulo 12 [1]: La transformada rápida de Fourier (FFT)

Capítulo 13 [1]: Procesado de señal de tiempo continuo

B. Filtrado digital

B.1 FILTRADO DIGITAL

Capítulo 14 [1]: Introducción al filtrado digital

Capítulo 15 [1]: Filtrado por promediado

Capítulo 16 [1]: Filtros de “ventana”

Contenido de ampliación de la asignatura:

Capítulo 18 [1]: Convolución FFT. No se evalúa este capítulo.

Capítulo 19 [1]: Filtros recursivos

Capítulo 20 [1]: Filtros Chebyshev

Capítulo 21 [1]: Comparativa de filtros

Unidad Didáctica 2

C. Entorno de un sistema microcontrolador en tiempo real

D. Programación y aplicaciones de control en tiempo real

El desarrollo de la materia que se realiza en el libro “The scientist and engineer’s guide to digital signal processing” de Steven W. Smith contiene muchas aproximaciones a la implementación práctica de las técnicas de tratamiento digital de la señal, que aparecen expuestas como pequeños listados de código computacional. También aparecen temas completamente desarrollados con la problemática que presenta la programación de los algoritmos y las limitaciones propias de los procesadores y microcontroladores digitales (sistemas computacionales en general). Todos estos contenidos se pueden considerar de la segunda unidad didáctica de la asignatura aunque al estar perfectamente integrados en el texto que se utiliza en la primera unidad didáctica, por continuidad, se han mantenido dentro del temario de la primera unidad.

En esta segunda unidad se busca la aplicación a los sistemas reales de las técnicas de tratamiento de señales analógicas en tiempo discreto y el texto que se utiliza es **Digital Signal Processing in Power Electronics Control Circuits** de Krzysztof Sozanski editado por Springer [2].

Hay contenidos de este texto que se solapan con los contenidos desarrollados en la primera parte, (estudiada por el texto de Smith) sin embargo tienen un punto de vista aplicado al control de sistemas electrónicos de potencia constituyendo aplicaciones de tiempo real de estos sistemas. De este texto utilizaremos los tres primeros capítulos del libro:

APLICACIÓN A LOS SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA

Capítulo 1 [2]. Introducción (Excluido el punto 1.5 de amplificadores para audio)

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

Capítulo 3 [2]. 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	6
----------------------	---

Duración del examen	120 (minutos)
---------------------	---------------

Material permitido en el examen

No se permite ningún material, excepto calculadora no programable.

Criterios de evaluación

Las preguntas de la prueba presencial tienen distinto peso en la nota final de la prueba que se indica para cada una de ellas en la cabecera del propio examen.

% del examen sobre la nota final	66
----------------------------------	----

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

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

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

Comentarios y observaciones

La asignatura se puede superar sin la realización del trabajo final, sin embargo este trabajo tiene un peso muy importante en la evaluación (33%), por lo que resulta fundamental abordarlo.

La nota necesaria en la prueba presencial para superar la asignatura sin el trabajo de simulación, es un 8,3.

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 al comenzar el curso en la web de la asignatura. Está previsto publicarla a mediados de noviembre.

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

Trabajo de simulación, sobre los contenidos de la asignatura.

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, con un peso de, un 60% la prueba presencial y un 30% el trabajo de simulación. La prueba de evaluación continua tendrá una ponderación del 10% siempre que esto contribuya a mejorar la calificación.

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% siempre que esto contribuya a mejorar la calificación.

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

Trabajo final de simulación

Se realizarán unos ejercicios de simulación con Matlab que se propondrán en el curso virtual de la asignatura.

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

El trabajo final constituye entre 30% y un 33% de la nota 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 = $2/3$ de la nota de la prueba presencial (PP) + $1/3$ de la nota del trabajo final (TF).

Si se realiza la prueba de evaluación continua, ésta se ponderará con la nota anterior en un 10%(PEC) + 90% (PP + TF) solamente si mejora la calificación final de la asignatura.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9781447152668

Título: DIGITAL SIGNAL PROCESSING IN POWER ELECTRONICS CONTROL CIRCUITS

Autor/es:

Editorial:: SPRINGER

También será necesario el libro:

The scientist and engineer's guide to digital signal processing. Steven W. Smith. ISBN: 0-9660176-4-1. Disponible para uso particular en Internet.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9789688805398

Título: SISTEMAS DE CONTROL EN TIEMPO DISCRETO^{2a}

Autor/es:

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.
- El curso virtual de la asignatura aLF, 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.ieec.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

¿Hay prácticas en esta asignatura de cualquier tipo (en el Centro Asociado de la Uned, en la Sede Central, Remotas, Online,...)?

No

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.