

19-20

GRADO EN ING. EN ELECTRÓNICA  
INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA  
CUARTO CURSO

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## PROCESADO DE SEÑAL

CÓDIGO 68024101

UNED

19-20

PROCESADO DE SEÑAL

CÓDIGO 68024101

# ÍNDICE

PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN  
REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA  
EQUIPO DOCENTE  
HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE  
TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS  
COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE  
RESULTADOS DE APRENDIZAJE  
CONTENIDOS  
METODOLOGÍA  
SISTEMA DE EVALUACIÓN  
BIBLIOGRAFÍA BÁSICA  
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA  
RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Nombre de la asignatura	PROCESADO DE SEÑAL
Código	68024101
Curso académico	2019/2020
Departamento	INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA, CONTROL, TELEMÁTICA Y QUÍMICA APLICADA A LA INGENIERÍA
Título en que se imparte	GRADO EN ING. EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA
Curso	CUARTO CURSO
Tipo	OPTATIVAS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Periodo	SEMESTRE 1
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

La asignatura Procesado de Señal se encuadra dentro del programa del Grado Universitario Oficial en Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Es una asignatura de cinco créditos ECTS de carácter optativo que se imparte en el segundo semestre del cuarto curso de la carrera. Esta asignatura pretende que el alumno llegue a conocer y experimentar los conceptos fundamentales en los que se basa el actual desarrollo de las técnicas de procesado de señal que, potenciadas por el desarrollo de la tecnología digital, han pasado a ser parte fundamental de los avances de la ingeniería moderna.

Los objetivos de esta asignatura pueden definirse en los siguientes puntos:

- Dar a conocer los conceptos básicos de la teoría de filtrado óptimo y, concretamente, su resultado más significativo que es el filtro de Kalman, considerando tanto en su formulación en tiempo discreto, que permite su aplicación sencilla mediante ordenador, como su formulación en tiempo continuo.
- Dar a conocer las bases de una alternativa genérica a la solución del problema de identificación o modelización de la dinámica del proceso, que hemos denominado “Perspectiva de la Optimización” y que está caracterizada porque, en la misma línea iniciada por el método de los mínimos cuadrados, los resultados obtenidos dependen de la minimización de un índice de rendimiento.
- Dar a conocer asimismo las bases de una segunda alternativa a la solución del problema de identificación, que hemos denominado “Perspectiva de la Estabilidad” y que está caracterizada porque los resultados perseguidos se definen en términos de convergencia o estabilidad. Esta alternativa está principalmente orientada a facilitar en forma práctica el control o guiado predictivo de la evolución del proceso, fin al que estas técnicas pueden contribuir sustancialmente.
- Dar a conocer al alumno las similitudes y coincidencias entre los resultados obtenidos por las técnicas de filtrado y las de identificación, en cualquiera de las dos perspectivas previamente consideradas, lo que permite profundizar en la comprensión de las mismas.

- Instruir en la aplicación y experimentación de los conceptos de la asignatura a través de la realización por parte de los alumnos de ejercicios individualizados, que pondrán de relieve las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas objeto de estudio.

Esta guía presenta las orientaciones básicas que requiere el alumno para el estudio de la asignatura. Por este motivo es recomendable leerla atentamente, antes de iniciar el estudio, para adquirir una idea general de la asignatura y de los trabajos, actividades y prácticas que se van a desarrollar a lo largo del curso.

Las técnicas de procesado de señal para el tratamiento de información proveniente de un sistema en evolución se remontan en la literatura conocida a principios del siglo XIX, cuando Gauss introdujo en un trabajo de predicción orbital la primera formulación del método de los mínimos cuadrados. Desde entonces estas técnicas se han seguido desarrollando para eliminar los errores de medida de las variables del sistema o proceso en consideración, llegar a conocer las leyes que determinan su evolución modelizando su dinámica, establecer consideraciones probabilísticas para caracterizar la inexactitud de las observaciones procedentes del mismo y poder de esta forma llegar a la mejor estimación posible de las variables que determinan dicha evolución. Estas técnicas actualmente parte fundamental de los avances de la ingeniería moderna y se utilizan asimismo como complemento a las técnicas de control avanzado impartidas en las asignaturas Técnicas de Control I y II.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR LA ASIGNATURA

La asignatura no tiene prerequisites específicos, si bien para su adecuado seguimiento y aprovechamiento se precisan conocimientos básicos de cálculo, ecuaciones diferenciales o física, que se imparten en las correspondientes asignaturas del primer curso del plan de estudios, y el conocimiento de control de procesos que se adquiere normalmente en las asignaturas de automática del mismo.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

JUAN MANUEL MARTIN SANCHEZ  
juanms@ieec.uned.es  
91398-6488  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
ING.ELÉCT., ELECTRÓN., CONTROL, TELEMÁT.

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

ANTONIO NEVADO REVIRIEGO  
anevado@ieec.uned.es  
91398-9389  
ESCUELA TÉCN.SUP INGENIEROS INDUSTRIALES  
ING.ELÉCT., ELECTRÓN., CONTROL, TELEMÁT.

## HORARIO DE ATENCIÓN AL ESTUDIANTE

El proceso de tutorización y seguimiento de los aprendizajes es continuo a partir de la comunicación de alumnos y Equipo Docente, formado por los profesores Juan Manuel Martín Sánchez (Martes lectivos de 16:00 a 20:00 horas) y Antonio Nevado Reviriego, a través de los foros API y de los ejercicios en programación planificados a lo largo del curso. Además los alumnos podrán en todo momento contactar con los profesores vía correo electrónico o telefónicamente durante las horas de tutoría.

## TUTORIZACIÓN EN CENTROS ASOCIADOS

## COMPETENCIAS QUE ADQUIERE EL ESTUDIANTE

### COMPETENCIAS DEL GRADO (ORDEN CIN 351-2009)

#### COMPETENCIAS GENERALES:

- CG3. -Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- CG4. -Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, razonamiento crítico y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la Ingeniería Industrial.
- CG10. -Capacidad de trabajar en un entorno multilingüe y multidisciplinar.

#### COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- Esta asignatura, por ser optativa, no tiene asignadas competencias específicas.

#### OBJETIVOS:

- Dar a conocer los conceptos fundamentales del procesado de señales y, particularmente, de la teoría de filtrado óptimo, tanto en su formulación en tiempo discreto como en tiempo continuo.
- Instruir en la aplicación del filtro de Kalman en diversos ejemplos prácticos, así como en su aplicación al problema de identificación de procesos.
- Instruir y capacitar al estudiante en el análisis y diseño de sistemas de identificación de procesos desde la perspectiva de la optimización, y particularmente en el método de los mínimos cuadrados.
- Dar a conocer la interpretación estadística de los resultados del método de los mínimos cuadrados y su analogía con los obtenidos por el filtro de Kalman.
- Instruir en la aplicación práctica del método de los mínimos cuadrados utilizando su formulación recursiva, dar a conocer su problemática en la aplicación a procesos con parámetros variables con el tiempo y el denominado factor de olvido.
- Instruir y capacitar al estudiante en el análisis y diseño de sistemas de identificación de procesos desde la perspectiva de la estabilidad.

- Ilustrar la síntesis de sistemas de identificación estables derivando una expresión general del mecanismo de identificación que contempla analogías con los resultados obtenidos por el filtro de Kalman y desde la perspectiva de la optimización.
- Instruir al alumno en los enfoques prácticos que deben de tenerse en cuenta en la aplicación de las metodologías previas e ilustrarla en su aplicación a procesos reales mono y multivariados.
- Instruir y capacitar a los alumnos en la aplicación de los conceptos expuestos en la asignatura a través de la realización de ejercicios en simulación.

#### OTRAS COMPETENCIAS:

- Capacidad de análisis y síntesis.
- Comunicación y expresión matemática, científica y tecnológica.
- Manejo de las tecnologías de la información y comunicación (TICs).

(OBSERVACIONES: Memoria del Grado en proceso de revisión)

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Como resultados del aprendizaje el alumno:

1. Conocerá los conceptos fundamentales del procesado de señales y de la teoría de filtrado óptimo, tanto en su formulación en tiempo discreto como en tiempo continuo.
2. Estará capacitado para analizar y diseñar sistemas de filtrado e identificación, utilizando la metodología del filtro de Kalman.
3. Estará capacitado para analizar y diseñar sistemas de identificación de procesos desde la perspectiva de la optimización, utilizando entre otros el método de los mínimos cuadrados y su variante que introduce el denominado factor de olvido para procesos de dinámica variable con el tiempo.
4. Estará capacitado para analizar y diseñar sistemas de identificación de procesos desde la perspectiva de la estabilidad, y sus diferentes variantes dependiendo del contexto de operación del proceso.
5. Experimentará los conceptos expuestos en la asignatura a través de la realización de ejercicios en simulación.
6. Conocerá los enfoques prácticos que deben de tenerse en cuenta en la aplicación de las metodologías previas a procesos reales mono y multivariados.

## CONTENIDOS

Introducción a la Teoría de Filtrado Óptimo

Identificación de Procesos desde la Perspectiva de la Optimización

Identificación de Procesos desde la Perspectiva de la Estabilidad

## METODOLOGÍA

La metodología con la que se ha diseñado el curso, y que se seguirá durante su desarrollo, es la específica de la educación a distancia del modelo de la UNED. El enfoque didáctico está basado en el aprendizaje participativo e interactivo (API) y en la denominada “Ecuación para el Aprendizaje Tecnológico”. De acuerdo con esta última, el alumno será formado en primer lugar en el conocimiento conceptual e intuitivo de la tecnología, posteriormente en la materialización metodológica de dichos conceptos y, finalmente, en su aplicación y experimentación práctica, lo que le permitirá alcanzar un conocimiento profundo de la misma.

Este conocimiento será adquirido adecuadamente a lo largo de los siete capítulos del curso, en los que el alumno realizará ejercicios y problemas que servirán como pruebas de auto evaluación (estudio continuado a lo largo del curso); al mismo tiempo que participa en los foros API, donde podrá exponer vía Internet sus dudas sobre los temas de cada tema o bien responder a las dudas de sus compañeros, en un diálogo creativo que contará siempre con la tutela del Equipo Docente. Asimismo, el alumno podrá contactar con el profesor responsable del capítulo o del tema en cuestión vía correo electrónico o, alternativamente, vía telefónica. Por último los alumnos realizarán ejercicios prácticos obligatorios en simulación, que se les asignarán como trabajo final del curso y que servirán para la evaluación global del mismo.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen	Examen de desarrollo
Preguntas desarrollo	5
Duración del examen	120 (minutos)

Material permitido en el examen

Calculadora programable

Criterios de evaluación

El buen desarrollo de cada pregunta del examen sumará hasta 2 puntos en la nota del mismo.

% del examen sobre la nota final	100
Nota del examen para aprobar sin PEC	5

Nota máxima que aporta el examen a la calificación final sin PEC 10

Nota mínima en el examen para sumar la PEC 5

Comentarios y observaciones

La evaluación final añadirá a la nota de examen, siempre que esta sea igual o superior a cinco, hasta tres puntos por la evaluación obtenida en las PEC. En cualquier caso la nota máxima no podrá ser superior a diez.

**PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)**

¿Hay PEC?

Descripción

Todos los temas tienen ejercicios en simulación que el alumno deberá realizar en las fechas asignadas para cada tema. El alumno puede comprobar la correcta realización de los ejercicios de cada tema en la sección "Comentarios a los Ejercicios", que se encuentra al final de cada Unidad Didáctica (Tema) del libro de texto de la asignatura.

**Las dificultades de los alumnos en la realización de estos ejercicios, así como en la comprensión de los distintos capítulos de la asignatura, son objeto de amplio debate en el foro de Aprendizaje Participativo e Interactivo (API), que contribuye a la evaluación de cada alumno por su participación en el debate.**

**Además de los ejercicios en simulación de cada tema, se envían a cada alumno ejercicios prácticos individualizados, que deben de ser realizados y devueltos al Equipo Docente para su evaluación.**

Criterios de evaluación

Participación en el foro de Aprendizaje Participativo e Interactivo (API).

**Realización de los ejercicios prácticos individualizados.**

Ponderación de la PEC en la nota final

La participación activa en el foro API puede añadir hasta un punto en la nota final y la buena realización de los ejercicios prácticos individualizados puede añadir hasta dos puntos.

Fecha aproximada de entrega

Los ejercicios prácticos individualizados deben entregarse antes de la segunda semana de las correspondientes pruebas presenciales.

Comentarios y observaciones

**OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES**

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s?

Descripción

Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final 0

Fecha aproximada de entrega

Comentarios y observaciones



### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La evaluación final añadirá a la nota de examen, siempre que esta sea igual o superior a cinco, hasta un punto por la participación activa en el foro API y hasta dos puntos por la buena realización de los ejercicios prácticos individualizados. En cualquier caso la nota máxima no podrá ser superior a diez.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

ISBN(13):9788436254501

Título:CONCEPTOS BÁSICOS DE FILTRADO, ESTIMACIÓN E IDENTIFICACIÓN (1ª)

Autor/es:Martín Sánchez, Juan Manuel ; Nevado Reviriego, Antonio ; Cabrera Cámara, Pedro ;

Editorial:U.N.E.D.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):

Título:SYSTEM IDENTIFICATION:THEORY FOR THE USER

Autor/es:Ljung, Lennart ;

Editorial:: PRENTICE HALL

ISBN(13):9780471128397

Título:INTRODUCTION TO RANDOM SIGNALS AND APPLIED KALMAN FILTERING

Autor/es:Brown, Robert Grover ;

Editorial:: JOHN WILEY & SONS

ISBN(13):9788436250947

Título:CONTROL ADAPTATIVO PREDICTIVO EXPERTO. METODOLOGÍA, DISEÑO Y APLICACIÓN (1ª)

Autor/es:Rodellar Benedé, José ; Martín Sánchez, Juan Manuel ;

Editorial:U.N.E.D.

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

Los ejercicios prácticos se enviarán al alumno a su debido tiempo por el Equipo Docente. El resto del material didáctico lo encontrará en el curso virtual.

---

## 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.