

# PROCESADO DE SEÑAL

Curso 2014/2015

(Código: 68024101)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

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.

## 2. CONTEXTUALIZACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIOS

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.



### 3. REQUISITOS PREVIOS REQUERIDOS PARA CURSAR LA ASIGNATURA

Es conveniente en esta asignatura que el alumno haya previamente cursado con éxito la asignatura "Técnicas Avanzadas de Control" de 4º curso de carrera, o un curso de similar contenido en control, dada la complementariedad con dicho tema de la materia de esta asignatura.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Los objetivos concretos de aprendizaje se definen en los siguientes puntos:

1. Dar a conocer los conceptos fundamentales de la teoría de filtrado óptimo, tanto en su formulación en tiempo discreto como en tiempo continuo.
2. Instruir en la aplicación del filtro de Kalman en diversos ejemplos prácticos, así como en su aplicación al problema de identificación de procesos.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Instruir y capacitar al estudiante en el análisis y diseño de sistemas de identificación de procesos desde la perspectiva de la estabilidad.
7. 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.
8. 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.
9. 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.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

Los contenidos de la asignatura se estructuran en tres unidades didácticas:

Unidad Didáctica 1: Introducción a la Teoría de Filtrado Óptimo

TEMA 1. Introduce la representación de estado como una alternativa conveniente para la descripción matemática de los procesos lineales cuya relación causa-efecto responde a ecuaciones diferenciales. Asimismo, analiza aspectos básicos de la caracterización de los procesos en cuestión mediante la ecuación diferencial vectorial correspondiente a esta representación, que se utiliza en la teoría de filtrado óptimo.

TEMA 2. Presenta en primer lugar el concepto de filtro lineal y recursivo. Posteriormente, define las hipótesis de partida del filtro de Kalman, el criterio de optimización en el que se basa y deduce sus algoritmos, tanto en su formulación en tiempo discreto como en tiempo continuo. Asimismo, considera la aplicación de los resultados obtenidos al problema de la identificación de procesos.

Unidad Didáctica 2: Identificación de Procesos desde la Perspectiva de la Optimización



TEMA 3. Presenta el método de los mínimos cuadrados en su formulación general y hace una interpretación geométrica del mismo. Posteriormente, deriva su formulación recursiva y describe su aplicación por ordenador. Asimismo, presenta una interpretación estadística de sus resultados y las analogías de los mismos con los obtenidos por el filtro de Kalman.

TEMA 4. Analiza la problemática del método de los mínimos cuadrados en su aplicación práctica y, específicamente, en el caso en el que los parámetros del proceso pueden variar con el tiempo, considerando la introducción del denominado "factor de olvido" como posible alternativa. Asimismo, analiza la problemática relativa a la correlación entre las variables del modelo y a la identificación en lazo cerrado, y considera algunas soluciones propuestas en la literatura.

### Unidad Didáctica 3: Identificación de Procesos desde la Perspectiva de la Estabilidad

TEMA 5. Describe el concepto de sistema adaptativo y su aplicación al problema de la identificación y presenta los diferentes escenarios en los que puede plantearse la solución a dicho problema. Introduce notaciones para el análisis matemático y propone el diseño del sistema de identificación desde la perspectiva de la estabilidad.

TEMA 6. Presenta el análisis y la síntesis de sistemas adaptativos en el escenario denominado Caso Ideal, en el cual, entre otras simplificaciones que facilitan la resolución del problema, no se consideran ruidos y perturbaciones actuando sobre el proceso. A partir de una estrategia de síntesis, asociada a conceptos de estabilidad, se deriva una expresión general del mecanismo de adaptación, que contempla las analogías con los resultados obtenidos en las Unidades Didácticas previas.

TEMA 7. Extiende los conceptos básicos desarrollados en el tema anterior para permitir la síntesis del mecanismo de adaptación en un caso real que considera ruidos y perturbaciones actuando sobre el proceso. La extensión considera un mecanismo de adaptación que incorpora un criterio para evaluar previamente, en cada instante de adaptación, la bondad de la nueva información disponible de las variables de entrada y salida del proceso. Se analiza comparativamente este resultado con los obtenidos en la Unidad Didáctica 2

## 6.EQUIPO DOCENTE

- [JUAN MANUEL MARTIN SANCHEZ](#)
- [ANTONIO NEVADO REVIRIEGO](#)

## 7.METODOLOGÍA Y ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

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 temas del curso, en los que el alumno realizará ejercicios prácticos obligatorios mediante programación, 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 Unidad Didáctica 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 de la Unidad Didáctica en cuestión vía correo electrónico o, alternativamente, vía telefónica.

## 8.EVALUACIÓN

La metodología que se ha diseñado para el curso permite un seguimiento y una evaluación continua e individualizada de cada alumno, atendiendo y ponderando en cada caso su trabajo.



La realización de los ejercicios prácticos es obligatoria. La calificación final del curso tendrá en cuenta, además de los ejercicios prácticos, la participación del alumno en el Foro API. Así pues la nota final corresponderá a la de la prueba presencial, pero podrá incrementarse hasta un 10% por la participación activa del alumno en el Foro API y un 20% adicional por la realización de los ejercicios prácticos.

## 9. 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: UNED

Buscarlo en Editorial UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

LIBRO ACTUALMENTE NO PUBLICADO

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

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9788436250947

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

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

Editorial: UNED

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación



## 11.RECURSOS DE APOYO

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.

## 12.TUTORIZACIÓN

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.

