

# CONTROL AVANZADO DE SISTEMAS ELÉCTRICOS

Curso 2013/2014

(Código: 68014077)

## 1. PRESENTACIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura Control Avanzado de Sistemas Eléctricos se encuadra dentro del programa del Grado Universitario Oficial en Ingeniería en Eléctrica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Es una asignatura de cinco créditos ECTS de carácter obligatorio que se imparte el segundo semestre del cuarto curso de la carrera. Es la primera asignatura del grado que introduce al alumno a técnicas de control avanzado y, en particular, da a conocer al alumno las metodologías de control predictivo y adaptativo predictivo que han alcanzado el estadio de la aplicación industrial y constituyen actualmente una vanguardia tecnológica en este dominio. Pone especial énfasis en la aplicación práctica de estos conocimientos en el ámbito de los sistemas eléctricos de forma que el alumno se capacite para su uso y adquiera un criterio para este tipo de aplicación.

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

- Dar a conocer, desde una perspectiva histórica, el origen y los conceptos básicos de los Sistemas de Control Predictivo y Adaptativo Predictivo, y en particular las condiciones que deben de verificar para garantizar los criterios de rendimiento y de estabilidad deseados.
- A partir de estos criterios, introducir al alumno al análisis y diseño de Sistemas de Control Predictivo, tanto en su estrategia básica como en la extendida, y de Sistemas Adaptativos, tanto para el caso de ausencia de ruidos y perturbaciones como en los supuestos propios de un entorno industrial.
- Dar a conocer los resultados más relevantes de la Teoría de Estabilidad de los sistemas previamente considerados e instruir al alumno en la aplicación práctica de estos sistemas a procesos mono y multivariables.
- Instruye al alumno en la aplicación práctica de estas técnicas de control a los sistemas eléctricos.

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

Dado que el control de procesos tiene un carácter interdisciplinario y la optimización de los mismos es hoy en día sujeto de gran interés, los contenidos de esta asignatura son a este respecto de gran relevancia, como se describe a continuación.

Durante las tres últimas décadas la implementación de sistemas de control industrial ha evolucionado de la tecnología analógica a la digital. El énfasis en uso de esta última se ha llevado a un punto en el que muchos de los avances ofertados en los modernos sistemas de control en términos de disponibilidad de memoria, velocidad de cálculo, integración en red, inteligencia distribuida y otros, son mucho más de lo necesario para llevar a cabo la optimización en el control de procesos. Sin embargo, el estándar industrial para el control de procesos continúa siendo el controlador convencional PID, que ha sido objeto de estudio en las asignaturas previas de automática de este programa de grado. Aunque los controladores PID son útiles en muchos casos, en otros su rendimiento es pobre o inadecuado, y tienen que ser ajustados en una labor que requiere de tiempo y experiencia por parte del operador. De ahí el interés por encontrar soluciones capaces de superar las limitaciones del control convencional.

Control Avanzado de Sistemas Eléctricos introduce al alumno a las denominadas técnicas de control avanzado, que se han



desarrollado tratando de superar el rendimiento de las técnicas de control convencional PID, que son ya conocidas por el alumno. Después de analizar la problemática a la que se enfrenta el control de procesos industriales y dar una visión de conjunto de la evolución de las soluciones metodológicas aplicadas en este dominio, la asignatura presenta y desarrolla aquellas técnicas que han sido exitosas en su aplicación industrial y, en particular, las de control predictivo, sistemas adaptativos y sistemas de control adaptativo predictivo. Se analizan los criterios de diseño capaces de garantizar la estabilidad y el rendimiento deseado en este tipo de sistemas y se pone especial énfasis en su aplicación práctica a procesos mono y multivariables. Ejercicios en simulación de las diferentes técnicas en cuestión forman parte de la evaluación continua en esta asignatura.

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

La asignatura no tiene requisitos previos 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.

### 4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

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

1. Dar a conocer, desde una perspectiva histórica, el origen y los conceptos básicos de los sistemas de control predictivo, adaptativo predictivo.
2. Dar a conocer las condiciones que deben de verificar los sistemas previamente considerados para garantizar los criterios de rendimiento y de estabilidad deseados.
3. Instruir y capacitar al estudiante en el análisis y diseño de sistemas de control predictivo, tanto utilizando la denominada estrategia básica como la extendida.
4. Instruir y capacitar al estudiante en el análisis y diseño de sistemas adaptativos, tanto para el caso de ausencia de ruidos y perturbaciones como en los supuestos propios de un entorno industrial.
5. Dar a conocer los resultados más importantes de la Teoría de Estabilidad de los sistemas de control predictivo y adaptativo predictivo.
6. 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.
7. 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 multivariables en el ámbito de la ingeniería eléctrica.

### 5. CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

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

Unidad Didáctica 1: Introducción y Fundamentos de los Sistemas de Control Adaptativo Predictivo

TEMA 1. Considera inicialmente las necesidades presentes en el control de procesos industriales y los requisitos que debe de cumplir, para satisfacerlas, una metodología de control avanzado. Posteriormente, deduce de forma intuitiva la representación discreta de un proceso e introduce los conceptos básicos de control predictivo y adaptativo predictivo, ilustrándolos con ejemplos sencillos de aplicación metodológica.

TEMA 2. Describe matemáticamente el proceso y los sistemas de control adaptativo predictivo en los diferentes escenarios que se considerarán para su análisis y diseño, y define los objetivos de control desde una perspectiva de estabilidad. Asimismo, deduce de forma intuitiva las condiciones que tendrán que verificar los distintos bloques del sistema para alcanzar los objetivos de estabilidad deseados y las formaliza mediante el enunciado y la demostración



de una Conjetura, que es la clave pedagógica que da paso a los desarrollos que se exponen en los temas siguientes.

#### Unidad Didáctica 2: Control Predictivo - Análisis y Diseño del Bloque Conductor

TEMA 3. Define la Estrategia Básica de Control Predictivo y realiza el diseño del denominado Bloque Conductor, introduciendo los conceptos de Trayectoria Deseada Proyectada y Trayectoria Deseada Conductora. Ilustra este diseño con ejemplos prácticos y concluye, en su análisis, la necesidad de una extensión de la Estrategia Básica.

TEMA 4. Define la Estrategia Extendida de Control Predictivo y realiza el diseño del Bloque Conductor basándose en esta estrategia y, en consecuencia, en la minimización de una función de coste en un horizonte de predicción extendido. Asimismo, considera soluciones particulares de interés práctico en el diseño y analiza, e ilustra mediante ejemplos, la estabilidad y la robustez de dichas soluciones.

#### Unidad Didáctica 3: Sistemas Adaptativos y Teoría de Estabilidad

TEMA 5. Define el problema de diseño de los sistemas adaptativos en el caso ideal de ausencia de ruidos y perturbaciones desde una perspectiva de estabilidad, plantea una estrategia para su solución y la ilustra mediante un ejemplo de síntesis de un mecanismo de adaptación que verifica las condiciones de estabilidad deseadas. Asimismo, analiza los resultados obtenidos y deduce una expresión general para el Mecanismo de adaptación.

TEMA 6. Define el problema de diseño en presencia de ruidos y perturbaciones actuando sobre el proceso, plantea una estrategia para su solución y la ilustra, en el caso real sin diferencia de estructuras entre el proceso y el modelo adaptativo, realizando la síntesis de un mecanismo de adaptación que verifica las condiciones de estabilidad deseadas. Asimismo, considera la extensión de estos resultados a los casos reales con diferencias de estructuras y con parámetros variables con el tiempo.

TEMA 7. A partir de las propiedades de entrada/salida, asociadas a la naturaleza de estabilidad del proceso, presenta los resultados fundamentales de la Teoría de Estabilidad de los Sistemas de Control Predictivo y Adaptativo Predictivo.

#### Unidad Didáctica 4: Aplicaciones del Control Adaptativo y Predictivo

TEMA 8. Expone los enfoques prácticos que deben de tenerse en cuenta en la aplicación de la metodología de Control Adaptativo Predictivo y los ilustra en su aplicación al control mono y multivariable de una columna de destilación, utilizando la estrategia básica de control predictivo.

TEMA 9. Ilustra el uso de la Estrategia Extendida de Control Predictivo mediante su aplicación a la planta de blanqueo de una fábrica de pulpa.

## 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 nueve 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 hasta un 20% adicional por la correcta realización de los ejercicios prácticos.

## 9.BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

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 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: ADAPTIVE FILTERING, PREDICTION AND CONTROL

Autor/es: Goodwin, Graham Clifford ;

Editorial: : PRENTICE HALL

ISBN(13): 9780070359581

Título: POWER SYSTEM STABILITY AND CONTROL

Autor/es:

Editorial: MACGRAW-HILL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780120656509

Título: INTRODUCTION TO STOCHASTIC CONTROL THEORY



Autor/es: Aström, Karl Johan ;  
Editorial: ACADEMIC PRESS

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780135148617

Título: ADAPTIVE PREDICTIVE CONTROL: FROM THE CONCEPTS TO PLANT OPTIMIZATION

Autor/es: Martín Sánchez, J.M. ; Rodellar Benedé, José ;

Editorial: PRENTICE HALL

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780201097207

Título: ADAPTIVE CONTROL

Autor/es: Aström, Karl Johan ; Wittenmark, Bjørn ;

Editorial: ADDISON-WESLEY

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9780824765484

Título: ADAPTIVE CONTROL: THE MODEL REFERENCE APPROACH (1979 )

Autor/es: Landau, Ioan Doré ;

Editorial: MARCEL DEKKER

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

ISBN(13): 9783540199243

Título: MODEL PREDICTIVE CONTROL IN THE PROCESS INDUSTRY (1995)

Ámbito: GUI - La autenticidad, validez e integridad de este documento puede ser verificada mediante el "Código Seguro de Verificación (CSV)" en la dirección <https://sede.uned.es/valida/>



4AD F4F0D-4044E879B4FD4M284149BB81E

Autor/es: Fernández Camacho, Eduardo ; Bordons, Carlos ;  
Editorial: SPRINGER-VERLAG

Buscarlo en librería virtual UNED

Buscarlo en bibliotecas UNED

Buscarlo en la Biblioteca de Educación

Buscarlo en Catálogo del Patrimonio Bibliográfico

## 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 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.

