

21-22

MÁSTER UNIVERSITARIO EN  
INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA  
ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL  
INDUSTRIAL

# GUÍA DE ESTUDIO PÚBLICA



## SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONTROL ADAPTATIVO

CÓDIGO 28803044

UNED

21-22

SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONTROL  
ADAPTATIVO  
CÓDIGO 28803044

# 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

Nombre de la asignatura	SISTEMAS INDUSTRIALES DE CONTROL ADAPTATIVO
Código	28803044
Curso académico	2021/2022
Título en que se imparte	MÁSTER UNIVERSITARIO EN INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y CONTROL INDUSTRIAL
Tipo	CONTENIDOS
Nº ETCS	5
Horas	125.0
Periodo	ANUAL
Idiomas en que se imparte	CASTELLANO

## PRESENTACIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN

Durante las últimas décadas, la implementación de los sistemas de control industrial ha evolucionado de la tecnología analógica a la digital. El énfasis en el uso de esta última ha dado lugar a avances en los sistemas de control disponibles en el mercado en términos de memoria, velocidad de cálculo, integración en red, inteligencia distribuida y otros, que posibilitan la optimización en el control de procesos industriales. Las técnicas de control asociadas a la electrónica digital incluyen sistemas expertos, basados en reglas, que tratan de emular el comportamiento del operador humano así como sistemas de control predictivo con y sin adaptación.

En el contexto de control predictivo sin adaptación, donde el modelo predictivo debe de obtenerse previamente a la aplicación de control, varias alternativas han sido propuestas y están siendo actualmente aplicadas en la industria petroquímica preferentemente. Sin embargo, el rendimiento del control predictivo basado en un modelo con parámetros fijos puede deteriorarse cuando los parámetros del proceso varían y se produce un error de modelización, como puede observarse en la práctica. Así pues, el control adaptativo predictivo aparece de forma natural como una solución teóricamente capaz de aproximarse mejor a la inherente naturaleza cambiante de los procesos.

Una versión reciente de control adaptativo predictivo, denominada control adaptativo predictivo experto ADEX, aboga por utilizar el conocimiento del que se dispone del proceso en el controlador, de forma que el rendimiento del mismo no tenga que depender únicamente de su mecanismo de adaptación cuando las condiciones de operación del proceso varían. De esta forma, considera la integración del control adaptativo predictivo con los principios básicos del control experto, definiendo dominios de operación para cada uno de ellos en una estructura de control integrada. La evolución de las variables del proceso determina si control adaptativo predictivo o control experto debe aplicarse al proceso, de acuerdo con el correspondiente dominio de operación. Las aplicaciones de ADEX llevadas a cabo lo definen como un sistema adaptativo de control industrial, que representa un estadio de evolución avanzado de las técnicas desarrolladas en este dominio tecnológico.

La asignatura trata en profundidad los conceptos descritos en los párrafos anteriores, dando a conocer a los estudiantes la evolución histórica en el control de procesos industriales, explicando los distintos avances, nuevos conceptos y técnicas que se han ido produciendo. La asignatura se encuadra dentro del Módulo I, que corresponde a los contenidos transversales obligatorios genéricos del programa del Máster en Investigación en Ingeniería

Eléctrica, Electrónica y Control Industrial. Da a conocer al estudiante las metodologías de control avanzado que han alcanzado el estadio de la aplicación industrial y constituyen actualmente la vanguardia tecnológica en este dominio. Pone especial énfasis en la aplicación práctica de estos conocimientos de forma que el alumno se capacite para su uso y adquiera el criterio adecuado para determinar el momento y la forma.

## REQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES PARA CURSAR ESTA ASIGNATURA

La asignatura no tiene prerequisites específicos, si bien para su adecuado seguimiento y aprovechamiento se precisan los conocimientos previos básicos de control de procesos que se adquieren normalmente en las asignaturas de automática a nivel de grado universitario. Adicionalmente, se requieren algunos conocimientos básicos de programación para la realización de la mayoría de ejercicios propuestos.

## EQUIPO DOCENTE

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

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

Nombre y Apellidos  
Correo Electrónico  
Teléfono  
Facultad  
Departamento

FELIX GARCIA LORO  
fgarcialoro@ieec.uned.es  
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 profesores 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 el horario de guardia.

Martes lectivos de 16:00 a 20:00 horas

- Prof. Juan Manuel Martín Sánchez: juanms@ieec.uned.es - Tlf: 91 398 64 88.
- Prof. Antonio Nevado Reviriego: anevado@ieec.uned.es - Tlf: 91 398 93 89.

## 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 - Ser capaz de analizar y sintetizar

CG3 - Ser capaz de comunicar de forma oral y escrita de conocimientos en español como lengua propia

CG6 - Saber aplicar los conocimientos adquiridos

CG7 - Adquirir habilidades en investigación

CG8 - Adquirir habilidades para la creatividad

CG9 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos

CG10 - Adquirir la capacidad de comunicación

### Competencias Específicas:

CE1 - Ser capaz de identificar las necesidades y demandas de desarrollo e innovación

CE2 - Ser capaz de analizar la información científica y técnica

CE3 - Conocer los métodos y técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE4 - Adquirir destrezas en la aplicación de técnicas de investigación científica y desarrollo tecnológico

CE5 - Adquirir destrezas en la búsqueda y gestión bibliográfica y documental

CE6 - Ser capaz de planificar actividades de investigación

CE7 - Ser capaz de realizar razonamientos críticos en el ámbito científico y tecnológico

CE8 - Adquirir habilidades para la elaboración y exposición de informes científicos

## RESULTADOS DE APRENDIZAJE

Esta asignatura pretende introducir a los estudiantes a las técnicas avanzadas del Control de Procesos actualmente aplicadas en la industria. Sus resultados de aprendizaje previstos pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Analizar, desde una perspectiva histórica, el origen y los conceptos básicos de los sistemas de control predictivo, adaptativo predictivo y adaptativo predictivo experto, y en particular las condiciones que deben de verificar para garantizar los criterios de rendimiento y de estabilidad deseados.
- A partir de estos criterios, profundizar en el análisis y el diseño de los esquemas de control predictivo, tanto en su estrategia básica como en la extendida, y de los sistemas adaptativos, tanto para el caso de ausencia de ruidos y perturbaciones como en los supuestos propios de un entorno industrial.
- Comprender los resultados más importantes de la Teoría de Estabilidad de los sistemas de control predictivo y adaptativo predictivo e instruir al estudiante en la aplicación práctica de estos sistemas a procesos mono y multivariables.
- Identificar y comprender la materialización tecnológica que ha permitido la aplicación industrial control adaptativo predictivo experto y, asimismo, ilustrar y evaluar dicha aplicación en un entorno multivariable, de dinámica no lineal, cambiante con el tiempo y en presencia de ruidos y perturbaciones actuando sobre el proceso.

## CONTENIDOS

Tema 1: Introducción al control adaptativo predictivo experto

Tema 2: Escenarios, notaciones y condiciones de estabilidad

Tema 3: Estrategia básica de control predictivo

Tema 4: Estrategia extendida de control predictivo

Tema 5: Análisis y síntesis del sistema adaptativo en el caso ideal

Tema 6: Análisis y síntesis del sistema adaptativo en el caso real

Tema 7: Teoría de estabilidad

Tema 8: Aplicaciones utilizando la estrategia básica

Tema 9: Aplicaciones utilizando la estrategia extendida

Tema 10: Materialización tecnológica del control adaptativo predictivo experto

Tema 11: Aplicación al proceso biológico de una estación depuradora de aguas residuales

## **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 once temas del curso, en los que el alumno realizará los ejercicios teóricos y prácticos mediante programación propuestos en el texto base, que servirán como pruebas de autoevaluación (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 profesor.

La atención al alumno será permanente a través de los foros API, a los que el alumno podrá dirigirse en todo momento, para exponer, como ya se ha indicado, sus dudas o cuestiones e interactuar con sus compañeros y profesores. Asimismo, el alumno podrá contactar con el profesor vía correo electrónico o teléfono.

## SISTEMA DE EVALUACIÓN

### TIPO DE PRIMERA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen No hay prueba presencial

### TIPO DE SEGUNDA PRUEBA PRESENCIAL

Tipo de examen2 Examen de desarrollo

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

Requiere Presencialidad No

#### Descripción

El trabajo final consistirá en la realización de una búsqueda, recopilación y análisis de publicaciones científicas relacionadas con un tema específico relacionado con los contenidos de la asignatura.

**El enunciado será publicado a finales del mes de abril.**

#### Criterios de evaluación

Se valorará la habilidad del alumno para localizar y recopilar la información requerida, así como su capacidad para asimilar, describir y relacionar los conceptos descritos en las publicaciones analizadas.

Ponderación de la prueba presencial y/o los trabajos en la nota final 30 %

Fecha aproximada de entrega 31/05

#### Comentarios y observaciones

Los trabajos entregados antes del 31 de mayo serán tenidos en cuenta para la convocatoria ordinaria de junio, mientras que los entregados entre el 31 de mayo y el 31 de agosto se tendrán en cuenta para la convocatoria extraordinaria de septiembre. No se evaluarán los trabajos entregados con posterioridad al 31 de agosto.

### PRUEBAS DE EVALUACIÓN CONTINUA (PEC)

¿Hay PEC? No

#### Descripción

#### Criterios de evaluación

Ponderación de la PEC en la nota final

Fecha aproximada de entrega

#### Comentarios y observaciones

### OTRAS ACTIVIDADES EVALUABLES

¿Hay otra/s actividad/es evaluable/s? No

#### Descripción

#### Criterios de evaluación

Ponderación en la nota final

Fecha aproximada de entrega

#### Comentarios y observaciones



### ¿CÓMO SE OBTIENE LA NOTA FINAL?

La calificación final de la asignatura se determinará de acuerdo con los siguientes criterios:

El trabajo final tiene carácter obligatorio y representará un 30% de la nota final.

La prueba presencial es obligatoria y representará un 70% de la nota final, siendo necesario obtener un mínimo de cuatro puntos sobre diez en dicha prueba para aprobar la asignatura en su conjunto.

## BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

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.

## BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

ISBN(13):9780120656509

Título:INTRODUCTION TO STOCHASTIC CONTROL THEORY

Autor/es:Aström, Karl Johan ;

Editorial:ACADEMIC PRESS

ISBN(13):9780130040695

Título:ADAPTATIVE FILTERING PREDICTION AND CONTROL

Autor/es:Goodwin, Graham Clifford ; Sin, Kwai Sang ;

Editorial:PRENTICE-HALL

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

ISBN(13):9780201097207

Título:ADAPTIVE CONTROL

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

Editorial:ADDISON-WESLEY

ISBN(13):9780824765484

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

Autor/es:Landau, Ioan Doré ;

Editorial:MARCEL DEKKER

ISBN(13):9783540199243

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

Autor/es:Fernández Camacho, Eduardo ; Bordons, Carlos ;

Editorial:SPRINGER-VERLAG

## RECURSOS DE APOYO Y WEBGRAFÍA

La plataforma aLF de e-Learning de la UNED proporciona la interfaz adecuada de interacción entre el alumno y los profesores. aLF permite gestionar y compartir documentos, crear y participar en comunidades temáticas así como realizar proyectos online. Se ofrecerán las herramientas necesarias para que, tanto el equipo docente como los estudiantes, encuentren la manera de compaginar tanto el trabajo individual como el aprendizaje cooperativo.

---

## 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.