

**FICHA IDENTIFICATIVA****Datos de la Asignatura**

Código	34943
Nombre	Control digital
Ciclo	Grado
Créditos ECTS	6.0
Curso académico	2020 - 2021

Titulación(es)

Titulación	Centro	Curso	Periodo
1404 - Grado de Ingeniería Electrónica Industrial	Escuela Técnica Superior de Ingeniería	3	Segundo cuatrimestre

Materias

Titulación	Materia	Caracter
1404 - Grado de Ingeniería Electrónica Industrial	18 - Automatización y control industrial	Obligatoria

Coordinación

Nombre	Departamento
ESPI HUERTA, JOSE MIGUEL	242 - Ingeniería Electrónica

RESUMEN

Esta es una asignatura de carácter obligatorio, que se imparte en el segundo cuatrimestre del tercer curso de la titulación de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial. La carga lectiva total es de 6 ECTS. La carga de trabajo para el alumno es de 150 horas a lo largo del cuatrimestre, de las cuales 60 son presenciales o de aula y 90 son de trabajo no presencial o fuera del aula. La asignatura “Control Digital” forma parte de la materia “Automatización y Control Industrial”.

La “Automatización” es un concepto global que persigue la realización de tareas (en nuestro caso "industriales" o asociadas con procesos propios de la industria) de manera "automática", es decir, sin la necesidad de que el hombre sea parte activa de ellas, ni en la toma de decisiones (qué tarea hacer), ni en la realización de la tarea misma (actuación). El hombre pasa a ser un simple agente supervisor del proceso automatizado.



Habitualmente, en el entorno industrial, la toma de decisiones se resuelve mediante un dispositivo llamado PLC o "autómata programable", que recibe las consignas del operario y la información del entorno (a través de los sensores), y que decide en cada momento la acción sobre el/los actuador/es (válvulas, motores, calefactores, etc.). La mayoría de las veces, basta con programar en el PLC una estructura de máquina de estados o autómata, donde las órdenes del operario y el estado del proceso determinan una acción simple de activación/desactivación sobre los actuadores.

Sin embargo, a menudo, en la planificación de una automatización, es necesario realizar la "regulación" de una variable de un subproceso, o del proceso principal. Es decir, puede resultar necesario mantener gobernada a voluntad una variable física (una distancia, una temperatura, una velocidad de rotación de un eje, etc.). En ese caso debe determinarse en cada momento, y con precisión, la "intensidad de la actuación" (tensión sobre el motor, grado de apertura de la válvula, cantidad de potencia calorífica liberada por el calefactor, etc.) para que dicha variable reaccione a nuestras órdenes con celeridad y suavidad. Para conseguirlo debe plantearse una "realimentación", que consiste en comparar la medida de esa variable con la consigna, y decidir, mediante cálculos de "compensación", la intensidad de actuación necesaria. Si los cálculos no son los adecuados, aparecen problemas de naturaleza más compleja relacionados con la estabilidad del sistema realimentado. Esta es la problemática propia de la "ingeniería de control", y en particular de la asignatura "Control Digital". *Se puede decir que el "Control Digital" trata con el problema dinámico de la realimentación y el diseño adecuado de los algoritmos de compensación, de ejecución síncrona, que deben garantizar exactitud, velocidad y robustez en la regulación de una variable.*

Aunque la "ingeniería de control" es sólo una parte dentro de la "automatización" (pues sólo a veces es necesario resolver una regulación mediante realimentación cuando se pretende automatizar un proceso industrial), también la ingeniería de control juega un papel esencial en el desarrollo de circuitos, equipos y sistemas electrónicos, fuera o dentro del ámbito industrial. En buena parte de los sistemas electrónicos (juguetes, electrónica de consumo, equipos de medida, maquinaria industrial, etc.) deben resolverse realimentaciones en subsistemas o incluso como finalidad última o función básica del sistema/equipo electrónico. En estos casos, el control se implementa, la mayoría de las veces, mediante el uso de microprocesadores (microcontroladores, DSP's, FPGA's, etc.) embebidos en el equipo.

En definitiva, la formación del alumno en "Control Digital" es esencial tanto para el ingeniero de sistemas o de procesos que pretenda automatizar una instalación industrial, como para el ingeniero electrónico que pretenda desarrollar equipos electrónicos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Relación con otras asignaturas de la misma titulación

No se han especificado restricciones de matrícula con otras asignaturas del plan de estudios.

Otros tipos de requisitos

Los conocimientos básicos previos, necesarios para seguir el curso de la asignatura, son los que se adquieren en las asignaturas de Matemáticas (a destacar la variable compleja) y Física (especialmente la mecánica) de primer curso, y los impartidos en la asignatura Dinámica y Control (especialmente los conceptos de función de transferencia, respuesta en frecuencia y diagramas de bloques). Es recomendable la formación en instrumentación y en electrónica analógica y digital.



COMPETENCIAS

1404 - Grado de Ingeniería Electrónica Industrial

- 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 (con la tecnología específica de Electrónica Industrial).
- CG6 - Capacidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- CE7 - Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.
- CE8 - Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial.
- CE11 - Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.

RESULTADOS DE APRENDIZAJE

El resultado del aprendizaje tras haber realizado la asignatura “Control Digital” se sintetiza en las siguientes capacidades:

- Ser capaz de elegir la frecuencia de muestreo del control digital para cada aplicación (CG4, CG6, CE11).
- Saber obtener el modelo discretizado de un proceso continuo a controlar (CG3, CE7).
- Saber analizar la estabilidad de un sistema de control digital, y determinar su robustez prevista en términos de márgenes de estabilidad (CG6, CE8, CE11).
- Saber elegir la estructura de compensación más adecuada, y diseñarla en base a unas especificaciones de lazo cerrado (CG4, CG6).
- Saber concretar el compensador digital dando sus ecuaciones en diferencias, y saber programarlas en un dispositivo controlador (CG4, CE11).
- Saber sintonizar una compensación PID discreta mediante técnicas basadas en medida (CG4, CG6, CE8, CE11).

DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS

1. Introducción al Control Digital

-Objetivo, estructura y funcionamiento del control digital.



2. Discretización de Sistemas Continuos

- Señales y sistemas discretos.
- Diagrama de bloques del control digital.
- Modelo de la conversión A/D.
- Modelo de la conversión D/A. DACs y salidas PWM.
- Sistema discreto equivalente. Discretización por bloqueador de orden cero.

3. Análisis Estático de los Sistemas de Control Discretos

- Teoremas del valor inicial y final.
- Errores de posición, velocidad y aceleración.
- Tipo de un sistema de control digital.
- Error de salida.
- Problemas.

4. Análisis Dinámico de los Sistemas de Control Discretos

- Correspondencia entre los planos S y Z.
- Análisis de la estabilidad absoluta: Método directo, Transformación bilineal y criterio de Routh, Criterio de estabilidad de Jury.
- Análisis de la estabilidad relativa. Condición de estabilidad de Nyquist. Márgenes de fase y ganancia.
- El Lugar de las Raíces discreto.
- Problemas.

5. Diseño por Métodos Frecuenciales

- Compensadores discretos.
- Respuesta en frecuencia asintótica. Transformación bilineal o de Tustin.
- Diseño frecuencial asintótico de compensadores PID.
- Diseño frecuencial analítico de compensadores PID.
- Diseño frecuencial analítico de compensadores de adelanto-atraso.
- Problemas.

6. Diseño por Métodos del Lugar de las Raíces

- Diseño de compensadores PID.
- Diseño de compensadores de adelanto-atraso.
- Problemas.



7. Diseño por Métodos Empíricos

- Método de Ziegler-Nichols.
- Método de Cohen-Coon.
- Problemas.

VOLUMEN DE TRABAJO

ACTIVIDAD	Horas	% Presencial
Clases de teoría	30,00	100
Prácticas en laboratorio	20,00	100
Prácticas en aula	10,00	100
Elaboración de trabajos individuales	5,00	0
Estudio y trabajo autónomo	40,00	0
Lecturas de material complementario	5,00	0
Preparación de actividades de evaluación	10,00	0
Preparación de clases de teoría	5,00	0
Preparación de clases prácticas y de problemas	25,00	0
TOTAL	150,00	

METODOLOGÍA DOCENTE

CLASES DE TEORÍA.

Las clases de teoría se impartirán de manera magistral. Tras la introducción de un contenido nuevo, se ilustrará su aplicación con un problema-ejemplo (CG3, CG6, CE7, CE8, CE11). Después, el profesor podrá proponer un problema relacionado para su realización no presencial (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11), que se resolverá en la siguiente clase de problemas.

CLASES DE PROBLEMAS.

Los alumnos que lo deseen podrán entregar (por e-mail y antes de la clase de problemas) la solución al problema propuesto por el profesor durante la última clase de teoría. Se recogerá un número limitado de trabajos. De entre los trabajos con solución correcta, el profesor podrá elegir uno para que el alumno lo exponga (CG4), y se inicie un debate entre alumno, profesor y clase. El trabajo, su exposición y su “defensa” es puntuable y computa en la nota de teoría-problemas. Durante el resto de la clase de problemas el profesor resolverá de manera magistral algún otro ejercicio.

CLASES DE LABORATORIO.

Se impartirán en los laboratorios del centro. La realización de las prácticas requerirá de equipos electrónicos específicos y ordenadores. Los alumnos se organizarán en grupos de 2 o 3 alumnos. Las prácticas dispondrán de un guión descriptivo de las mismas. Al margen del guión, el profesor formulará preguntas a cada grupo. La calificación de estas respuestas determinará la nota de la evaluación continua de las prácticas (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Al final del cuatrimestre el profesor sugerirá la



realización de algún ejercicio puntuable que complementará la nota de las prácticas (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11).

EVALUACIÓN

Para la primera convocatoria, el alumno podrá elegir entre dos modalidades de evaluación: evaluación continua o evaluación por examen final. Ambas se detallan a continuación.

a) Modalidad de EVALUACIÓN CONTINUA:

- Evaluación de la parte de teoría-problemas:

Se realizarán 2 exámenes parciales a lo largo del cuatrimestre (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Si las notas en los exámenes son superiores a 4 (sobre 10), se realizará la media aritmética de éstas, obteniéndose “nota_parciales”. El alumno podrá recuperar la nota de los parciales cuya nota es inferior a 5 en el examen final.

Se puntuará la realización y exposición de problemas (CG4) propuestos por el profesor, hasta un máximo de 2,5 puntos, siendo esta nota “nota_prob”.

La calificación de teoría-problemas se calculará como:

$$\text{nota_teorpro} = 0.75 * \text{nota_parciales} + \text{nota_prob}$$

- Evaluación de la parte de laboratorio:

Se realizará evaluación continua de las prácticas de laboratorio (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11). Si el alumno obtiene una nota superior a 4 (sobre 10) en todas ellas, se calcula la media aritmética “nota_prac”. En caso contrario deberá realizar el examen final de laboratorio.

Se puntuarán también ejercicios adicionales de laboratorio (CG4, CG6, CE7, CE8, CE11) hasta un máximo de 3 puntos, siendo esta nota “nota_exp”.

La calificación de laboratorio se calculará como:

$$\text{nota_lab} = 0.7 * \text{nota_prac} + \text{nota_exp}$$

b) Modalidad de evaluación por EXAMEN FINAL:

Se realizará un examen final de teoría-problemas y de laboratorio (CG3, CG4, CG6, CE7, CE8, CE11) en la fecha fijada por el centro, obteniéndose directamente nota_teorpro y nota_lab de dicho examen.



Independientemente de la modalidad de evaluación elegida, será necesario un mínimo de 5 tanto en teoría-problemas (nota_teorpro) como en laboratorio (nota_lab) para aprobar. En ese caso la nota final de la asignatura se obtendrá de la siguiente manera:

$$\text{Nota} = (2 * \text{nota_teorpro} + \text{nota_lab}) / 3$$

En la segunda convocatoria, el alumno siempre será evaluado por la modalidad de examen final.

En cualquier caso, el sistema de evaluación se regirá por lo establecido en el Reglamento de Evaluación i Calificación de la Universitat de València para Grados i Masters (<https://webges.uv.es/uvTaeWeb/MuestraInformacionEdictoPublicoFrontAction.do?accion=inicio&idEdictoSeleccionado=5639>)

REFERENCIAS

Básicas

- b1: Digital Control Engineering. M. Sami Fadali; Antonio Visioli. Ed. Elsevier, Academic Press. ISBN: 978-0-12-374498-2.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780123744982?uicode=valencia>
- b2: Microcontroller Based Applied Digital Control. Dogan Ibrahim. Ed. John Wiley & Sons. ISBN: 978-0-470-86335-0. ISBN (e-book): 0-470863-35-8.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780470863350>
- b3: Sistemas de Control en Tiempo Discreto. Katsuhiko Ogata. Ed. Prentice-Hall. ISBN: 9789688805398.
- b4: Digital Control. Kannan Moudgalya. Ed. Wiley-Interscience. ISBN: 0-470031-43-3.
<http://proquest.safaribooksonline.com/9780470031438?uicode=valencia>

Complementarias

- c1: Ingeniería de Control Moderna. Katsuhiko Ogata. Ed. Pearson. ISBN: 9788483226605. ISBN (e-book): 9788483229552.
http://www.ingebook.com/ib/NPcd/IB_BooksVis?cod_primaria=1000187&codigo_libro=1259
- c2: Control de Sistemas Dinámicos con Realimentación. Gene F. Franklin. Ed. Addison-Wesley Iberoamericana. ISBN: 0-201-64421-5.



ADENDA COVID-19

Esta adenda solo se activará si la situación sanitaria lo requiere y previo acuerdo del Consejo de Gobierno

Contenidos

Se mantienen los contenidos inicialmente recogidos en la guía docente.

Volumen de trabajo y planificación temporal de la docencia

Respecto al volumen de trabajo:

Se mantienen las distintas actividades descritas en la Guía Docente con la dedicación prevista.

Respecto a la planificación temporal de la docencia:

El material para el seguimiento de las clases de teoría/prácticas de aula permite continuar con la planificación temporal docente tanto en días como en horario, tanto si la docencia es presencial en el aula como si no lo es.

Metodología docente

El desarrollo de la asignatura se articula como se ha establecido en el modelo docente de la titulación para el segundo cuatrimestre (https://www.uv.es/etsedoc/Web/Modelo%20Docente_GIEI_2C.pdf).

Si se produce un cierre de las instalaciones por razones sanitarias que afecte total o parcialmente a las clases de la asignatura, éstas serán sustituidas por sesiones no presenciales siguiendo los horarios establecidos.

Evaluación

Se mantiene el sistema de evaluación descrito en la Guía Docente de la asignatura en la que se han especificado las distintas actividades evaluables así como su contribución a la calificación final de la asignatura.

Si se produce un cierre de las instalaciones por razones sanitarias que afecte al desarrollo de alguna actividad evaluable presencial de la asignatura ésta será sustituida por una prueba de naturaleza similar que se realizará en modalidad virtual utilizando las herramientas informáticas licenciadas por la Universitat de València. La contribución de cada actividad evaluable a la calificación final de la asignatura permanecerá invariable, según lo establecido en esta guía.

Bibliografía

Se mantiene la bibliografía recomendada en la Guía Docente pues es accesible y se complementa con apuntes, diapositivas y problemas subidos a Aula Virtual como material de la asignatura.