



Grado en Ingeniería Electrónica y Automática 29823 - Ingeniería de control

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 6.0

Información básica

Profesores

- **Carlos Estrada Collado** cestrada@unizar.es
- **Juan Ramón Bolea Bolea** jbolea@unizar.es
- **Fernando Sanz Serrano** fer.sanz@unizar.es
- **María del Rosario Aragüés Muñoz** raragues@unizar.es
- **Carlos Sagüés Blázquez** csagues@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

En esta asignatura se presentan conceptos y técnicas de control por computador para tratar con sistemas de una y varias variables. Al finalizar, el estudiante será capaz de modelar sistemas, analizar su comportamiento, diseñar esquemas de control y estimación, e implementarlos usando un lenguaje convencional y con controladores industriales comerciales.

Por razones pedagógicas y de contenidos es recomendable haber cursado las materias **Matemáticas I, II, III, Física I, II, Fundamentos de Electrotecnia, Fundamentos de Electrónica, Fundamentos de Informática, Señales y Sistemas y Sistemas Automáticos**. El estudio previo de estas materias proporciona al estudiante las herramientas básicas necesarias para desarrollar, analizar, simular, controlar un sistema real y conseguir su funcionamiento automático.

El estudio y trabajo continuado, desde el primer día del curso, son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura. Es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asistencia del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello.

Actividades y fechas clave de la asignatura

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (el cual podrá ser consultado en la página web del centro).

La relación y fecha de las diversas actividades, junto con todo tipo de información y documentación sobre la asignatura, se publicará en el Anillo Digital Docente (ADD) de la Universidad de Zaragoza.

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.
- Aproximadamente cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.

- Se pueden programar sesiones para resolución de dudas
 - Controles escritos relacionados con la evaluación continua (apartado de evaluación).
 - Las actividades adicionales que se programen (trabajos, pruebas, seminarios...) se anunciarán con suficiente antelación, tanto en clase como en el ADD.
 - Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.
-

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:**
Conoce y sabe aplicar las técnicas básicas de diseño de control de sistemas muestreados
- 2:**
Sabe aplicar las técnicas de diseño al control por computador
- 3:**
Conoce y sabe aplicar las técnicas básicas de control borroso.
- 4:**
Conoce y sabe aplicar las técnicas básicas de diseño basado en el espacio de estados. Sistemas continuos y muestreados.
- 5:**
Conoce y sabe utilizar los controladores industriales comerciales
- 6:**
Sabe diseñar una arquitectura de control y elegir la tecnología más adecuada para cada componente

Introducción

Breve presentación de la asignatura

Ingeniería de control es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150 horas, correspondientes a 60 horas presenciales (clases de teoría, problemas, laboratorio...) y 90 horas no presenciales de trabajo personal (resolución de ejercicios, estudio...). Es una asignatura que está dentro del marco de la Automática. El Diccionario de la Real Academia Española define la Automática como: "la disciplina que trata de los métodos y procedimientos cuya finalidad es la sustitución del operador humano por un operador artificial en la ejecución de una tarea física o mental previamente programada". Cuando esta sustitución tenga como objetivo el control de un sistema, de forma que este funcione de una manera autónoma, hablaremos de sistemas de control automático. Los ingenios y dispositivos diseñados con este fin se denominarán de regulación y mando.

Ingeniería de control profundiza en el estudio del control de sistemas, en el que ya ha sido introducido del estudiante mediante la asignatura de Sistemas Automáticos. Esta asignatura aborda el análisis de sistemas, y el diseño y concepción de control por computador para sistemas continuos de una o varias variables. Conocidas las técnicas de análisis y diseño de sistemas de control para sistemas monovariantes continuos contempladas en dicha asignatura, en Ingeniería de Control se aborda el modelado de sistemas multivariantes, su análisis y el diseño y concepción del control por computador para sistemas continuos de una o varias variables. Se utilizará tanto la representación externa, basada en funciones de transferencia, como la interna basada en variables de estado.

El estudiante mediante el uso de las herramientas matemáticas adecuadas será capaz de interpretar el comportamiento

dinámico de los sistemas continuos. Además, los modelos y herramientas de análisis empleados le permiten construir controladores que pueden ser implementados en computadores convencionales o industriales para conseguir que se obtenga el comportamiento deseado en las variables controladas. Se incidirá especialmente en los sistemas discretizados en el tiempo y en los sistemas multivariables.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

Los objetivos de la asignatura son de dos tipos:

1) Teóricos: Se persigue que el alumno conozca y maneje con soltura contenidos teóricos que sustentan el control de sistemas usando el computador. Al finalizar la asignatura el alumno será capaz de:

- Comprender el papel del computador como elemento de control.
- Representar el comportamiento de sistemas y señales continuas en dominio de tiempo discreto, así como la transformación entre uno y otro dominio.
- Analizar en el dominio de tiempo discreto el comportamiento de sistemas de una o varias variables.
- Diseñar e implementar algoritmos de control.
- Diseñar e implementar algoritmos de estimación de variables.
- Comprender y aplicar las técnicas de control borroso para sistemas continuos.

2) Prácticos: Se persigue que el alumno sepa desenvolverse con soltura en un entorno real de control, aplicando y analizando el alcance práctico de los contenidos teóricos aprendidos. Al finalizar la asignatura el alumno será capaz de:

- Simular sistemas discretizados de una y varias variables.
- Programar controladores y estimadores de sistemas de una y varias variables.
- Experimentar con los sistemas a controlar y sus modelos.
- Conocer experimentar y utilizar controladores industriales.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Ingeniería de control es una asignatura de la rama de tecnologías específica. En este contexto se presentan los conceptos avanzados del control de sistemas continuos abordando aspectos teóricos, de implementación y de su implantación y aplicación práctica. Los estudiantes han cursado en semestres anteriores asignaturas de Matemáticas, Física, Electrónica, Informática, Señales y Sistemas y Sistemas Automáticos necesarias para comprender los principios básicos utilizados en la asignatura.

El estudiante aprende en esta asignatura a analizar y diseñar sistemas de control por computador de sistemas continuos con técnicas basadas tanto en la representación externa como en la interna. Al finalizar la asignatura el estudiante será capaz de comprender la transcendencia y ventajas del control de sistemas, su importancia en los procesos industriales desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, así como de realizar su análisis y diseño.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

- 1: Conocimientos de regulación automática y técnicas de control y su aplicación a la automatización industrial
- 2: Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial
- 3: Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería, así como para la redacción y firma de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tiene por objeto el Grado

- 4:** Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional
- 5:** Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico
- 6:** Capacidad para aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería
- 7:** Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano
- 8:** Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma
- 9:** Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe
- 10:** Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

Los conocimientos que el estudiante adquiere en Ingeniería de control le sumergen en los aspectos avanzados del control y automatización de sistemas y procesos. Actualmente en los procesos se ha alcanzado a un alto grado de automatización. El control de las operaciones es realizado mediante reguladores industriales, computadores industriales, autómatas programables, controladores específicos, robots...La comprensión avanzada de los procesos y las técnicas para controlarlos de forma automática pueden aportar grandes mejoras en las condiciones de trabajo, en el medio ambiente, en la calidad del producto y en la competitividad del sector que se trate. Con esta asignatura el estudiante será capaz de analizar y diseñar sistemas de control complejos, en los que intervienen diversas variables que interaccionan entre sí.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura dotan al estudiante de capacidad de análisis de situaciones reales de control de procesos industriales y le capacitan para proponer esquemas y calcular los parámetros de control adecuados que permitan cumplir con unos requisitos de funcionamiento dados. Estos resultados, y las capacidades y habilidades de ellos derivadas, tienen una gran importancia en el entorno industrial, donde el control de procesos y sistemas es una pieza clave y fundamental para el desarrollo del producto, permitiendo reducir costes, tanto económicos como ambientales, y aumentar la calidad final del producto.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** **EVALUACIÓN EN LA EINA DE ZARAGOZA.**

De acuerdo con la normativa de la Universidad de Zaragoza la evaluación de esta asignatura se establece como de "Evaluación continua".

Evaluación continua

La evaluación continua consta de **3 controles** a lo largo del semestre, que permiten obtener la calificación total de la convocatoria. Las fechas previstas se comunicarán al Coordinador del grado durante el mes de octubre con el fin de coordinarlas con las actividades de otras asignaturas.

Los controles duran entre una y dos horas, en total sumarán una duración de cinco horas como máximo; sus fechas previstas se comunicarán al Coordinador del grado durante el mes de octubre con el fin de coordinarlas con las actividades de otras asignaturas.

El control incluye o puede incluir: preguntas de teoría; resolución de ejercicios/problemas; cuestiones relacionadas con las prácticas de laboratorio (la mera asistencia a prácticas no puntúa) y cuestiones cortas relacionadas con la resolución de un problemas prácticos.

En los controles el alumno podrá usar un formulario suministrado a principios de curso.

Para aprobar la asignatura mediante la evaluación continua es necesario aprobar todos los controles; o al menos el último y que se cumpla que $NF \geq 5$, (NF, Nota Final), con $NF = 0.25 \cdot NC1 + 0.35 \cdot NC2 + 0.40 \cdot NC3$ y siendo NC1..NC3 las notas en los 3 controles. Los controles aprobados no eliminan materia para el examen oficial de la convocatoria y solo hay una prueba para cada control

Los alumnos que hayan superado la asignatura mediante evaluación continua podrán optar a subir nota haciendo una defensa oral del trabajo práctico realizado durante el curso.

2: Prueba global en convocatorias oficiales

El estudiante puede superar la asignatura mediante el procedimiento de Evaluación continua descrito anteriormente. De acuerdo con la normativa vigente, el estudiante que no supere de esta manera la asignatura puede superar la asignatura mediante un examen, a realizar en las convocatorias oficiales. En la prueba global se incluyen cuestiones de teoría y problemas (80%) y cuestiones sobre las prácticas de laboratorio (20%).

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio. Se establecen mecanismos para analizar el seguimiento de la asignatura y su trabajo personal.

- En las clases de teoría se expondrán los fundamentos y base teórica de la asignatura ilustrado con ejemplos prácticos.
- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y casos tipo, con la participación de los estudiantes.
- Se desarrollarán prácticas de laboratorio individualmente o en grupos de dos alumnos, donde el estudiante pone en práctica los conceptos de interés, implementando en simulación y en sistema reales los esquemas de control diseñados.
- Asimismo, para motivar al estudiante se llevarán a cabo actividades de aprendizaje relacionadas con ejemplos de aplicación industrial con la tecnología actualmente disponible.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1: ACTIVIDADES PRESENCIALES:

1) Clase presencial (tipo T1) (30 horas presenciales).

Sesiones de presentación magistral de contenidos teóricos y prácticos. Se presentan los conceptos y fundamentos del control por computador y su transcendencia ilustrándolos con ejemplos reales. Se fomenta

la participación del estudiante a través de preguntas y breves debates.

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes.

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

- Tema 1: Introducción.
- Tema 2: Muestreo y reconstrucción de señales. Análisis de sistemas en tiempo discreto.
- Tema 3: Diseño de controladores digitales. Tecnologías.
- Tema 4: Identificación de sistemas.
- Tema 5: Descripción interna. Sistemas multivariables continuos y muestreados. Análisis. Controlabilidad y observabilidad.
- Tema 6: Control basado en la descripción interna.
- Tema 7: Observadores. Diseño de sistemas de control con observadores.
- Tema 8: Control borroso

2) Clases de problemas y resolución de casos (tipo T2) (15 horas presenciales).

Se desarrollan problemas y casos de estudio con la participación de los estudiantes en grupos reducidos y coordinados con los contenidos teóricos. Se fomenta que el estudiante trabaje previamente los problemas.

3) Prácticas de laboratorio (tipo T3) (15 horas presenciales).

El estudiante realiza la simulación, puesta en marcha y análisis de sistemas de automatización y control reales. Dispone de un guión de la práctica, compuesto de estudio previo y apartados de realización práctica en laboratorio. El estudio previo debe realizarse antes de la asistencia a la práctica. Las **prácticas** a realizar son:

- Control por computador de una maqueta.
- Identificación paramétrica de sistemas
- Modelado y análisis de un sistema basado en descripción interna.
- Diseño e implementación de un controlador en el espacio de estados.
- Diseño e implementación de un controlador con observador.

2:

ACTIVIDADES NO PRESENCIALES:

4) Estudio (tipo T7) (82 horas no presenciales).

Estudio personal del estudiante de los conceptos teóricos y realización de problemas. Se fomenta el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de las diversas actividades de aprendizaje. Se incluyen aquí las tutorías, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación sobre la asignatura, atención a ejercicios y dudas.

5) Pruebas de evaluación (tipo T8) (8 horas).

Además de la función calificadora, la evaluación también es una herramienta de aprendizaje con la que el alumno comprueba el grado de comprensión y asimilación alcanzado. De las horas indicadas, el número máximo que ocupará la evaluación continua será de 5 horas.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el centro (horarios disponibles en su página web).

El profesor informa de su horario de atención de tutoría por los canales establecidos.

El resto de actividades se planifica en función del número de alumnos y se da a conocer con la suficiente antelación. Puede consultarse en <https://moodle2.unizar.es/add/>.

Bibliografía y recursos

Bibliografía y recursos

- 1. Transparencias y apuntes de la asignatura.** Disponibles en <https://moodle2.unizar.es/add/>.
- 2. Hojas de problemas y Guiones de prácticas.** Disponibles en <https://moodle2.unizar.es/add/>.
- 3. Libros recomendados:** Comentados al inicio del curso y disponibles en <https://moodle2.unizar.es/add/>.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna / Katsuhiko Ogata ; traducción Sebastián Dormido Canto, Raquel Dormido Canto ; revisión técnica Sebastián Dormido Bencomo ; revisión técnica para Latinoamérica Amadeo Mariani ... [et al.] . - 5ª ed. Madrid : Pearson Educación, D.L. 2010
- Ogata, Katsuhiko. Sistemas de control en tiempo discreto / Katsuhiko Ogata ; traducción, José Guillermo Aranda Pérez...[et al.] . - 2a ed. México [etc.] : Prentice Hall Hispanoamericana, cop. 1996