

## 60820 - Ingeniería de control

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Asignatura</b>	60820 - Ingeniería de control
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	532 - Máster Universitario en Ingeniería Industrial
<b>Créditos</b>	6.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### 1. Información Básica

#### 1.1. Introducción

Breve presentación de la asignatura

**Control de sistemas** es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS, que equivalen a 150 horas de trabajo del alumno, 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.

**Control de sistemas** profundiza en la disciplina del control, en el que ya ha sido introducido del alumno mediante la asignatura de Sistemas Automáticos. Conocidas las técnicas de análisis y diseño de control para sistemas continuos, en Control de sistemas se aborda el modelado de sistemas, su análisis y el diseño y concepción del control por computador. Se utiliza tanto la representación externa. El alumno mediante el uso de las herramientas matemáticas adecuadas será capaz de interpretar el comportamiento dinámico de los sistemas y su control. 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 estudian los sistemas de eventos discretos a nivel de modelado y su programación. Se abordan las tecnologías que permiten la automatización de procesos productivos. Hoy en día no se concibe una solución de automatización que no tenga en cuenta la jerarquía en el control de la producción: desde los niveles más bajos (dispositivos de campo), pasando por los autómatas programables, hasta el enlace con la parte de gestión de la empresa (utilizando sistemas SCADA y MES).

Como complemento el alumno será capaz de simular sistemas híbridos en los que se combinan sistemas continuos y discretos.

#### 1.2. Recomendaciones para cursar la asignatura

## 60820 - Ingeniería de control

En esta asignatura se presentan conceptos y técnicas de control por computador para sistemas continuos, así como la implementación de controladores industriales. También se presenta el modelado y control de sistemas de eventos discretos y la simulación de sistemas híbridos. Al finalizar, el alumno es capaz de modelar sistemas, analizar su comportamiento, diseñar esquemas de control, e implementarlos usando un lenguaje convencional y con controladores industriales comerciales. Es capaz de comprender y programar estrategias de control para sistemas de eventos discretos y es capaz de simular sistemas híbridos, en los que se combinan sistemas continuos y discretos.

Esta es una asignatura de homogeneización para que todos los alumnos que cursan el Master de Ingeniería Industrial tengan conocimientos similares de control de sistemas y puedan cursar las obligatorias y/o optativas que se ofrezcan sobre control de sistemas. Los alumnos que la cursen ya han terminado un Grado en el que han adquirido "Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control", normalmente a través de la asignatura de Sistemas Automáticos. El estudio previo de esta materia proporciona al alumno las herramientas básicas necesarias para desarrollar, analizar, simular, controlar un sistema real y conseguir su funcionamiento automático.

El estudio y trabajo continuado, 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.

### 1.3.Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Control de sistemas es una asignatura de homogeneización para que todos los alumnos tengan capacidades similares a la hora de cursar el Master de Ingeniería Industrial. 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.

El alumno ha cursado las asignaturas de grado y en particular Sistemas Automáticos. El alumno aprende en esta asignatura a analizar y diseñar sistemas de control por computador de sistemas continuos con técnicas basadas en la representación externa. Al finalizar la asignatura el alumno es capaz de comprender la trascendencia y ventajas del control de sistemas usando un computador, su importancia en los procesos industriales desde el punto de vista técnico, económico y ambiental, así como de realizar su análisis y diseño. En esa asignatura se les introduce en el modelado de sistemas de eventos discretos, en los sistemas de supervisión y control (SCADA) y en los sistemas de control de manufactura. También abordan la simulación de sistemas híbridos.

### 1.4.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:

&#9679; Clases magistrales de acuerdo con los horarios establecidos por el centro.

&#9679; Aproximadamente cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.

&#9679; 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.

### 2.Resultados de aprendizaje

#### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

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

Diseña e implementa el control por computador de un sistema, seleccionando la técnica más adecuada en función de los requisitos de control y del contexto en el que se plantea.

Aplica técnicas de identificación de sistemas con el objeto de extraer modelos matemáticos adecuados para su uso en control.

Simula el comportamiento de sistemas dinámicos utilizando herramientas informáticas adecuadas para tal fin.

Diseña una jerarquía de control distribuido, resolviendo tanto las necesidades de comunicación entre los diferentes elementos del control como la supervisión informatizada del conjunto.

#### 2.2.Importancia de los resultados de aprendizaje

Los conocimientos que el alumno adquiere en Sistemas 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 alumno será capaz de analizar y diseñar sistemas de control usando un computador.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura dotan al alumno 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.

### 3.Objetivos y competencias

#### 3.1.Objetivos

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

Los objetivos de la asignatura son de dos tipos:

**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 discreto, así como la transformación entre uno y otro dominio.
- Analizar y simular en el dominio discreto el comportamiento de sistemas discretizados.

## 60820 - Ingeniería de control

- Identificar sistemas continuos.
- Comprender la importancia de los sistemas de automatización y control de sistemas discretos.

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.
- Programar controladores en un computador. Utilizar controladores industriales.
- Utilizar herramientas para la identificación de sistemas.
- Modelar y experimentar con sistemas de eventos discretos y su control.

### 3.2. Competencias

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

Competencias específicas:

Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial. Conocimiento de los principios de la regulación automática y su aplicación a la automatización industrial (CE24).

## 4. Evaluación

### 4.1. Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

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

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

Dada la relevancia que en la asignatura tiene la adquisición de competencias prácticas, mediante el uso de entornos informáticos y en el laboratorio, a lo largo del curso irá siendo evaluado también el trabajo, basándose en el estudio previo, desarrollo del trabajo práctico, elaboración de una memoria y resolución de las cuestiones planteadas.

En cada convocatoria, la evaluación comprenderá dos partes:

- Prueba escrita individual (80%). Calificada entre 0 y 10 puntos (CT). Se realizará en periodo de exámenes. En ella se evaluará al alumno del conjunto de resultados de aprendizaje desde el punto de vista teórico y de resolución de problemas.
- Evaluación del trabajo práctico (20%). Calificada entre 0 y 10 puntos (CP), podrá superarse a lo largo del curso (Prueba gradual). En cualquier caso se realizará una prueba individual específica durante el periodo de evaluación para los alumnos que no la hayan superado durante el curso. En ella se evaluará al alumno del conjunto de resultados de aprendizaje desde el punto de vista del trabajo práctico.

Para la superación de la asignatura es condición imprescindible obtener calificaciones CP y CT mayor o igual que 4 puntos sobre 10. Sólo en ese caso, la calificación global de la asignatura será  $(0.20 \cdot CP + 0.80 \cdot CT)$ . La asignatura se supera con una calificación global de 5 puntos sobre 10.

## 5. Metodología, actividades, programa y recursos

### 5.1. 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.

## 60820 - Ingeniería de control

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.

### 5.2. Actividades de aprendizaje

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

**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.

**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, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Se fomenta que el estudiante trabaje previamente los problemas.

**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 previamente a la práctica.

**Estudio (tipo T7)** (86 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.

**Pruebas de evaluación (tipo T8)** (4 horas presenciales).

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.

### 5.3. Programa

Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

Tema 1: Introducción.

Tema 2: Muestreo y reconstrucción de señales.

Tema 3: Transformada Z.

Tema 4: Análisis de sistemas en tiempo discreto

Tema 5: Diseño de controladores digitales. PID Industrial.

Tema 6: Identificación de sistemas.

Tema 7: Modelado de sistemas de eventos discretos.

Tema 8: Implementación de controladores industriales de automatización.

Los temas a desarrollar en las prácticas de laboratorio son:

-Análisis de sistemas discretos y diseño de un controlador digital.

-Identificación de sistemas.

-Modelado y análisis de un sistema de eventos discretos

-Diseño e implementación de un control y supervisión.

-Simulación de sistemas híbridos.

### 5.4. 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).

Cada profesor informa de su horario de atención de tutoría.

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

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

LISTADO DE LA BIBLIOGRAFIA: [BB-Bibliografía Básica / BC-Bibliografía Complementaria]

BB Kuo, Benjamin C.. Sistemas de control automático / Benjamin C. Kuo ; traducción, Guillermo Aranda Pérez ; revisor técnico, Francisco Rodríguez Ramírez . - 1ª ed. en español México [etc.] : Prentice Hall Hispanoamericana, cop. 1996

BB Lewis, Paul H.. Sistemas de control en ingeniería / Paul H. Lewis, Chang Yang . - 1a ed. en español Madrid : Prentice Hall, cop. 1999

BC Bolton, W.. Ingeniería de control / W. Bolton . - 2a. ed. México : Alfaomega ; Barcelona : Marcombo, cop. 2001

BC Franklin, Gene F.. Digital Control of Dynamic Systems / Gene F. Franklin, J. David Powell, Michael L. Workman . - 2a. ed. Reading, Massachusetts [etc.] : Addison-Wesley Publishing, cop. 1990

BC 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

BC 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

LISTADO DE RECURSOS ELECTRÓNICOS:

Aström and Murray; Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers, Princeton University Press

Seborg, Edgar y Mellic& Process Dynamics and Control, Wiley and Sons - Capítulo 26