

## **Grado en Ingeniería Electrónica y Automática**

### **29814 - Señales y sistemas**

**Guía docente para el curso 2014 - 2015**

**Curso: 2, Semestre: 1, Créditos: 6.0**

---

### **Información básica**

---

#### **Profesores**

- **Jesus Aisa Vicen** [jeaisa@unizar.es](mailto:jeaisa@unizar.es)
- **Manuel Fogué Cortés** [mfogue@unizar.es](mailto:mfogue@unizar.es)
- **Manuel Silva Suárez** [silva@unizar.es](mailto:silva@unizar.es)
- **Pedro Ramos Lorente** [pramos@unizar.es](mailto:pramos@unizar.es)
- **Antonio Romeo Tello** [romeo@unizar.es](mailto:romeo@unizar.es)

#### **Recomendaciones para cursar esta asignatura**

En esta asignatura se presentan los conceptos básicos relacionados con la teoría de señales y sistemas, enfocando la atención en el **modelado, análisis y simulación** de sistemas, tanto **continuos** como (de eventos) **discretos**. Para poder abordarla, se precisa que el alumno domine suficientemente las distintas herramientas de **Matemáticas, Física y Fundamentos de Informática** así como algunos de los conceptos de la teoría de circuitos tratados en **Fundamentos de Electrotecnia**.

En lo relativo a la actitud como estudiante, el estudio y trabajo continuados desde el primer día del curso son fundamentales para superar con el máximo aprovechamiento la asignatura.

En lo relativo a la tutorización, es importante resolver cuanto antes las dudas que puedan surgir, para lo cual el estudiante cuenta con la asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello. Adicionalmente, pueden realizarse consultas puntuales a través de correo electrónico, siempre y cuando la naturaleza de dicha consulta permita su resolución por esta vía.

#### **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 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 una de las plataformas ADD (Anillo Digital Docente) existentes (<http://add.unizar.es/>) y que será concretada al comienzo del curso (**Nota**. Para acceder a estas plataformas, se requiere que el estudiante esté matriculado).

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.

- Cada (aproximadamente) dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.
  - En Teruel, cada (aproximadamente) dos semanas el estudiante tendrá una sesión presencial con el profesor para la realización de los trabajos tutelados.
  - 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:** Domina la obtención de modelos matemáticos de sistemas tanto continuos como discretos.
- 2:** Conoce y sabe aplicar las técnicas básicas de identificación de sistemas.
- 3:** Conoce y sabe aplicar las técnicas de análisis de señales e interpretar sus resultados.
- 4:** Conoce y sabe aplicar las técnicas de análisis sistemas e interpretar sus resultados.
- 5:** Conoce los fundamentos básicos de simulación de sistemas.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La asignatura Señales y Sistema forma parte del módulo de Tecnología Específica del plan de estudios del grado en Ingeniería Electrónica y Automática. Se trata de una asignatura de 6 ECTS que se imparte en el primer cuatrimestre del segundo curso de la titulación.

La asignatura presenta las herramientas básicas y los conceptos fundamentales necesarios para poder llevar a cabo el análisis de señales y sistemas y desarrollar técnicas básicas de modelado de sistemas. La asignatura abarca el estudio de señales y sistemas en tiempo continuo y discreto así como las técnicas de muestreo y reconstrucción que permiten la transición entre ambos dominios.

Se trata de una **asignatura básica e instrumental** en la que se presentan principios fundamentales necesarios para otras asignaturas del ámbito de la automática más avanzadas y de una orientación más aplicada.

---

## 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:**

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos de la teoría de señales y de sistemas. Más concretamente, se pretende conseguir:

- Que el alumno tenga la suficiente capacidad de abstracción de la realidad, como para plasmar en un modelo la dinámica de un sistema (tanto continuo como discreto).
- En línea con lo anterior, que el alumno sea capaz de identificar experimentalmente (en el laboratorio) el modelo de un sistema.
- Que el alumno distinga con nitidez los regímenes transitorio y permanente de la respuesta temporal de un sistema.
- Que el alumno sepa simular (con la ayuda de una herramienta informática orientada a tal fin) el comportamiento de un sistema a partir de un modelo del mismo.
- Que el alumno sepa escoger las herramientas más adecuadas para analizar ciertos aspectos del comportamiento de un sistema, como la estabilidad y aquellos parámetros que describen el transitorio y permanente de su respuesta ante determinadas señales de entrada básicas.
- Que el alumno sea capaz de describir y analizar una señal en el dominio de la frecuencia.

## **Contexto y sentido de la asignatura en la titulación**

Señales y Sistemas es una asignatura obligatoria específica de la especialidad Electrónica y Automática. Se trata de **la primera asignatura relacionada con la rama de la automática** (el control autónomo de sistemas), por lo que presenta cierta continuidad con la asignatura de 2º semestre **Sistemas Automáticos**. Podría decirse que el diseño del control de un sistema (tanto continuo como discreto) requiere de buena parte de las herramientas que se abordan en la asignatura que nos ocupa (tanto el modelado, como la simulación y el análisis de sistemas). Por ello, **buena parte de asignaturas obligatorias relacionadas con la automática** (Sistemas Automáticos de 2º curso, así como Ingeniería de Control y Automatización Industrial de 3º) presentan fuertes dependencias respecto de Señales y Sistemas.

Pero Señales y Sistemas no sólo da servicio a las asignaturas relacionadas con el control automático, pues existen otras interdependencias con asignaturas de la rama electrónica, destacando las relacionadas con las propiedades de la realimentación y los autómatas de estados finitos (Mealy y Moore), para las asignaturas **Electrónica analógica y Electrónica Digital**, ambas de 2º curso.

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

- 1:** Modelar y simular sistemas
- 2:** Combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
- 3:** Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 4:** Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.
- 5:** Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 6:** Aprender de forma continua y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

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

Señales y Sistemas realiza importantes aportaciones en el aprendizaje de la automática: por un lado, la capacidad de abstraer la realidad que nos rodea con el fin de plasmarla en un modelo resulta fundamental a la hora de realizar cualquier labor, tanto analítica como de diseño de sistemas de control automático.

Por otro lado, las herramientas de simulación y de análisis suministradas resultan muy útiles no sólo a la hora de diseñar controladores, sino que alcanzan al diseño de etapas electrónicas de diversa índole, como amplificadores, convertidores de potencia o circuitos lógicos secuenciales.

---

# Evaluación

---

## Actividades de evaluación

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

**1:**

### **CAMPUS RIO EBRO (ZARAGOZA):**

De acuerdo con la normativa de la Universidad de Zaragoza la evaluación de esta asignatura es 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 dicho trabajo en cada sesión, en base al estudio previo, desarrollo del trabajo, elaboración de memorias, resolución de cuestiones, etc.

En cada convocatoria, la evaluación comprenderá dos partes:

1. **Prueba escrita individual** (80%). Calificada entre 0 y 10 puntos (CT).
2. **Evaluación del trabajo práctico** (20%). Calificada entre 0 y 10 puntos (CP), podrá superarse a lo largo del curso. 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, o que deseen subir nota.

Para la superación de la asignatura es condición imprescindible obtener una calificación CP mayor o igual que 4 puntos. Sólo en ese caso, la calificación global de la asignatura será  $(0.20*CP + 0.80*CT)$ . En otro caso, la calificación global será la mínima entre 4 y el resultado de aplicar la fórmula anterior. La asignatura se supera con una calificación global de 5 puntos sobre 10.

**2:**

### **CAMPUS DE TERUEL**

#### **Evaluación ordinaria.**

La evaluación sumativa del alumno tendrá tres contribuciones:

1. A lo largo del cuatrimestre se realizarán dos pruebas escritas que recogerá los contenidos de la asignatura. Esta pruebas están orientadas a evaluar tanto la comprensión de los conceptos teóricos, como su aplicación en la resolución de ejercicios prácticos. Cada una de las pruebas tendrá un peso del 10% en la evaluación final.
2. La segunda contribución procede de la evaluación de forma continua de la actividad en el laboratorio mediante la presentación del estudio previo de la práctica y de la resolución de manera individual de unas cuestiones al final de la sesión. La valoración del trabajo de laboratorio representa un 10% en la calificación final de la asignatura.
3. Los trabajos tutelados contribuirán con un 10 % a la calificación global.
4. Al final del cuatrimestre, según el calendario de exámenes del Centro, se realizará una prueba escrita global de la asignatura que supondrá un 60% de la calificación final de la asignatura.

En esta prueba se valorará el desarrollo y claridad en la explicación y aplicación de los conceptos teóricos y el planteamiento, el resultado numérico y dimensional de la solución, así como el análisis crítico del resultado final de cada uno de los ejercicios prácticos.

La calificación de cada una de las cuatro pruebas descritas será como máximo de 10 puntos y como mínimo deberá obtenerse 4 puntos para que pueda ser promediada con el resto de actividades.

#### **Evaluación mediante prueba única.**

Según los Estatutos de la Universidad “los estudiantes podrán solicitar la realización de una única prueba para la superación de la asignatura que cursen”. Esta prueba se realizará al final del cuatrimestre y constará de una prueba escrita global (descrita en el punto 3 de la evaluación ordinaria),

con un peso del 100% en la calificación final de la asignatura.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

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

#### CAMPUS RIO EBRO, ZARAGOZA

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres niveles principales: clases de teoría, problemas y laboratorio, con creciente nivel de participación del estudiante.

- En las clases de teoría se expondrán las bases teóricas del modelado de sistemas y del análisis, tanto de sistemas como de señales, ilustrándose con numerosos ejemplos.
- En las clases de problemas se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes.
- Se desarrollarán prácticas de laboratorio en grupos reducidos, en las que se incidirá especialmente en la simulación y la identificación de sistemas, así como en el análisis frecuencial de señales.
- Asimismo, para incentivar el trabajo continuo y autónomo del estudiante, se llevarán a cabo actividades de aprendizaje adicionales a realizar a lo largo del semestre.

Hay que reseñar que la asignatura presenta un fuerte soporte teórico, por lo que resulta imprescindible una implicación importante por parte del estudiante, quien deberá poner énfasis en la asistencia a las clases magistrales y a las prácticas de laboratorio, el estudio personal continuado y la realización de los ejercicios y aquellas actividades complementarias propuestas.

#### CAMPUS DE TERUEL

1. Clases magistrales, impartidas al grupo completo, en las que los profesores explicarán los principios básicos de la asignatura y resolverán algunos problemas seleccionados de aplicación de la asignatura a la titulación.
2. Prácticas de laboratorio que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre.
3. Trabajos tutelados que se distribuyen a lo largo del cuatrimestre.
4. El trabajo autónomo, estudiando la materia y aplicándola a la resolución de ejercicios. Esta actividad es fundamental en el proceso de aprendizaje del alumno y para la superación de las actividades de evaluación.

### 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 EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA DE ZARAGOZA

##### TRABAJO PRESENCIAL: 2.4 ECTS (60 horas)

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

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los conceptos y fundamentos de modelado, análisis y simulación de sistemas continuos y discretos, ilustrándolos con ejemplos reales. Se fomentará la participación del estudiante a través de preguntas y breves debates. Los contenidos que se desarrollan son los siguientes:

##### PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

###### Modelado de sistemas continuos:

- § Señales continuas y su representación
- § Herramientas de modelado
- § Modelado de sistemas físicos

**Análisis temporal de sistemas continuos.**

- § Estabilidad
- § Análisis de transitorios

**Análisis frecuencial de señales y sistemas continuos.**

- § Descripción frecuencial de señales. Transformada de Fourier
- § Representaciones gráficas: diagramas de Bode
- § Función de transferencia frecuencial

**Modelado y simulación de sistemas discretos**

- § Sistemas (de eventos) discretos. Grafos de estado
- § Redes de Petri.
- § Propiedades cualitativas y cuantitativas. Ejemplos ilustrativos
- § Simulación de sistemas discretos e híbridos

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

Se desarrollarán problemas y casos con la participación de los estudiantes, coordinados en todo momento con los contenidos teóricos. Se fomenta el trabajo previo de dichos problemas por parte del estudiante.

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

El estudiante realizará en los laboratorios del Área de Ingeniería de Sistemas y Automática (Edif.. Ada Byron) un conjunto de prácticas en las que se pondrá énfasis en la identificación y simulación de sistemas y en el análisis de señales. Para cada práctica se dispondrá previamente de un guión que el estudiante deberá preparar con antelación a la sesión práctica. Cada práctica será calificada en el propio laboratorio, a partir del estudio previo realizado por el estudiante y por medio de actividades adicionales (observación directa, resultados experimentales obtenidos, cuestionarios, u otros). Las prácticas a realizar serán las siguientes:

- Simulación de sistemas continuos en Matlab/Simulink
- Modelado axiomático y empírico de un accionamiento electromecánico
- Análisis frecuencial de señales y sistemas continuos
- Simulación de sistemas de eventos discretos en MATLAB
- Análisis de sistemas de eventos discretos con MATLAB

**TRABAJO NO PRESENCIAL: 3.6 ECTS (90 horas)**

**4) Trabajo de modelado y simulación (tipo T6)** (10 horas no presenciales).

A lo largo del período lectivo del semestre, se propondrá un trabajo de modelado y simulación de un sistema continuo, que los estudiantes deberán realizar en parejas. Su evaluación formará parte del apartado de calificación práctica.

## **5) Estudio personal (tipo T7) (76 horas no presenciales).**

Estudio personal del estudiante, relacionado con la teoría, la realización de problemas y la preparación previa de las prácticas de laboratorio. Se fomentará el trabajo continuo del estudiante mediante la distribución homogénea a lo largo del semestre de diversas actividades de aprendizaje (por ejemplo: problemas propuestos). Se incluyen aquí las **tutorías**, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a ejercicios y trabajos...

## **6) 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.

## **2: CAMPUS DE TERUEL**

### **1. Clases magistrales (30 horas presenciales)**

En esta actividad se exponen contenidos fundamentales de la materia. Esta actividad se realiza en el aula de forma presencial.

Los contenidos que se desarrollan en esta actividad corresponden a los siguientes bloques temáticos:

- **Modelado de sistemas continuos:**
- **Análisis temporal de sistemas continuos.**
- **Análisis frecuencial de señales y sistemas continuos.**
- **Modelado y simulación de sistemas discretos.**

### **2. Clases de ejercicios y problemas (15 horas presenciales)**

Clases de ejercicios y problemas en las que se plantean y resuelven ejercicios prácticos que facilitan la comprensión y asimilación de la teoría. Se anima a los alumnos a que previamente a la clase resuelvan por su cuenta los problemas que les habrá indicado el profesor.

### **3. Prácticas de laboratorio (14 horas presenciales)**

Para la realización de las prácticas de laboratorio los alumnos disponen de guiones de prácticas, que contienen una introducción teórica y las pautas para el desarrollo de la actividad. Es necesario que el estudiante acuda a la clase de laboratorio con el guión de la práctica que va a realizar previamente comprendido.

### **4. Estudio y trabajo personal (53,5 horas no presenciales)**

Es muy importante que el alumno desarrolle de manera constante, y repartido a lo largo de todo el cuatrimestre, trabajo personal de estudio, de resolución de problemas y de preparación de las sesiones de prácticas de laboratorio.

### **5. Tutorías (presencial)**

El estudiante que lo deseé acudirá al profesor a plantearle dudas de la asignatura. Para ello el estudiante dispone de un horario de atención de tutorías.

### **6. Evaluación (5 horas presenciales)**

Esta es el tiempo dedicado a la prueba final de evaluación y a los controles (2 pruebas escritas) que se programen durante el curso.

### **7. Trabajos tutelados (32,5 horas no presenciales)**

A lo largo de todo el curso el profesor propone problemas o cuestiones prácticas que integran distintas partes de la asignatura. Los alumnos realizarán esta actividad de manera individual, desarrollando un

conjunto de entregables que servirán para su evaluación.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

#### CAMPUS RIO EBRO, ZARAGOZA

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 informará de su horario de atención de tutoría.

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

#### CAMPUS DE TERUEL

Las clases magistrales y de problemas y las sesiones de prácticas en el laboratorio se imparten según horario establecido por el Centro y es publicado con anterioridad a la fecha de comienzo del curso.

Cada profesor informará de su horario de atención de tutoría.

## Bibliografía y recursos

#### CAMPUS RIO EBRO, ZARAGOZA

##### 1. Transparencias y apuntes de la asignatura.

Disponibles en <http://add.unizar.es>.

##### 2. Ejercicios propuestos y Guiones de prácticas.

Disponibles en <http://add.unizar.es>.

##### 3. Textos de referencia:

- P. H. Lewis, C. Yang: *Sistemas de control en ingeniería* (Prentice-Hall)
- C. G. Cassandras, S. Lafortune: *Introduction to Discrete Event Systems*, (Springer)

##### 4. Textos complementarios:

- B. Kuo: *Sistemas de control automático* (Prentice-Hall). 1996.
- Alan V. Oppenheim / Alan S. Willsky / S. Hamid Nawab: *Señales y Sistemas* (Prentice-Hall)
- Silva, M.. *Las Redes de Petri en la Automática y la Informática*. AC, Madrid, 1985

#### CAMPUS DE TERUEL

##### Bibliografía básica:

Bolton, W., Ingeniería de control 2<sup>a</sup> Edición, Ed. Alfaomega.

Lewis, P. H., Yang C., Sistemas de Control en Ingeniería, Ed. Prentice-Hall.

Kuo, B.C., Sistemas de Control Automático, Ed. Prentice-Hall.

Ogata, K., Ingeniería de Control Moderna, Ed. Prentice-Hall.

Ogata, K., Discrete-time control system, Ed. Prentice-Hall.

*Oppenheim, A.V., Willsky, A.S., Nawab, S.H., Señales y Sistemas*, Ed.Prentice-Hall.

**Bibliografía complementaria:**

Ogata, K., Problemas de Ingeniería de Control utilizando MATLAB, Ed. Prentice Hall.

## Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

### Escuela de Ingeniería y Arquitectura

- 1. Lewis, Paul H.. Sistemas de control en ingeniería / Paul H. Lewis, Chang Yang . 1a ed. en español Madrid : Prentice Hall, cop. 1999
- 2. Kuo, Benjamin C.. Sistemas de control automático / Benjamin C. Kuo ; traducción, Guillermo Aranda Pérez ; revisor técnico, Francisco Rodríguez Ramírez . 1<sup>a</sup> ed. en español México [etc.] : Prentice Hall Hispanoamericana, cop. 1996
- 3. Oppenheim, Alan Victor. Señales y sistemas / Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab ; traducción, Gloria Mata Hernández ; revisión técnica, Agustín Suárez Fernández . [2<sup>a</sup> ed. en español, reimp.] México [etc.] : Prentice Hall, cop. 1998
- 4. Silva Suárez, Manuel. Las redes de Petri : en la automática y la informática / Manuel Silva . 1a ed. 1985, 1a reimp. 2002 Madrid : Editorial AC, 2002
- Cassandras, C.G. Introduction to Discrete Event Systems / C. G. Cassandras, S. Lafortune Springer

### Escuela Universitaria Politécnica

- Bolton, W.. Ingeniería de control / W. Bolton . - 2a. ed. México : Alfaomega ; Barcelona : Marcombo, cop. 2001
- Kuo, Benjamin C.. Sistemas de control automático / Benjamin C. Kuo ; traducción, Guillermo Aranda Pérez ; revisor técnico, Francisco Rodríguez Ramírez . - 1<sup>a</sup> ed. en español México [etc.] : Prentice Hall Hispanoamericana, cop. 1996
- Lewis, Paul H.. Sistemas de control en ingeniería / Paul H. Lewis, Chang Yang . - 1a ed. en español Madrid : Prentice Hall, cop. 1999
- Ogata, Katsuhiko. Discrete-time control systems / Katsuhiko Ogata . - 2a. ed. Englewood Cliffs, New Jersey : Prentice-Hall International : A Simon and Schuster Company, cop. 1995
- Ogata, Katsuhiko. Ingeniería de control moderna / Katsuhiko Ogata ; traducción Miguel Ángel Martínez Sarmiento ; revisión técnica Francisco José Rodríguez Ramírez . - 3a ed. México [etc.] : Prentice-Hall Hispanoamericana, cop. 1998
- Ogata, Katsuhiko. Problemas de Ingeniería de control utilizando MATLAB / Katsuhiko Ogata ; traducción Sebastián Dormido Canto, María Antonia Canto . - Última reimpr. Madrid [etc.] : Prentice-Hall, 2006
- Oppenheim, Alan Victor. Señales y sistemas / Alan V. Oppenheim, Alan S. Willsky, S. Hamid Nawab ; traducción, Gloria Mata Hernández ; revisión técnica, Agustín Suárez Fernández . - [2<sup>a</sup> ed. en español, reimp.] México [etc.] : Prentice Hall, cop. 1998