

## 29851 - Electrónica industrial

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 29851 - Electrónica industrial

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 440 - Graduado en Ingeniería Electrónica y Automática

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos 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 el **control en tiempo real de sistemas electrónicos de potencia asociados a accionamientos eléctricos**. Este tipo de accionamiento está presente en

- la industria (bobinadoras, laminadoras, máquina herramienta, robots, etc...)
- tracción de vehículos (coches, trenes, ascensores etc.)
- propulsión naval
- dirección asistida eléctrica
- tuneladoras
- generación eólica, etc...

Para el éxito en el diseño de este tipo de sistemas, el alumno debe combinar el conocimiento de los modelos de máquinas eléctricas, las competencias en el diseño de sistemas electrónicos de potencia, el conocimiento de los sistemas programables, la capacidad de modelar sistemas mecatrónicos y, adicionalmente, dominar las peculiaridades del control en tiempo real.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
  - Meta 7.2 De aquí a 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo
  - Meta 8.2 Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra
  - Meta 8.4 Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras
  - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la

innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo

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

Los estudiantes han cursado previamente las asignaturas Fundamentos de electrotecnia (1º), Fundamentos de electrónica (2º), Electrotecnia (2º), Electrónica analógica (2º), Electrónica digital (2º), Sistemas electrónicos programables (3º), Electrónica de potencia (3º) e Ingeniería de control (3º). Las capacidades y conocimientos adquiridos en estas asignaturas se combinan en Electrónica industrial para diseñar e implementar el control en tiempo real de un accionamiento controlado electrónicamente.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura trata sobre los **fundamentos de la mecatrónica**, por lo que se requieren conocimientos de Fundamentos de Electrónica, Sistemas Electrónicos Programables, Electrónica de Potencia, Instrumentación Electrónica y Sistemas Automáticos.

**La asignatura se articula alrededor de un proyecto (desarrollo de un sistema mecatrónico) a realizar a lo largo del semestre**, utilizando un caso de estudio real, como pueda ser la **tracción de un vehículo eléctrico**, por lo que 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 asesoría del profesor, tanto durante las clases como en las horas de tutoría destinadas a ello. Pueden realizarse consultas puntuales a través de correo electrónico.

## 2. Competencias y resultados de aprendizaje

### 2.1. Competencias

#### Competencias básicas

- 1.- Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio
- 2.- Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado
- 3.- Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

#### Competencias específicas

- 1.- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica
- 2.- Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores
- 3.- Conocimiento aplicado de electrónica de potencia
- 4.- Conocimiento aplicado de instrumentación electrónica
- 5.- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia

#### Competencias generales

- 1.- Capacidad para concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería

#### Competencias transversales

- 1.- Capacidad para combinar los conocimientos básicos y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.
- 2.- Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- 3.- Capacidad para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.
- 4.- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.
- 5.- Capacidad de gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.
- 6.- Capacidad para aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

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

Especifica los requerimientos de una aplicación de Electrónica Industrial

Modela y simula aplicaciones mecatrónicas

Diseña sistemas electrónicos para el accionamiento de máquinas eléctricas y otras aplicaciones industriales

Desarrolla el control en tiempo real de sistemas mecatrónicos basado en microcontroladores

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

El ámbito de los accionamientos eléctricos se ubica en la **confluencia de cuatro ámbitos de especialización: la electrónica digital programable, la electrónica de potencia, las máquinas eléctricas y la automática**. En esta asignatura se capacita al alumno para poder interrelacionar estos cuatro ámbitos de forma estructurada y eficaz.

Uno de los resultados de aprendizaje consiste en poder especificar adecuadamente los requerimientos de una aplicación mecatrónica. Para ello será necesario que sea capaz de modelar y simular la aplicación, otro de los resultados de aprendizaje previstos. Estas capacidades permitirán al alumno afrontar con garantías la selección de los dispositivos y sistemas más adecuados para los requerimientos establecidos, otro resultado de aprendizaje. Finalmente, gracias al último resultado de aprendizaje previsto, el alumno será capaz de desarrollar el control en tiempo real de los **sistemas mecatrónicos** seleccionados.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

Según permiso otorgado por el Vicerrectorado de Política Académica el 13 de enero de 2022, se aprueba la excepcionalidad en la evaluación para la asignatura 29851 Electrónica Industrial, optativa del Grado en Ingeniería Electrónica y Automática.

Aplicando dicha excepcionalidad, la evaluación en primera convocatoria, o convocatoria ordinaria, se realizará atendiendo exclusivamente a criterios de evaluación continua, sin ninguna prueba de evaluación global.

En la segunda convocatoria, o convocatoria extraordinaria, la evaluación se realizará siguiendo una prueba de evaluación global.

#### Convocatoria Ordinaria

En la convocatoria ordinaria de evaluación, que corresponde con la denominada primera convocatoria, se aplicará exclusivamente un procedimiento de evaluación continua.

#### Trabajos y Actividades Evaluables (30%)

**La asignatura se articula alrededor de un proyecto de desarrollo a realizar a lo largo del semestre.** Los alumnos, distribuidos en grupos, deberán cumplimentar, documentar y/o presentar oralmente, los diferentes hitos que resulten de las tareas en las que se va a estructurar el proyecto. Las actividades concretas a realizar y la ponderación aplicable se comunicarán en clase y en <http://moodle.unizar.es/>.

La calificación se establecerá de 0 a 10 puntos, suponiendo un 30% de la calificación global.

El estudiante que no presente los entregables en las fechas que se establezcan durante el período docente, o que no alcance una calificación mínima de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado, no podrá superar la evaluación en primera convocatoria. El estudiante que acumule, al menos, faltas sin justificar por el 15% de las sesiones de clase, no podrá superar la evaluación en primera convocatoria.

#### Prácticas de Laboratorio (50%)

En las prácticas de laboratorio se implementarán y validarán, experimentalmente, parte de los hitos que se alcancen en el desarrollo de las tareas conducentes al proyecto global a implementar en la asignatura. Se calificarán en la propia sesión de laboratorio. Se valorará la preparación previa y el grado de consecución o éxito en la implantación de la solución.

Calificación de 0 a 10 puntos. Supondrá el 50% de la nota global del estudiante. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado. El estudiante que, injustificadamente, no asista a alguna de las sesiones de prácticas de laboratorio, no podrá superar la evaluación en primera convocatoria.

#### Entrega de Trabajo final (20%)

El alumno hará entrega de un documento resumen en el que se recogerá el trabajo de diseño realizado a lo largo de toda la asignatura. Este documento incluirá todas las hipótesis, desarrollo y soluciones adoptadas en las fases del proyecto. Se valorará la organización del documento y la capacidad de síntesis y comunicación. Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado.

#### Convocatoria Extraordinaria

La evaluación en la convocatoria extraordinaria, también denominada segunda convocatoria, consistirá en una prueba de evaluación global dividida en los siguientes apartados:

##### 1) Prueba de Trabajos y Actividades Evaluables (30%)

Si en la primera convocatoria el alumno ha obtenido menos de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado, o ha faltado injustificadamente al menos al 15% de las clases, deberá realizar una prueba escrita donde se evaluarán las destrezas y conocimientos relativos a estos trabajos y actividades evaluables. Adicionalmente, para aquellos que no lo hayan hecho a lo largo del curso, deberán presentar todos los trabajos exigidos en este apartado.

Para poder superar la asignatura deberá de obtener más de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado.

##### 2) Prueba de Prácticas de Laboratorio (50%)

Si en la primera convocatoria el alumno ha obtenido menos de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado, o no ha asistido injustificadamente a una sesión de prácticas, deberá realizar una prueba práctica de laboratorio donde se evaluarán las destrezas y conocimientos relativos a estas Prácticas de Laboratorio.

Para poder superar la asignatura deberá de obtener más de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado.

### 3) Entrega de Trabajo final (20%)

Si en la primera convocatoria el alumno ha obtenido menos de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado, o no ha entregado el Trabajo Final, el alumno hará entrega de un documento resumen en el que se recogerá el trabajo de diseño realizado a lo largo de toda la asignatura. Este documento incluirá todas las hipótesis, desarrollo y soluciones adoptadas en las fases del proyecto. Se valorará la organización del documento y la capacidad de síntesis y comunicación.

Para superar la asignatura se debe obtener una calificación mínima de 3,50 puntos sobre 10 en este apartado.

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. Presentación metodológica general

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

Esta asignatura se articula mediante el método de **Aprendizaje Basado en Proyectos**: desde el inicio se planteará el diseño y realización de un proyecto en el que se desarrollen competencias y conocimientos del ámbito de la electrónica industrial, en concreto los adquiridos por el alumno en asignaturas previas como Sistemas electrónicos programables, Electrónica de potencia, Instrumentación electrónica, entre otras. Asimismo, se proporcionará formación complementaria sobre control de máquinas eléctricas y modelado y simulación de sistemas mecatrónicos.

Un ejemplo de proyecto podría ser el **desarrollo de la tracción eléctrica de un vehículo** dotado de un motor síncrono de imanes permanentes. El objetivo del proyecto es conseguir que el vehículo recorra una distancia determinada en el mínimo tiempo posible, respetando unos límites de aceleración máxima y mínima. El alumno deberá desarrollar el modelo cinemático y dinámico que se observa desde el eje del motor, desarrollar los perfiles de aceleración y velocidad necesarios, comprender el modelo dinámico del motor, comprender las peculiaridades de la programación orientada al control en tiempo real, diseño de los circuitos electrónicos, etc.

El proceso de enseñanza se desarrollará en tres ámbitos:

- En clase: el profesor planteará el proyecto a realizar y los hitos concretos que habrá que cubrir. Se realizarán parte de los trabajos dirigidos. Los alumnos presentarán sus propuestas de desarrollo y soluciones y se debatirá sobre la adecuación de las mismas.
- En el laboratorio: los alumnos validarán experimentalmente las propuestas desarrolladas.
- Ámbito personal: cada alumno, bien en grupo o por su cuenta, trabajará en la consecución de los hitos requeridos.

### 4.2. Actividades de aprendizaje

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

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

Sesiones expositivas de contenidos teóricos y prácticos. Se presentarán los conceptos y fundamentos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados en el proyecto a realizar a lo largo del curso. Estas exposiciones se realizarán en el momento en que sean necesarios para la consecución de cada hito.

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

Girarán alrededor de los problemas que surjan para la consecución de los hitos relativos al proyecto a desarrollar. Los problemas y trabajos se realizarán en grupos.

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

Los alumnos implementarán y comprobarán experimentalmente la validez de las soluciones planteadas en clase.

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

##### 4) Trabajos docentes (tipo T6) (64 horas).

Actividades que el estudiante realizará sólo o en grupo y que el profesor irá proponiendo en forma de hitos a desarrollar para alcanzar los objetivos del proyecto planteado.

##### 5) Estudio (tipo T7) (20 horas).

Estudio personal del estudiante de los conceptos y métodos subyacentes en los desarrollos realizados en clase y, fuera de ella, en el seno del grupo asignado. Le permitirá consolidar los aspectos relevantes en el diseño e implantación de sistemas electrónicos para el control en tiempo real de máquinas eléctricas. Se incluyen aquí las **tutorías**, como atención directa al estudiante, identificación de problemas de aprendizaje, orientación en la asignatura, atención a desarrollos y trabajos?

##### 6) Pruebas de evaluación (tipo T8) (6 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.

### 4.3. Programa

1. Especificaciones y requerimientos en aplicaciones de Electrónica Industrial
2. Sistemas mecatrónicos: fundamentos, modelado y simulación
3. Modelado de máquina de imanes permanentes

4. Control vectorial de máquinas de imanes permanentes
5. Sistemas electrónicos de potencia para el control de máquinas eléctricas
6. Programación en microcontrolador del control en tiempo real de máquina de imanes permanentes
7. Simulación de sistemas electrónicos para el control en tiempo real de accionamientos eléctricos
8. Integración experimental de sistemas de electrónica de potencia, microcontroladores y accionamientos
9. Control del intercambio de energía con la red eléctrica

#### **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

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://moodle.unizar.es>

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 <http://moodle.unizar.es/>

A título orientativo:

- Cada semana hay programadas 3h de clases en aula.
- Cada dos semanas el estudiante realizará una práctica de laboratorio.
- Las actividades adicionales que se programen (trabajos, pruebas?) se anunciarán con suficiente antelación, tanto en clase como en <http://moodle.unizar.es/>.
- Las fechas de los exámenes y pruebas de convocatoria oficial las fijará la dirección del Centro.