



**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	ELECTRÓNICA INDUSTRIAL: MOVILIDAD ELÉCTRICA		
<b>Materia</b>	SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE POTENCIA		
<b>Módulo</b>	TECNOLOGÍA ESPECÍFICA		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERIA EN ELECTRÓNICA INDUSTRIAL Y AUTOMÁTICA		
<b>Plan</b>	452	<b>Código</b>	42411
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OP
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	4
<b>Créditos ECTS</b>	6		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	José Antonio Domínguez Vázquez <a href="#">Luis Carlos Herrero de Lucas</a>		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	José Antonio Domínguez Vázquez: <a href="mailto:josdom@uva.es">josdom@uva.es</a> ; 983423338 <a href="#">Luis Carlos Herrero de Lucas</a> : <a href="mailto:lherrero@uva.es">lherrero@uva.es</a> ; 983 42 35 21 <b>Tutorías:</b> Consultar la web de la UVA.		
<b>Departamento</b>	TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA		
<b>Fecha de revisión por el Comité de Título</b>	25/06/2024		

**1. Situación / Sentido de la Asignatura**

**1.1 Contextualización**

“Electrónica Industrial: Movilidad Eléctrica” es una asignatura de 6 ECST que se imparte en el segundo cuatrimestre de cuarto curso. Se incluye dentro del módulo de materias de tecnología específica; concretamente, dentro de la materia “Sistemas Electrónicos de Potencia”.

La materia “Sistemas Electrónicos de Potencia” está formada por tres asignaturas:

<b>Materia: Sistemas Electrónicos de Potencia</b>			
<b>Asignatura</b>	<b>ECTS</b>	<b>Carácter</b>	<b>Ubicación</b>
Electrónica de Potencia (EP)	6	OB	3 B
Electrónica de Potencia en Sistemas de Energía Alternativa (EPSEA)	6	OP	4 A
Electrónica Industrial: Movilidad Eléctrica (EIME)	6	OP	4 B

Las asignaturas del bloque de materia Sistemas Electrónicos de Potencia se encargan de analizar la manera de transformar y gestionar la energía eléctrica procedente de una fuente de energía a las necesidades energéticas que impone la carga de una manera eficiente y las aplicaciones donde esta transformación y gestión es necesaria.

La asignatura “Electrónica Industrial: Movilidad Eléctrica”, dentro de las muy variadas aplicaciones de la Electrónica Industria, está enfocada a aquellos alumnos que deseen conocer y profundizar en los vehículos ELÉCTRICOS E HÍBRIDOS que, con gran auge están entrando a formar parte del tráfico cotidiano. Desde hace ya unos años, se destinan grandes esfuerzos de I+D, tanto humanos como económicos para el desarrollo de proyectos que lleven a estos vehículos a ser la mejor opción de transporte. De esta forma las distribuidoras eléctricas, se preparan para el



futuro impacto de las recargas de estos vehículos en la red, hasta los gobiernos que aceleran la implantación de puntos de recarga, subvencionan la adquisición de vehículos y preparan la futura legislación sobre los mismos.

El Departamento de Tecnología Electrónica ofrece en esta asignatura una amplia visión de los sistemas que componen un vehículo eléctrico, introduciendo el análisis, cálculo, y modelado de los mismos. Entre estos sistemas destacamos los tipos de motores eléctricos más usuales en los vehículos, con sus respectivos inversores de tracción y su control, sistemas de almacenamiento, su recarga y equilibrado mediante convertidores CC/CC, aplicación de convertidores CC/CC en sistema de frenado regenerativo, generadores on-board para autonomía extendida y su conversión mediante inversores CA/CC y otros sistemas auxiliares como iluminación, control del vehículo...etc. Todo ello se estudia mediante clases de aula, técnicas de simulación software y equipos hardware de prácticas.

## 1.2 Relación con otras materias

---

Se recomienda una formación previa en las asignaturas Fundamentos de Electrónica, Electrotecnia, Fundamentos de Automática, Electrónica Analógica y Máquinas y Accionamientos Eléctricos.

La asignatura Electrónica de Potencia es la base formativa para cursar la asignatura Electrónica Industrial, por lo que es prácticamente imprescindible haberla cursado previamente

## 1.3 Prerrequisitos

---

No existen.

## 2. Competencias

---

### 2.1 Generales

---

**CG5:** Capacidad para aprender y trabajar de forma autónoma.

**CG8:** Capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica.

**CG9:** Capacidad para trabajar en equipo de forma eficaz.

**CG14:** Capacidad de evaluar.

### 2.2 Específicas

---

**CE22:** Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

**CE24:** Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos, digitales y de potencia.

**CE25:** Conocimiento y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

**COPT2.** Capacidad de análisis, diseño y aplicación de los convertidores de potencia en la industria, en la generación, en el transporte y en la distribución de energía eléctrica.

### 3. Objetivos

En la asignatura se trabajará en:

- Aplicar técnicas de modelado y simulación de vehículos eléctricos.
- Aplicar técnicas de modelado y simulación del conjunto tracción-almacenamiento-convertidor-alimentación.
- Interpretar la documentación técnica relacionada con el conjunto tracción-almacenamiento-convertidor-alimentación.
- Elegir la configuración de los anteriores elementos más adecuada a cada aplicación.
- Determinar la estructura de control más adecuada para cada aplicación.
- Poder diseñar un concepto total de un vehículo eléctrico desde el punto de vista eléctrico-electrónico.

El trabajo indicado anteriormente logrará los siguientes **objetivos de la asignatura**:

- Elegir la configuración de convertidor más adecuada a cada aplicación.
- Interpretar la documentación técnica relacionada con los convertidores electrónicos de potencia y establecer el más adecuado para cada aplicación.
- Determinar la estructura de control más adecuada para cada aplicación.
- Aplicar técnicas de modelado y simulación de convertidores electrónicos de potencia.

### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

#### Bloque 1: Electrónica Industrial. Movilidad Eléctrica.

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

##### a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque temático denominado como la propia asignatura. En este bloque se trabajará en:

- Aplicar técnicas de modelado y simulación de vehículos eléctricos.
- Aplicar técnicas de modelado y simulación del conjunto tracción-almacenamiento-convertidor-alimentación.
- Interpretar la documentación técnica relacionada con el conjunto tracción-almacenamiento-convertidor-alimentación.
- Elegir la configuración de los anteriores elementos más adecuada a cada aplicación.
- Determinar la estructura de control más adecuada para cada aplicación.
- Poder diseñar un concepto total de un vehículo eléctrico desde el punto de vista eléctrico-electrónico.

##### b. Objetivos de aprendizaje

El trabajo indicado en el apartado "4.a" logrará los siguientes **objetivos de aprendizaje**:

- Elegir la configuración de convertidor más adecuada a cada aplicación.
- Interpretar la documentación técnica relacionada con los convertidores electrónicos de potencia y establecer el más adecuado para cada aplicación.
- Determinar la estructura de control más adecuada para cada aplicación.
- Aplicar técnicas de modelado y simulación de convertidores electrónicos de potencia.

### c. Contenidos

---

Los contenidos de la asignatura son:

1. **Aplicaciones de los convertidores CA/CC.**
2. **Aplicaciones de los convertidores CC/CC.**
3. **Aplicaciones de los convertidores CC/CA.**

Para trabajar en los contenidos de la asignatura indicados anteriormente se establecen los siguientes temas en la asignatura:

#### 1. Introducción a los vehículos eléctricos

- 1.1 Introducción
- 1.2 Situación actual de la movilidad eléctrica.
- 1.3 Inicios de la automoción.
- 1.4 El último paso.
- 1.5 Funcionamiento de un vehículo eléctrico puro.
- 1.6 Clasificación de vehículos eléctrico.
- 1.7 Vehículos híbrido.

#### 2. Cálculo de prestaciones de un vehículo.

- 2.1 Parámetros del vehículo eléctrico.
- 2.2 Parámetros de las baterías.
- 2.3 Parámetros del generador eléctrico.
- 2.4 Ejemplos de cálculo.

#### 3. Sistemas de recarga

- 3.1 Impacto del VE en la red de distribución.
- 3.2 ¿Cuándo recargar?
- 3.3 Sistemas de recarga y modelo.
- 3.4 Tipos de enchufe estandarizados.
- 3.5 Sistemas de recarga por inducción.
- 3.6 Situación de puntos de recarga en España.
- 3.7 Mandos y control del vehículo. Modos de funcionamiento.
- 3.8 Circuitos auxiliares.

#### 4. Baterías

- 4.1 Introducción
- 4.2 Conceptos básicos y funcionamiento.
- 4.3 Tipos de baterías: clasificación.
- 4.4 Características constructivas.
- 4.5 Ultracondensadores ("baterías cerámicas").
- 4.6 Elección de una batería en función de un motor.

#### 5. Frenado regenerativo

- 5.1 Introducción.
- 5.2 Tipos y funcionamiento.

#### 6. Sistemas de gestión de baterías, bms.

- 6.1 Estado de la técnica.
- 6.2 Métodos pasivos.
- 6.3 Método de los condensadores conmutado.

## 7. Sistema de Tracción

7.1. Control de motores DC empleados en movilidad eléctrica.

7.2. Control de motores AC empleados en movilidad eléctrica.

7.3. Frenado regenerativo utilizando convertidores CC/CC. Control del sistema.

### d. Métodos docentes

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo / lección magistral	Grupo completo
Aprendizaje basado en problemas	Grupos reducidos en horas presenciales,
Aprendizaje cooperativo	Grupos reducidos en laboratorio.
Aprendizaje basado en proyectos	Realización de proyectos en grupos reducidos.
Tutorías	Las tutorías se realizarán a través de: a. Forma presencial. b. Foro de dudas en Moodle. c. Llamadas a profesores a través de Skype en las horas de tutoría. d. Mediante e-mail.

### e. Plan de trabajo

El bloque se organizará en los siguientes temas:

Tema	Título del tema	Teoría (horas)	Aula (horas)	Laboratorio (horas)
1	Introducción a los vehículos eléctricos	2		
2	Cálculo de prestaciones de un vehículo.	4	4	
3	Sistemas de recarga	2		
4	Baterías	3		
5	Frenado regenerativo	2		2
6	Sistemas de gestión de baterías, bms.	2	3	6
7	Sistemas de Tracción	15	8	7
TOTAL		30	15	15

### f. Evaluación

ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Proyecto	30%	En grupo
Laboratorio	30%	En grupo
Examen	40%	Individual

Las calificaciones obtenidas en el Proyecto (30%) y en el Laboratorio (30%) de la asignatura en convocatoria ordinaria, se mantendrán para la extraordinaria.



## g Material docente

---

### g.1 Bibliografía básica

---

- N. Mohan. "Advanced Electric Drives: Analysis, Control and Modeling Using Simulink", published by MNPERE. 2001
- F. Martínez, L.C. Herrero y J.M. González. "Control electrónico y simulación de motores de corriente alterna". Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2008
- B. Bose " Power Electronics & Motor Drives: Advances and Trends", Elsevier, 2006.
- Daniel W. Hart, "Electrónica de Potencia", Ed. Prentice Hall
- Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins, "Power Electronics: Converters, applications and design", Ed. John Wiley and Sons, Inc.
- Diversos artículos de revistas científicas, de patentes y de fabricantes de componentes
- Erickson, Dragan Maksimovic, "Fundamentals of power electronics", Ed. Kluwer Academic Publishers.

### g.2 Bibliografía complementaria

---

- Ion Boldea and Syed A. Nasar. " Electric Drives", Second Edition, 2005, CCR Press.
- F. Martínez, L.C. Herrero y S. de Pablo. "Convertidores CC/CC". Universidad de Valladolid, Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial, 2008.
- Keith H. Billings, "Switch mode power supply handbook", Ed. McGraw-Hill, Inc.
- Robert W. Erickson, Dragan Maksimovic, "Fundamentals of power electronics", Ed. Kluwer Academic Publishers.

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

---

En el Campus Virtual de la asignatura, <http://campusvirtual.uva.es/>, están disponibles todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura

## h. Recursos necesarios

---

En el Campus Virtual de la asignatura, <http://campusvirtual.uva.es/>, están disponibles todos los recursos didácticos necesarios (información de la asignatura, apuntes, enunciados de problemas y prácticas, lecturas, ...) para cursar la asignatura.

Como herramientas de simulación se empleará:

1. Versión demo de PSIM, de la empresa POWERSIM (<http://www.powersimtech.com/>).
2. Matlab / Simulink.

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6	2º cuatrimestre

**5. Métodos docentes y principios metodológicos**

MÉTODOS DOCENTES	OBSERVACIONES
Método expositivo / lección magistral	Grupo completo.
Aprendizaje basado en problemas	Grupos reducidos en horas presenciales.
Aprendizaje cooperativo	Grupos reducidos en laboratorio.
Aprendizaje basado en proyectos	Realización de proyectos en grupos reducidos
Tutorías	Las tutorías se realizarán a través de cuatro vías: a. De forma presencial b. Foro de dudas en Moodle. c. Llamadas a profesores a través de videoconferencia en las horas de tutoría. d. Mediante e-mail.

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	65
Clases prácticas de aula (A)	15	Estudio y trabajo autónomo grupal	25
Laboratorios (L)	15		
Prácticas externas, clínicas o de campo			
Seminarios (S)			
Tutorías grupales (TG)			
Evaluación			
Total presencial	<b>60</b>	Total no presencial	<b>90</b>
TOTAL presencial + no presencial			<b>150</b>

- (1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

**7. Sistema y características de la evaluación**

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO/ ACTIVIDAD	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Proyecto	30%	En grupo
Laboratorio	30%	En grupo
Examen <sup>1</sup>	40%	Individual



1. **Evaluación continua:** A lo largo del curso se realizarán dos exámenes parciales con una calificación cada uno de ellos de  $\frac{1}{2}$  sobre el total del examen (20%+20% de la nota final). El primer examen parcial será de los temas T1 a T6. El segundo examen parcial será sobre el tema T7. Para poder superar el curso a través de la evaluación continua será necesario haberse presentado a todos los exámenes parciales y haber obtenido una calificación mínima 3,5 puntos (sobre 10) en cada uno de ellos.

#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
  - Entrega obligatoria del proyecto y de los trabajos de laboratorio.
  - Realización del examen con obtención de una nota mínima para considerar el resto de las notas del proyecto y de laboratorio.
  - A los estudiantes que superen la asignatura mediante evaluación continua se les aplicará la calificación obtenida a la convocatoria ordinaria.
- **Convocatoria extraordinaria:**
  - Las calificaciones obtenidas en el Proyecto (30%) y en el Laboratorio (30%) de la asignatura en convocatoria ordinaria se mantendrán para la extraordinaria.

#### 8. Consideraciones finales

- El curso está configurado de tal forma que requiere la asistencia del estudiante a las horas T/A y L, con el objetivo de lograr un aprovechamiento efectivo.
- El medio de comunicación con los estudiantes será la página de la asignatura en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid (Moodle). En la página de la asignatura se informará sobre su desarrollo y se publicará material de apoyo a la docencia impartida en el aula.
- Los trabajos, entregables y las prácticas de laboratorio se entregarán, única y exclusivamente, en la forma y tiempo indicados en la plataforma Moodle.