

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Ingeniería Industrial**

### **GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA (ESCENARIO 1):**

#### **Electrónica en los Sistemas de Energías Renovables (2021 - 2022)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

<b>Asignatura: Electrónica en los Sistemas de Energías Renovables</b>	<b>Código: 335662291</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Sección de Ingeniería Industrial</b></li><li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Ingeniería Industrial</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2017 (Publicado en 2017-07-31)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Tecnología Electrónica</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Optativa</b></li><li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>3,0</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (Decreto 168/2008: un 5% será impartido en Inglés)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

No se han establecido

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: SERGIO RODRIGUEZ BUENAFUENTE</b>
- Grupo:
<b>General</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Nombre: <b>SERGIO</b></li><li>- Apellido: <b>RODRIGUEZ BUENAFUENTE</b></li><li>- Departamento: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Tecnología Electrónica</b></li></ul>

**Contacto**

- Teléfono 1: **922 31 65 02**
- Teléfono 2:
- Correo electrónico: **srbuenaf@ull.es**
- Correo alternativo: **srbuenaf@ull.edu.es**
- Web: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Tutorías primer cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061

Observaciones:

**Tutorías segundo cuatrimestre:**

Desde	Hasta	Día	Hora inicial	Hora final	Localización	Despacho
Todo el cuatrimestre		Lunes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061
Todo el cuatrimestre		Martes	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061
Todo el cuatrimestre		Miércoles	11:00	13:00	Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología - AN.4A ESIT	P2.061

Observaciones: En periodos no lectivos, deberá confirmar la cita previamente en correo electrónico del profesor.

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Ingeniería Electrónica**  
Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

#### 5. Competencias

**Específicas: Instalaciones, plantas y construcciones complementarias**

**IP6** - Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.  
**IP7** - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

**Específicas: Tecnologías industriales**

**TI1** - Conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.  
**TI6** - Conocimientos y capacidades que permitan comprender, analizar, explotar y gestionar las distintas fuentes de energía.  
**TI7** - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

**Específicas: Ingeniería electrónica**

**IE6** - Capacidad para abordar la problemática inherente a la electrónica de potencia y la generación de la energía eléctrica.

**Básicas**

**CB6** - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.  
**CB7** - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio  
**CB8** - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.  
**CB9** - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades  
**CB10** - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

#### 6. Contenidos de la asignatura

**Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura**

## CONTENIDOS TEÓRICOS.

- Profesor: Sergio Rodríguez Buenafuente

T1. Presentación - Sistemas de energías renovables. Tipos y relaciones de energías.

- Solar Térmica.
- Hidráulica.
- Marina: oleaje, mareas y corrientes.
- Biotérmica: biodiesel y bioetanol.
- Geotérmica.
- Hidrógeno: producción, baterías y motores.
- Fotovoltaica.
- Eólica.

T2. Electrónica en los sistemas de energías renovables.

- Circuitos básicos convertidores: ac-dc (rectificadores), dc-dc (troceadores), dc-ac (inversores) y ac-ac (cicloconvertidores).
- Estado estacionario, transitorios, estabilidad y eficiencia de los circuitos básicos.
- Circuitos adicionales: seguidor de punto de máxima potencia (MPPT), arranque suave, enganche de fase, "power-good", fuentes auxiliares y circuitos de "standby", filtros para tensión de red, etc.
- Protecciones: subtensiones, sobretensiones, sobrecorrientes, cortocircuitos, temperatura.
- Sensores.

T3. Generadores de electricidad con energías renovables.

- Celda fotovoltaica: circuito equivalente. Características físicas y eléctricas del generador fotovoltaico. Conexión de celdas entre sí. El ensombrecimiento parcial de un panel fotovoltaico. El diodo derivación y de bloqueo.
- Generadores rotóricos: circuito equivalente.
- Generadores químicos: baterías, tipos, características y circuitos equivalentes.

T4. El simulador por ordenador de sistemas de potencia. Modelo del transformador. Modelo de interruptor ideal.

T5. Sistemas electrónicos de potencia en sistemas de energías renovables.

- El MPPT. Clases. Circuitos electrónicos para llevar a cabo el MPPT.
- Regulación y monitorización de baterías: BMS (Battery Management System).
- Elevadores de tensión: tipos y características.
- Inversores: tipos y características.
- Sistemas de enganche a la red.
- Control dinámico del factor de potencia.

T6. Micro-redes.

- Definición y evolución.
- Transformadores para micro-redes.

## CONTENIDOS PRÁCTICOS.

- Profesor/a: Sergio Rodríguez Buenafuente

P0. Uso del simulador: creación de modelos, moduladores pwm.

P1. Simulación de un generador fotovoltaico con MPPT.

P2. Comparación de topologías de inversores.

P3. Simulación de un generador eólico.

P4. Simulación de una micro-red.

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

En virtud de lo dispuesto en la normativa autonómica (Decreto 168/2008, de 22 de julio ) un 5% del contenido será impartido en inglés, por lo tanto, se solicitará a los alumnos que realicen trabajos en donde la información y la documentación técnica se encuentre escrita en idioma inglés. Así mismo, todos los temas contendrán al menos un problema escrito en idioma inglés que serán explicados al momento de desarrollar y resolver los problemas.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

En general, la docencia corresponderá a un modelo de presencialidad adaptada a especiales condiciones sanitarias que imponen el distanciamiento físico establecidas por el Ministerio de Sanidad. En este sentido, la impartición de las clases teóricas y prácticas en el aula, además de impartirse de manera presencial a los distintos grupos para que de manera coordinada puedan asistir a dichas actividades presenciales, también se impartirán de manera virtual mediante streaming o clases en línea al resto de estudiantes.

Observaciones: debido a la utilización del modelo de docencia presencial adaptada, en la que se requiere por parte del alumnado el seguimiento de manera virtual o no presencial de parte de la docencia, requiere que dicho alumnado disponga de un ordenador personal o dispositivo similar con acceso a internet, cámara, sonido y micrófono

La metodología docente de la asignatura consistirá en:

- Clases teóricas y prácticas (2 horas/semana), a lo largo de las cuales se explicarán los contenidos teóricos del temario y se resolverán problemas que ayuden a entender el contenido de esta asignatura.
- Clases prácticas en el aula de informática. Cuando sea oportuno se indicará algunos casos prácticos en donde deberán aplicar los conocimientos introducidos y desarrollados previamente, y para lo cual deberán hacer uso del software de simulación específico del tema.

### Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	14,00	0,00	14,0	[CB8], [CB6], [IE6], [TI6], [TI1], [IP7], [IP6]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	7,00	0,00	7,0	[CB10], [CB8], [CB6], [IE6], [TI6], [TI1], [IP7], [IP6]

Realización de seminarios u otras actividades complementarias	2,00	0,00	2,0	[CB9], [CB6], [TI7], [TI6]
Realización de trabajos (individual/grupal)	1,00	9,00	10,0	[CB10], [CB9], [CB7], [TI7], [TI6]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	20,00	20,0	[CB9]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	10,00	10,0	[CB9], [TI7], [TI6]
Preparación de exámenes	0,00	6,00	6,0	[CB9], [TI7], [TI6]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CB9], [TI7], [TI6]
Asistencia a tutorías	3,00	0,00	3,0	[CB9]
Total horas	30,00	45,00	75,00	
Total ECTS			3,00	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

#### /1/ Electrónica

de potencia : circuitos, dispositivos y aplicaciones / Muhammad H.

Rasid (2004)

#### /2/ Wind and solar power systems / Mukund R. Patel (1999)

#### /3/ Sistemas

eólicos de producción de energía eléctrica / coordinadores, José Luis

Rodríguez Amenedo, Santiago Arnalte Gómez, Juan Carlos Burgos

Díaz (2003)

/4/ Power electronics : converts, applications, and design / Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins (2003) -  
Power electronics : converts, applications, and design / Ned Mohan, Tore M. Undeland, William P. Robbins (1995)

/6/ Electrónica de potencia : Convertidores AC-DC / J.D. Aguilar Peña, Francisco Martínez Hernández, Catalina Rus Casas (1996)

#### Bibliografía Complementaria

/1/

Electrónica de potencia / Daniel W. Hart; traducción Vuelapluma; revisión técnica Andrés Barrado Bautista...[et.al.] (2004)

/2/

Electrónica industrial : dispositivos, máquinas y sistemas de potencia industrial / James T. Humphries, Leslie P. Sheets (1996)

/3/

Renewable energy / Godfrey Boyle (2004)

#### Otros Recursos

Programas de simulación por ordenador disponibles en el aula de ordenadores.

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

A continuación, se recogen las consideraciones más relevantes relacionadas con la evaluación de la asignatura que se establecen en el Reglamento de Evaluación y Calificación de la Universidad de La Laguna (BOC de 19 de enero de 2016) o el que la Universidad tenga vigente, además de por lo establecido en la Memoria de Verificación inicial del título o posteriores modificaciones.

En general, la docencia corresponderá a un modelo de presencialidad adaptada a especiales condiciones sanitarias que imponen el distanciamiento físico establecidas por el Ministerio de Sanidad. En este sentido, la impartición de las clases teóricas y prácticas en el aula, además de impartirse de manera presencial a los distintos grupos para que de manera coordinada puedan asistir a dichas actividades presenciales, también se impartirán de manera virtual mediante streaming o clases en línea al resto de estudiantes.

Observaciones: debido a la utilización del modelo de docencia presencial adaptada, en la que se requiere por parte del alumnado el seguimiento de manera virtual o no presencial de parte de la docencia, requiere que dicho alumnado disponga de un ordenador personal o dispositivo similar con acceso a internet, cámara, sonido y micrófono.

#### **A - Con evaluación continua:**

##### **PRUEBAS EVALUABLES**

**1 PRUEBA OBJETIVA [50% de la nota total]:** preguntas y problemas sobre el temario realizadas el día de la convocatoria oficial.

Descripción de la prueba:

- Cada pregunta constará de una parte básica que puntuará como máximo un 6.
- Cada pregunta constará de una parte avanzada que puntuará como máximo un 4.
- La puntuación máxima de cada pregunta será de 10.
- La nota de la prueba será la suma de la puntuación obtenida en cada pregunta dividida por el número de preguntas. La nota



- La nota de la prueba será la suma de la puntuación obtenida en cada pregunta dividida por el número de preguntas. La nota máxima de la prueba será de 10.

Criterio de corrección:

- Se corregirá primero la parte básica de cada pregunta. Si la nota media de todas las partes básicas es menor o igual a 3.5, **NO SE CORREGIRÁN LAS PARTES AVANZADAS Y LA NOTA DE LA PRUEBA SERÁ LA OBTENIDA EN LA PARTE BÁSICA.**

- Si la nota media de todas las partes básicas es mayor de 3.5, se procederá a corregir las partes avanzadas.

**2 PRUEBA DE DESARROLLO [50% de la nota total]:** simulación de un circuito relacionado con alguno de los temas realizado el día de la convocatoria oficial.

Descripción de la prueba:

- El profesor propondrá un circuito relacionado con alguno de los temas y determinará los requerimientos mínimos del circuito.

- El/la alumno/a diseñará teóricamente el circuito, eligiendo la topología que considere más adecuada y dimensionando todos los elementos presentes.

- El/la alumno/a simulará su diseño y responderá a las preguntas que figuren en el enunciado.

- Se deberán entregar los cálculos realizados, la simulación ejecutada y la respuesta a las preguntas.

Criterio de corrección:

- Selección de una topología adecuada.

- Corrección en los cálculos realizados para dimensionar los elementos presentes.

- Correcto funcionamiento de la simulación.

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas objetivas	[CB9], [CB6], [IE6], [TI6], [TI1], [IP7], [IP6]	Los resultados obtenidos sean ser correctos y debidamente justificados. La utilización correcta de las unidades, y los esquemas o las representaciones gráficas. Las explicaciones deben ser claras y concisas.	50,00 %
Trabajos y proyectos	[CB10], [CB9], [CB8], [CB6], [IE6], [TI7], [TI6], [TI1]	Estar presentadas en tiempo y forma. Utilizar correctamente las unidades, y los esquemas o representaciones gráficas. Explicaciones claras y concisas. Simulaciones operativas. Memoria bien estructurada, y cumplimiento con los requerimientos del profesor. Defensa bien organizada.	30,00 %
Informes memorias de prácticas	[CB9], [CB7], [CB6]	Estar presentadas en tiempo y forma. Utilizar correctamente las unidades, y los esquemas o representaciones gráficas. Explicaciones claras y concisas. Corrección en los cálculos. Correcto funcionamiento de las simulaciones. Correcta interpretación de los resultados.	20,00 %

#### 10. Resultados de Aprendizaje

Al finalizar esta asignatura, el alumnado deberá ser capaz de:

- poder reconocer los diferentes sistemas de energías renovables;
- conocer el funcionamiento de los principales circuitos de electrónica de potencia presentes en los sistemas generadores de electricidad con energías renovables.
- analizar y diseñar sistemas electrónicos de potencia presentes en los sistemas de energías renovables;
- conocer y manejar simuladores de circuitos electrónicos orientados a la electrónica de potencia;
- conocer y ser capaz de buscar bibliografía técnica aplicable a los circuitos de electrónica de potencia;
- desarrollar modelos comportamentales de sistemas electrónicos para su simulación.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

\* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:		Clase de teoría.	0.00	0.00	0.00
Semana 2:	T1, T2	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 3:	T2	Clase práctica	1.00	3.00	4.00
Semana 4:	T2	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 5:	T3	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 6:	T3	Clase práctica y seminario.	2.00	3.00	5.00
Semana 7:	T3	Clase práctica	2.00	3.00	5.00
Semana 8:	T3	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 9:	T4	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 10:	T5	Clase práctica	2.00	3.00	5.00
Semana 11:	T5	Clase de teoría	2.00	3.00	5.00
Semana 12:	T5	Clase de teoría.	2.00	3.00	5.00
Semana 13:	T5	Clase práctica	2.00	3.00	5.00
Semana 14:	T5	Clase práctica y seminario	2.00	3.00	5.00

Semana 15:	T6	Pruebas finales y trabajo autónomo del estudiante	2.00	3.00	5.00
Semana 16 a 18:	Prueba objetiva	Realización de prueba objetiva. Entrega de los trabajos encargados durante el curso.	3.00	3.00	6.00
Total			30.00	45.00	75.00