



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros  
Industriales

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

**53000560 - Integracion de sistemas de generacion con energias renovables en redes electricas**

### PLAN DE ESTUDIOS

05BE - Master Universitario En Ingenieria Electrica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	5
6. Actividades y criterios de evaluación.....	7
7. Recursos didácticos.....	9

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	53000560 - Integración de sistemas de generación con energías renovables en redes eléctricas
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Obligatoria
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	05BE - Master universitario en ingeniería eléctrica
<b>Centro en el que se imparte</b>	05 - Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías</b> *
Jaime Rodríguez Arribas		jaime.rodriguez@upm.es	Sin horario.
Hugo Rocha Mendonca		hugo.rocha@upm.es	Sin horario.
Carlos Vezanzones Nicolás (Coordinador/a)		carlos.vezanzones@upm.es	- -

Sergio Martinez Gonzalez		sergio.martinez@upm.es	Sin horario.
Mohamed Izzeddine Izzeddine		mohamed.izzeddine@upm.e s	Sin horario.

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

### 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 3.1. Competencias

CE01 - Aplicar los conocimientos adquiridos en la ciencia y tecnología eléctrica para la práctica profesional en las empresas del sector eléctrico, diseñando, coordinando, dirigiendo e integrando los conocimientos necesarios para poner en marcha y operar instalaciones de generación de energía eléctrica mediante energías renovables.

CG02 - Ser capaces de aplicar sus conocimientos y su comprensión, así como sus habilidades para resolver problemas, en entornos nuevos o no familiares y en contextos amplios (multidisciplinarios) relativos a su campo de estudio

CG03 - Tener habilidad de integrar conocimientos y de afrontar la complejidad y también de formular juicios a partir de información incompleta o limitada, pero que incluye reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas ligadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios

CG04 - Ser capaces de comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y el marco conceptual en que se basan, tanto a audiencias expertas como no expertas y de manera clara y sin ambigüedades.

CG05 - Haber desarrollado habilidades de aprendizaje que les permitan continuar los estudios de manera ampliamente autodirigida o autónoma

CT01 - Uso de la lengua inglesa

CT02 - Liderazgo de equipos

CT03 - Creatividad

CT05 - Gestión de la información

CT07 - Trabajo en contextos internacionales

### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA55 - Perspectivas de la generación con energías renovables (eólica, fotovoltaica y marina); Tecnología de aerogeneradores; Sistemas de generación eléctrica de velocidad fija; Sistemas de generación eléctrica de velocidad variable; Regulación y control de sistemas de generación síncrona; Regulación y control de sistemas de generación de doble alimentación; Generadores multipolares de acoplamiento directo; Nuevos sistemas de Generación asíncrona; Instalaciones eléctricas en aerogeneradores; instalaciones eléctricas en Parques Eólicos; Impacto de los generadores con energías renovables en la calidad de suministro eléctrico; Impacto en la estabilidad de tensión de la red. Procedimientos de Operación de redes eléctricas con gran penetración de generación eléctrica de origen renovable. Modelizado de Parques Eólicos y marinos para estudios de red. Normativa.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

- Operación de redes con gran penetración de generación con EERR. (12h)

o Impacto en el análisis de la estabilidad de tensión.

o Impacto en el análisis de la estabilidad de frecuencia.

o Impacto en el análisis de la calidad de suministro.

o Procedimientos de operación. Normativa

o Modelos de red para análisis de estabilidad en redes con alta penetración de Generación EERR- Generación Eólica

- Generación Eólica: (12h)

o Diseño y construcción de un Micro-Aerogenerador

- Generación FV: (4h)

o Perspectivas de la generación FV; recurso solar; Módulos FV, convertidores electrónicos para adaptación de la energía FV, instalaciones FV.

o Sistemas de control para sistemas fotovoltaicos conectados a red.

- Generación Marina (2h)

o Perspectivas de la generación marina; Sistemas de conversión de generación marina; Operación de sistemas de generación marina

o Control de sistemas de generación marina conectados a red.

## 4.2. Temario de la asignatura

1. Operación de redes con gran penetración de generación con EERR
2. Generación Eólica
3. Generación Fotovoltaica
4. Generación Marina-Undimotriz

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8	<p><b>Generalidades Operación de redes con gran penetración de Generación EERR</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas Fotovoltaicos: Perspectivas y Tecnología</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
9	<p><b>Impacto en el análisis de estabilidad de tensión</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas Fotovoltaicos: Recurso y Convertidores de acondicionamiento de potencia</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		
10	<p><b>Impacto en el análisis de estabilidad de frecuencia</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas Fotovoltaicos: Sistemas de Control SPMP</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test Evaluación Estabilidad tensión en redes con EERR</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:15</p>
11	<p><b>Impacto en el análisis de la calidad de suministro</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Sistemas Fotovoltaicos: Sistemas de Control de P y Q</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p><b>Visita a una instalación</b> Duración: 04:00 OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Ejercicio Calidad Servicio en redes con EERR</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 02:00</p>

12	<p><b>Procedimientos de Operación en redes con EERR: Normativa</b> Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Generación Marina: Perspectivas y Tecnología</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test Evaluación Estabilidad frecuencia en redes con EERR</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:15</p> <p><b>Ejercicio Estabilidad en redes con EERR</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 04:00</p>
13	<p><b>Modelos de red para analisis de estabilidad en redes con alta penetración de Generación EERR</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Generación Marina: Grupos Undimotrices, Operación y Control</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Tutoría Práctica: Diseño prototipo de micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p><b>Construcción Micro-aerogenerador</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Evaluación Generación FV</b> OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Duración: 00:30</p>
14				<p><b>Diseño y construcción de un micro-aerogenerador</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 14:00</p> <p><b>Test Evaluación Generación Undimotriz</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:15</p>
15				<p><b>Presentación en público del proyecto grupal Micro-Aerogenerador, Sesión de competición</b> TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Duración: 03:00</p>
16				<p><b>Examen Final</b> PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00</p>
17				

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
10	Test Evaluación Estabilidad tensión en redes con EERR	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	6%	/ 10	CG03 CG05 CT05 CT01
11	Ejercicio Calidad Servicio en redes con EERR	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	/ 10	CG02 CG05 CE01 CG04
12	Test Evaluación Estabilidad frecuencia en redes con EERR	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	6%	/ 10	CG03 CG05 CT03 CT01
12	Ejercicio Estabilidad en redes con EERR	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:00	20%	/ 10	CG02 CG05 CE01 CG04
13	Evaluación Generación FV	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	10%	/ 10	
14	Diseño y construcción de un micro-aerogenerador	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	14:00	33%	/ 10	CG02 CG03 CG05 CT02 CT03 CT05 CT07 CE01
14	Test Evaluación Generación Undimotriz	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:15	6%	/ 10	CG03 CG05 CT05 CT01
15	Presentación en público del proyecto grupal Micro-Aerogenerador, Sesión de competición	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	03:00	11%	/ 10	CT02 CT03 CG04

#### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
16	Examen Final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	No Presencial	02:00	100%	/ 10	CG02 CG03 CG05 CT03 CT05 CT01 CE01 CG04

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 6.2. Criterios de evaluación

Evaluación Continua:

- Proyecto en Grupo: 33%
- Exposición proyecto: 11%
- Text y pruebas de conocimiento: 28%
- Trabajos individuales: 28%

Evaluación Prueba Final:

- Prueba de conocimiento escrita: 50%
- Exposición y defensa oral de los trabajos: 50%

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Sistemas Eólicos de Producción de Energía Eléctrica. Coordinador: J.L Rodríguez Amenedo; Ed. Rueda Madrid 2003	Bibliografía	Libro
Kundur, P Power System Stability and Control, Vol 7, McGraw-Hill NY 1994	Bibliografía	Libro
K. Clark, N.W. Miller, J. J. Sanchez-Gasca, Modeling of GE Wind Turbine-Generators for Grid Studies, version 4.5, April 16, 2010.	Bibliografía	Informe GE
Laboratorio EERR	Equipamiento	Equipamiento experimental para prácticas de EERR
Programa de simulación PSS-E	Otros	Paquete programa analisis estabilidad sistemas eléctricos