

## PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2020/2021

Identificación y características de la asignatura											
Código	501082	Créditos ECTS	6								
Denominación (español)	<b>SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA</b>										
Denominación (inglés)	ELECTRIC POWER SYSTEMS										
Titulaciones	<b>Grado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)</b>										
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales										
Semestre	7º	Carácter	Obligatoria								
Módulo	Tecnología Específica										
Materia	Sistemas Eléctricos de Potencia										
Profesor/es											
Nombre	Despacho	Correo-e						Página web			
Fermín Barrero González	D2-11	<a href="mailto:fbarrero@unex.es">fbarrero@unex.es</a>						La de la asignatura en campusvirtual.unex.es			
Belén Pérez Caballero	D2-12	<a href="mailto:belenpc@unex.es">belenpc@unex.es</a>									
Área de conocimiento	Ingeniería Eléctrica										
Departamento	Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Automática										
Profesor coordinador (si hay más de uno)	Fermín Barrero González										
Competencias* (ver tabla en <a href="http://bit.ly/competenciasGrados">http://bit.ly/competenciasGrados</a> )											
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias Específicas FB	Marcar con una "X"	Competencias Específicas CRI	Marcar con una "X"	Competencias Específicas TE	Marcar con una "X"
CB1	X	CG1	x	CT1	x	CEFB1		CECRI1		CETE1	
CB2	X	CG2	x	CT2	x	CEFB2		CECRI2		CETE2	
CB3	X	CG3	x	CT3	x	CEFB3		CECRI3		CETE3	
CB4	X	CG4	x	CT4	x	CEFB4		CECRI4		CETE4	
CB5	X	CG5	x	CT5	x	CEFB5		CECRI5		CETE5	x
		CG6	x	CT6	x	CEFB6		CECRI6		CETE6	x
		CG7	x	CT7	x			CECRI7		CETE7	x
		CG8	x	CT8	x			CECRI8		CETE8	
		CG9	x	CT9	x			CECRI9		CETE9	
		CG10	x	CT10	x			CECRI10		CETE10	
		CG11	x					CECRI11		CETE11	
		CG12						CECRI12		CETFG	

\*Los apartados relativos a competencias, breve descripción del contenido, actividades formativas, metodologías docentes, resultados de aprendizaje y sistemas de evaluación deben ajustarse a lo recogido en la memoria verificada del título.

Contenidos								
Breve descripción del contenido*								
Modelo por unidad del sistema de potencia, corrientes de cortocircuito. Conexión a red de generadores, flujos de potencia								
Temario de la asignatura								
<b>1. MODELOS DE ELEMENTOS Y CÁLCULOS POR UNIDAD</b>								
Modelos de elementos de sistemas de energía eléctrica								
Cálculos por unidad (p.u.)								
Análisis p.u. de transformadores de dos devanados								
Análisis p.u. de sistemas de potencia								
<b>Práctica P1:</b> Software para análisis de sistemas eléctricos (Aula de ordenadores)								
<b>2. FLUJO DE POTENCIAS</b>								
Flujo de potencias en una línea. Límite de estabilidad estático								
Análisis nodal de redes								
Formulación del problema de los flujos de potencias								
Método de Newton-Raphson								
Flujo de potencias en continua								
<b>Práctica P2:</b> Flujo de potencias. (Aula de ordenadores).								
<b>3. ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITOS</b>								
Cortocircuitos tripolares								
Cortocircuitos tripolares próximos a máquinas síncronas								
Componentes simétricas								
Modelos de los elementos en componentes simétricas								
Aplicación de las componentes simétricas al análisis de cortocircuitos								
Análisis de cortocircuitos en sistemas de gran dimensión								
<b>Práctica P3:</b> Cálculo de cortocircuitos (Aula de ordenadores).								
<b>4. CONTROL EN LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS INTERCONECTADOS</b>								
Conexión a red de generadores								
Estructura general y fundamentos del control de frecuencia								
Estructura general y fundamentos del control de tensión								
Dispositivos para el control de tensiones.								
<b>Práctica P4:</b> Dispositivos de control de tensión. (Aula de ordenadores).								
<b>Práctica P5:</b> Caso práctico adicional.								
Actividades formativas*								
Horas de trabajo del alumno por tema		Horas teóricas	Actividades prácticas				Actividad de seguimiento	No presencial
Tema	Total	GG	PCH	LAB	ORD	SEM	TP	EP
1	30	6	0	0	2	3	1	18
2	31.5	7	0	0	2	3	1	18.5
3	31.5	7	0	0	2	3	1	18.5
4	30.5	6	0	2.5	2	3	0	17
<b>Evaluación **</b>	26.5	4	0	0	0	0	0	22.5
<b>TOTAL</b>	150	30	0	2.5	8	12	3	94.5

\*\* Indicar el número total de horas de evaluación de esta asignatura.

GG: Grupo Grande (100 estudiantes).  
 PCH: prácticas clínicas hospitalarias (7 estudiantes)  
 LAB: prácticas laboratorio o campo (15 estudiantes)  
 ORD: prácticas sala ordenador o laboratorio de idiomas (30 estudiantes)  
 SEM: clases problemas o seminarios o casos prácticos (40 estudiantes).  
 TP: Tutorías Programadas (seguimiento docente, tipo tutorías ECTS).  
 EP: Estudio personal, trabajos individuales o en grupo, y lectura de bibliografía.

### Metodologías docentes\*

De entre las metodologías docentes incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

Metodologías docentes	Se indican con una "X" las utilizadas
1. Explicación y discusión de los contenidos teóricos	X
2. Resolución, análisis y discusión de ejemplos de apoyo o de problemas previamente propuestos	X
3. Exposición de trabajos previamente encargados a los estudiantes	X
4. Desarrollo en laboratorio, aula de informática, campo, etc., de casos prácticos	X
5. Resolución de dudas puntuales en grupos reducidos, para detectar posibles problemas del proceso enseñanza-aprendizaje y guía en los trabajos, prácticas y estudio del estudiante	X
6. Búsqueda de información previa al desarrollo del tema o complementaria una vez que se han realizado actividades sobre el mismo	X
7. Elaboración de trabajos, individualmente o en grupos	X
8. Estudio de cada tema, que puede consistir en: estudios de contenidos, preparación de problemas o casos, preparación del examen, etc.	X

### Resultados de aprendizaje\*

Comprender la importancia técnica, socio-económica y política de los Sistemas de Energía Eléctrica.

Conocer los modelos matemáticos de los distintos elementos (transformador, máquina síncrona, línea de transmisión), cómo se han desarrollado y en base a qué simplificaciones.

Ser capaz de formular y resolver problemas de análisis de grandes sistemas de potencia.

Comprender el funcionamiento de un sistema de energía eléctrica y cómo se efectúa el control y la operación del mismo.

Conocer e interpretar la normativa legal vigente en relación con el sector eléctrico.

### Sistemas de evaluación\*

#### Criterios de evaluación

El alumno debe demostrar que puede:

(a) Plantear y resolver problemas de flujos de potencias y de cálculos de corrientes de cortocircuito en sistemas de hasta cuatro nudos de forma manual (con solo la utilización de calculadora de mano) y para sistemas de mayor dimensión mediante

computador personal.

(b) Resolver problemas y casos prácticos relacionados con la interacción de los generadores con el sistema eléctrico al que se conecta.

(c) Predecir los efectos de las variaciones de carga y de las variables de control fundamentales sobre el estado de los sistemas de energía eléctrica.

### **Actividades de evaluación**

De entre las actividades de evaluación incluidas en el plan de estudios del título, en la presente asignatura se utilizan las siguientes:

	<b>Rango establecido</b>	<b>Convocatoria ordinaria</b>	<b>Convocatoria extraordinaria</b>	<b>Evaluación global</b>
1. Examen final teórico/práctico y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios.	0%-80%	75	75	80
2. Aprovechamiento de actividades prácticas realizadas en: aula, laboratorio, sala de ordenadores, campo, visitas, etc.	0%-50%	15	15	0
3. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo (GG, SL, ECTS).	0%-50%	10	10	20
4. Participación activa en clase.	0%-10%	0	0	0
5. Asistencia a las actividades presenciales.	0%-10%	0	0	0

### **Descripción de las actividades de evaluación**

#### **Actividad 1**

Examen final (EF, 75 %). Condición necesaria:  $EF \geq 5$ .

Parte 1. Prueba de desarrollo escrito de Teoría (T, valor 50 % de EF). Consta de varias cuestiones dirigidas a valorar la comprensión de conceptos y la capacidad de razonamiento. Condición necesaria  $T \geq 5$ .

Parte 2. Prueba de desarrollo escrito de Problemas (P, valor 50 % de EF). Consta de 2 o 3 problemas, del tipo de los realizados en clase, dirigidos a valorar la aplicación de conceptos y la habilidad para enfrentarse y resolver supuestos prácticos de ingeniería. Condición necesaria  $P \geq 5$ .

Si es  $T < 5$  o  $P < 5$ , siendo  $(T+P)/2 \geq 5$ , la nota global del examen será  $EF = 4$ .

Si  $EF < 5$ , no se sumarán el resto de las actividades de evaluación, por lo que la calificación final del alumno será igual a EF.

#### **Actividad 2**

Prácticas de laboratorio y sala de ordenadores (15%).

Evaluación de las tareas previas exigidas para la asistencia a las sesiones de prácticas y de la exposición oral y defensa de los informes.

#### **Actividad 3**

Resolución y entrega de trabajos e informes (10%).

Calificación de fondo y forma de los documentos y/o archivos requeridos en actividades prácticas y en otras tareas.

### **Actividades NO RECUPERABLES**

Las actividades 2 y 3 son "no recuperables", han de realizarse, por tanto, en las fechas que se indicarán al principio de curso. Caso de no realizarlas se pierde la puntuación correspondiente.

### **Evaluación Global**

La evaluación global tendrá lugar el mismo día asignado al examen final de cada convocatoria por la Subdirección de Ordenación Académica de la EII. Constará de las siguientes pruebas:

1. Examen Final igual al descrito anteriormente en la Actividad 1. (80%).
2. Calificación de un único documento que recogerá el conjunto de las actividades descritas anteriormente como Actividad 3. Este documento se entregará (a través del campus virtual) el día antes del examen final. (20%).

### **Bibliografía (básica y complementaria)**

#### **Básica**

F. Barrero, SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Thomson, 2004.

A. Gómez y otros, SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA. PROBLEMAS Y EJERCICIOS RESUELTOS, Prentice Hall, 2003.

#### **Complementaria**

H. Saadat, POWER SYSTEM ANALYSIS, Third Edition, PSA Publishing, 2010.

J. D. Glover, M.S. Sarma, T. Overbye, POWER SYSTEM ANALYSIS AND DESIGN, Sixth Edition, Cengage Learning, 2017.

I. J. RAMÍREZ y otros, PROBLEMAS RESUELTOS DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, Paraninfo, 2007.

T. Gönen, ELECTRICAL POWER TRANSMISSION SYSTEM ENGINEERING: ANALYSIS AND DESIGN, Third Edition, CRC Press, 2014

### **Otros recursos y materiales docentes complementarios**

Red eléctrica de España: [www.ree.es](http://www.ree.es).

ENTSO-E. <https://www.entsoe.eu>.

International Energy Agency: [www.iea.org](http://www.iea.org).

PowerWorld Corporation. [www.powerworld.com](http://www.powerworld.com).

MATLAB Power System Simulation Package: <http://www.pserc.cornell.edu/matpower/>