

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Curso académico: 2019-2020

Identificación y características de la asignatura													
Código	401484					Créditos ECTS							
Denominación (español)	TECNOLOGÍA ELÉCTRICA												
Denominación (inglés)	ELECTRICAL POWER TECHNOLOGY												
Titulaciones	Máster Universitario en Ingeniería Industrial												
Centro	Escuela de Ingenierías Industriales												
Semestre	2	Carácter	Obligatoria										
Módulo	TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES												
Materia	Tecnología Eléctrica												
Profesor/es													
Nombre	Despacho		Correo-e			Página web							
Eva González Romera	D2-6		evagzlez@unex.es			En campusvirtual.unex.es							
Fermín Barrero González	D2-11		fbarrero@unex.es			En campusvirtual.unex.es							
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 http://bit.ly/competenciasMUII)													
Competencias Básicas	Marcar con una "X"	Competencias Generales	Marcar con una "X"	Competencias Transversales	Marcar con una "X"	Competencias EC y EFM (I)	Marcar con una "X"	Competencias ET (II)	Marcar con una "X"	Competencias EG (III)	Marcar con una "X"	Competencias EI (IV)	Marcar con una "X"
CB6	X	CG1	X	CT1	X	CEC1		CET1	X	CEG1		CEI1	
CB7	X	CG2	X	CT2	X	CEFM1		CET2		CEG2		CEI2	
CB8	X	CG3		CT3	X			CET3		CEG3		CEI3	
CB9	X	CG4		CT4	X			CET4		CEG4		CEI4	
CB10	X	CG5	X	CT5	X			CET5		CEG5		CEI5	
		CG6		CT6	X			CET6		CEG6		CEI6	
		CG7		CT7	X			CET7		CEG7		CEI7	
		CG8	X	CT8	X			CET8		CEG8			
		CG9	X	CT9	X								
				CT10	X								
				CT11	X								
				CT12	X								
				CT13	X								
<p>CEC: Competencias específicas complementarias CET: Competencias específicas de tecnologías industriales CEG: Competencias específicas de gestión CEI: Competencias específicas de instalaciones, plantas y construcciones complementarias CEFM: Competencias específicas de fin de máster</p>													

Competencias EM1	Marcar con una "X"	Competencias EM2	Marcar con una "X"	Competencias EM3	Marcar con una "X"	Competencias EM4	Marcar con una "X"	Competencias EM5	Marcar con una "X"	Competencias EM6	Marcar con una "X"
CEM1.1		CEM2.1		CEM3.1		CEM4.1		CEM5.1		CEM6.1	
CEM1.2		CEM2.2		CEM3.2		CEM4.2		CEM5.2		CEM6.2	
CEM1.3		CEM2.3		CEM3.3		CEM4.3		CEM5.3		CEM6.3	
CEM1.4		CEM2.4		CEM3.4		CEM4.4		CEM5.4		CEM6.4	
CEM1.5		CEM2.5		CEM3.5		CEM4.5		CEM5.5		CEM6.5	
		CEM2.6		CEM3.6				CEM5.6		CEM6.6	
								CEM5.7			
								CEM5.8			

CEM1: Competencias de especialidad: tecnologías de producción
 CEM2: Competencias de especialidad: organización industrial
 CEM3: Competencias de especialidad: energías renovables y eficiencia energética
 CEM4: Competencias de especialidad: redes eléctricas inteligentes
 CEM5: Competencias de especialidad: mecatrónica
 CEM6: Competencias de especialidad: gestión integral de proyectos de innovación

Temas y contenidos

Breve descripción del contenido

Diseño y operación integrada de sistemas de generación y transporte. Diseño y operación de sistemas de distribución. Análisis dinámico de grupos turbina-generador.

Temario de la asignatura

1. OPERACIÓN DE SISTEMAS DE GENERACIÓN Y TRANSPORTE: MERCADOS DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA

Marco legislativo. Actividades reguladas y liberalizadas. Agentes del sector
 Producción a partir de energías renovables o tecnologías de alta eficiencia
 Mercados diario e intradiarios. Ofertas, casación y solución de restricciones técnicas
 Otros aspectos del mercado: contratos bilaterales, mercados a plazo, servicios complementarios
 El mercado ibérico y los mercados europeos.

Práctica P1: Simulación de sesión de mercado (Aula de ordenadores, 2 horas).

2. CONTROL DE POTENCIA ACTIVA Y FRECUENCIA

Fundamentos y estructura del control de frecuencia
 Control primario y secundario
 Control en sistemas con varias áreas
 Marco normativo en Europa y en España
 Otros controles: Control de tiempo y medidas en situación de emergencia

Práctica P2: Control automático de la generación. (Aula de ordenadores, 2 horas).

3. CONTROL DE TENSIONES

Control de potencia reactiva y control de tensión
 Generadores y compensadores síncronos
 Condensadores y reactancias en paralelo
 Transformadores con cambio de tomas
 Compensadores estáticos
 Marco normativo.

Práctica P3: Regulación de tensión. (Aula de ordenadores, 2 horas).

4. PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Revisión de protecciones y puestas a tierra en instalaciones de BT.
 Configuración de redes de distribución en Media Tensión y centros de transformación
 Protecciones en centros de transformación
 Cálculo de puestas a tierra
 Separación de las puestas a tierra

Práctica P4: Dispositivos de protección. (Aula de ordenadores, 2 horas).

5. PROTECCIONES EN LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN, TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN

Configuración y componentes de los sistemas de protección
 Relés de sobrecorriente
 Protección de redes radiales
 Relés direccionales
 Protección de redes malladas
 Relés de distancia
 Protección diferencial
 Protección de generadores y transformadores
 Automatización de subestaciones

6. ESTABILIDAD TRANSITORIA

El problema de la estabilidad transitoria
 Equilibrio dinámico de grupos turbina-generator
 Solución numérica de la ecuación de oscilación
 Criterio de igualdad de áreas
 Análisis de sistemas de gran dimensión

Práctica P5: Análisis de estabilidad de una red tipo. (Aula de ordenadores, 2 horas).

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	21,5	6	0	0	2	1,5	0	12
2	21,5	6	0	0	2	1,5	0	12
3	21	6	0	0	2	1	0	12
Examen Parcial	5,5	0	0	0	0	1,5	0	4
4	21,5	6	0	0	2	1,5	0	12
5	20	6,5	0	0	0	1,5	0	12
6	21,5	6	0	0	2	1,5	0	12
Evaluación **	17,5	3,5	0	0	0	0	0	14
TOTAL	150	40	0	0	10	10	0	90

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.

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

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. Clase magistral. Exposición de contenidos por parte del profesor.	X
2. Sesiones de trabajo utilizando metodología del caso.	
3. Sesiones de trabajo en el aula para la resolución de ejercicios.	X
4. Desarrollo de prácticas en espacios con equipamiento especializado (laboratorios, aulas de informática, trabajo de campo).	X
5. Visitas técnicas a instalaciones.	
6. Desarrollo, redacción y análisis, individualmente o en grupo, de trabajos, memorias, ejercicios, problemas, y estudios de caso, sobre contenidos y técnicas, teóricos y prácticos, relacionados con la materia.	X
7. Pruebas, exámenes, defensas de trabajos, prácticas, etc. Pudiendo ser orales o escritas e individuales o en grupo.	X
8. Estudio del alumno. Preparación y análisis individual de textos, casos, problemas, etc.	X
9. Formación en TICs y desarrollo de habilidades comunicativas (orales, escritas, multimedia).	X
10. Aprendizaje fuera del aula, basado en la vinculación entre formación académica y experiencias empresariales o profesionales.	X
11. Aprendizaje supervisado y tutelado por el profesor para, a través de la interacción individual entre alumno y tutor, detectar posibles problemas del proceso formativo, conocer los resultados del aprendizaje fuera del escenario del aula y programar los procesos de trabajo del alumno en actividades no presenciales como memorias, trabajo fin de master, preparación de la defensa del mismo, etc.	X

Resultados de aprendizaje

- Conocer y ser capaz de usar herramientas para el análisis y el diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Conocer el funcionamiento y ser capaz de seleccionar técnicas y dispositivos para el control de tensión en sistemas eléctricos.
- Conocer los mecanismos de regulación de frecuencia y potencia, deslastre e interrumpibilidad de carga.
- Conocer la respuesta dinámica de un sistema eléctrico tras una perturbación.

Sistemas de evaluación

Criterios de evaluación

(permiten evaluar las competencias asociadas a la asignatura).

El alumno debe demostrar que puede:

- Usar herramientas informáticas para el análisis y de apoyo al diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Seleccionar técnicas y dispositivos de protección y para el control de la tensión.
- Identificar los mecanismos de regulación de frecuencia y potencia.

- Entender y simular la respuesta dinámica de un sistema eléctrico tras una perturbación.

Se valorará la precisión de los resultados expuestos en el examen, la claridad en la presentación de los resultados y la capacidad para justificar los resultados obtenidos.

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 ponderaciones (en %):

	Rango establecido en la memoria verificada	Convocatoria ordinaria	Convocatoria extraordinaria	Evaluación global
1. Exámenes (examen final y/o exámenes parciales acumulativos y/o eliminatorios).	0%–100% ⁽¹⁾ 0%–80% ⁽²⁾	80	80	80
2. Resolución y entrega de actividades (casos, problemas, informes, trabajos, proyectos, etc.), individualmente y/o en grupo.	0%–80%	10	10	20
3. Asistencia y aprovechamiento, en las clases, prácticas y otras actividades presenciales.	0%–20%	10	10	---
4. Presentación y defensa de trabajos y memorias propuestos.	0% ⁽¹⁾ 0%–30% ⁽²⁾	0	0	0

⁽¹⁾ Asignaturas del módulo *Tecnologías Complementarias*.

⁽²⁾ Resto de asignaturas.

Descripción de las actividades de evaluación

Actividad 1

Examen parcial (5%), a mitad del semestre, de los temas 1, 2 y 3. El formato será similar al examen final descrito a continuación.

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 varios 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 actividades de evaluación, por lo que la calificación final del alumno será igual a EF.

Actividad 2

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

Calificación de la presentación y concreción de las tareas propuestas y de los informes/memorias de prácticas.

Actividad 3

Asistencia y aprovechamiento (10%).

Asistencia a clases de grupo grande y de prácticas.

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 como Actividad 1.
2. Calificación de un único documento que recogerá el conjunto de las actividades descritas anteriormente como Actividad 2. Este documento se entregará (a través del campus virtual) el día antes del examen final.

Bibliografía (básica y complementaria)

Bibliografía básica

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

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

F. Barrero, E. González, M. Milanés, E. Romero, FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS, Garceta, 2012.

Bibliografía complementaria

A. Gómez (coordinador), ANÁLISIS Y OPERACIÓN DE SISTEMAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA, McGraw-Hill, 2002.

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

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

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

Otros recursos y materiales docentes complementarios

Red eléctrica de España: www.ree.es.

International Energy Agency: www.iea.org.

PowerWorld Corporation. www.powerworld.com.

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