

Fichas de Asignaturas. Tercer curso

Grado en

# Ingeniería Eléctrica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Guías Académicas

2016 - 2017



## Teoría de Redes Eléctricas

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106319	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	3	Periodicidad	Cada curso
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Ingeniería Mecánica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Plataforma propia desarrollada por los profesores			
	URL de Acceso:	<a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Félix Redondo Quintela	Grupo / s	Todos
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de máquinas eléctricas		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web	<a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:felixrq@usal.es">felixrq@usal.es</a>	Teléfono	923408080 (ext. 2227)

Profesor	Roberto Carlos Redondo Melchor	Grupo / s	Todos
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de electrónica		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web	<a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:roberm@usal.es">roberm@usal.es</a>	Teléfono	923408080 (ext. 2229)

**2.- Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia

Ingeniería eléctrica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Asignatura básica de ingeniería eléctrica

Perfil profesional.

Ingeniería

**3.- Recomendaciones previas**

Conocimientos sobre Fundamentos de Electricidad: Electrostática, Corrientes estacionarias y Magnetostática. Conocimientos de Teoría de Circuitos y de Cálculo Diferencial e Integral.

**4.- Objetivos de la asignatura**

Que el alumno conozca los procedimientos avanzados de análisis de redes eléctricas.

## 5.- Contenidos

Multipolos de impedancias. Terminales permutables. Matrices de multipolos de resistencias. Polígono equivalente de multipolos de impedancias. Teorema de la estrella equivalente de multipolos de impedancias. Transformación estrella-triángulo. Problemas.

Multipolos de Thévenin y multipolos de Norton. Teorema de Norton. Teorema de Thévenin. Tensiones de circuito abierto e intensidades de cortocircuito. Aproximación de multipolos por multipolos de Thévenin y de Norton. Acoplamiento de multipolos de Thévenin y de Norton. Multipolos en paralelo. Aplicación a sistemas trifásicos. Problemas.

Redes de primer orden y redes de segundo orden. Régimen transitorio y régimen permanente. Dipolo RL serie con tensión constante. Cortocircuito de un dipolo RL serie. Dipolo RC serie con tensión constante. Cortocircuito de un dipolo RC serie. Dipolo RLC serie con tensión constante. Cortocircuito de un dipolo RLC serie. Problemas y simulaciones con ordenador.

Dipolo RL serie con tensión sinusoidal. Dipolo RC serie con tensión sinusoidal. Dipolo RLC serie con tensión sinusoidal. Problemas y simulaciones con ordenador.

Coefficiente de inducción mutua. Análisis de redes con acoplamiento magnético. Puntos correspondientes. Análisis de redes sinusoidales con acoplamiento magnético. Transformador. Problemas y simulaciones con ordenador.

Transformación de Laplace. Propiedades de la transformación de Laplace. Transformadas de derivadas e integrales. Teoremas del valor inicial y del valor final. Propiedades de la transformación inversa de Laplace. Fórmula de Heaviside. Redes de Kirchhoff transformadas de Laplace. Impedancia en el dominio  $s$ . Transformada de Laplace de la función pulso. Delta de Dirac y su transformada. Producción y eliminación de impulsos de tensión y de intensidad. Problemas y simulaciones con ordenador.

Componentes simétricas. Teorema de Stokvis. Componentes simétricas de tensiones e intensidades de cuadripolos lineales. Matriz de Fortescue. Grado de desequilibrio. Componentes simétricas y potencias. Problemas.

Serie de Fourier. Cálculo de los coeficientes de Fourier. Series de Fourier en solo senos y solo cosenos. Simetrías de las ondas. Métodos gráficos de obtención de desarrollos de Fourier. Espectro de Líneas. Tasa de distorsión armónica. Valor eficaz. Potencia. Problemas.

Resonancia de un dipolo RLC serie. Variación de la impedancia y de la intensidad de un dipolo RLC serie con la frecuencia. Frecuencias de media potencia. Anchura de banda. Tensiones de un dipolo RLC serie resonante. Resonancia de un dipolo GLC paralelo. Variación de la admitancia y de la tensión con la frecuencia. Problemas.

Puerta de un multipolo. Potencia de una puerta. Redes de dos puertas. Redes de dos puertas lineales. Parámetros híbridos. Parámetros de transmisión. Redes de dos puertas simétricas. Redes de dos puertas en cascada. Impedancia característica. Impedancias imagen. Tripolos como redes de dos puertas. Teorema de Miller. Redes de dos puertas recíprocas. Problemas.

### Prácticas de laboratorio:

- Determinación de secuencias de fases de líneas trifásicas.
- Fallos en los sistemas trifásicos. Corte de una fase.
- Sobretensiones por corte del neutro.
- Circuito  $RL$  serie con fuente constante y sin fuentes.
- Circuito  $RC$  serie con fuente constante y sin fuentes.
- Circuito  $RLC$  serie con fuente constante y sin fuentes.
- Circuitos  $RL$ ,  $RC$  y  $RLC$  serie con fuente sinusoidal.
- Resonancias serie y paralelo.
- Bobinas acopladas magnéticamente.

**6.- Competencias a adquirir**

Básicas/Generales.
Específicas.
CEE.11
Transversales.
CT4

**7.- Metodologías docentes**

Clases magistrales para plantear temas generales, clases para resolución de problemas, seguimiento de material didáctico impreso especialmente elaborado para la docencia de esta materia, clases prácticas de laboratorio, material informático puesto a disposición de los alumnos en página web propia (<http://electricidad.usal.es>).

**8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	24		32	56
Prácticas	- En aula	10	18	28
	- En el laboratorio	10	6	16
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	5			5
Exposiciones y debates				
Tutorías	5	12		17
Actividades de seguimiento online	2	10	12	24
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4			4
TOTAL	<b>60</b>	<b>22</b>	<b>68</b>	<b>150</b>

**9.- Recursos****Libros de consulta para el alumno**

Félix Redondo Quintela y Roberto C. Redondo Melchor. *Redes Eléctricas de Kirchhoff, 2ª edición*. Ed. REVIDE. Béjar 2005.

Félix Redondo Quintela, Juan Manuel García Arévalo y Roberto Carlos Redondo Melchor. *Prácticas de Circuitos Eléctricos, 6ª edición*. Ed. REVIDE. Béjar 2009.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.**

<http://electricidad.usal.es>

**10.- Evaluación****Consideraciones Generales**

Se trata de determinar el conocimiento que ha adquirido cada alumno del análisis de redes eléctricas, y su capacidad para resolver problemas prácticos y realizar medidas eléctricas experimentales.

**Criterios de evaluación**

Se tendrán en cuenta los conocimientos teóricos del alumno, su capacidad para la resolución de problemas, y las prácticas en el laboratorio.

Más información en <http://electricidad.usal.es>

**Instrumentos de evaluación**

Pruebas escritas sobre cuestiones precisas permanentemente puestas a disposición del alumno en los libros y el sitio web <http://electricidad.usal.es>.

Prueba escrita sobre ejercicios prácticos resueltos en las clases magistrales y permanentemente puestas a disposición del alumno en los libros y el sitio web <http://electricidad.usal.es>.

Prueba en el laboratorio consistente en la realización de uno de los experimentos de los realizados durante las clases de laboratorio, y permanentemente puestos a disposición del alumno en los libros y en el sitio web <http://electricidad.usal.es>.

Resumen escrito del trabajo de laboratorio realizado durante todo el curso que el alumno debe entregar al final.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Para adquirir idea clara de cómo son las dos primeras pruebas reseñadas en el apartado anterior, conviene que el alumno visite la sección Exámenes de Teoría de Circuitos, en <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Examen>. Allí hay ejemplos de esas pruebas.

Para las dos últimas pruebas reseñadas en el apartado anterior, conviene que el alumno visite la sección Prácticas de Circuitos, en <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Practicas>.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Resolver todos los ejercicios de las pruebas de exámenes anteriores, que se ofrecen en <http://electricidad.usal.es/Principal/Circuitos/Examen/Examenes.php>.

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106321	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	3º	Periodicidad	1º S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium Sitio web del área de Ingeniería Eléctrica			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Manuel García Arévalo	Grupo / s	Todos
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª Planta - Laboratorio de Máquinas Eléctricas		
Horario de tutorías	Lunes de 10:00 a 12:00. Martes de 10:00 a 12:00. Miércoles de 10:00 a 12:00		
URL Web	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> , <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jumagar@usal.es">jumagar@usal.es</a>	Teléfono	923408080

Profesor Coordinador	Silvia Hernández Martín	Grupo / s	Eléctrico
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	1ª Planta		
Horario de tutorías			
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:shm@usal.es">shm@usal.es</a>	Teléfono	923408080 (ext. 2213)

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Tecnología específica eléctrica
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Materia que permitirá a los estudiantes el conocimiento de las instalaciones eléctricas de media y baja tensión.
Perfil profesional.
Ingeniería Industrial

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre teoría de circuitos y máquinas eléctricas

## 4.- Objetivos de la asignatura

Que el alumno adquiera la capacidad para calcular y diseñar las instalaciones eléctricas de media y baja tensión.

## 5.- Contenidos

### Breve descripción de los contenidos:

Estudio de los cortocircuitos tripolares.  
 Aparata de corte en instalaciones de media y baja tensión.  
 Protección de instalaciones de media y baja tensión.  
 Contadores de energía eléctrica.  
 Centros de transformación.  
 Cálculo de secciones en líneas de media y baja tensión.  
 Redes subterráneas para distribución de energía eléctrica en media tensión.  
 Redes de distribución de energía eléctrica en baja tensión.  
 Instalaciones de enlace.  
 Instalaciones interiores.  
 Protección de personas contra contactos directos e indirectos.  
 Instalaciones de puesta a tierra en edificios y Centros de Transformación.  
 Instalaciones de emergencia.

### Prácticas de laboratorio:

- 1.- Cortocircuito tripolar en una línea eléctrica alimentada por un generador síncrono.
- 2.- Obtención de la curva de actuación de un fusible.
- 3.- Obtención de la curva de disparo de un interruptor magnetotérmico. Selectividad.
- 4.- Contadores de energía eléctrica para corriente alterna. Conexión y verificación.
- 5.- Protección de personas contra contactos indirectos según el régimen del neutro.
- 6.- Medida de la resistencia de aislamiento y las impedancias de los bucles de defecto en una instalación. Verificación de interruptores diferenciales.
- 7.- Medida de la resistividad del terreno y la resistencia de electrodos de puesta a tierra.

**6.- Competencias a adquirir****Básicas/Generales.****Específicas.**

CEE2.- Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.

CEE3.- Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de baja y media tensión.

**Transversales.**

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.

CT2: Capacidad de organización y planificación.

CT4: Resolución de problemas.

CT5: Trabajo en equipo.

**7.- Metodologías docentes**

Clases magistrales para desarrollar la teoría de la asignatura. Clases prácticas: resolución de problemas. Clases prácticas de laboratorio. Prácticas de campo: visitas a instalaciones eléctricas. Exposición de los trabajos propuestos. Seguimiento del alumno mediante tutorías individuales y en grupo tanto presenciales como no presenciales. Exámenes.

**8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	24		26	48
Prácticas	- En aula	12	30	42
	- En el laboratorio	12	12	18
	- En aula de informática			
	- De campo	2		2
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	4		10	14
Tutorías	1		1	3
Actividades de seguimiento online	1		1	3
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		10	14
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

**9.- Recursos**

Libros de consulta para el alumno
-----------------------------------

Juan Manuel García Arévalo. Apuntes de Instalaciones Eléctricas de Media y Baja tensión. Juan Manuel García Arévalo y Félix Redondo Quintela,. <i>Prácticas de Instalaciones Eléctricas</i> , 3ª edición. Ed. REVIDE. Béjar 1998.
--

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
--

Reglamentos de alta y de baja tensión <a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> <a href="http://www.usal.es/electricidad">www.usal.es/electricidad</a>
--

## 10.- Evaluación

Consideraciones Generales
---------------------------

Se trata de determinar el conocimiento que ha adquirido el alumno en la asignatura
--

Criterios de evaluación
-------------------------

Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 % Prácticas de laboratorio y trabajos propuestos: 20 %
---

Instrumentos de evaluación
----------------------------

Pruebas escritas: teoría y ejercicios prácticos sobre el contenido de la asignatura. Se realizará un examen parcial de aproximadamente la mitad del contenido de la asignatura, para superar esta parte será necesario obtener como mínimo 5 puntos sobre 10 y un mínimo de 3,5 puntos tanto en la parte de teoría como de ejercicios prácticos. En el examen final (primera convocatoria) el examen se dividirá en dos partes, no será necesario realizar la prueba de la primera parte si se ha superado ésta en el examen parcial. Para superar la segunda parte, correspondiente a la otra mitad de la asignatura, será necesario obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10, también con un mínimo de 3,5 puntos en teoría y ejercicios prácticos. La nota media de los dos partes supondrá el 80% de la calificación. En la segunda convocatoria del examen final la prueba constará de una parte teórica y otra de ejercicios prácticos de toda la materia de la asignatura, los criterios serán los mismos. A la calificación de las pruebas escritas se añadirá hasta un 20% en función de la asistencia a las prácticas de laboratorio, entrega de los resultados obtenidos en las mismas y, exposición y debate de una de las prácticas, en su defecto, se podrá realizar un trabajo, propuesto por los profesores, relacionado con el contenido de la asignatura.
--

Recomendaciones para la evaluación.
-------------------------------------

Ejercicios escritos: estudio de las preguntas de teoría y de los problemas tipo incluidos en los apuntes de la asignatura. Prácticas de laboratorio: atención en las prácticas para realizar correctamente un guión de las mismas que contenga los resultados obtenidos y que se entregará al finalizar las mismas y, exposición y debate de una de las prácticas. En su defecto, realización de un trabajo propuesto por los profesores.
--

Recomendaciones para la recuperación.
---------------------------------------

Las mismas que antes.
-----------------------

## AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106323	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º semestre
Área	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA				
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Antonio Cembellín Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	E. T. S. I. I. de Béjar		
Despacho	Nº 16 (3ª planta)		
Horario de tutorías	Lunes, martes y miércoles de 12:00 h. a 14:00 h.		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:cembe@usal.es">cembe@usal.es</a>	Teléfono	923 408080 ext. 2237

### 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

#### Bloque formativo al que pertenece la materia

Se encuadra dentro del grupo de asignaturas de especialización en Automática adscritas al área de Ingeniería de Sistemas y Automática: Automatización Industrial, Modelado y Simulación, Regulación Automática, Robótica Industrial, Informática Industrial, Control Avanzado y Control Inteligente.

#### Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Se trata de una asignatura dedicada al análisis y diseño de sistemas de control lógico y secuencial, basados tanto en tecnología cableada (eléctrica, neumática o hidráulica) como programada (PLC) y empleados fundamentalmente en la automatización de procesos de fabricación industrial.

#### Perfil profesional.

Esta asignatura contribuye a que los alumnos sean capaces de diseñar e implantar sistemas de automatización industrial, habilitándoles para poder desarrollar esa actividad profesional.

### 3.- Recomendaciones previas

- Conocimientos básicos de Informática, Electrotecnia, Electrónica Analógica y Digital.
- Conocimientos de Álgebra de Boole.

### 4.- Objetivos de la asignatura

- Conocer los elementos que integran un sistema de automatización industrial así como sus características y funcionamiento.
- Conocer y comprender el funcionamiento de la tecnología utilizada en sistemas de automatización: sensores, actuadores, autómatas programables.
- Adquirir la metodología para el modelado y diseño de sistemas de control lógico y secuencial (grafos de estado, GRAFCET y GEMMA, Redes de Petri) así como para la programación de autómatas programables industriales (lenguajes de programación).
- Conocer las fases en el desarrollo de proyectos de automatización industrial, así como su implantación y el mantenimiento de los sistemas de automatización industrial.
- Manejar con soltura diferentes herramientas software para análisis, diseño y simulación de automatismos industriales (FluidSim), sistemas de control híbrido (SIMULINK/STATEFLOW) y entornos de programación de autómatas programables de OMRON (CX-ONE).
- Resolver problemas de automatización industrial de diferente grado de dificultad.

### 5.- Contenidos

#### INTRODUCCIÓN A LA AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

TEMA 1: Introducción a la Automatización Industrial. Sistemas de Automatización Industrial.

TEMA 2: Automatismos convencionales. Sensores y actuadores.

#### AUTÓMATAS PROGRAMABLES INDUSTRIALES

TEMA 3: Autómatas programables (**PLCs**). Estructura, funcionamiento y aplicaciones. Autómatas programables industriales de OMRON: **CJ1M**.

TEMA 4: Comunicaciones industriales. Sistemas de cableado. Buses de campo.

#### METODOLOGÍA DE LA PROGRAMACIÓN DE LOS AUTÓMATAS PROGRAMABLES

TEMA 5: Modelado y simulación de sistemas de eventos discretos. Grafos de estados. El **GRAFCET**. Redes de Petri.

TEMA 6: Lenguajes de programación de autómatas programables. Entorno de programación **CX-ONE**.

TEMA 7: El método **GEMMA**.

## DESARROLLO DE PROYECTOS DE AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

TEMA 8: Proyectos de Automatización Industrial. Instalación y mantenimiento.

**PROGRAMA DE PRÁCTICAS**

*PRÁCTICAS DE SIMULACIÓN CON FLUIDSIM Y SIMULINK-STATEFLOW (AULA DE INFORMÁTICA)*

1. Automatismos eléctricos.
2. Automatismos neumáticos.
3. Introducción a SIMULINK.
4. Introducción a STATEFLOW.
5. Simulación de sistemas de control híbrido.

*PRÁCTICAS CON AUTÓMATAS CJ1M (AULA DE INFORMÁTICA Y AULA DE AUTOMÁTICA)*

1. Introducción al entorno de programación CX-ONE. Ejemplos.
2. Implementación del GRAFCET. Ejemplos.
3. Automatización de un proceso de separación y clasificación.
4. Automatización de un proceso de desplazamiento y mecanizado.
5. Automatización de una estación mezcladora.
6. Automatización de una estación de llenado y envasado.

**6.- Competencias a adquirir****Básicas/Generales.****Específicas.**

**CEI08:** Conocimientos de los principios de la Regulación Automática y su aplicación a la automatización industrial.

**CEI11:** Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.

**Transversales.**

**CT1:** Capacidad de análisis y síntesis.

**CT2:** Capacidad de organización y planificación.

**CT3:** Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.

**CT4:** Resolución de problemas.

**CT5:** Trabajo en equipo.

**CT8:** Aprendizaje autónomo.

## 7.- Metodologías docentes

### Actividades dirigidas por el profesor:

- Sesiones magistrales (exposición de contenidos teóricos en el aula).
- Prácticas en el aula (resolución de problemas y ejercicios).
- Prácticas en el laboratorio (ejercicios prácticos con equipos).
- Prácticas en el aula de informática (análisis, diseño y simulación de sistemas de control mediante varias herramientas software: FluidSim, SIMULINK-STATEFLOW, CX-ONE).
- Seminarios de resolución de problemas y ejercicios.
- Tutorías de atención al alumno.

### Actividades autónomas del alumno:

- Resolución de problemas.
- Preparación de trabajos y trabajos.
- Estudio personal del alumno.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		20		30	50
Prácticas	- En aula	10		30	40
	- En el laboratorio	12		5	17
	- En aula de informática	10		5	15
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios		4			4
Exposiciones y debates					
Tutorías		1			1
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				10	10
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3		10	13
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

## 9.- Recursos

### Libros de consulta para el alumno

BALCELLS, J. y ROMERAL J. L. "Autómatas programables". Ed. Marcombo, 1997.  
 CREUS SOLÉ, A. "Instrumentación industrial". Ed. Marcombo, 2005.  
 GARCÍA HIGUERA, A. "El control automático en la industria". Univ. de Castilla-La Mancha, 2005.

GARCÍA VÁZQUEZ, C.A. y otros. "Autómatas programables. Programación y aplicación industrial". Univ. de Cádiz, 1999.  
 MANDADO, E.; MARCOS, J. y PÉREZ, S.A. "Controladores lógicos y autómatas programables". Ed. Marcombo, 1992.  
 PEÑA, J.D. y otros. "Diseño y aplicaciones con autómatas programables". Ed. UOC, 2003.  
 PIEDRAFITA MORENO, R. "Ingeniería de la Automatización Industrial". Ed. Ra-ma, 2004.  
 ROMERA, J.P.; LORITE, J.A. y MONTORO, S. "Automatización. Problemas resueltos con autómatas programables". Ed. Paraninfo, 2006.

#### Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Revista de control industrial "Automática e Instrumentación". Ed. CETISA.  
 Manuales de OMRON de autómatas CJ1M.  
 Manuales de FLUIDSIM, MATLAB, SIMULINK y STATEFLOW.

Enlaces:

<http://industrial.omron.es/>, <http://www.automatas.org/>, <http://www.instrumentacionycontrol.net/>,  
<http://www.fluidsim.de/>, <http://www.festo-didactic.com/>, <http://www.mathworks.es/>

## 10.- Evaluación

### Consideraciones Generales

Según se establece en la Memoria del Título de Grado, para la evaluación de las competencias se utilizará un sistema mixto basado en evaluación continua y en un examen final.

La asistencia a prácticas tiene carácter obligatorio. Se deberá entregar un informe sobre las prácticas realizadas que se tendrá en cuenta en la calificación final.

### Criterios de evaluación

Las pruebas de evaluación continua tendrán como máximo una valoración de 3 puntos sobre la nota final de la asignatura e incluyen la parte de prácticas de la asignatura que se valorará sobre 1 punto. El examen final se valorará sobre 7 puntos del total de la asignatura.

En el examen final se considerarán 2 partes: una parte teórica con preguntas cortas sobre un aspecto concreto, donde se evaluará tanto el dominio de los conceptos teóricos como la capacidad de razonamiento de los alumnos, y de varios problemas en los que se evaluará si los alumnos conocen y aplican correctamente los métodos de resolución de problemas.

### Instrumentos de evaluación

Evaluación de contenidos: Pruebas de evaluación continua e Informes de Prácticas + Examen escrito (cuestiones teóricas + problemas).

### Recomendaciones para la evaluación.

- Seguimiento de las clases tanto teóricas como prácticas.
- Realización de las pruebas de evaluación continua.
- Realización de problemas y ejercicios.
- Estudio personal del alumno.
- Asistencia a tutorías para orientación y resolución de dudas.

### Recomendaciones para la recuperación.

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- Detectar las deficiencias en la adquisición de competencias.</li><li>- Corregir esas deficiencias insistiendo en los aspectos de mayor dificultad.</li></ul> |
|  |
- 

## AMPLIACIÓN Y CÁLCULO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106325	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	3	Periodicidad	1º semestre
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica.				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://moodle.usal.es/login/">http://moodle.usal.es/login/</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Luis Redondo Sánchez	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica.		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	E.T.S. de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	1ª Planta (Laboratorio de máquinas eléctricas)		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web			
E-mail	luresan@usal.es	Teléfono	923 408080 (ext.2225)

### 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Común a la Rama Industrial (Ingeniería eléctrica).
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
La asignatura pertenece Ingeniería Eléctrica y se imparte en el tercer curso, primer cuatrimestre del Grado. Asignatura de ampliación y cálculo de las máquinas eléctricas de ingeniería eléctrica
Perfil profesional.
Ingeniería.

### 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre Fundamentos de Electricidad: Electroestática, Corrientes estacionarias, Magnetostática y Máquinas Eléctricas.

Conocimiento de Cálculo Diferencial e Integral y de Teoría de Circuitos

### 4.- Objetivos de la asignatura

Que el alumno profundice en el conocimiento de las Máquinas Eléctricas estudiadas en el segundo curso, tanto en lo que se refiere a la construcción mecánica como a la eléctrica. Cálculo y ejemplos de máquinas reales.

Exposición teórica en el aula de los distintos apartados y cálculos, acompañándose, en la medida de lo posible, de transparencias o presentaciones informáticas que permitan una mejor comprensión de los dibujos y esquemas.

Realización práctica en el laboratorio eléctrico de diversas pruebas, en función del material existente.

Conocimiento y utilización de aparatos y materiales utilizados en la construcción y devanado de motores y transformadores.

Conocimiento de los transformadores didácticos y motores existentes en el laboratorio de máquinas eléctricas.

### 5.- Contenidos

#### Programa de Teoría

##### **TEMA 1.- Ampliación de motores de corriente continua.**

Nuevos motores de corriente continua. Motores de c.c. en servicio. Control de la velocidad. Arranque de los motores (circuitos de arranque y cálculo).

##### **TEMA 2.- Ampliación de máquinas síncronas.**

Obtención del circuito equivalente por el método de Potier y de Blondel.

Acoplamiento de generadores. Motores síncronos. Métodos de arranque de estos motores

##### **TEMA 3.- Ampliación de transformadores.**

Ampliación de los transformadores trifásicos de potencia (circuito equivalente). Acoplamiento. Principio de funcionamiento del autotransformadores. Índice horario. Transformadores de medida.

##### **TEMA 4.- Ampliación de máquinas asíncronas.**

Introducción de los motores y generadores asíncronos. Circuito equivalente. Arranque de los motores de inducción. Regulación de la velocidad. Motores de inducción monofásicos.

**TEMA 5.- Cálculo** paramétrico. Generalidades. Parámetros magnéticos. Parámetros eléctricos. F.e.m. De una máquina de corriente continua. Significado térmico del producto paramétrico (q).

**TEMA 6.- Autotransformadores.** Constitución. Bobinado común y serie. Potencia de paso. Potencia interna o propia. Ventajas e inconvenientes en relación a los transformadores. Limitaciones. Diseño y construcción de un pequeño autotransformador.

**TEMA 7.- Diseño de las máquinas síncronas y asíncronas.** Generadores asíncronos. Cálculo estático de un motor de corriente alterna. Cálculo del devanado y plan de enrollamiento de los motores de corriente alterna, monofásicos y trifásicos. Devanados

concéntricos. Devanados ondulados. Devanados imbricados.

### Prácticas de Laboratorio

#### Máquinas de corriente continuas

- Característica exterior c.c. con LabVIEW.

#### Máquinas síncronas.

- Curvas de carga y de regulación con LabVIEW.
- Motor síncrono, obtención de la curva en V.
- Arranque de estos motores mediante la variación de tensión y frecuencia.

#### Transformadores.

- Relación de transformación de los transformadores trifásicos
- Puntos correspondientes y homólogos de transformadores monofásicos y trifásicos.
- Acoplamiento de transformadores monofásicos y trifásicos.

#### Motores asíncronos

- Ensayo en vacío y cortocircuito de un motor de inducción, (obtención del circuito equivalente).
- Métodos avanzados en el diseño de máquinas eléctricas.

### 6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Transversales.

CT1, CT2, CT4, CT5

Específicas.

CEE1, CEE12

### 7.- Metodologías docentes

Clase magistral, metodología basada en problemas, prácticas de laboratorio, tutorías y seminarios en grupos reducidos, evaluación continua, exámenes escritos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		25		42	67
Prácticas	- En aula	10		26	36
	- En el laboratorio	10		10	20
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		5	10
Tutorías		4,5			4,5
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1,5		7	8,5
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

## 9.- Recursos

## Libros de consulta para el alumno

**Básicos para la ampliación de Máquinas Eléctricas**

Máquinas Eléctricas CHAPMAN 4ª edición de Mc Graw Gil (Teoría y problemas)

Máquinas Eléctricas Jesús Fraile Mora 6ª edición de Mc Graw Gil (Teoría y problemas)

Máquinas Eléctricas Rafael Sanjurjo de Mc Graw Gil (Teoría y problemas)

Máquinas Eléctricas Fitzgerald 6ª edición de Mc Graw Gil (Teoría y problemas)

Prácticas de Máquinas Eléctricas Luis Redondo y Félix Redondo

**Recomendados para el Cálculo**

CORRALES MARTÍN, J. - Teoría, cálculo y construcción de las máquinas de corriente alterna asíncronas.

CORRALES MARTÍN, J. - Teoría, cálculo y construcción de las máquinas de corriente alterna síncronas.

RAPP, J. - Teoría y cálculo de los bobinados eléctricos

RAS, E. - Transformadores de potencia, de medida y de protección.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

[www.usal.es/electricidad](http://www.usal.es/electricidad)

**10.- Evaluación****Consideraciones Generales**

Se trata de determinar el conocimiento que ha adquirido cada alumno de las máquinas eléctricas en su cálculo y diseño.

**Criterios de evaluación**

Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 %

Examen de prácticas: 20 %

**Instrumentos de evaluación**

Pruebas escritas sobre las distintas máquinas estudiadas en la asignatura.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Prueba escrita sobre ejercicios prácticos resueltos en las clases magistrales y permanentemente puestas a disposición del alumno en los libros.

Prueba en el laboratorio consistente en la realización de una o varias prácticas realizadas a lo largo del cuatrimestre.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Estudiar y resolver las cuestiones y problemas recomendados a lo largo del curso.

## ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106320	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	Tercero	Periodicidad	2 <sup>do</sup> Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	José Torreblanca González	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Tecnología Electrónica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	Laboratorio de Electrónica. 2 <sup>a</sup> planta.		
Horario de tutorías	Lunes, Martes y Miércoles de 10:00 a 12:00		
URL Web			
E-mail	torre@usal.es	Teléfono	923 408080 Ext. 2245

### 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia
Ingeniería Electrónica
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Materia que permite al alumno adquirir competencias y conocimientos de electrónica de potencia.
Perfil profesional.
Ingeniería Industrial

**3.- Recomendaciones previas**

Conocimientos básicos sobre ingeniería eléctrica, electrónica y ampliación y cálculo de máquinas eléctricas.

**4.- Objetivos de la asignatura**

Conocer los dispositivos de electrónica de potencia.

Conocer y diferenciar los diferentes tipos de convertidores de energía eléctrica.

Saber diseñar algún circuito de disparo de los diferentes elementos de los circuitos de potencia.

**5.- Contenidos****Teoría:**

Tema 1.- Introducción a los dispositivos de potencia.

Tema 2.- Convertidores de corriente continua a corriente continua.

Tema 3.- Convertidores de corriente alterna a corriente continua.

Tema 4.- Convertidores de corriente alterna a corriente alterna.

Tema 5.- Convertidores de corriente continua a corriente alterna.

Tema 6.- Refrigeración de semiconductores de potencia.

**Prácticas:**

Práctica 1.- Disparo y bloqueo de circuitos con tiristores.

Práctica 2.- Rectificadores no controlados y controlados.

Práctica 3.- Reguladores de corriente alterna.

Práctica 4.- Inversores.

Práctica 5.- Simulación de circuitos de potencia.

**6.- Competencias a adquirir**

De Tecnología Específica Electrónica Industrial.

CEI4. Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

**Transversales.**

CT1: Saber identificar los aspectos básicos de un sistema, descomponiéndolo en unidades funcionales y describir su funcionamiento.

CT2: Desarrollar la iniciativa personal, la creatividad, el dinamismo y el sentido crítico. Recopilar la información técnica relativa a un tema y asignar eficientemente los recursos necesarios para la realización de un trabajo determinado, con una adecuación temporal.

CT3: Desarrollar la iniciativa personal, la creatividad, el dinamismo, el sentido crítico y otros muchos valores que hacen a las personas activas ante las circunstancias que los rodean. Recopilar la información técnica relativa a un tema y asignar eficientemente los recursos necesarios para la realización de un trabajo determinado, con una adecuación.

CT4: Utilización de las herramientas necesarias, incluidas las informáticas para solventar cualquier dificultad o cuestión. Resolver los problemas de las tecnologías específicas, así como saber plantear la resolución de nuevos problemas.

CT5: Realizar eficazmente los cometidos asignados como miembro de un equipo e integrarse y participar en las tareas del grupo.

CT6: Realizar trabajos en grupo interdisciplinares. Participación en debates sobre materias técnicas estudiadas a lo largo de la titulación.

CT8: Manejar las herramientas y contenidos disponibles tanto en el aula como en la red, trabajando de forma autónoma y con iniciativa personal. Conocer los procedimientos para buscar información apropiada y saber seleccionar la información más relevante de manera autónoma.

CT9: Desarrollar la capacidad para planificar, dirigir equipos, tomar decisiones y aceptar responsabilidades. Saber plantear una solución técnica con originalidad y tener capacidad para

buscar los elementos que faciliten llevarla a cabo.

## 7.- Metodologías docentes

Actividades introductorias (dirigidas por el profesor)	
Actividades introductorias	Dirigidas a tomar contacto y recoger información de los alumnos y presentar la asignatura.
Actividades teóricas (dirigidas por el profesor)	
Sesión magistral	Exposición de los contenidos de la asignatura.
Actividades prácticas guiadas (dirigidas por el profesor)	
Prácticas en el aula	Formulación, análisis, resolución y debate de un problema o ejercicio, relacionado con la temática de la asignatura.
Prácticas en laboratorios	Ejercicios prácticos en laboratorios.
Prácticas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
Atención personalizada (dirigida por el profesor)	
Tutorías	Tiempo para atender y resolver dudas de los alumnos.
Pruebas de evaluación	
Pruebas objetivas de preguntas cortas	Preguntas sobre un aspecto concreto.
Pruebas de desarrollo	Preguntas sobre un tema más amplio
Pruebas prácticas	Pruebas que incluyen actividades, problemas o casos a resolver.
Pruebas orales	Pruebas orales con preguntas abiertas y/o cerradas

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		30		44	74
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	10		10	20
	- En aula de informática	16		16	32
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		20	24
TOTAL		60		90	150

## 9.- Recursos

## Libros de consulta para el alumno

**HART, D.W.** "Electrónica de Potencia". Ed. Prentice, 2001.

**RASHID, M.H.** "Electrónica de Potencia. Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones". Ed. Prentice Hall, 1995.

**MOHAN, N., UNDELAND, T.M. and ROBBINS, W.P.** "Power Electronics: Converters, Applications and Design". 2ª Ed. Ed. John Wiley and Sons, 1995.

**TORREBLANCA, J., SÁNCHEZ, E., ROZAS, L.** "Problemas de Electrónica de Potencia". Ed. Revide, 2003.

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Apuntes del profesor

## 10.- Evaluación

## Consideraciones Generales

El sistema de evaluación valorará la adquisición de las competencias, debiendo en todo caso demostrar las mismas de manera conjunta, en un proceso de evaluación continua e introducción de competencias y habilidades de manera continua y creciente.

## Criterios de evaluación

Exámenes escritos de conocimientos sobre teoría y resolución de problemas:40-50%

Trabajos, prácticas y problemas propuestos: 40-50%

## Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas y orales de conocimientos generales y resolución de problemas.

Trabajos prácticos y problemas propuestos.

Resolución y entrega de prácticas.

## Recomendaciones para la evaluación.

En los trabajos y pruebas escritas, se darán a conocer los criterios de valoración en cada caso.

Para poder superar la asignatura han de obtenerse en todas las pruebas que se realicen para la evaluación una nota superior al 25% del total de cada prueba.

La puntuación máxima de cada prueba y cada pregunta y/o apartado en que se divida el examen será conocido por el alumno.

## Recomendaciones para la recuperación.

Se realizarán en cada caso en función de los resultados obtenidos en la evaluación continua.

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106322	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	3º	Periodicidad	1º S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Ingeniería Mecánica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium Sitio web del área de Ingeniería Eléctrica			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Manuel García Arévalo	Grupo / s	Todos
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª Planta - Laboratorio de Máquinas Eléctricas		
Horario de tutorías	Lunes de 10:00 a 12:00. Martes de 10:00 a 12:00. Miércoles de 10:00 a 12:00		
URL Web	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> , <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jumagar@usal.es">jumagar@usal.es</a>	Teléfono	923408080

Profesor	Silvia Hernández Martín	Grupo / s	Todos
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª Planta - Laboratorio de Máquinas Eléctricas		
Horario de tutorías	A establecer		
URL Web	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> , <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:shm@usal.es">shm@usal.es</a>	Teléfono	923408080

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Tecnología específica eléctrica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Materia que permitirá a los estudiantes el conocimiento de las instalaciones eléctricas de alta tensión.

Perfil profesional.

Ingeniería Industrial

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre teoría de circuitos y máquinas eléctricas

## 4.- Objetivos de la asignatura

Que el alumno adquiera la capacidad para calcular y diseñar las instalaciones eléctricas de alta tensión.

## 5.- Contenidos

### **Breve descripción de los contenidos:**

Estudio de los cortocircuitos asimétricos.

Aparataje de corte en instalaciones de alta tensión.

Protección de instalaciones de alta tensión.

Estaciones de transformación y distribución.

Cálculo de secciones en líneas de alta tensión.

Instalaciones de puesta a tierra en subestaciones y apoyos.

### **Prácticas de laboratorio:**

1.- Obtención experimental de las componentes simétricas de un sistema de intensidades.

2.- Obtención del circuito equivalente de transformadores para un sistema homopolar.

3.- Determinación de la rigidez dieléctrica de un medio.

4.- Interrupción de la corriente en cargas eléctricas. Impulso de tensión en interruptores.

5.- Conexión de transformadores.

6.- Conexión de motores. Obtención de la curva  $t=f(I)$ .

7.- Conexión de condensadores y lámparas de descarga.

8.- Relé direccional de neutro.

9.- Visita a una subestación y una STR.

**6.- Competencias a adquirir****Básicas/Generales.****Específicas.**

CEE2.- Conocimientos sobre control de máquinas y accionamientos eléctricos y sus aplicaciones.

CEE4.- Capacidad para el cálculo y diseño de instalaciones eléctricas de alta tensión.

**Transversales.**

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.

CT2: Capacidad de organización y planificación.

CT4: Resolución de problemas.

CT5: Trabajo en equipo.

**7.- Metodologías docentes**

Clases magistrales para desarrollar la teoría de la asignatura. Clases prácticas: resolución de problemas. Clases prácticas de laboratorio. Prácticas de campo: visitas a instalaciones eléctricas. Exposición de los trabajos propuestos. Seguimiento del alumno mediante tutorías individuales y en grupo tanto presenciales como no presenciales. Exámenes.

**8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes**

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	24		26	50
Prácticas	- En aula	12	30	42
	- En el laboratorio	12	12	24
	- En aula de informática			
	- De campo	2		2
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	4		10	14
Tutorías	1		1	2
Actividades de seguimiento online	1		1	2
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		10	14
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

**9.- Recursos**

**Libros de consulta para el alumno**

Juan Manuel García Arévalo. Apuntes de Instalaciones Eléctricas de Alta tensión.

**Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.**

Reglamento de alta tensión.

**10.- Evaluación****Consideraciones Generales**

Se trata de determinar el conocimiento que ha adquirido el alumno en la asignatura

**Criterios de evaluación**

Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 %

Prácticas de laboratorio y trabajos propuestos: 20 %

**Instrumentos de evaluación**

Prueba escrita: teoría y ejercicios prácticos sobre el contenido de la asignatura. Para superar esta prueba será necesario obtener como mínimo 5 puntos sobre 10 y un mínimo de 3,5 puntos tanto en la parte de teoría como de ejercicios prácticos. La nota media de los dos partes supondrá el 80% de la calificación.

A la calificación de las pruebas escritas se añadirá hasta un 20% en función de la asistencia a las prácticas de laboratorio, entrega de los resultados obtenidos en las mismas y, exposición y debate de una de las prácticas, en su defecto, se podrá realizar un trabajo, propuesto por los profesores, relacionado con el contenido de la asignatura.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Ejercicio escrito: estudio de las preguntas de teoría y de los problemas tipo incluidos en los apuntes de la asignatura.

Prácticas de laboratorio: atención en las prácticas para realizar correctamente un guión de las mismas que contenga los resultados obtenidos y que se entregará al finalizar las mismas y, exposición y debate de una de las prácticas. En su defecto, realización de un trabajo propuesto por los profesores.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Las mismas que antes.

## LÍNEAS DE TRANSPORTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	106324	Plan	Grado en Ingeniería Eléctrica	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	Semestral 2S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium. Sitio web del área de Ingeniería Eléctrica			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>			

## Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Juan Manuel García Arévalo	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª Planta - Laboratorio de Máquinas Eléctricas		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> , <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:jumagar@usal.es">jumagar@usal.es</a>	Teléfono	923408080 , Ext 2258

Profesor Coordinador	Silvia Hernández Martín	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª Planta - Laboratorio de Máquinas Eléctricas		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web	<a href="https://moodle.usal.es">https://moodle.usal.es</a> , <a href="http://electricidad.usal.es">http://electricidad.usal.es</a>		
E-mail	<a href="mailto:shm@usal.es">shm@usal.es</a>	Teléfono	923408080

**2.- Sentido de la materia en el plan de estudios**

Bloque formativo al que pertenece la materia
--

Tecnología específica
-----------------------

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
--

Materia que permitirá a los estudiantes el conocimiento y cálculo de líneas eléctricas de transporte de energía eléctrica
---

Perfil profesional.
---------------------

Ingeniería Industrial.
------------------------

**3.- Recomendaciones previas**

Conocimientos sobre teoría de circuitos
---

**4.- Objetivos de la asignatura**

Que el alumno adquiera la capacidad para calcular y diseñar líneas eléctricas de transporte de energía eléctrica
--

**5.- Contenidos****1ª Parte. Cálculos mecánicos.**

1.- Conductores.1.1.- Tipos de conductores. 1.2.- Ecuaciones de un conductor tendido entre dos puntos.1.3.- Aproximación de la catenaria mediante la parábola.1.4.- Tracción en un punto de la catenaria.1.5.- Determinación de la flecha.1.6.- Determinación de la abscisa correspondiente al punto medio.1.7.- Determinación de la longitud del cable.1.8.- Determinación de la tensión en el punto medio.1.9.- Sobrecargas en las líneas eléctricas.1.10.- Tracciones máximas admisibles.1.11.- Distancias de seguridad.1.12.- Ecuación de cambio de condiciones.1.13.- Vano ideal de regulación. 2.- Aisladores y herrajes. 2.1.- Tipos de aisladores.2.2.- Nivel de aislamiento.2.3.- Cálculo eléctrico.2.4.- Cálculo mecánico. 2.5.- Determinación del esfuerzo vertical. 2.6.- Gravivano y eolovano. 2.7.- Desviación transversal a línea de una cadena de suspensión debida a la acción del viento. 2.8.- Desviación transversal a línea de las cadenas de suspensión de un apoyo de alineación. Contrapesos. 2.9.- Desviación transversal a línea de las cadenas de suspensión de un apoyo de ángulo. Contrapesos. 2.10.- Solicitud ascendente de un aislador de suspensión. 3.- Apoyos. 3.1.- Tipos de apoyos. 3.2.- Cálculo de apoyos. 3.3.- Cimentaciones para apoyos de líneas eléctricas.

**2ª Parte. Cálculos eléctricos.**

1.- Introducción. 1.1.- Comparación entre el cobre y el aluminio en las líneas eléctricas. 1.2.- Influencia de la tensión sobre la sección. 1.3.- Influencia del tipo de alimentación sobre la sección. 2.- Resistencia eléctrica de las líneas de corriente alterna. 2.1.- Resistencia eléctrica. 2.2.- Efecto Kelvin. 3.- Autoinducción de las líneas eléctricas. 3.1.- Coeficiente de autoinducción aparente. 3.2.- Valores del coeficiente de autoinducción aparente. 3.3.- Coeficiente de autoinducción en el caso de una línea monofásica. 3.4.- Coeficiente de autoinducción aparente en el caso de una línea trifásica simple y simétrica. 3.5.- Ejemplos. 3.6.- Anexo. Coeficiente de autoinducción generalizado. 4.- Capacidad de las líneas eléctricas. 4.1.- Fórmula de la capacidad de una línea. 4.2.- Ejemplos. 4.3.- Anexo. Fórmula generalizada de la capacidad. 4.4.- Efecto del suelo sobre la capacidad. 5.- Pérdidas en las líneas eléctricas. conductancia. 5.1.- Descarga entre dos placas metálicas 5.2.- Tensión crítica disruptiva en una línea. 5.3.- Perditanza. 5.4.- Ejemplo práctico. 6.- Estudio de una línea por parámetros concentrados. 6.1.- Modelo en  $\pi$ . 6.2.- Modelo en doble  $\pi$ . 6.3.- Funcionamiento en vacío. 6.4.- Funcionamiento en carga. 6.5.- Funcionamiento en cortocircuito. 7.- Estudio de una línea por parámetros distribuidos. 7.1.- Introducción. 7.2.- Obtención de las relaciones entre tensiones e intensidades

en una línea con parámetros distribuidos. 7.3.- Onda incidente y reflejada. 7.4.- Líneas con carga característica. Potencia característica. 7.5.- Funcionamiento en vacío. 7.6.- Funcionamiento cortocircuito. 7.7.- Determinación de las potencias en una línea. Rendimiento. 8.- Determinación de la sección en las líneas de transporte y distribución de energía eléctrica. 8.1.- Criterios eléctricos para el cálculo de secciones. 8.2.- Método del momento eléctrico para el cálculo aproximado de líneas. 9.- Regulación de la tensión de una línea eléctrica. 9.1.- Regulación de la tensión por compensación de la carga. 10.- Acoplamiento en paralelo de líneas eléctricas. 11.- Flujo de potencias a través de una línea eléctrica.

#### **Prácticas de laboratorio**

- Determinación experimental de los parámetros de una línea eléctrica.
- Acoplamiento en serie de dos líneas eléctricas.
- Funcionamiento en vacío de una línea eléctrica.
- Funcionamiento en carga de una línea eléctrica.
- Funcionamiento en cortocircuito de un línea eléctrica.
- Regulación de la tensión de una línea eléctrica.
- Acoplamiento en paralelo de dos líneas eléctricas.

### **6.- Competencias a adquirir**

Básicas/Generales.

Específicas.

CEE5.- Capacidad para el cálculo y diseño de líneas eléctricas de transporte de energía eléctrica

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.  
 CT2: Capacidad de organización y planificación.  
 CT4: Resolución de problemas.  
 CT5: Trabajo en equipo.

### **7.- Metodologías docentes**

Clases magistrales, prácticas basadas en resolución de problemas, prácticas de laboratorio, tutorías, seguimiento online y exámenes escritos.

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		25		37	62
Prácticas	- En aula	16		25	41
	- En el laboratorio	12		12	24
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		2		2	4
Actividades de seguimiento online		1		4	5
Preparación de trabajos					
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		10	14
<b>TOTAL</b>		<b>60</b>		<b>90</b>	<b>150</b>

## 9.- Recursos

## Libros de consulta para el alumno

Juan Manuel García Arévalo. Apuntes de Líneas de transporte de energía eléctrica.  
 Félix Redondo Quintela, Juan Manuel García Arévalo. *Prácticas de Instalaciones Eléctricas, 3a edición*. Ed. REVIDE. Béjar 1998.  
 RAS OLIVA. Teoría de Líneas Eléctricas.  
 STEVENSON, W.D. Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia  
 CHECA, L.M. Líneas de Transporte de Energía

Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

Reglamento de alta tensión

**10.- Evaluación****Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación, valorará la adquisición de las competencias, debiendo en todo caso demostrar las mismas de manera conjunta en un proceso de evaluación continua e introducción de capacidades y habilidades a lo largo del curso de manera creciente.

**Criterios de evaluación**

Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 90 %  
Prácticas de laboratorio o trabajos propuestos: 10 %

**Instrumentos de evaluación**

Pruebas escritas: ejercicios prácticos sobre el contenido de la asignatura en las dos partes de la asignatura. Se realizará un examen parcial de la primera parte, para superar esta parte será necesario obtener como mínimo 5 puntos sobre 10. En el examen final (primera convocatoria) el examen se dividirá en dos partes, no será necesario realizar la prueba de la primera parte si se ha superado ésta en el examen parcial. Para superar la segunda parte, correspondiente a la otra mitad de la asignatura, será necesario obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10, también con un mínimo de 3,5 puntos en teoría y ejercicios prácticos. La nota media de los dos partes supondrá el 90% de la calificación. En la segunda convocatoria del examen final la prueba constará de una parte teórica y otra de ejercicios prácticos de toda la materia de la asignatura, los criterios serán los mismos.

A la calificación de las pruebas escritas se añadirá hasta un 10% en función de la asistencia a las prácticas de laboratorio y entrega de los resultados obtenidos en las mismas, en su defecto, se podrá realizar un trabajo, propuesto por los profesores, relacionado con el contenido de la asignatura.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Pruebas escritas: estudio de las preguntas de teoría y de los problemas tipo incluidos en el material de referencia ya indicado.

Prácticas de laboratorio: atención en las prácticas para realizar correctamente un guión de las mismas que contenga los resultados obtenidos y que se entregará al finalizar las mismas. En su defecto, realización de un trabajo propuesto por los profesores.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Las mismas

## PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

## 1.- Datos de la Asignatura

Código	106326	Plan	Grado en Ingeniería Eléctrica	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	Semestral 2S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataformas:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

## Datos del profesorado

Profesor	Lydia Rozas Izquierdo	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de máquinas eléctricas		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web			
E-mail	lyrozas@usal.es	Teléfono	923408080

Profesor	Raúl García Ovejero	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de máquinas eléctricas		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16:00 a 19:00		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:raulovej@usal.es">raulovej@usal.es</a>	Teléfono	923408080

## 2.- Sentido de la materia en el plan de estudios

Bloque formativo al que pertenece la materia

Tecnología específica

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.

Materia que permitirá a los estudiantes el conocimiento del funcionamiento y el diseño de las plantas térmicas de generación de energía eléctrica.

Perfil profesional.

Ingeniería Industrial.

## 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre Teoría de Circuitos, Máquinas Eléctricas y Termodinámica.

## 4.- Objetivos de la asignatura

Que el alumno adquiera el conocimiento del funcionamiento de las centrales térmicas de generación de energía eléctrica.

## 5.- Contenidos

La materia se divide en los siguientes temas:

TEMA1. Sistema eléctrico de potencia. Clasificación de las centrales eléctricas. Concepto de carga. Curvas de carga. Aspectos económicos y técnicos de los medios de producción de electricidad. La cobertura de la curva de carga.

TEMA 2. Centrales térmicas. Centrales térmicas de turbinas de vapor. Ciclo Rankine. Esquemas de la instalación. Circuitos básicos del funcionamiento. Diagrama de bloques.-Circuito aire-combustible-gases-cenizas. Circuito agua-vapor. Circuito agua de circulación. Circuitos eléctricos. Circuitos de sistemas auxiliares.

TEMA 3. Centrales térmicas de turbinas de gas.

TEMA 4. Centrales térmicas de ciclo combinado.

TEMA 5. Centrales nucleares. Constitución atómica de la materia. Tipos de reacciones nucleares. Constitución de una pila atómica. Materiales empleados en los reactores nucleares y funciones de cada uno. Tipos de reactores.

TEMA 6. Sistemas de refrigeración en centrales nucleares. Centrales nucleares en España. Seguridad en centrales nucleares. Gestión de residuos nucleares. Aportación de la energía nuclear a la industria española.

TEMA 7. Energía solar termoeléctrica. Clasificación de los sistemas solares. Concentradores cilindro-parabólicos. Sistemas de receptor central con campo de helióstatos. Subsistemas de concentración de energía solar. Subsistema de transformación de radiación solar en energía térmica. Subsistema de almacenamiento de energía térmica. Subsistema de conversión de energía térmica en eléctrica. Aspectos medioambientales. Perspectivas.

TEMA 8. Mando y control de las centrales.

### Prácticas de Laboratorio

- Exposiciones audio-visuales comentadas de los diversos tipos de centrales.

- Arranque y estudio del comportamiento de un grupo de generación síncrono
- Acoplamiento del alternador de una central eléctrica a la red.
- Grupos independientes de generación: acoplamiento en paralelo entre dos dínamos.
- Grupos independientes de generación: acoplamiento en paralelo entre dos alternadores.

## 6.- Competencias a adquirir

Se deben relacionar las competencias que se describan con las competencias generales y específicas del título. Se recomienda codificar las competencias (CG xx1, CEyy2, CTzz2) para facilitar las referencias a ellas a lo largo de la guía.

Básicas/Generales.

Específicas.

CEE9.- Conocimiento y capacidad para el diseño de centrales eléctrica

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.

CT2: Capacidad de organización y planificación.

CT4: Resolución de problemas.

CT5: Trabajo en equipo.

## 7.- Metodologías docentes

Clase magistral, metodología basada en problemas, prácticas de laboratorio, tutorías y seminarios en grupos reducidos, evaluación continua, exámenes escritos

## 8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	25		35	60
Prácticas	- En aula	16	20	36
	- En el laboratorio	6	20	25
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización			
Seminarios	6			6
Exposiciones y debates				
Tutorías	2	16		18
Actividades de seguimiento online	1			1
Preparación de trabajos				
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4			4
TOTAL	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>74</b>	<b>150</b>

## 9.- Recursos

## Libros de consulta para el alumno

FERNÁNDEZ SALGADO, J. M.: Guía Completa de la Energía Solar Fotovoltaica y Termoeléctrica.  
 GARCÍA GARRIDO, S.: Operación y mantenimiento de centrales de ciclo combinado.  
 GARCÍA GARRIDO, S.; FRAILE CHICO, D.: Cogeneración: Diseño, operación y mantenimiento de plantas de cogeneración.  
 ORILLE FERNÁNDEZ, ÁNGEL LUIS.: Centrales Eléctricas I, II y III.  
 RAMÍREZ VAZQUEZ, J.: Centrales Eléctricas.  
 RAMÍREZ VAZQUEZ, J.: Máquinas Motrices.  
 SANZ FEITO, J.: Centrales Eléctricas.

## Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.

BUCHHOLD-HAPPOLD: Centrales y Redes Eléctricas.  
 CORTES CHERTA, M : Centrales Eléctricas.  
 GAFFERT, G.A.: Centrales de vapor: estudio de la construcción, características del funcionamiento e integración de toda la maquinaria pesada y ligera de una central.  
**Apuntes elaborados por los profesores.**

**10.- Evaluación**

Las pruebas de evaluación que se diseñen deben evaluar si se han adquirido las competencias descritas, por ello, es recomendable que al describir las pruebas se indiquen las competencias y resultados de aprendizaje que se evalúan.

**Consideraciones Generales**

El sistema de evaluación, valorará la adquisición de las competencias, debiendo en todo caso demostrar las mismas de manera conjunta en un proceso de evaluación continua e introducción de capacidades y habilidades a lo largo del curso de manera creciente.

**Criterios de evaluación**

- Resolución de problemas.
- Realización de trabajos de aplicación de los conocimientos.
- Exámenes escritos.

**Instrumentos de evaluación**

Exámenes escritos: 80%  
Resolución de problemas y realización de trabajos prácticos dirigidos: 20%  
Se realizarán pruebas parciales. Para hacer la nota media entre las pruebas y obtener la calificación final se exigirá una nota mínima en cada prueba.

**Recomendaciones para la evaluación.**

Seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas.  
Resolver los problemas que se propongan en clase.  
Asistencia a tutorías.

**Recomendaciones para la recuperación.**

Repaso de conceptos y problemas.  
Asistencia a tutorías.