

Fichas de Asignaturas. Cuarto Curso

Doble Titulación de Grado en

# Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Guías Académicas

2015 - 2016



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

## CONSTRUCCIÓN Y TOPOGRAFÍA

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106531	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1º semestre
Área	Mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras				
Departamento	Ingeniería mecánica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	STUDIUM			
	URL de Acceso:				

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Pedro Antonio Gómez Sánchez	Grupo / s	1
Departamento	Ingeniería mecánica		
Área	Mecánica de los medios continuos y teoría de estructuras		
Centro	E.T.S. de I.I. Béjar		
Despacho	Despacho Estructuras 4ª planta		
Horario de tutorías	Lunes y miércoles de 11 a 14 horas		
URL Web			
E-mail	pedroant@usal.es	Teléfono	923408080 ext 2255

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Específica de la Ingeniería Mecánica
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Capacitar al alumno en el levantamiento y replanteo topográfico y el análisis de elementos constructivos.
Perfil profesional.
Planos topográficos y de obra. Diseño de cimentaciones y elementos constructivos.

### 3.- Recomendaciones previas

Conocimiento de resistencia de materiales e ingeniería gráfica.

### 4.- Objetivos de la asignatura

Capacidad en el alumno para las mediciones y replanteos topográficos, movimientos de tierras y el análisis de cimentaciones y otros elementos de construcción.

### 5.- Contenidos

Bloque 1.- Mediciones topográficas, aparatos de medida. Planimetría, altimetría y taquimetría. Planos topográficos. Replanteos de obra.

Bloque 2.- Mecánica de suelos, estudios geotécnicos, movimientos de tierras, cimentaciones, tipologías de muros, forjados y cubiertas. Materiales de construcción.

### 6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Transversales.

CT1 Capacidad de análisis y síntesis

CT2 Capacidad de organización y planificación

CT4 Resolución de problemas

CT5 Trabajo en equipo

Específicas.

CE4 Conocimientos y capacidades para aplicar los fundamentos de la elasticidad y resistencia de materiales al comportamiento de los sólidos reales

### 7.- Metodologías docentes

**Actividades de grupo grande:** Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor con participación activa del alumno.

**Actividades de grupo medio (máximo 30 alumnos):** Resolución de problemas y/o casos prácticos.

**Actividad de laboratorio:** Prácticas de campo y aula informática, en grupos reducidos sobre los conocimientos expuestos en las clases.

### 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	10	10	50
Prácticas	- En aula	15	10	39
	- En el laboratorio			
	- En aula de informática			
	- De campo	7,5	5	12,5
	- De visualización (visu)			
Seminarios	6		6	12
Exposiciones y debates				
Tutorías	1,5			1,5
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos		10	10	20
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	7,5		7,5	15
TOTAL	<b>67,5</b>	<b>35</b>	<b>47,5</b>	<b>150</b>

### 9.- Recursos

#### Libros de consulta para el alumno

“Topografía” A. Torres y E. Villate McGraw Hill; “Problemas de mecánica del suelo” B.H.C. Sutton; “Ingeniería de cimentaciones” Peck, Hanson, otros Limusa.

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

Código Técnico de la Edificación. Apuntes Studium.

### 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 habilidades y capacidades de manera creciente.

#### Criterios de evaluación

Exámenes escritos de resolución de problemas y conocimientos generales 45-55%  
Trabajos prácticos dirigidos y prácticas de laboratorio 35-45%  
Tutorías personalizadas 10%

#### Instrumentos de evaluación

Exámenes escritos de resolución de problemas y conocimientos generales 45-55%  
Trabajos prácticos dirigidos y prácticas de laboratorio 35-45%  
Tutorías personalizadas 10%

#### Recomendaciones para la evaluación.

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

caso en el mismo momento de la prueba.
--

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

Se realizarán de forma individualizada en función de los resultados obtenidos en la evaluación continua.
--

## AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106323	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1 <sup>er</sup> 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

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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

<p><b>Bloque formativo al que pertenece la materia</b></p> <p>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.</p>
<p><b>Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.</b></p> <p>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.</p>

**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**

<b>Básicas/Generales.</b>
<b>Específicas.</b>
<b>CEI08:</b> Conocimientos de los principios de la Regulación Automática y su aplicación a la automatización industrial.
<b>CEI11:</b> Capacidad para diseñar sistemas de control y automatización industrial.
<b>Transversales.</b>
<b>CT1:</b> Capacidad de análisis y síntesis.
<b>CT2:</b> Capacidad de organización y planificación.
<b>CT3:</b> Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
<b>CT4:</b> Resolución de problemas.
<b>CT5:</b> Trabajo en equipo.
<b>CT8:</b> 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.**

- Detectar las deficiencias en la adquisición de competencias.
- Corregir esas deficiencias insistiendo en los aspectos de mayor dificultad.

## AMPLIACIÓN Y CÁLCULO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106325	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	4º	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: Electrostática, 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
<b>TOTAL</b>	<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.

<b>Criterios de evaluación</b>
Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 % Examen de prácticas: 20 %
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Pruebas escritas sobre las distintas máquinas estudiadas en la asignatura.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
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.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Estudiar y resolver las cuestiones y problemas recomendados a lo largo del curso.

## SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106330	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	1 <sup>er</sup> semestre
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Web abierta, Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://www.usal.es/electricidad">www.usal.es/electricidad</a> y <a href="https://moodle.usal.es/">https://moodle.usal.es/</a>			

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Norberto Redondo Melchor	Grupo / s	Eléctrico
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	1ª Planta		
Horario de tutorías	Ju + Vi 17:30 - 20:30 h		
URL Web	<a href="http://www.usal.es/electricidad">www.usal.es/electricidad</a>		
E-mail	<a href="mailto:norber@usal.es">norber@usal.es</a>	Teléfono	667 365 675

Profesor	Lydia Rozas Izquierdo	Grupo / s	Eléctrico
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	1ª Planta		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:lyrozas@usal.es">lyrozas@usal.es</a>	Teléfono	923408080 (ext. 2213)

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Materias obligatorias
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Asignatura obligatoria de Grado en Ingeniería Eléctrica
Perfil profesional.
Graduado en ingeniería, esp. electricidad.

## 3.- Recomendaciones previas

Se recomienda cursar primero Teoría de Circuitos e Instalaciones Eléctricas.

## 4.- Objetivos de la asignatura

La asignatura se orienta hacia el estudio de los grandes sistemas eléctricos interconectados, y tiene relación también con cualquier sistema destinado al transporte de energía eléctrica desde un punto a otro de cualquier red eléctrica, tanto en explotación mallada como ramificada.

## 5.- Contenidos

### Teoría

#### 1. ESTRUCTURA Y REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA

- 1 Sistema básico
- 2 Sistemas reales
- 3 Control y gestión de los sistemas de potencia
  - 3.1 Despacho eléctrico y despacho económico
  - 3.2 Medidas eléctricas
  - 3.3 Completitud y exactitud de las lecturas
- 4 Tratamiento de lecturas de medidas eléctricas
  - 4.1 Errores en las medidas
  - 4.2 El problema de la estimación de los valores correctos
  - 4.3 Solución mediante el método de los mínimos cuadrados
  - 4.4 Aplicación del método a los valores medidos
- 5 Tratamiento de los datos erróneos
  - 5.1 Procedimiento general
  - 5.2 Probabilidad de existencia de lecturas erróneas

	5.3	Localización de valores atípicos
	5.4	Criterio de Chauvenet
	5.5	Otros métodos estadísticos
6		Ejercicios resueltos
7		Problemas propuestos
<b>2. MODELO ELÉCTRICO DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA</b>		
1		Análisis de redes malladas
	1.1	Transformación de ramas con fuentes independientes
	1.2	Fuentes de intensidad con un terminal común y referencia de potenciales
	1.3	Fuentes de tensión
	1.4	Solución de la red
2		Redes de secuencia y esquema unifilar
	2.1	Componentes simétricas
	2.2	Impedancias para los distintos sistemas
	2.3	Redes de secuencia
	2.4	Diagrama de redes de secuencia
	2.5	Esquema unifilar
3		Redes de dos puertas y parámetros de transmisión
	3.1	Redes de dos puertas
	3.2	Parámetros de transmisión
	3.3	Conexiones de dos redes de dos puertas entre sí
	3.4	Líneas como redes de dos puertas
	3.5	Condensadores en serie y reactancias en paralelo
	3.6	Transformadores como redes de dos puertas
	3.7	Obtención de parámetros de combinaciones de multipolos
4		Ejercicios resueltos
5		Problemas propuestos
<b>3. ESTUDIO DE SISTEMAS (I): ANÁLISIS DE FLUJOS DE CARGA</b>		
1		Flujos de carga en sistemas de potencia
2		Método de resolución de problemas de flujo de cargas
	2.1	Datos iniciales
	2.2	Tensiones de nudo
	2.3	Matriz de admitancias
	2.4	Intensidades de fuente en cada nudo
	2.5	Potencias de fuente en cada nudo
	2.6	Potencia que se entrega a cada línea
	2.7	Pérdidas de potencia en la red y rendimiento
3		Modelo simplificado para redes resistivas
	3.1	Parámetros del modelo simplificado
	3.2	Solución del modelo simplificado
	3.3	Obtención de pérdidas y rendimientos
4		Ejercicios resueltos
5		Problemas propuestos
<b>4. ESTUDIO DE SISTEMAS (II): SITUACIONES ESTABLES</b>		
1		Consideraciones generales
2		Análisis de sistemas por el método simplificado
	2.1	Funcionamiento de la herramienta de cálculo (v. 2012.a)
	2.2	Interpretación de resultados
	2.3	Cálculos con Mathematica®
3		Condiciones de análisis
	3.1	Mantenimiento de la tensión
	3.2	Nuevas líneas

- 3.3 Generación distribuida
- 4 Ejercicios resueltos
- 5 Ejercicios propuestos
- 5. INTRODUCCIÓN AL ESTUDIO DE SISTEMAS (III): ANÁLISIS DE ESTABILIDAD
  - 1 Faltas en sistemas de energía eléctrica
    - 1.1 Cortocircuitos trifásicos equilibrados
    - 1.2 Cortocircuitos desequilibrados
  - 2 Estabilidad transitoria
    - 2.1 Análisis de fenómenos transitorios en redes lineales
    - 2.2 Fenómenos no lineales
- 6. CONTROL DE SISTEMAS (I): DESPACHO ECONÓMICO
  - 1 Las reglas de funcionamiento del mercado de producción
    - 1.1 Los tres mercados
  - 2 El contrato de adhesión
  - 3 La contratación directa bilateral
  - 4 La utilización de las redes ajenas y de las interconexiones
    - 4.1 ATR regulado
    - 4.2 Líneas directas
    - 4.3 Transporte de energía en tránsito entre grandes redes europeas
- 7. CONTROL DE SISTEMAS (II): DESPACHO ELÉCTRICO
  - 1 Introducción
  - 2 Los procedimientos de operación
  - 3 Los mecanismos de regulación del sistema en tiempo real
    - 3.1 Regulación a cargo de los agentes del mercado
    - 3.2 Regulación a cargo de red eléctrica
    - 3.3 Arranque autónomo
  - 4 El servicio complementario de control de tensión de la red
    - 4.1 Sujetos implicados
    - 4.2 Actuaciones que comprende el servicio de control de la tensión
    - 4.3 Funcionamiento práctico del sistema de control de la tensión de la red
- 8. TRANSPORTE DE ENERGÍA EN CORRIENTE CONTINUA
  - 1 Introducción
  - 2 Ventajas e inconvenientes
  - 3 Aplicaciones
  - 4 Estaciones convertidoras
  - 5 Tipos de líneas de corriente continua
  - 6 Topología de las redes de corriente continua
  - 7 Convertidores de corriente

### **TRABAJOS DIRIGIDOS**

- 1. Despacho económico del sistema nacional.
- 2. Interconexiones internacionales.
- 3. Líneas directas.

### **Prácticas de laboratorio**

- A. Obtención del esquema unifilar de los sistemas eléctricos de potencia.
- B. Estimación de los parámetros de la matriz de admitancias de redes reales.
- C. Resolución de problemas de flujo de cargas por el método de Gauss-Seidel.
- D. Análisis de fallos de líneas.
- E. Introducción de generación distribuida.

F. Evaluación de estrategias de desarrollo de red.

### 6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.
Transversales.
CT1, CT2, CT3, CT4, CT5
Específicas.
CEE6

### 7.- Metodologías docentes

Clases teóricas de tipo magistral y prácticas de laboratorio.

### 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		37	61
Prácticas	- En aula	10		25	35
	- En el laboratorio	10		10	20
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates		5		8	12
Tutorías		5			5
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		2		10	12
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4			4
TOTAL		60		90	150

### 9.- Recursos

<b>Libros de consulta para el alumno</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apuntes del profesor</li> <li>• Barrero González, Fermín. "Sistemas de energía eléctrica". Editorial PARANINFO, S.A., 2004</li> <li>• Gómez Expósito, Antonio, "Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica", Editorial Mc Graw-Hill.</li> <li>• Stevenson, William D., "Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia", Editorial Mc Graw-Hill</li> <li>• Ignacio Ramírez Rosado. "Problemas resueltos de sistemas de energía eléctrica". Ediciones PARANINFO, S.A., 2007</li> </ul>
<b>Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.</b>
Ficheros de cálculo y programas (software) del profesor.

## 10.- Evaluación

<b>Consideraciones Generales</b>
La evaluación se realizará en dos partes, correspondientes cada una a lo impartido por cada profesor. La calificación final corresponderá a la media entre las dos partes, exigiéndose un mínimo de nota en cada parte para hacer media con la otra.
<b>Criterios de evaluación</b>
<p><u>Parte 1 (Norberto Redondo)</u> La evaluación consistirá en una prueba escrita que constará de preguntas teóricas y resolución de problemas. Exámenes escritos: 100%</p>
<p><u>Parte 2 (Lydia Rozas)</u> La evaluación consistirá en una prueba escrita que constará de preguntas teóricas y resolución de problemas. Exámenes escritos: 80% Resolución de problemas y realización de trabajos: 20%</p> <p>Cada trabajo se evalúa teniendo en cuenta el esfuerzo demostrado por su autor, el grado de consecución de los objetivos perseguidos en cada uno, el grado de cumplimiento de los requisitos enunciados para cada ejercicio, y la participación que el alumno ha tenido en las clases durante la explicación de contenidos a que cada trabajo se refiere.</p> <p>El Profesor tiende a dar el máximo número de matrículas de honor permitidas en función del número de alumnos y de la excelencia mostrada por los más destacados. El suspenso se supera a partir de cierto mínimo absoluto. Las demás calificaciones (ap., not., sob.) se asignan relativamente, en función de una distribución por porcentajes muy similar a la del sistema ECTS.</p>
<b>Instrumentos de evaluación</b>
Únicamente las pruebas escritas realizadas. No se tiene en cuenta la asistencia a las clases.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>

Seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas. Mantener el ritmo de trabajo aconsejado por el profesor. Asistencia a tutorías.
---

<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
--

Repaso de conceptos y problemas. Asistencia a tutorías.
--

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106321	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	4º	Periodicidad	1º Semestre
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	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	Susana Sánchez Orgaz	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	Jueves de 18:00 a 21:00		
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:susan@usal.es">susan@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 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.

Aparamenta 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
TOTAL	<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,. *Prácticas de Instalaciones Eléctricas*, 3ª edición. Ed. REVIDE. Béjar 1998.

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

Reglamentos de alta y de baja tensión  
<https://moodle.usal.es>  
[www.usal.es/electricidad](http://www.usal.es/electricidad)

### 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.

## TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106316 106555	Plan	2010	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	2º Semestre
Área	Ingeniería Textil y Papelera				
Departamento	Ingeniería Química y Textil				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	<a href="http://studium.usal.es">http://studium.usal.es</a>			

### Datos del profesorado

Profesora Coordinadora	Isabel Navarro Sánchez	Grupo/s	1 Grupo Grande XG-Prácticas laboratorio
Departamento	Ingeniería Química y Textil		
Área	Ingeniería Textil y Papelera		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	4ª Planta		
Horario de tutorías	A determinar en 2º Semestre		
URL Web			
E-mail	<a href="mailto:inavarro@usal.es">inavarro@usal.es</a>	Teléfono	Ext. 2259

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

Con esta asignatura se pretende dar al alumno una visión global de los problemas medioambientales relacionados con la actividad humana, especialmente la industrial, que afectan tanto a la atmósfera, como al agua y al suelo. Una vez estudiada la problemática ambiental, se estará en disposición de prevenirla, diagnosticarla, y corregirla o, en su caso, minimizarla, objetivos también de esta asignatura.

Bloque formativo al que pertenece la materia

Materias Obligatorias

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

La TMA se incluye dentro de los planes de estudios de los grados de la familia de la Ingeniería Industrial para permitir al alumno adquirir competencias en educación medioambiental, que lo formen para que en el futuro oriente su actividad ingenieril de cara a un desarrollo sostenible.

Perfil profesional.

Ingeniero Industrial

### 3.- Recomendaciones previas

Conocimientos de Química.

### 4.- Objetivos de la asignatura

Conocer los aspectos más relevantes de la contaminación atmosférica, de las aguas residuales y por residuos sólidos. Desarrollar la capacidad para la selección de equipos e instalaciones de depuración. Adquirir una metodología de evaluación de impacto ambiental. Todo ello dentro de un marco de desarrollo sostenible.

### 5.- Contenidos

#### TEORÍA:

1. Introducción a la problemática ambiental. Medio ambiente y desarrollo sostenible.
2. El agua en la naturaleza y sus propiedades.
3. Características contaminantes del agua
4. Tratamiento de efluentes acuosos: Pretratamientos
5. Tratamiento de efluentes acuosos: Tratamientos primarios-físicos
6. Tratamiento de efluentes acuosos: Tratamientos secundarios-biológicos
7. Tratamiento de efluentes acuosos: Tratamientos terciarios
8. Tratamiento de efluentes acuosos: Tratamiento de fangos
9. Contaminación atmosférica: Tipos de contaminantes, fuentes y efectos.
10. Tratamiento de la contaminación atmosférica: eliminación de partículas y gases contaminantes.
11. Contaminación acústica y por radiaciones.
12. Los residuos sólidos. Origen y tipos.
13. Tratamiento y gestión de residuos sólidos urbanos y de residuos sólidos industriales. Residuos peligrosos. Residuos radioactivos.
14. Evaluación del Impacto Ambiental

#### PRÁCTICAS:

1. Determinaciones previas para una muestra de agua
2. Determinación de sólidos.
3. Determinación de la dureza.
4. Determinación de la demanda química de oxígeno.

### 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.

#### Específicas.

CC10: Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad.

#### 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; CT6: Habilidades en relaciones interpersonales; CT8 Aprendizaje autónomo; CT9. Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.

7.- Metodologías docentes	
<b>Actividades formativas:</b>	<b>ECTS</b>
<b>Actividades de grupo:</b> Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos teóricos y resolución de problemas y/o casos prácticos. Lección magistral y resolución de ejercicios con participación activa del alumnado.	0.9
<b>Actividades de problemas:</b> Resolución de problemas. Explicación personalizada en grupos reducidos sobre los conocimientos y aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Con participación activa del alumno.	0.45
<b>Actividades de prácticas:</b> Prácticas y resolución de casos prácticos. Prácticas en grupos reducidos sobre los conocimientos aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Visitas (**).	0,225
<b>Actividades de seminarios:</b> Seminarios tutelados. Conferencias / presentaciones especializadas, desarrollándose temas complementarios, con participación activa del alumno. Visitas (**).	0.09
<b>Actividades de exposición de trabajos:</b> Exposición y defensa de trabajos. Elaboración, defensa y exposición sobre los conocimientos aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas.	0.135
<b>Tutorías:</b> Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno.	0.045
<b>Pruebas escritas de conocimiento:</b> Desarrollo de los instrumentos de evaluación.	0.18
<b>Actividades no presenciales:</b> Estudio personal de teoría y problemas/prácticas. Elaboración de informes de prácticas, trabajos, y/o relaciones de problemas propuestos por el profesor. Preparación de exámenes.	2.475

(\*\*) Entre las actividades a desarrollar, y si los horarios y el resto de actividades previstas lo permiten, se programará la visita a una EDAR o a una empresa que genere residuos, en función del interés para el desarrollo de la asignatura.

**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	22,5	4	16,5	43
Prácticas	- En aula	11,3	3	7,7
	- En el laboratorio	5,6	2	3,4
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	2,2	1	0,8	4
Exposiciones y debates	3,4	2	5,6	11
Tutorías	1,1		0,9	2
Actividades de seguimiento online			5	5
Preparación de trabajos		1	5	6
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4,5		4	8,5
<b>TOTAL</b>	<b>50,6</b>	<b>13</b>	<b>48,9</b>	<b>112,5</b>

**9.- Recursos**

**Libros de consulta para el alumno**

- Puerto, Ángel: *En torno a la contaminación*. Ed. Diputación de Salamanca, Salamanca (1987).
- Kiely, Gerard: *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión* (Traducción José Manuel Veza). Ed. McGraw Hill, Madrid (1999).
- Freeman, Harry M.: *Manual de prevención de la contaminación industrial*. Ed. McGraw Hill, México (1998).
- Elías, Xavier (Ed.): *Reciclaje de residuos industriales*. Ed. Díaz de Santos. Madrid, 2ª Ed. (2009).
- J. Catalán La Fuente. (1990). *Química del agua*. Ed. Blume, Madrid.
- Degremont: *Manual Técnico del Agua*. 4ª edición. Artes Gráficas Grijelmo, S.A. Uribitarte. Bilbao (1979).
- APJA-AWWA-WPCF. *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Ed. Diaz de Santos, Madrid (1992).
- Metcalf & Eddy: *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 3ª edición. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid (2000).
- Ramalho, R.S.: *Tratamiento de Aguas Residuales*. Ed. Reverté. Barcelona (1996).
- Erias, A. y Álvarez-Campana, J. M.: *Evaluación ambiental y desarrollo sostenible*. Ed. Pirámide, Madrid (2007).
- Ro, Joaquín: *Desarrollo sostenible y evaluación ambiental: del impacto al pacto con nuestro entorno*. Ed. Ámbito, Valladolid (2000).

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

- Bueno JL, Sastre H, Lavin AG. Contaminación e Ingeniería Ambiental. Vol II. Contaminación atmosférica. FICYT, Oviedo (1997).
- Bueno JL, Sastre H, Lavin AG Contaminación e Ingeniería Ambiental. Vol III. Contaminación de las aguas. FICYT, Oviedo (1997).
- Bueno JL, Sastre H, Lavin AG Contaminación e Ingeniería Ambiental. Vol IV. Degradación del

suelo y tratamiento de residuos. FICYT, Oviedo (1997).

## 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 y habilidades planteadas para la asignatura, debiendo en todo caso demostrar las mismas de manera creciente y conjunta, en un proceso de evaluación continua.

### Criterios de evaluación

Pruebas objetivas escritas de conocimiento sobre teoría y resolución de problemas\*: (60 - 80) %  
Evaluación de las prácticas de laboratorio: 20 %  
Tareas encomendadas\*\*: (20-0) %

\*Para aprobar la asignatura será necesario superar estas pruebas, obteniendo una calificación mínima del 50% de la puntuación máxima posible.

\*\*En caso de que las haya, hasta un 20%.

### Instrumentos de evaluación

Tal y como ya se ha señalado, el proceso de evaluación se llevará a cabo teniendo en cuenta el trabajo realizado por el alumno a lo largo del desarrollo de la asignatura, el nivel alcanzado en las competencias descritas y el logro de los objetivos propuestos. Para ello se tendrán en cuenta especialmente:

Exámenes escritos

Informes de prácticas\*\*

Tareas encomendadas

Actitud y participación en clases de la asignatura, seminarios, tutorías y otras actividades.

\*\*La asistencia a las clases prácticas de laboratorio es obligatoria. Si algún alumno no asistiera a dichas clases, o no hubiera satisfecho los requisitos para la superación de las mismas, deberá realizar al final del curso un examen de prácticas, y si este examen no es aprobado, no se considerarán el resto de los requisitos mencionados anteriormente.

### Recomendaciones para la evaluación.

Aparte de estudiar la materia y seguir las recomendaciones del profesor, se tendrán muy en cuenta la participación activa en el aula y en el laboratorio, así como la entrega en los plazos fijados de los trabajos prácticos, su contenido y la exposición oral de éstos, pues ello garantiza cierta eficacia en la adquisición de competencias y en el logro de los objetivos previstos.

### Recomendaciones para la recuperación.

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

## MÁQUINAS HIDRÁULICAS

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106527	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	4º	Periodicidad	2º Semestre
Área	MECÁNICA DE FLUIDOS				
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

### Datos del profesorado

Profesor Coordinador	D. Alberto Sánchez Patrocinio	Grupo / s	1
Departamento	INGENIERÍA MECÁNICA		
Área	MECÁNICA DE FLUIDOS		
Centro	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
Despacho	Planta baja. Laboratorio de Mecánica de Fluidos		
Horario de tutorías	Miércoles 13:00 a 14:00 y 17:30 a 18:30, jueves 13:00 a 14:00 y 17:30 a 18:30		
URL Web			
E-mail	aspatrocinio@usal.es	Teléfono	923408080

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

Bloque formativo al que pertenece la materia	MATERIA COMÚN A LA RAMA INDUSTRIAL
Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.	Permite al alumno adentrarse en el conocimiento y diseño de las máquinas hidráulicas
Perfil profesional.	Ingeniería Mecánica

### 3.- Recomendaciones previas

Se requieren conocimientos avanzados de Mecánica de Fluidos así como el manejo de diferentes sistemas de coordenadas y álgebra vectorial

### 4.- Objetivos de la asignatura

Se pretende que los alumnos adquieran conocimientos suficientes de máquinas hidráulicas para poder diseñar instalaciones que las contengan o utilicen

### 5.- Contenidos

Tema 1. Introducción. Clasificación de las máquinas de fluidos  
Tema 2. Leyes fundamentales del comportamiento fluido para volúmenes de control  
Tema 3. Las turbomáquinas hidráulicas. Clasificación. Ecuación fundamental  
Tema 4. Rendimientos y potencias de las turbomáquinas hidráulicas  
Tema 5. Leyes de semejanza en las turbomáquinas hidráulicas  
Tema 6. Las bombas hidráulicas. Ecuación característica.  
Tema 7. Acoplamiento de bombas en serie y paralelo

### 6.- Competencias a adquirir

#### Básicas/Generales.

GI1: Capacidad de análisis y síntesis

GI4: Conocimientos básicos de la profesión

GI8: Resolución de problemas

GS1: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica

#### Específicas.

CC2: Conocimientos de los principios básicos de la mecánica de fluidos y su aplicación a la resolución de problemas en el campo de la ingeniería. Cálculo de tuberías, canales y sistemas de fluidos

CE2: Conocimientos y capacidades para el cálculo, diseño y ensayo de máquinas

CE6: Conocimiento aplicado de los fundamentos de sistemas y máquinas fluidomecánicas

#### Transversales.

CT1: Capacidad de planificación y organización del trabajo personal

CT6: Capacidad de análisis, crítica, síntesis, evaluación y solución de problemas.

### 7.- Metodologías docentes

ACTIVIDAD DE GRUPO GRANDE: Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos  
ACTIVIDAD DE GRUPO MEDIO (Máximo 30 alumnos): Resolución de problemas y/o casos prácticos  
TUTORÍAS: Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno  
REALIZACIÓN DE EXÁMENES: Desarrollo de los instrumentos de evaluación  
ACTIVIDADES NO PRESENCIALES: Estudio personal. Trabajos. Resolución de problemas.

Preparación de 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		40	10		50
Prácticas	- En aula	40	10	5	55
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática				
	- De campo	3			3
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos			15	15	30
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		5		5	10
<b>TOTAL</b>		<b>90</b>	<b>35</b>	<b>25</b>	<b>150</b>

### 9.- Recursos

#### Libros de consulta para el alumno

FRANK M. WHITE. "Mecánica de Fluidos" (Mc Graw Hill)  
 STREETER, V. L. "Mecánica de los fluidos". Ediciones del Castillo, 1968.  
 MATAIX, C, "Mecánica de fluidos y máquinas hidráulicas". Ediciones de Castillo, 1970  
 LECUONA, A., NOGUEIRA, J. I. "Turbomáquinas. Procesos, análisis y tecnología". Ariel, 2000

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

### 10.- Evaluación

#### Consideraciones Generales

El sistema de evaluación valorará la adquisición de las competencias, debiendo en todo caso demostrar las mismas en un proceso de evaluación continua

#### Criterios de evaluación

Examen escrito de conocimientos generales 70%

Trabajos prácticos dirigidos 30%

#### Instrumentos de evaluación

#### Recomendaciones para la evaluación.

Se darán a conocer los criterios de valoración para las pruebas escritas

Recomendaciones para la recuperación.
Se darán a conocer los criterios de valoración

**PLANTAS TERMOELÉCTRICAS**

**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106326	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	2º semestre
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	lyroz@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
<b>TOTAL</b>	<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.
<b>Criterios de evaluación</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Resolución de problemas.</li><li>- Realización de trabajos de aplicación de los conocimientos.</li><li>- Exámenes escritos.</li></ul>
<b>Instrumentos de evaluación</b>
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.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
Seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas. Resolver los problemas que se propongan en clase. Asistencia a tutorías.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
Repaso de conceptos y problemas. Asistencia a tutorías.

## INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

### 1.- Datos de la Asignatura

Código	106322	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	4º	Periodicidad	2º Semestre
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	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	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 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.

Aparamenta 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

<b>Básicas/Generales.</b>
<b>Específicas.</b>
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.
<b>Transversales.</b>
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

<b>Libros de consulta para el alumno</b>
Juan Manuel García Arévalo. Apuntes de Instalaciones Eléctricas de Alta tensión.
<b>Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.</b>
Reglamento de alta tensión.

## 10.- Evaluación

<b>Consideraciones Generales</b>
Se trata de determinar el conocimiento que ha adquirido el alumno en la asignatura
<b>Criterios de evaluación</b>
Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 % Prácticas de laboratorio y trabajos propuestos: 20 %
<b>Instrumentos de evaluación</b>
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.
<b>Recomendaciones para la evaluación.</b>
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.
<b>Recomendaciones para la recuperación.</b>
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	4º	Periodicidad	2º semestre
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.- Solicitación 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 línea 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.- Perditanca. 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 %

<p><b>Instrumentos de evaluación</b></p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<p><b>Recomendaciones para la evaluación.</b></p> <p>Pruebas escritas: estudio de las preguntas de teoría y de los problemas tipo incluidos en el material de referencia ya indicado.</p> <p>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.</p>
<p><b>Recomendaciones para la recuperación.</b></p> <p>Las mismas</p>