Fichas de Asignaturas. Tercer Curso

Doble Titulación de Grado en

Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Guías Académicas

2015 - 2016

VNiVERSiDAD D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	106323 106422	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1er semestre
Área	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA				
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es/			

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	cembe@usal.es	Teléfono	923 408080 ext. 2237

Repetir análogamente para otros profesores implicados en la docencia

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
TOTAL		**60**		**90**	**150**

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.

ELECTRÓNICA ANALÓGICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	106423	Plan	2010.	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	Tercero	Periodicidad	1er Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Cristina Hernández Fuentevilla	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Tecnología Electrónica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	En 2ª planta.		
Horario de tutorías	Lunes 10:00 a 12:00, Miércoles 10:00 a 11:00 y 12:00 a 13:00, Jueves 10:00 a 12:00		
URL Web			
E-mail	chernan@usal.es	Teléfono	923 408080 Ext. 2235

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Tecnología específica de Electrónica Industrial

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Materia que permite al alumno adquirir competencias sobre conocimientos y aplicaciones de Electrónica Analógica aplicada al campo de la Ingeniería Industrial.

Perfil profesional.
Ingeniería Industrial

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos sobre Teoría de Circuitos y Fundamentos de Electrónica.

4.- Objetivos de la asignatura

Conocer los circuitos analógicos clásicos que dan lugar a amplificación de señal, así como la realimentación, la cual será el paso previo al estudio del amplificador operacional.

Conocimiento y aplicación a circuitos con el amplificador operacional.

Conocimiento de los circuitos generadores de señales así como su filtrado.

Saber diseñar circuitos básicos de sistemas analógicos.

5.- Contenidos

Teoría:

Tema 1. Amplificación.
Tema 2. Realimentación.
Tema 3. El amplificador operacional.
Tema 4. Osciladores.
Tema 5. Filtros activos.
Tema 6. Diseño de sistemas analógicos.

Prácticas:

Práctica 1. Amplificador en EC.
Práctica 2. Amplificador en SC.
Práctica 3. Amplificador realimentado.
Práctica 4. El amplificador operacional I.
Práctica 5. El amplificador operacional II.
Práctica 6. Oscilador I.
Práctica 7. Oscilador II.
Práctica 8. Filtros activos I.
Práctica 9. Filtros activos II.
Práctica 10. Diseño de un sistema analógico.

6.- Competencias a adquirir

Específicas. Básicas/Generales.

1=CEI02.- Conocer los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica.
2=CEI06.- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos.

Transversales.

1=CT1 Capacidad de análisis y síntesis.
2=CT2: Capacidad de organización y planificación.
3=CT3: Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
4=CT4: Resolución de problemas.
5=CT5: Trabajo en equipo.
6=CT6: Habilidades en relaciones interpersonales.
7=CT8: Aprendizaje autónomo.
8=CT9: Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.

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.
Practicas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
Seminarios	Trabajo en profundidad sobre un tema. Ampliación de contenidos de sesiones magistrales.
Exposiciones	Presentación oral por parte de los alumnos de un tema o trabajo (previa presentación escrita).
Atención personalizada (dirigida por el profesor)	
Tutorías	Tiempo atender y resolver dudas de los alumnos.
D) Actividades prácticas autónomas (sin el profesor)	
Preparación de trabajos	Estudios previos: búsqueda, lectura y trabajo de documentación.
Trabajos	Trabajos que realiza el alumno.
Resolución de problemas	Ejercicios relacionados con la temática de la asignatura, por parte del alumno.
Estudio de casos	Planteamiento de un caso donde se debe dar respuesta a la situación planteada.
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		40		40	80
Prácticas	- En aula	4		5	9
	- En el laboratorio	12		8	20
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)	1			1
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		**66**		**84**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Savant, Roden y Carpenter. “Diseño electrónico”. Ed. Addison-Wesley iberoamericana.

M.S. Ghausi. “Circuitos electrónicos discretos e integrados”. Ed. Interamericana.

N. R. Malik. “Circuitos electrónicos”. Ed. Prentice-Hall.

Malvino, Bates. "Principios de Electrónica". Ed. Mc Graw-Hill.

Sedra, Smith. "Dispositivos electrónicos y amplificación de señales". Ed. Mc Graw-Hill.

Franco. "Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos". Ed. Mc Graw-Hill.

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 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:40-50%

Trabajos, prácticas y problemas: 40-50%

Evaluación continua: 0-10%

Instrumentos de evaluación
Pruebas escritas y orales de conocimientos generales y resolución de problemas. Trabajos prácticos y problemas. Resolución y entrega de prácticas. Tutorías personalizadas.

Recomendaciones para la evaluación.
En los trabajos y pruebas escritas, se darán a conocer los criterios de valoración en cada caso. La puntuación máxima de cada prueba y cada pregunta y/o aparatado 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.

TEORÍA DE REDES ELÉCTRICAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	106319	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	3º	Periodicidad	1er semestre
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Plataforma propia desarrollada por los profesores			
	URL de Acceso:	http://electricidad.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Félix Redondo Quintela	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	http://electricidad.usal.es		
E-mail	felixrq@usal.es	Teléfono	923408080 (ext. 2227)

Profesor	Roberto Carlos Redondo Melchor	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de electrónica		
Horario de tutorías	A determinar		
URL Web	http://electricidad.usal.es		
E-mail	roberrm@usal.es	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.

Coeficiente 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 domino 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		**60**	**22**	**68**	**150**

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	1er Semestre
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium Sitio web del área de Ingeniería Eléctrica			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es http://electricidad.usal.es			

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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	jumagar@usal.es	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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	susan@usal.es	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		**60**		**90**	**150**

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, 3 ª 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

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.

INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	106426	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Cristina Hernández Fuentevilla	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Tecnología Electrónica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	En 2ª planta.		
Horario de tutorías	Pendiente de los horarios de clases		
URL Web			
E-mail	chernan@usal.es	Teléfono	923 408080 Ext. 2235

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

Bloque formativo al que pertenece la materia
Tecnología específica de Electrónica Industrial

Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.
Materia que permite al alumno adquirir competencias sobre conocimientos de los sensores y las técnicas de acondicionamiento de señal. Así como aprender a diseñar un sistema de instrumentación.

Perfil profesional.
Ingeniería Industrial

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos sobre Teoría de Circuitos, Fundamentos de Electrónica y Electrónica Analógica.

4.- Objetivos de la asignatura

Conocer el funcionamiento de los sensores y de los convertidores A/D y D/A.

Conocer y aplicar técnicas para el correcto tratamiento de las señales mediante el acondicionamiento de éstas, en particular el uso del amplificador de instrumentación.

Conocer y comprender el funcionamiento de los aparatos de medida.

5.- Contenidos

Teoría:

Tema 1. Sensores.
Tema 2. Conversión analógico-digital y digital-analógica.
Tema 3. Técnicas de acondicionamiento de la señal.
Tema 4. Amplificadores de instrumentación.
Tema 5. Instrumentos de medida.

Prácticas:

Práctica 1. Sensores I.
Práctica 2. Sensores II.
Práctica 3. Sensores III.
Práctica 4. Convertidor analógico-digital.
Práctica 5. Convertidor digital-analógico.
Práctica 6. Acondicionador de señal I.
Práctica 7. Acondicionador de señal II.
Práctica 8. Acondicionador de señal III.
Práctica 9. Amplificador de instrumentación.
Práctica 10. Instrumentos de medida.

6.- Competencias a adquirir

Específicas. Básicas/Generales.
1=CEI05.- Conocimiento aplicado de instrumentación electrónica.

Transversales.
1=CT1 Capacidad de análisis y síntesis.
2=CT2: Capacidad de organización y planificación.
3=CT3: Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.
4=CT4: Resolución de problemas.
5=CT5: Trabajo en equipo.
6=CT6: Habilidades en relaciones interpersonales.
7=CT8: Aprendizaje autónomo.

8=CT9: Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docente de enseñanza-aprendizaje que se van a utilizar, tomando como referencia el catálogo adjunto.

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.
Practicas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
Seminarios	Trabajo en profundidad sobre un tema. Ampliación de contenidos de sesiones magistrales.
Exposiciones	Presentación oral por parte de los alumnos de un tema o trabajo (previa presentación escrita).
Atención personalizada (dirigida por el profesor)	
Tutorías	Tiempo atender y resolver dudas de los alumnos.
D) Actividades prácticas autónomas (sin el profesor)	
Preparación de trabajos	Estudios previos: búsqueda, lectura y trabajo de documentación.
Trabajos	Trabajos que realiza el alumno.
Resolución de problemas	Ejercicios relacionados con la temática de la asignatura, por parte del alumno.
Estudio de casos	Planteamiento de un caso donde se debe dar respuesta a la situación planteada.
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		40		40	80
Prácticas	- En aula	4		5	9

	- En el laboratorio	12		8	20
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)	1			1
Seminarios					
Exposiciones y debates		2		6	8
Tutorías		2			2
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos		1		10	11
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		4		15	19
TOTAL		**66**		**84**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

Cooper, Helfrick. "Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición". Ed. Prentice Hall.

Morris. "Principios de mediciones e instrumentación". Ed. Prentice-Hall.

R. Payas Areny. “Transductores y acondicionadores de señal”. Ed. Marcombo.

R. Payas Areny. “Adquisición y distribución de señales”. Ed. Marcombo.

Savant, Roden, Carpenter. "Diseño electrónico". Ed Addison-Wesley iberoamericana.

J. Díaz Rodríguez, J.A. Jiménez Calvo, F.J. Meca Meca. “ Introducción a la electrónica de medida I y II”. S.P. Universidad de Alcalá.

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 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:40-50%

Trabajos, prácticas y problemas: 40-50%

Evaluación continua: 0-10%

Instrumentos de evaluación

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

Trabajos prácticos y problemas.

Resolución y entrega de prácticas.

Tutorías personalizadas.

Recomendaciones para la evaluación.

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

caso. La puntuación máxima de cada prueba y cada pregunta y/o aparatado 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.

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	106320 106429	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	Tercero	Periodicidad	2º Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es/			

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. 2ª 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 dispositivo 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.
Practicas 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 Portencia". 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 aparatado 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.

REGULACIÓN AUTOMÁTICA

1.- Datos de la Asignatura

Código	106428	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	2º semestre
Área	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA				
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es/			

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	cembe@usal.es	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 digital (regulación con computador) empleados fundamentalmente en el control de procesos de producción industrial.

Perfil profesional.

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

3.- Recomendaciones previas

- Conocimientos de Informática, Electrónica Analógica y Digital.
- Conocimientos sobre fundamentos de Automática.
- Operar correctamente con números complejos.

4.- Objetivos de la asignatura

- Conocer los elementos que integran un sistema de control de procesos industriales así como sus características y funcionamiento.
- Conocer y comprender el funcionamiento de la tecnología utilizada en sistemas de control digital: sensores, actuadores, reguladores.
- Adquirir la metodología para el modelado, diseño y simulación de sistemas de control digital, así como su implementación.
- Manejar con soltura herramientas software para análisis, diseño y simulación de sistemas de control digital (MATLAB/SIMULINK).
- Resolver problemas de control digital de diferente grado de dificultad.
- Conocer y comprender el modo de implementar algoritmos de control mediante diferentes lenguajes de programación.

5.- Contenidos

CONTROL DE PROCESOS POR COMPUTADOR. SISTEMAS DE CONTROL DIGITAL

TEMA 1: Control en tiempo continuo y en tiempo discreto: Sistemas de Control Digital.

TEMA 2: Muestreo y reconstrucción de señales continuas. Sistemas discretos y muestreados.

TEMA 3: Análisis temporal de sistemas discretos y muestreados. Estabilidad y precisión.

TEMA 4: Análisis frecuencial de sistemas continuos, discretos y muestreados.

TEMA 5: Diseño de reguladores en tiempo continuo y en tiempo discreto.

TEMA 6: Configuraciones industriales de regulación con computador.

INFORMÁTICA INDUSTRIAL DE CONTROL: HARDWARE Y SOFTWARE

TEMA 7: Estructura de los sistemas informáticos de control. Control centralizado y Control Distribuido. Equipos para el control de procesos por computador.

TEMA 8: Software para control digital: sistemas operativos y lenguajes de programación.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

PRÁCTICAS DE ANÁLISIS, DISEÑO Y SIMULACIÓN ASISTIDOS POR ORDENADOR: MATLAB/SIMULINK (AULA DE INFORMÁTICA)

1. Modelado de sistemas discretos de control.
2. Análisis temporal de sistemas discretos de control.
3. Análisis frecuencial y del lugar de las raíces de sistemas de control.
4. Diseño de sistemas de control basado en métodos analíticos.
5. Diseño de sistemas de control basado en el lugar de las raíces.
6. Diseño de sistemas de control basado en la respuesta en frecuencia (I).
7. Diseño de sistemas de control basado en la respuesta en frecuencia (II).
8. Otras configuraciones de control digital: control en cascada y control feedforward.

PRÁCTICAS CON EQUIPOS (AULA DE AUTOMÁTICA)

1. Estudio de un sistema de control digital de velocidad de un motor de c.c.
2. Estudio de un sistema de control digital de posición de un motor de c.c.
3. Estudio de un sistema de control digital de nivel de líquido.
4. Estudio de un sistema de control digital de caudal de un fluido.
5. Modelado e identificación de un motor de c.c. Ajuste de un controlador PID mediante métodos empíricos.
6. Modelado e identificación de un depósito de líquido. Ajuste de un controlador PID mediante métodos empíricos.

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 herramientas software: MATLAB/SIMULINK).
- Seminarios de resolución de problemas y ejercicios.
- Tutorías de atención al alumno.

Actividades autónomas del alumno:

- Resolución de problemas.
- Preparación y realización de 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
TOTAL		**60**		**90**	**150**

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

ASTRÖM, K.J. y WITTENMARK, B. "Sistemas controlados por ordenador". Ed. Paraninfo, 1988.
ARACIL SANTONJA, R. y JIMÉNEZ AVELLÓ, A. "Sistemas discretos de control (representación externa)". Sección de Publicaciones de la Universidad Politécnica de Madrid, 1993.
CREUS SOLÉ, A. "Instrumentación industrial". Ed. Marcombo, 2005.
GÓMEZ CAMPOMANES, J. "Problemas resueltos de Control Digital". Ed. Thomson-Paraninfo, 2008.
KUO, B. " *Sistemas automáticos de control* " (7ª Edición). Ed. Prentice-Hall, 1996.
LÓPEZ GARCÍA, H. "Control por computador. Diseño y realización práctica". Univ. de Oviedo, 1993.
OGATA, K. "Sistemas de control en tiempo discreto". Ed. Prentice-Hall, 1996.
PHILLIPS, C.L. y NAGLE, H.T. "Sistemas de control digital. Análisis y diseño". Ed. Gustavo Gili, 1987.

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

Revista de control industrial "Automática e Instrumentación". Ed. CETISA.
Manuales de MATLAB y SIMULINK.
Enlaces:
http://industrial.omron.es/, http://www.rockwellautomation.com/ , http://honeywell.com/
http://www.instrumentacionycontrol.net/, 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.

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	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:	https://moodle.usal.es http://electricidad.usal.es			

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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	jumagar@usal.es	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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	shm@usal.es	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.- Perditancia. 5.4.- Ejemplo práctico. 6.- Estudio de una línea por parámetros concentrados. 6.1.- Modelo en π. 6.2.- Modelo en doble π. 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
TOTAL		**60**		**90**	**150**

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

INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN

1.- Datos de la Asignatura

Código	106322	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	3º	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:	https://moodle.usal.es http://electricidad.usal.es			

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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	jumagar@usal.es	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	https://moodle.usal.es, http://electricidad.usal.es		
E-mail	shm@usal.es	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

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
TOTAL		**60**		**90**	**150**

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.