

Fichas de Asignaturas. Tercer curso

Grado en

Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Guías Académicas

2016 - 2017



MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106421	Plan	Grado en Ingeniería Electrónica y Automática Industrial	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	Semestral
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática				
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	http://studium.usal.es			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Mario Francisco Sutil	Grupo / s	1
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA INDUSTRIAL		
Despacho	3ª PLANTA		
Horario de tutorías	Martes de 13:00 a 14:30 y 16:00 a 17:30; Jueves de 13:00 a 14:30 y 16:00 a 17:30		
URL Web			
E-mail	mfs@usal.es	Teléfono	923408080 (Ext. 2271)

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

MATERIAS ESPECIFICAS DE LA TITULACIÓN

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

Materia que permitirá a los estudiantes obtener conocimientos básicos del modelado y simulación de sistemas continuos, mediante lenguajes de simulación basados en bloques y en expresiones.

Perfil profesional.

Ingeniería Industrial.

Ingeniería en Electrónica y Automática.

Docencia e investigación.

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos de Cálculo Diferencial e Integral, Cálculo numérico, Física e Informática

4.- Objetivos de la asignatura

Adquirir conocimientos sobre los fundamentos del modelado y simulación de sistemas continuos para analizar su comportamiento y posibilitar la aplicación de técnicas de control automático. Ser capaz de modelar y simular mediante ordenador sistemas básicos utilizando un lenguaje orientado a expresiones y a bloques. Comprender las técnicas numéricas de simulación básicas.

5.- Contenidos

Teóricos:

Módulo I: *Fundamentos*

Tema 1. Introducción a las técnicas de modelado y simulación. Definiciones y conceptos básicos.

Módulo II: *Modelado y Simulación de Sistemas Continuos*

Tema 2. Modelado de sistemas continuos: Tipología de modelos matemáticos. Formalización de modelos. Obtención de modelos matemáticos: modelado e identificación. Ejemplos de modelado de sistemas sencillos. Estimación de parámetros. Validación de modelos.

Tema 3. Aspectos numéricos de la simulación: El concepto de simulación digital de sistemas continuos. Métodos numéricos de simulación de ODEs. Algoritmos de integración. Métodos explícitos e implícitos. Errores y estabilidad. Sistemas *stiff*. Lazos algebraicos.

Tema 4. Lenguajes de simulación de sistemas continuos: Clasificación. Lenguajes de simulación orientados a bloques: descripción del modelo, ordenación de bloques y estructura de cálculo. SIMULINK como ejemplo de lenguaje de simulación orientado a bloques. Lenguajes de simulación orientados a expresiones: Estándar CSSL'67. ACSL como ejemplo de lenguaje de simulación orientado a expresiones.

Módulo III: *Modelado y Simulación de Sistemas de Eventos Discretos*

Tema 5. Principios básicos del modelado y simulación de Sistemas de Eventos Discretos: Conceptos básicos. Formalismos de representación.

Prácticos (aula de informática):

- Modelado y simulación con MATLAB & SIMULINK
- Modelado y simulación con Easy Java
- Modelado y simulación de sistemas de eventos discretos.

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.

CC6: Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.
CEI07: Conocimientos y capacidad para el modelado y simulación de sistemas.

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.
CT2: Capacidad de organización y planificación.
CT4: Resolución de problemas.

7.- Metodologías docentes**Actividades formativas:**

Actividades de grupo grande: Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos. Lección magistral y resolución de ejercicios por el profesor. Resolución de problemas y/o casos prácticos.

Clases prácticas: Explicación y aplicación de los contenidos teóricos en el aula de informática.

Actividades no presenciales: Estudio personal. Realización de las prácticas y elaboración de informes. Resolución de problemas.

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		10	
Prácticas	- En aula	10		20	
	- En el laboratorio				
	- En aula de informática	25		40	
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones y debates					
Tutorías		2			
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos				30	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes		3			
TOTAL		60		90	150

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

- CELLIER, F.; KOFMAN, E. Continuous systems simulation, Springer, 2006
- CELLIER, F.; Continuous systems modelling. Springer, 1991
- OGATA, K. "Ingeniería de Control Moderna". Edit. Prentice-Hall. Edición posterior a 1993.
- DORF, R.C. "Sistemas Modernos de Control. Teoría y Práctica". Edit. Adisson Wesley Iberoamericana. 1989 (o posterior).
- HIMMELBLAU, D. M. & BISCHOFF, K.B. "Análisis y Simulación de Procesos". Ed. Reverté.
- CREUS, A. "Simulación y Control de Procesos Industriales". Editorial Marcombo. 1987 (o posterior).
- LAW, A.M. & KELTON, W.D. "Simulation Modeling & Analysis". Editorial McGraw-Hill. 1991 (o posterior).
- Manuales de usuario y de referencia de MATLAB/Simulink y Easy Java

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 relativas al modelado y simulación de sistemas, y la capacidad para resolver problemas reales, debiendo en todo caso demostrar las mismas de manera conjunta.

Criterios de evaluación

Los porcentajes de la nota final asignados a cada uno de los criterios de evaluación son los siguientes, siendo necesaria una nota mínima de 4 puntos sobre 10 en cada parte para realizar la media aritmética de ambas calificaciones:

- Exámenes sobre conceptos teóricos y problemas: 50%
- Entrega y defensa oral de trabajos prácticos: 50%

En los casos en los que sea necesaria recuperación, el alumno realizará nuevamente las partes en las que haya obtenido menos de 5 puntos.

Instrumentos de evaluación

Exámenes escritos de teoría y problemas
Exámenes orales (defensa de las prácticas)
Informes de las prácticas realizadas

Recomendaciones para la evaluación.

Seguimiento de las clases teóricas y prácticas
Realización de las prácticas de forma paralela al desarrollo de la parte teórica
Estudio personal del alumno
Asistencia a tutorías para resolución de dudas

Recomendaciones para la recuperación.

Detectar las deficiencias en la adquisición de competencias
Corregir estas deficiencias insistiendo en los aspectos de mayor dificultad

AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106422	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	3º	Periodicidad	1º semestre
Área	INGENIERÍA DE SISTEMAS Y AUTOMÁTICA				
Departamento	INFORMÁTICA Y AUTOMÁTICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	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 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	1 ^{er} Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:				
	URL de Acceso:				

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Cristina Hernández Fuentesvilla	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Tecnología Electrónica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	En 2 ^a 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

<p>Específicas. Básicas/Generales.</p> <p>1=CEI02.- Conocer los fundamentos y aplicaciones de la electrónica analógica.</p> <p>2=CEI06.- Capacidad para diseñar sistemas electrónicos analógicos.</p>
<p>Transversales.</p> <p>1=CT1 Capacidad de análisis y síntesis.</p> <p>2=CT2: Capacidad de organización y planificación.</p> <p>3=CT3: Comunicación oral y escrita en la lengua nativa.</p> <p>4=CT4: Resolución de problemas.</p> <p>5=CT5: Trabajo en equipo.</p> <p>6=CT6: Habilidades en relaciones interpersonales.</p> <p>7=CT8: Aprendizaje autónomo.</p> <p>8=CT9: Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.</p>

7.- Metodologías docentes

Actividades introductorias (dirigidas por el profesor)	
Actividades introductorias	Dirigidas a tomar contacto y recoger información de los alumnos y presentar la asignatura.
Actividades teóricas (dirigidas por el profesor)	
Sesión magistral	Exposición de los contenidos de la asignatura.
Actividades prácticas guiadas (dirigidas por el profesor)	
Prácticas en el aula	Formulación, análisis, resolución y debate de un problema o ejercicio, relacionado con la temática de la asignatura.
Prácticas en laboratorios	Ejercicios prácticos en laboratorios.
Prácticas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
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 apartado en que se divida el examen será conocido por el alumno.

Recomendaciones para la recuperación.

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

SISTEMAS DIGITALES**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106424	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	Tercero	Periodicidad	1 ^{er} Semestre
Área	Tecnología Electrónica				
Departamento	Física Aplicada				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.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	Pendiente de los horarios de clases		
URL Web			
E-mail	torre@usal.es	Teléfono	923 408080 Ext. 2245

Profesor Coordinador	Teodoro Martínez Fernández	Grupo / s	
Departamento	Física Aplicada		
Área	Tecnología Electrónica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	3ª planta.		
Horario de tutorías	Pendiente de los horarios de clases		
URL Web			
E-mail	teodoro@usal.es	Teléfono	923 408080 Ext. 2203

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 sobre los fundamentos y aplicaciones de microprocesadores y microcontroladores.

Perfil profesional.

Ingeniería Industrial

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos básicos sobre física (electricidad, magnetismo y ondas), álgebra de Boole y sistemas de numeración y códigos.

4.- Objetivos de la asignatura

Conocer los dispositivos microprocesadores y microcontroladores.

Conocer y diferenciar las características de los dispositivos mencionados anteriormente.

Conocer y saber diseñar circuitos básicos con microcontroladores.

5.- Contenidos

Teoría:

Tema 1.- Introducción a los microcontroladores.

Tema 2.- Introducción a los microcontroladores PIC.

Tema 3.- Microcontroladores PIC16F8X.

Tema 4.- Microcontroladores PIC16F87X.

Tema 5.- Aplicaciones con microcontroladores.

Prácticas:

Práctica 1.- Utilización de los sistemas de desarrollo con microcontroladores.

Práctica 2.- Programación y simulación de los programas con microcontroladores.

Práctica 3.- Realización de un juego de luces con microcontroladores.

Práctica 4.- Uso de las interrupciones del microcontrolador.

Práctica 5.- Programación y gestión de retardos y temporizaciones.

Práctica 6.- Manejo de displays y LCD con microcontroladores.

Práctica 7.- Utilización del módulo de captura, comparación y PWM.

Práctica 8.- Programación y conexión del módulo de conversión A/D.

Práctica 9.- Utilización del módulo de comunicaciones.

Práctica 10.- Control de un proceso sencillo con microcontrolador.

6.- Competencias a adquirir

De Tecnología Específica Electrónica Industrial.

CEI3. Conocimiento de los fundamentos y aplicaciones de la electrónica digital y microprocesadores.

Transversales.

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

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

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

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

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

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

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

CT9: Desarrollar la capacidad para planificar, dirigir equipos, tomar decisiones y aceptar responsabilidades. Saber plantear una solución técnica con originalidad y tener capacidad para buscar los elementos que faciliten llevarla a cabo.

7.- Metodologías docentes

Actividades introductorias (dirigidas por el profesor)

Actividades introductorias	Dirigidas a tomar contacto y recoger información de los alumnos y presentar la asignatura.
----------------------------	--

Actividades teóricas (dirigidas por el profesor)

Sesión magistral	Exposición de los contenidos de la asignatura.
------------------	--

Actividades prácticas guiadas (dirigidas por el profesor)

Prácticas en el aula	Formulación, análisis, resolución y debate de un problema o ejercicio, relacionado con la temática de la asignatura.
----------------------	--

Prácticas en laboratorios	Ejercicios prácticos en laboratorios.
---------------------------	---------------------------------------

Prácticas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
--------------------------------	---

Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
----------------------------	--

Atención personalizada (dirigida por el profesor)

Tutorías	Tiempo para atender y resolver dudas de los alumnos.
----------	--

Pruebas de evaluación

Pruebas objetivas de preguntas cortas	Preguntas sobre un aspecto concreto.
---------------------------------------	--------------------------------------

Pruebas de desarrollo	Preguntas sobre un tema más amplio
-----------------------	------------------------------------

Pruebas prácticas	Pruebas que incluyen actividades, problemas o casos a resolver.
-------------------	---

Pruebas orales	Pruebas orales con preguntas abiertas y/o cerradas
----------------	--

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

		Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
		Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales		8		10	18
Prácticas	- En aula				
	- En el laboratorio	48		60	108
	- En aula de informática				
	- 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

PALACIOS, E., REMIRO, F., LÓPEZ, L.J. "Microcontrolador PIC16F84, desarrollo de proyectos". Ed. Rama, 2004.

ANGULO, J.M., ROMERO, S., ANGULO, I. "Microcontroladores PIC, diseño práctico de aplicaciones PIF16F87X", Editorial McGrawHill, ISBN: 84-841-2858-3

ANGULO, J.M., ANGULO, I. "Microcontroladores PIC, diseño práctico de aplicaciones", Editorial McGrawHill, ISBN: 84-841-2496-0

ANGULO, J.M., MARTÍN, E., ANGULO, I. "Microcontroladores PIC, La solución en un chip". Ed. Paraninfo, 1997.

GARCÍA, E. "Compilador C CCS y simulador proteus para microcontroladores PIC". Ed. Marcombo S.A., 2008.

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, que culminará con la entrega y defensa de un diseño basado en microcontroladores.

Criterios de evaluación

Pruebas escritas, principalmente test, de conocimientos sobre teoría y resolución de problemas: 20%.

Trabajos, prácticas y problemas propuestos: 80%. Defensa escrita y oral.

Instrumentos de evaluación

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

Trabajos prácticos y ejercicios propuestos.

Resolución y entrega de prácticas.

Recomendaciones para la evaluación.

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

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

La puntuación máxima de cada prueba y cada pregunta y/o apartado será conocido por el alumno.

Recomendaciones para la recuperación.

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

AMPLIACIÓN Y CÁLCULO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106425	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	3	Periodicidad	1º semestre
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica.				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	http://moodle.usal.es/login/			

Datos del profesorado

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

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

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

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre Fundamentos de Electricidad: Electroestática, Corrientes estacionarias, Magnetostática y Máquinas Eléctricas.
Conocimiento de Cálculo Diferencial e Integral y de Teoría de Circuitos.

4.- Objetivos de la asignatura

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

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

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

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

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

5.- Contenidos

Programa de Teoría

TEMA 1.- Ampliación de motores de corriente continua.

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

TEMA 2.- Ampliación de máquinas síncronas.

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

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

TEMA 3.- Ampliación de transformadores.

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

TEMA 4.- Ampliación de máquinas asíncronas.

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

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

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

TEMA 7.- Diseño de las máquinas síncronas y asíncronas. Generadores asíncronos. Cálculo estático de un motor de corriente alterna. Cálculo del devanado y plan de

arrollamiento de los motores de corriente alterna, monofásicos y trifásicos. Devanados concéntricos. Devanados ondulados. Devanados imbricados.

Prácticas de Laboratorio

Máquinas de corriente continuas

- Característica exterior c.c. con LabVIEW.

Máquinas síncronas.

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

Transformadores.

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

Motores asíncronos

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

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Transversales.

CT1, CT2, CT4, CT5

Específicas.

CEE1, CEE12

7.- Metodologías docentes

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

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

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

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

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

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

Criterios de evaluación

Examen escrito de conocimientos generales y problemas prácticos: 80 %

Examen de prácticas: 20 %

Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas sobre las distintas máquinas estudiadas en la asignatura.

Recomendaciones para la evaluación.

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

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

Recomendaciones para la recuperación.

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

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 docentes 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.
Prácticas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
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 apartado en que se divida el examen será conocido por el alumno.

Recomendaciones para la recuperación.

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

ROBÓTICA INDUSTRIAL**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106427	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 estudio de sistemas robotizados empleados fundamentalmente en procesos de fabricación industrial.
Perfil profesional.
Esta asignatura contribuye a que los alumnos sean capaces de implantar y programar robots industriales, habilitándoles para poder desarrollar esa actividad profesional.

3.- Recomendaciones previas

- Conocimientos de Informática, Máquinas Eléctricas, Electrónica Analógica y Digital.
- Conocimientos sobre fundamentos de Automática, Regulación Automática y Automatización Industrial.

4.- Objetivos de la asignatura

- Conocer los elementos que integran un sistema robotizado así como sus características y funcionamiento.
- Conocer y utilizar correctamente las herramientas matemáticas utilizadas en Mecánica de Robots.
- Adquirir la metodología para el modelado y análisis de un manipulador robótico.
- Manejar con soltura herramientas software para análisis de robots (MATLAB/SIMULINK).
- Resolver problemas de Robótica Industrial de diferente grado de dificultad.
- Conocer y comprender los diferentes modos de programación de robots industriales y algunos lenguajes de programación.
- Conocer las aplicaciones y criterios más importantes de selección de un robot industrial.

5.- Contenidos

TEMA 1: Introducción a la Robótica. Morfología del robot.

TEMA 2: Herramientas matemáticas para la localización espacial.

TEMA 3: Cinemática del robot.

TEMA 4: Dinámica del robot.

TEMA 5: Control cinemático.

TEMA 6: Control dinámico.

TEMA 7: Programación de robots.

TEMA 8: Aplicaciones y criterios de implantación de un robot.

PROGRAMA DE PRÁCTICAS

PRÁCTICAS DE ANÁLISIS Y SIMULACIÓN: MATLAB/SIMULINK (AULA DE INFORMÁTICA)

6. Herramientas matemáticas para la localización espacial
7. Cinemática del robot.
8. Dinámica del robot.
9. Control cinemático.
10. Control dinámico.

PRÁCTICAS CON ROBOT DIDÁCTICO MENTOR (AULA DE AUTOMÁTICA)

7. Estudio de la precisión del robot.
8. Determinación del espacio de trabajo. Cinemática del robot.

PRÁCTICAS DE PROGRAMACIÓN Y SIMULACIÓN: COSIMIR (AULA DE INFORMÁTICA)

1. Programación de un robot industrial y simulación del movimiento.

6.- Competencias a adquirir

Básicas/Generales.

Específicas.

CEI09 Conocimientos de los principios y aplicaciones de los sistemas robotizados.

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.

CT2: Capacidad de organización y planificación.

CT4: Resolución de problemas.

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 y simulación mediante herramientas software).
- 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		24	44
Prácticas	- En aula	10	12	22
	- En el laboratorio	6	4	10
	- En aula de informática	14	10	24
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios	2			2
Exposiciones y debates				
Tutorías	1			1
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	3		20	23
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4		20	24
TOTAL	60		90	150

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

BARRIENTOS, A. et al. "Fundamentos de Robótica". Ed. McGraw-Hill, 2007.
 FU, K.S.; GONZÁLEZ, R.C.; LEE, C.S.G. "Robótica: control, detección, visión e inteligencia". Ed. McGraw-Hill, 1988.
 RENTERÍA, A. et al. "Robótica Industrial". Ed. McGraw-Hill, 2000.
 TORRES, F. et al. "Robots y sistemas sensoriales". Ed. Prentice-Hall, 2002.

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

Enlaces web de robots industriales comerciales:
 abb, fanuc, kuka, motoman, adept, ...
www.petercorke.com/ (Toolbox Robotics. MATLAB)

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.

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

Profesor coordinador	Mario Francisco Sutil	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	E. T. S. I. I. de Béjar		
Despacho	3ª planta		
Horario de tutorías	Martes de 11:00 a 12:00 y 15:30 a 17:30; Jueves de 13:00 a 14:00 y 17:30 a 19:30		
URL Web			
E-mail	mfs@usal.es	Teléfono	923 408080 ext. 2271

Profesor coordinador	Silvana Revollar Chávez	Grupo / s	1
Departamento	Informática y Automática		
Área	Ingeniería de Sistemas y Automática		
Centro	E. T. S. I. I. de Béjar		
Despacho	3ª planta		
Horario de tutorías			
URL Web			
E-mail	srevolla@usal.es	Teléfono	

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)

11. Modelado de sistemas discretos de control.
12. Análisis temporal de sistemas discretos de control.
13. Análisis frecuencial y del lugar de las raíces de sistemas de control.
14. Diseño de sistemas de control basado en métodos analíticos.
15. Diseño de sistemas de control basado en el lugar de las raíces.
16. Diseño de sistemas de control basado en la respuesta en frecuencia (I).
17. Diseño de sistemas de control basado en la respuesta en frecuencia (II).
18. Otras configuraciones de control digital: control en cascada y control feedforward.

PRÁCTICAS CON EQUIPOS (AULA DE AUTOMÁTICA)

9. Estudio de un sistema de control digital de velocidad de un motor de c.c.
10. Estudio de un sistema de control digital de posición de un motor de c.c.
11. Estudio de un sistema de control digital de nivel de líquido.
12. Estudio de un sistema de control digital de caudal de un fluido.
13. Modelado e identificación de un motor de c.c. Ajuste de un controlador PID mediante métodos empíricos.
14. 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.

ELECTRÓNICA INDUSTRIAL**1.- Datos de la Asignatura**

Código	106429	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	Tercero	Periodicidad	2 ^{do} 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 dispositivos de potencia.
- Tema 2.- Convertidores de corriente continua a corriente continua.
- Tema 3.- Convertidores de corriente alterna a corriente continua.
- Tema 4.- Convertidores de corriente alterna a corriente alterna.
- Tema 5.- Convertidores de corriente continua a corriente alterna.
- Tema 6.- Refrigeración de semiconductores de potencia.

Prácticas:

- Práctica 1.- Disparo y bloqueo de circuitos con tiristores.
- Práctica 2.- Rectificadores no controlados y controlados.
- Práctica 3.- Reguladores de corriente alterna.
- Práctica 4.- Inversores.
- Práctica 5.- Simulación de circuitos de potencia.

6.- Competencias a adquirir

De Tecnología Específica Electrónica Industrial.

CEI4. Conocimiento aplicado de electrónica de potencia

Transversales.

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

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

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

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

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

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

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

CT9: Desarrollar la capacidad para planificar, dirigir equipos, tomar decisiones y aceptar responsabilidades. Saber plantear una solución técnica con originalidad y tener capacidad para buscar los elementos que faciliten llevarla a cabo.

7.- Metodologías docentes

Describir las metodologías docentes 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.
Prácticas en aula informáticas	Ejercicios prácticos a través de las TIC, sobre la teoría
Prácticas de visualización	Ejercicios de identificación visual de objetos o preparaciones
Atención personalizada (dirigida por el profesor)	
Tutorías	Tiempo para atender y resolver dudas de los alumnos.

Pruebas de evaluación	
Pruebas objetivas de preguntas cortas	Preguntas sobre un aspecto concreto.
Pruebas de desarrollo	Preguntas sobre un tema más amplio
Pruebas prácticas	Pruebas que incluyen actividades, problemas o casos a resolver.
Pruebas orales	Pruebas orales con preguntas abiertas y/o cerradas

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

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

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno
HART, D.W. "Electrónica de Potencia". Ed. Prentice, 2001.
RASHID, M.H. "Electrónica de Potencia. Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones". Ed. Prentice Hall, 1995.
MOHAN, N., UNDELAND, T.M. and ROBBINS, W.P. "Power Electronics: Converters, Applications and Design". 2ª Ed. Ed. John Wiley and Sons, 1995.
TORREBLANCA, J., SÁNCHEZ, E., ROZAS, L. "Problemas de Electrónica de Potencia". Ed. Revide, 2003.
Otras referencias bibliográficas, electrónicas o cualquier otro tipo de recurso.
Apuntes del profesor

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

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

Criterios de evaluación

Exámenes escritos de conocimientos sobre teoría y resolución de problemas:40-50%
Trabajos, prácticas y problemas propuestos: 40-50%

Instrumentos de evaluación

Pruebas escritas y orales de conocimientos generales y resolución de problemas.
Trabajos prácticos y problemas propuestos.
Resolución y entrega de prácticas.

Recomendaciones para la evaluación.

En los trabajos y pruebas escritas, se darán a conocer los criterios de valoración en cada caso.
Para poder superar la asignatura han de obtenerse en todas las pruebas que se realicen para la evaluación una nota superior al 25% del total de cada prueba.
La puntuación máxima de cada prueba y cada pregunta y/o apartado en que se divida el examen será conocido por el alumno.

Recomendaciones para la recuperación.

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