

Fichas de Asignaturas. Cuarto curso

Doble Grado en

Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Electrónica Industrial y Automática

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Guías Académicas

2016 - 2017



AMPLIACIÓN Y CÁLCULO DE MÁQUINAS ELÉCTRICAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	106325 106425	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIO	Curso	4	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: Electrostática, Corrientes estacionarias, Magnetostática y Máquinas Eléctricas.

Conocimiento de Cálculo Diferencial e Integral y de Teoría de Circuitos

4.- Objetivos de la asignatura

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

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

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

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

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

5.- Contenidos

Programa de Teoría

TEMA 1.- Ampliación de motores de corriente continua.

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

TEMA 2.- Ampliación de máquinas síncronas.

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

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

TEMA 3.- Ampliación de transformadores.

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

TEMA 4.- Ampliación de máquinas asíncronas.

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

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

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

TEMA 7.- Diseño de las máquinas síncronas y asíncronas. Generadores asíncronos. Cálculo estatístico 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.

SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

1.- Datos de la Asignatura

Código	106330	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatoria	Curso	4º	Periodicidad	1 S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Ingeniería Mecánica				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Web abierta, Studium			
	URL de Acceso:	www.usal.es/electricidad y https://moodle.usal.es/			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	Norberto Redondo Melchor	Grupo / s	Eléctrico
Departamento	Ingeniería Mecánica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Béjar		
Despacho	1ª Planta		
Horario de tutorías	Ju + Vi 17:30 - 20:30 h		
URL Web	www.usal.es/electricidad		
E-mail	norber@usal.es	Teléfono	667 365 675

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

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

Bloque formativo al que pertenece la materia

Materias obligatorias

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

Asignatura obligatoria de Grado en Ingeniería Eléctrica

Perfil profesional.

Graduado en ingeniería, esp. electricidad.

3.- Recomendaciones previas

Se recomienda cursar primero Teoría de Circuitos e Instalaciones Eléctricas.

4.- Objetivos de la asignatura

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

5.- Contenidos

Teoría

1. ESTRUCTURA Y REPRESENTACIÓN DE SISTEMAS DE POTENCIA

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

- 5.4 Criterio de Chauvenet
- 5.5 Otros métodos estadísticos
- 6 Ejercicios resueltos
- 7 Problemas propuestos

- 2. MODELO ELÉCTRICO DE LOS SISTEMAS DE POTENCIA
- 1 Análisis de redes malladas
 - 1.1 Transformación de ramas con fuentes independientes
 - 1.2 Fuentes de intensidad con un terminal común y referencia de potenciales
 - 1.3 Fuentes de tensión
 - 1.4 Solución de la red
- 2 Redes de secuencia y esquema unifilar
 - 2.1 Componentes simétricas
 - 2.2 Impedancias para los distintos sistemas
 - 2.3 Redes de secuencia
 - 2.4 Diagrama de redes de secuencia
 - 2.5 Esquema unifilar
- 3 Redes de dos puertos y parámetros de transmisión
 - 3.1 Redes de dos puertos
 - 3.2 Parámetros de transmisión
 - 3.3 Conexiones de dos redes de dos puertos entre sí
 - 3.4 Líneas como redes de dos puertos
 - 3.5 Condensadores en serie y reactancias en paralelo
 - 3.6 Transformadores como redes de dos puertos
 - 3.7 Obtención de parámetros de combinaciones de multipolos
- 4 Ejercicios resueltos
- 5 Problemas propuestos

- 3. ESTUDIO DE SISTEMAS (I): ANÁLISIS DE FLUJOS DE CARGA
- 1 Flujos de carga en sistemas de potencia
- 2 Método de resolución de problemas de flujo de cargas
 - 2.1 Datos iniciales
 - 2.2 Tensiones de nudo
 - 2.3 Matriz de admitancias
 - 2.4 Intensidades de fuente en cada nudo
 - 2.5 Potencias de fuente en cada nudo
 - 2.6 Potencia que se entrega a cada línea
 - 2.7 Pérdidas de potencia en la red y rendimiento
- 3 Modelo simplificado para redes resistivas
 - 3.1 Parámetros del modelo simplificado
 - 3.2 Solución del modelo simplificado
 - 3.3 Obtención de pérdidas y rendimientos
- 4 Ejercicios resueltos
- 5 Problemas propuestos

- 4. ESTUDIO DE SISTEMAS (II): SITUACIONES ESTABLES
- 1 Consideraciones generales
- 2 Análisis de sistemas por el método simplificado
 - 2.1 Funcionamiento de la herramienta de cálculo (v. 2012.a)
 - 2.2 Interpretación de resultados
 - 2.3 Cálculos con Mathematica®
- 3 Condiciones de análisis
 - 3.1 Mantenimiento de la tensión
 - 3.2 Nuevas líneas
 - 3.3 Generación distribuida
- 4 Ejercicios resueltos

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

TRABAJOS DIRIGIDOS

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

Prácticas de laboratorio

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

6.- Competencias a adquirir

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

7.- Metodologías docentes

Clases teóricas de tipo magistral y prácticas de laboratorio.

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.		
Sesiones magistrales	24		37	61
Prácticas	- En aula	10	25	35
	- En el laboratorio	10	10	20
	- En aula de informática			
	- De campo			
	- De visualización (visu)			
Seminarios				
Exposiciones y debates	5		8	12
Tutorías	5			5
Actividades de seguimiento online				
Preparación de trabajos	2		10	12
Otras actividades (detallar)				
Exámenes	4			4
TOTAL	60		90	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- Apuntes del profesor
- Barrero González, Fermín. "Sistemas de energía eléctrica". Editorial PARANINFO, S.A., 2004
- Gómez Expósito, Antonio, "Análisis y operación de sistemas de energía eléctrica", Editorial Mc Graw-Hill.
- Stevenson, William D., "Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia", Editorial Mc Graw-Hill

- Ignacio Ramírez Rosado. "Problemas resueltos de sistemas de energía eléctrica". Ediciones PARANINFO, S.A., 2007

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

Ficheros de cálculo y programas (software) del profesor.

10.- Evaluación

Consideraciones Generales

La evaluación se realizará en dos partes, correspondientes cada una a lo impartido por cada profesor. La calificación final corresponderá a la media entre las dos partes, exigiéndose un mínimo de nota en cada parte para hacer media con la otra.

Criterios de evaluación

Parte 1 (Norberto Redondo)

La evaluación consistirá en una prueba escrita que constará de preguntas teóricas y resolución de problemas.

Exámenes escritos: 100%

Parte 2 (Lydia Rozas)

La evaluación consistirá en una prueba escrita que constará de preguntas teóricas y resolución de problemas.

Exámenes escritos: 80%

Resolución de problemas y realización de trabajos: 20%

Cada trabajo se evalúa teniendo en cuenta el esfuerzo demostrado por su autor, el grado de consecución de los objetivos perseguidos en cada uno, el grado de cumplimiento de los requisitos enunciados para cada ejercicio, y la participación que el alumno ha tenido en las clases durante la explicación de contenidos a que cada trabajo se refiere.

El Profesor tiende a dar el máximo número de matrículas de honor permitidas en función del número de alumnos y de la excelencia mostrada por los más destacados. El suspenso se supera a partir de cierto mínimo absoluto. Las demás calificaciones (ap., not., sob.) se asignan relativamente, en función de una distribución por porcentajes muy similar a la del sistema ECTS.

Instrumentos de evaluación

Únicamente las pruebas escritas realizadas.
No se tiene en cuenta la asistencia a las clases.

Recomendaciones para la evaluación.

Seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas.

Mantener el ritmo de trabajo aconsejado por el profesor.

Asistencia a tutorías.

Recomendaciones para la recuperación.

Repaso de conceptos y problemas.

Asistencia a tutorías.

MODELADO Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	106421	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	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	dfs@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*

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

Módulo II: *Modelado y Simulación de Sistemas Continuos*

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.

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.

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*

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

SISTEMAS DIGITALES

1.- Datos de la Asignatura

Código	106424	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	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 aparatado será conocido por el alumno.

Recomendaciones para la recuperación.

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

INFORMATICA INDUSTRIAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	106431	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	OBLIGATORIA	Curso	4º	Periodicidad	1º CUATRIM.
Área	INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA				
Departamento	INFORMATICA Y AUTOMATICA				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es/			

Datos del profesorado

Profesor Coordinador	SEBASTIAN MARCOS LOPEZ	Grupo / s	1
Departamento	INFORMATICA Y AUTOMATICA		
Área	INGENIERIA DE SISTEMAS Y AUTOMATICA		
Centro	ESCUELA TECNICA SUPERIOR DE INGENIERIA INDUSTRIAL		
Despacho	AULA DE AUTOMATICA		
Horario de tutorías			
URL Web	http://bit.ly/sebasmarcos		
E-mail	sebas@usal.es	Teléfono	923 408080 ext 2236

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

<p>Bloque formativo al que pertenece la materia</p> <p>Pertenece a la familia de asignaturas de especialización en automática: Regulación Automática, Automatización Industrial, Informática Industrial, Robótica Industrial, Modelado y Simulación, Control Inteligente y Control Avanzado, todas ellas materias del área de Ingeniería de Sistemas y Automática.</p>
<p>Papel de la asignatura dentro del Bloque formativo y del Plan de Estudios.</p> <p>Esta asignatura presenta un fuerte contenido tecnológico aplicado y utiliza e integra conceptos de todas las asignaturas de especialización de la titulación orientando hacia el mundo profesional</p>
<p>Perfil profesional.</p> <p>La necesidad de controlar de forma integrada y óptima las Plantas industriales, junto con la necesidad de incorporar elementos de supervisión e interacción con los diferentes elementos de control que intervienen en un proceso productivo, han hecho aparecer una serie de programas de supervisión gráfica que permiten, mediante un ordenador PC o una red de</p>

ordenadores, monitorizar y supervisar elementos tales como Autómatas programables (PLCs), Módulos de Adquisición de Datos, Controladores Digitales, Convertidores de Frecuencia, etc. . Estos son los llamados programas *SCADA*.

Estos programas de Supervisión Gráfica permiten, mediante la generación de sinópticos del proceso, monitorizar el estado de variables, trazar curvas de tendencias en tiempo real, generar archivos históricos, gestionar alarmas y fallos del proceso, generar informes a medida, etc. En general, proporcionan los elementos básicos de Control, Monitorización y Supervisión más herramientas de desarrollo que permiten crear elementos adicionales para la adaptación del Software a los diferentes procesos productivos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y las aplicaciones SCADA se diseñan para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar cualquier tipo de proceso de producción industrial.

3.- Recomendaciones previas

- Conocimientos básicos de Fundamentos de Automática, Regulación Automática, Automatización Industrial e Instrumentación Electrónica

4.- Objetivos de la asignatura

Los principales objetivos de esta asignatura son:

- presentar el concepto piramidal de automatización integral de la producción y su evolución tecnológica a partir de los distintos tipos conceptuales de procesos industriales
- introducir al alumno en las bases de las comunicaciones analógicas y digitales, los medios y técnicas de transmisión, los protocolos y arquitecturas de las comunicaciones digitales y los enlaces físicos más utilizados en las comunicaciones entre dispositivos
- proporcionar una visión de los estándares de las redes industriales y los buses de campo, profundizando en los sistemas de comunicaciones más utilizados en los entornos industriales
- mostrar al alumnos de la tecnología que se emplea para la monitorización y supervisión de procesos industriales en la actualidad.
- familiarizar al alumno con un software SCADA dotado de potentes funciones de supervisión de procesos industriales
- dotar al alumno de los fundamentos necesarios para acometer proyectos reales de automatización integral de procesos industriales con vistas al desarrollo de su futura actividad profesional

5.- Contenidos

CONTENIDOS:

BLOQUE TEMÁTICO 1: INTRODUCCION A LA AUTOMATIZACION INTEGRAL DE LA PRODUCCION

Tema 1. Introducción a los sistemas de control industrial

BLOQUE TEMÁTICO 2: FUNDAMENTOS DE COMUNICACIONES

Tema 2. Introducción a los sistemas de comunicaciones

Tema 3. Medios de transmisión

Tema 4. Transmisión de información analógica

Tema 5. Transmisión de información digital

BLOQUE TEMÁTICO 3: REDES DE COMUNICACIONES INDUSTRIALES

Tema 6. Comunicaciones industriales. Características y tipos

Tema 7. Redes de planta o empresa

Tema 8. Redes de célula y campo. Buses de campo

BLOQUE TEMÁTICO 4: SISTEMAS DE SUPERVISION INDUSTRIAL

Tema 9. Tecnología del nivel de supervisión. PC's industriales. Paneles de operador

Tema 10. Software de supervisión de procesos. Sistemas de control distribuido. Sistemas SCADA

PLAN DE PRACTICAS

1. Fundamentos de comunicaciones con Matlab

2. Configuración de buses industriales

3. Diseño de aplicaciones SCADA

3.1. Descripción y configuración del sistema

3.2. Administración de variables: variables de proceso, variables internas, drivers de comunicaciones para buses y redes

3.3. Diseño de gráficos y pantallas (imágenes, ventanas, textos, campos ...). Sinópticos de procesos. Interfaz de operador (HMI)

3.4. Avisos (alarmas): formato de avisos, textos de aviso, archivos de avisos

3.5. Archivos y tendencias: archivos de valores de medida, gráficos de valores históricos y en tiempo real

3.6. Informes: impresión de avisos e informes del proceso

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.

Competencias Genéricas

CG1: Capacidad para la redacción, firma y desarrollo de proyectos en el ámbito de la ingeniería industrial que tengan por objeto la construcción, reforma, reparación, conservación, demolición, fabricación, instalación, montaje o explotación de: estructuras, equipos mecánicos, instalaciones energéticas, instalaciones eléctricas y electrónicas, instalaciones y plantas industriales y procesos de fabricación y automatización.

CG2: Capacidad para la dirección, de las actividades objeto de los proyectos de ingeniería descritos en el epígrafe anterior.

CG3: Conocimiento en materias básicas y tecnológicas, que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CG8: Capacidad para aplicar los principios y métodos de la calidad.

CG9: Capacidad de organización y planificación en el ámbito de la empresa, y otras instituciones y organizaciones.

Competencias Transversales

- Competencias Instrumentales:

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.

CT10: Conocimientos generales básicos.

CT14: Toma de decisiones

- Competencias interpersonales:

CT5: Trabajo en equipo.

CT6: Habilidades en relaciones interpersonales.

CT7: Adaptación al mundo laboral.

CT15: Capacidad crítica y autocrítica.

- Competencias sistémicas:

CT9: Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.

CT21: Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.

CT22: Capacidad de aprender.

CT23: Capacidad para adaptarse a nuevas situaciones.

CT24: Liderazgo.

CT27: Preocupación por la calidad.

Común a la rama industrial:

CC6: Conocimientos sobre los fundamentos de automatismos y métodos de control.

Competencias específicas:

ED5A: Uso de herramientas modernas

CEI10: Conocimiento aplicado de informática industrial y comunicaciones

7.- Metodologías docentes

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

Actividades dirigidas por el profesor:

- Actividades introductorias de contacto con los alumnos y presentación de la asignatura
- Sesiones magistrales en aula
- Prácticas en el aula de resolución de problemas y ejercicios
- Prácticas en laboratorio con equipos de automatización industrial
- Prácticas en laboratorio de diseño de aplicaciones SCADA con ordenador
- Prácticas externas (visita a empresas de producción industrial)
- Seminarios tutelados de resolución de ejercicios prácticos
- Exposiciones por parte de los alumnos de trabajos individuales y en grupo
- Tutorías individualizadas de atención al alumno

Actividades autónomas del alumno:

- Trabajos individuales y en grupo
- Resolución de problemas relacionados con la temática de la asignatura, por parte del alumno.
- Estudio de casos prácticos industriales reales

Pruebas de evaluación:

- Pruebas objetivas de tipo test
- Pruebas prácticas de resolución de ejercicios y problemas
- Exposición de trabajos individuales y en grupo

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 (teoría)		26		20	46
Prácticas	- En aula (problemas y casos prácticos)	4		8	12
	- En el laboratorio	30			30
	- En aula de informática				
	- De campo	sin asignar			
	- De visualización (visu)				
Seminarios					
Exposiciones (trabajo individual y grupal)		3		7	10
Tutorías (individuales y grupales)					
Actividades de seguimiento online					
Preparación de trabajos (individual y grupal)				50	50
Otras actividades (detallar)					
Exámenes (prueba de evaluación)		2			2
TOTAL		65		85	150

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- [1] ARNEDO. " *Fabricación integrada por computador. CIM* "
Ed. Marcombo, 1992
- [2] HAYKIN . " *Sistemas de comunicación* "
Ed. Limusa Wiley, 2002
- [3] TOMASI. " *Sistemas de comunicaciones electrónicas* " (4ª Edición)
Ed. Prentice Hall, 2002
- [4] TANENBAUM. " *Redes de computadoras* " (5ª Edición)
Ed. Pearson, 2012
- [5] GUERRERO et al. " *Comunicaciones industriales* ".
Ed. Marcombo, 2010
- [6] BALCELLS/ROMERAL. " *Autómatas programables* ".
Ed. Marcombo, 1997
- [7] CASTRO GIL et al. " *Comunicaciones industriales* "
Ed. UNED, 2003
- [8] MAHALIK. " *Fieldbus technology: industrial network standards for real-time distributed control* "
Ed. Springer-Verlag, 2003
- [9] RODRIGUEZ PENIN. " *Sistemas SCADA* " (3ª Edición)
Ed. Marcombo, 2011

[10] BAILEY. " *Practical SCADA for industry*"

Ed. Newnes Books, 2003

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

Revista *Automática e Instrumentación* . Edita TecniPublicaciones

Webs de interés para la Tecnología de Informática Industrial :

Siemens(www.siemens.com)

Emerson (www.EmersonProcess.es)

Endress+Hauser (www.es.endres.com)

Rockwell (www.rockwellautomation.com)

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

De acuerdo con las directrices del EEES, para la evaluación de las competencias y capacidades adquiridas se adoptará un sistema basado en evaluación continua.

La asistencia a prácticas es obligatoria.

Criterios de evaluación

- Sistema de calificaciones: La nota final de la asignatura estará comprendida entre 0 y 10 puntos. La asignatura se supera con una puntuación final de 5 puntos.

La nota final de la asignatura se obtendrá mediante suma de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación, con los siguientes pesos:

- Trabajo individual sobre un tema de comunicaciones, 10%
- Trabajo desarrollado en grupo de 2/3 personas sobre una aplicación SCADA de supervisión de un proceso industrial con exposición final, 20%
- Prueba teórico-práctica final, 70%

En caso de no superar la asignatura en la convocatoria ordinaria, la convocatoria de recuperación constará de las mismas actividades de evaluación, con idéntica ponderación.

Instrumentos de evaluación

- Trabajo individual: el estudiante deberá realizar un trabajo individual sobre un tema de comunicaciones

- Trabajo en grupo: los estudiantes deberán realizar en grupo una aplicación SCADA de una planta o proceso industrial real a elección de los alumnos y que deberán exponer en clase a sus compañeros.

- Prueba teórico-práctica final (teoría tipo test + problemas prácticos)

Recomendaciones para la evaluación.

1. Asistencia continuada a las clases, que van soportadas en material didáctico multimedia

- | |
|---|
| <ol style="list-style-type: none">2. Lectura detenida y comprensiva de los conceptos teóricos y resolución de problemas propuestos3. Preparar el trabajo individual sintetizando lo principal, utilizando materiales y bibliografía proporcionada por el profesor.4. Seleccionar en grupo un proceso industrial a elegir, estudiar sus fases y maquinaria asociada para elaborar una aplicación completa de supervisión |
|---|

Recomendaciones para la recuperación.
--

Idénticas a las de evaluación

TECNOLOGÍA DEL MEDIO AMBIENTE

1.- Datos de la Asignatura

Código	106316 106416	Plan	2010	ECTS	4,5
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	2º Semestre
Área	Ingeniería Textil y Papelera				
Departamento	Ingeniería Química y Textil				
Plataforma Virtual	Plataforma:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle2.usal.es/			

Datos del profesorado

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

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

Con esta asignatura se pretende dar al alumno una visión global de los problemas medioambientales relacionados con la actividad humana, especialmente la industrial, y que afectan al agua, a la atmósfera y al suelo. Una vez estudiada la problemática ambiental debida a la contaminación, se estará en disposición de prevenirla, minimizarla, o bien corregirla si no hay otra opción, objetivos también de esta asignatura.

Bloque formativo al que pertenece la materia

Materias Obligatorias

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

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

Perfil profesional.

Ingeniero Industrial

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos de Química.

4.- Objetivos de la asignatura

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

5.- Contenidos

TEORÍA:

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

PRÁCTICAS:

1. Determinaciones previas para una muestra de agua
 2. Determinación de sólidos.
 3. Determinación de la dureza.
 4. Determinación de la demanda química de oxígeno.
- (Alguna de estas prácticas podría ser intercambiada por otra si se considerara oportuno)

6.- Competencias a adquirir

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

Específicas.

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

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis; CT2: Capacidad de organización y planificación; CT3: Comunicación oral y escrita en la lengua nativa; CT4: Resolución de problemas; CT5: Trabajo en equipo; CT6: Habilidades en relaciones interpersonales; CT8 Aprendizaje autónomo; CT9. Creatividad, Iniciativa y espíritu emprendedor.

7.- Metodologías docentes

	ECTS
Actividades formativas:	
Actividades de grupo: Exposición, explicación y ejemplificación de los contenidos teóricos y resolución de problemas y/o casos prácticos. Lección magistral y resolución de ejercicios con participación activa del alumnado.	0,9
Actividades de problemas: Resolución de problemas. Explicación personalizada en grupos reducidos sobre los conocimientos y aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Con participación activa del alumno.	0,45
Actividades de prácticas: Prácticas y resolución de casos prácticos. Prácticas en grupos reducidos sobre los conocimientos aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas. Visitas (**).	0,225
Actividades de seminarios: Seminarios tutelados. Conferencias / presentaciones especializadas, desarrollándose temas complementarios, con participación activa del alumno. Visitas (**).	0,09
Actividades de exposición de trabajos: Exposición y defensa de trabajos. Elaboración, defensa y exposición sobre los conocimientos aplicaciones mostradas en las clases teóricas y de problemas.	0,135
Tutorías: Seguimiento personalizado del aprendizaje del alumno.	0,045
Pruebas escritas de conocimiento: Desarrollo de los instrumentos de evaluación.	0,18
Actividades no presenciales: Estudio personal de teoría y problemas/prácticas. Elaboración de informes de prácticas, trabajos, y/o relaciones de problemas propuestos por el profesor. Preparación de exámenes.	2,475

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

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

	Horas dirigidas por el profesor		Horas de trabajo autónomo	HORAS TOTALES	
	Horas presenciales.	Horas no presenciales.			
Sesiones magistrales	22,5	4	16,5	43	
Prácticas	- En aula	11,3	3	7,7	24
	- En el laboratorio	5,6	2	3,4	11
	- En aula de informática				
	- De campo				
	- De visualización (visu)				
Seminarios	2,2	1	0,8	4	
Exposiciones y debates	3,4	2	5,6	11	
Tutorías	1,1		0,9	2	
Actividades de seguimiento online			5	5	
Preparación de trabajos		1	5	6	
Otras actividades (detallar)					
Exámenes	4,5		4	8,5	
TOTAL	50,6	13	48,9	112,5	

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

- Puerto, Ángel: *En torno a la contaminación*. Ed. Diputación de Salamanca, Salamanca (1987).
- Kiely, Gerard: *Ingeniería Ambiental: Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión* (Traducción José Manuel Veza). Ed. McGraw Hill, Madrid (1999).
- Freeman, Harry M.: *Manual de prevención de la contaminación industrial*. Ed. McGraw Hill, México (1998).
- J. Catalán La Fuente. *Química del agua*. Ed. Blume, Madrid. (1990).
- Degremont: *Manual Técnico del Agua*. 4ª edición. Artes Gráficas Grijelmo, S.A. Uribitarte. Bilbao (1979).
- APJA-AWWA-WPCF. *Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales*. Ed. Diaz de Santos, Madrid (1992).
- Metcalf & Eddy: *Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización*. 3ª edición. Ed. Mc Graw-Hill. Madrid (2000).
- Ramalho, R.S.: *Tratamiento de Aguas Residuales*. Ed. Reverté. Barcelona (1996).
- Erias, A. y Álvarez-Campana, J. M.: *Evaluación ambiental y desarrollo sostenible*. Ed. Pirámide, Madrid (2007).
- Ro, Joaquín: *Desarrollo sostenible y evaluación ambiental: del impacto al pacto con nuestro entorno*. Ed. Ámbito, Valladolid (2000).
- Russell, David L. *Tratamiento de aguas residuales. Un enfoque práctico*. Ed. Reverté. Barcelona (2012).
- Tchobanoglous G., Theisen H. and Vigil S.: *Gestión integral de residuos sólidos* Ed. McGraw Hill, Madrid (1996)
- Elías, Xavier (Ed.): *Reciclaje de residuos industriales*. Ed. Díaz de Santos. Madrid, 2ª Ed. (2009).

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

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

10.- Evaluación

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

Consideraciones Generales

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

Criterios de evaluación

Pruebas objetivas escritas de conocimiento sobre teoría y resolución de problemas*: (60 - 80) %

Evaluación de las prácticas de laboratorio: 20 %

Tareas encomendadas**: (20-0) %

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

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

Instrumentos de evaluación

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

Exámenes escritos

Informes de prácticas**

Tareas encomendadas

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

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

Recomendaciones para la evaluación.

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

Recomendaciones para la recuperación.

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

PLANTAS TERMOELÉCTRICAS

1.- Datos de la Asignatura

Código	106326	Plan	2010	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	Periodicidad	Semestral 2S
Área	Ingeniería Eléctrica				
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica				
Plataforma Virtual	Plataformas:	Studium			
	URL de Acceso:	https://moodle.usal.es/			

Datos del profesorado

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

Profesor	Raúl García Ovejero	Grupo / s	Todos
Departamento	Física, Ingeniería y Radiología Médica		
Área	Ingeniería Eléctrica		
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial		
Despacho	1ª planta, laboratorio de máquinas eléctricas		
Horario de tutorías	Lunes y martes de 16:00 a 19:00		
URL Web			
E-mail	raulovej@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 del funcionamiento y el diseño de las plantas térmicas de generación de energía eléctrica.

Perfil profesional.

Ingeniería Industrial.

3.- Recomendaciones previas

Conocimientos sobre Teoría de Circuitos, Máquinas Eléctricas y Termodinámica.

4.- Objetivos de la asignatura

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

5.- Contenidos

La materia se divide en los siguientes temas:

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

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

TEMA 3. Centrales térmicas de turbinas de gas.

TEMA 4. Centrales térmicas de ciclo combinado.

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

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

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

TEMA 8. Mando y control de las centrales.

Prácticas de Laboratorio

- Exposiciones audio-visuales comentadas de los diversos tipos de centrales.
- Arranque y estudio del comportamiento de un grupo de generación síncrono
- Acoplamiento del alternador de una central eléctrica a la red.
- Grupos independientes de generación: acoplamiento en paralelo entre dos dínamos.
- Grupos independientes de generación: acoplamiento en paralelo entre dos alternadores.

--

6.- Competencias a adquirir

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

Básicas/Generales.

--

Específicas.

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

Transversales.

CT1: Capacidad de análisis y síntesis.

CT2: Capacidad de organización y planificación.

CT4: Resolución de problemas.

CT5: Trabajo en equipo.

7.- Metodologías docentes

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

8.- Previsión de distribución de las metodologías docentes

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

9.- Recursos

Libros de consulta para el alumno

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

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

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

10.- Evaluación

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

Consideraciones Generales

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

Criterios de evaluación

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

Instrumentos de evaluación

Exámenes escritos: 80%

Resolución de problemas y realización de trabajos prácticos dirigidos: 20%

Se realizarán pruebas parciales. Para hacer la nota media entre las pruebas y obtener la calificación final se exigirá una nota mínima en cada prueba.

Recomendaciones para la evaluación.

Seguimiento de las clases, tanto teóricas como prácticas.

Resolver los problemas que se propongan en clase.

Asistencia a tutorías.

Recomendaciones para la recuperación.

Repaso de conceptos y problemas.

Asistencia a tutorías.

ROBÓTICA INDUSTRIAL

1.- Datos de la Asignatura

Código	106427	Plan	2009	ECTS	6
Carácter	Obligatorio	Curso	4º	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)

1. Herramientas matemáticas para la localización espacial
2. Cinemática del robot.
3. Dinámica del robot.
4. Control cinemático.
5. Control dinámico.

PRÁCTICAS CON ROBOT DIDÁCTICO MENTOR (AULA DE AUTOMÁTICA)

1. Estudio de la precisión del robot.
2. 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.