



Universidad  
del País Vasco

Euskal Herriko  
Unibertsitatea

ZIENTZIA  
ETA TEKNOLOGIA  
FAKULTATEA  
FACULTAD  
DE CIENCIA  
Y TECNOLOGÍA

# GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA

## Facultad de Ciencia y Tecnología

### Guía de Curso del Estudiante (Tercer curso)

Curso académico 2018/2019

#### Tabla de contenido

<b>1.- Información del grado en Ingeniería Electrónica.....</b>	<b>2</b>
Presentación.....	2
Competencias de la titulación.....	2
Estructura de los estudios de grado.....	3
Estructura Cronológica.....	4
Estructura Modular.....	6
Las asignaturas del tercer curso en el contexto del grado.....	6
Tipos de actividades a realizar.....	7
Plan de acción tutorial.....	7
<b>2.- Información específica para el grupo 01 (castellano).....</b>	<b>7</b>
Profesorado del grupo.....	7
Coordinadores.....	8
Calendario y horario.....	8
<b>3.- Información detallada sobre las asignaturas de tercer curso.....</b>	<b>8</b>
Tabla resumen.....	8
Guías docentes de las asignaturas de tercer curso.....	9

---

# 1.- Información del grado en Ingeniería Electrónica

---

## Presentación

---

Nº de plazas de nuevo ingreso ofertadas: 50 Créditos

ECTS<sup>1</sup> del título: 240

Nº mínimo de créditos ECTS de matrícula: 18

Lenguas utilizadas a lo largo del proceso formativo: Castellano/Euskera

La Ingeniería Electrónica (Electrical and Computer Engineering) es una disciplina que abarca un conjunto diverso de tecnologías electrónicas y de la información en constante proceso de evolución: Microelectrónica, Materiales semiconductores, Radiocomunicaciones, Desarrollo software, Tratamiento de señal, Instrumentación, Sensores, etc.

El Grado en Ingeniería Electrónica (IE) mantiene un equilibrio formativo entre ciencia y tecnología (prepara ingenieros/as con una consistente base científica).

El objetivo principal es obtener una formación sólida en el análisis y diseño de dispositivos y sistemas electrónicos en todas sus posibles aplicaciones, así como de aquellos aspectos relacionados con la investigación, desarrollo e innovación en dicho ámbito.

También se proponen, entre otros, los siguientes objetivos generales del grado en IE:

- Desarrollar capacidades analíticas y de pensamiento lógico a través del estudio de aquellas partes de la física y de las matemáticas que están orientadas especialmente hacia la electrónica.
- Adquirir una visión global del contenido fundamental de la IE (materiales, dispositivos, circuitos y sistemas) y una capacitación suficiente en la utilización de los conocimientos teóricos y prácticos en sus diferentes áreas que permita la obtención de soluciones a problemas tanto académicos como profesionales.
- Iniciar estudios de especialización orientados sobre todo a aquellos relacionados con la investigación, el desarrollo y la innovación.
- Formar profesionales que comprendan los desarrollos de la electrónica moderna, y que adquieran habilidades necesarias para participar en el desarrollo de la tecnología del mañana.

## Competencias de la titulación

---

De forma resumida las competencias a conseguir por un alumno que estudie IE son:

- Utilizar y conocer las bases de la física y las matemáticas para resolver problemas con especial proyección actual y futura sobre la Ingeniería Electrónica (IE).
- Manejar herramientas computacionales propias de la IE orientadas a la simulación de dispositivos, circuitos y sistemas.
- Poseer habilidades de análisis y diseño de sistemas electrónicos en campos relacionados con la IE que posibiliten una preparación de calidad para estudios posteriores y una mejor integración profesional del estudiante
- Conocer, describir, analizar, diseñar, validar y optimizar dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos, así como prototipos, en diversas áreas de aplicación (tecnologías de la información y las comunicaciones, adquisición y tratamiento de datos, instrumentación, control, etc.).
- Poseer habilidades de planificación, de organización y de comunicación (oral, escrita y multimedia), y de realizar estudios de prospectiva en la IE y campos afines,

---

<sup>1</sup> 1 ECTS = 1 crédito europeo = 25 horas de trabajo del estudiante, tanto presencial (en aula, seminarios, laboratorios,...) como no presencial (trabajo por su cuenta sin presencia del profesorado)

- Poseer capacidad de crítica y creatividad, de forma autónoma y en grupo, de toma de decisiones, de asunción de responsabilidades, de liderazgo y de compromiso con la calidad.

## **Estructura de los estudios de grado**

El Grado de IE se ha construido enfatizando una formación científica sólida en física y matemáticas (tronco común con el Grado de Física, los dos primeros cursos). Esta característica dota al plan de estudios alto valor añadido y gran flexibilidad, permitiendo al alumnado retrasar la toma de decisión entre Ingeniería y Ciencia, facilitando la transversalidad entre los grados de IE y Física, e incluso, la obtención de la doble titulación.

En la siguiente tabla se resume la estructura del grado.

1º (60ECTS de materias básicas)	7 asignaturas básicas (3 anuales y 4 cuatrimestrales) que proporcionan las bases para una formación científica sólida en física y matemáticas, así como los fundamentos de la programación y la computación.
2º (60ECTS de materias obligatorias)	7 asignaturas obligatorias (3 anuales y 4 cuatrimestrales) que pretenden: Profundizar las materias estudiadas en el primer curso con objeto de adquirir una formación científica sólida en física y matemáticas. Adquirir las bases en electrónica necesarias para el resto del grado
3º (60ECTS de materias obligatorias)	10 asignaturas cuatrimestrales obligatorias que: Proporcionen una formación amplia en campos propios de la electrónica y sus aplicaciones tecnológicas, utilizando las bases de los dos primeros cursos
4º (18ECTS de materias obligatorias, 42ECTS de materias optativas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo Fin de Grado</li> <li>• 1 asignatura cuatrimestral obligatoria</li> <li>• 42ECTS de materias optativas.</li> </ul> <p>Las asignaturas optativas se pueden agrupar libremente o por especialidades (30ECTS) dando una formación más específica que permita acceder a diferentes perfiles profesionales. Las especialidades serían:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrumentación y Control</li> <li>• Sistemas Electrónicos de Propósito General</li> <li>• Física</li> </ul>

Está prevista la impartición bilingüe de toda la obligatoriedad y de una especialidad.

## Estructura Cronológica

Primer Curso			
ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CRÉDITOS
ÁLGEBRA LINEAL Y GEOMETRÍA I	Básica	Anual	12
CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL I	Básica	Anual	12
FÍSICA GENERAL	Básica	Anual	12
FUNDAMENTOS DE PROGRAMACIÓN	Básica	Cuatrimestre 2	6
INTRODUCCIÓN A LA COMPUTACIÓN	Básica	Cuatrimestre 1	6
QUÍMICA I	Básica	Cuatrimestre 1	6
TÉCNICAS EXPERIMENTALES I	Básica	Cuatrimestre 2	6

Segundo Curso			
ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CRÉDITOS
ANÁLISIS VECTORIAL Y COMPLEJO	Obligatoria	Anual	9
ELECTROMAGNETISMO I	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
ELECTRÓNICA	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
FÍSICA MODERNA	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
MECÁNICA Y ONDAS	Obligatoria	Anual	15
MÉTODOS MATEMÁTICOS	Obligatoria	Anual	12
TÉCNICAS EXPERIMENTALES II	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6

Tercer Curso			
ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CRÉDITOS
ARQUITECTURA DE COMPUTADORES	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
CIRCUITOS LINEALES Y NO LINEALES	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
CONTROL AUTOMÁTICO I	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y OPTOELECTRÓNICOS	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
ELECTROMAGNETISMO II	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
ELECTRÓNICA ANALÓGICA	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
ELECTRÓNICA DIGITAL	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
INSTRUMENTACIÓN I	Obligatoria	Cuatrimestre 2	6
SEÑALES Y SISTEMAS	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6
TÉCNICAS ACTUALES DE PROGRAMACIÓN	Obligatoria	Cuatrimestre 1	6

Cuarto Curso			
ASIGNATURA	TIPO	DURACIÓN	CRÉDITOS
EMPRESA Y PROYECTOS	Obligatoria	Cuatrimestre 1	7.5
TRABAJO FIN DE GRADO	Obligatoria	Cuatrimestre 2	10.5
OPTATIVIDAD*			42

\*Ver tabla a continuación

Cuarto Curso OPTATIVIDAD		
ESPECIALIDAD INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL		
ASIGNATURA	DURACIÓN	CRÉDITOS
CONTROL AUTOMÁTICO II	Cuatrimestre 2	6
INSTRUMENTACIÓN II	Cuatrimestre 1	6
SENSORES Y ACTUADORES	Cuatrimestre 1	6
ESPECIALIDAD SISTEMAS ELECTRÓNICOS DE PROPÓSITO GENERAL		
ASIGNATURA	DURACIÓN	CRÉDITOS
DISEÑO DE SISTEMAS DIGITALES	Cuatrimestre 1	6
ELECTRÓNICA DE COMUNICACIONES	Cuatrimestre 2	6
MICROELECTRÓNICA Y MICROSISTEMAS	Cuatrimestre 1	6
SISTEMAS DE ALTA FRECUENCIA	Cuatrimestre 1	6
ESPECIALIDAD FÍSICA		
ASIGNATURA	DURACIÓN	CRÉDITOS
FÍSICA CUÁNTICA	Anual	12
ÓPTICA	Cuatrimestre 1	6
TERMODINÁMICA Y FÍSICA ESTADÍSTICA	Anual	12

PLAN DIRECTOR DE EUSKERA		
ASIGNATURA	DURACIÓN	CRÉDITOS
NORMA Y USO DE LA LENGUA VASCA	Cuatrimestre 1	6
COMUNICACIÓN EN EUSKERA: CIENCIA Y TECNOLOGÍA	Cuatrimestre 2	6

## Estructura Modular

El grado está estructurado en módulos en los que se trabajan grupos más específicos de competencias y se desarrollan destrezas concretas.

MÓDULO	ASIGNATURAS
Herramientas Matemáticas para la Ingeniería	Álgebra Lineal y Geometría I, Cálculo Diferencial e Integral I, Análisis Vectorial y Complejo, Métodos Matemáticos
Fundamentos Científicos para la Ingeniería	Física General, Química I, Técnicas Experimentales I, Mecánica y Ondas, Electromagnetismo I, Física Moderna, Técnicas Experimentales II
Fundamentos de la Ingeniería Electrónica	Introducción a la Computación, Fundamentos de Programación, Electrónica, Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos, Señales y Sistemas, Circuitos Lineales y no Lineales, Instrumentación I, Electromagnetismo II
Técnicas de Diseño en la Ingeniería Electrónica	Electrónica Digital, Electrónica Analógica, Control Automático I, Técnicas Actuales de Programación, Arquitectura de Computadores
Instrumentación y Control	Sensores y Actuadores, Control Automático II, Instrumentación II, Electrónica de Potencia, Sistemas Operativos y Tiempo Real
Sistemas Electrónicos de Propósito	Diseño de Sistemas Digitales, Microelectrónica y Microsistemas, Electrónica de Comunicaciones, Sistemas de Alta Frecuencia, Comunicación de datos y Redes
Física	Física Cuántica, Termodinámica y Mecánica Estadística, Óptica
Proyecto y Empresa	Trabajo de Fin de Grado, Empresa y Proyectos, Prácticas externas (voluntarias)
Plan Director de Euskara	Norma y Uso de la Lengua Vasca Comunicación en Euskera: Ciencia y Tecnología

## Las asignaturas del tercer curso en el contexto del grado

Una vez adquirida, durante los dos primeros cursos, una formación sólida en los fundamentos de la física, las matemáticas y la electrónica general, el tercer curso aborda las materias centrales de la Ingeniería Electrónica, las cuales constituyen el tronco específico y fundamental de la formación. Todas las asignaturas son obligatorias y cubren los principales campos de la electrónica y sus aplicaciones tecnológicas. Así, se imparten asignaturas fundamentales del ámbito de la tecnología electrónica (**Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Circuitos Lineales y no Lineales, Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos**), de la ingeniería de sistemas (**Control Automático I, Señales y Sistemas**), de la ingeniería de la información (**Arquitectura de Computadores, Técnicas Actuales de Programación**) y de la instrumentación electrónica

(*Instrumentación I*). Asimismo, se cursa la asignatura de *Electromagnetismo II* en la que se profundiza en la propagación y radiación de ondas electromagnéticas. Esta asignatura se imparte de manera común con el grado de Física.

## ***Tipos de actividades a realizar***

---

El carácter altamente experimental de la titulación se refleja en las actividades docentes de la mayor parte de las asignaturas de este tercer curso. De este modo, además de las clases magistrales, la docencia de este curso destaca por las siguientes características:

- Alto número de sesiones prácticas, tanto en laboratorio de instrumentación electrónica como en laboratorio de ordenadores.
- Seminarios específicos para analizar problemas abiertos y ejemplos de aplicación realistas con grupos de alumnos reducidos.
- Gran número de sesiones dedicadas a la resolución de ejercicios y problemas prácticos (problemas de aula) con participación activa de los estudiantes.
- Realización y exposición de trabajos personales en temas relacionados con las diferentes asignaturas.

## ***Plan de acción tutorial***

---

La Facultad de Ciencia y Tecnología tiene un plan de tutorización del alumnado desde el 2001, cuando se creó la figura del profesor tutor. La función del tutor consiste básicamente en guiar al estudiante durante su periplo universitario. El alumnado de primero de grado en su totalidad tendrá asignado al comienzo del curso un profesor tutor que imparte clases en el grado y al que podrán recurrir, según sus necesidades, para que les oriente y asesore en el ámbito académico, personal y profesional. Durante la primera quincena del curso se explicará la dinámica prevista dentro del plan de tutorización.

## **2.- Información específica para el grupo 01 (castellano)**

---

### ***Profesorado del grupo***

---

La información sobre el profesorado (datos de contacto, horas de tutoría) que imparte las asignaturas de este grupo puede consultarse en la web institucional del grado:

<https://www.ehu.eus/es/grado-ingenieria-electronica/profesorado>

Para acceder a la información de un profesor/a en el enlace anterior basta con pinchar en el nombre del profesor/a

## Coordinadores

CARGOS	PROFESORADO (departamento)	Télefono e-mail	Despacho
COORDINADORA DE TERCER CURSO	<b>María Victoria Martínez</b> (Electricidad y Electrónica)	94 601 5368 <a href="mailto:victoria.martinez@ehu.eus">victoria.martinez@ehu.eus</a>	CD4.P1.3
COORDINADOR DE LABORATORIOS DOCENTES	<b>Luis Javier Rodríguez</b> (Electricidad y Electrónica)	94 601 2716 <a href="mailto:luisjavier.rodriguez@ehu.eus">luisjavier.rodriguez@ehu.eus</a>	CD3.P1.21
COORDINADORA DE PLAN DE ACCIÓN TUTORIAL	<b>Aitziber Anakabe</b> (Electricidad y Electrónica)	94 601 5944 <a href="mailto:aitziber.anakabe@ehu.eus">aitziber.anakabe@ehu.eus</a>	CD4.P1.21
COORDINADORA DE GRADO	<b>Inés del Campo</b> (Electricidad y Electrónica)	94 601 2551 <a href="mailto:ines.delcampo@ehu.eus">ines.delcampo@ehu.eus</a>	CD4.P1.18

## Calendario y horario

El calendario lectivo del Centro puede consultarse en la página web:

<https://www.ehu.eus/es/web/ztf-fct/calendario>

La versión oficial de los horarios, con la correspondiente información sobre las aulas donde se impartirá cada actividad, así como el calendario oficial de exámenes, se publicará y actualizará en la web de la Facultad:

<https://www.ehu.eus/es/web/ztf-fct/ordutegiak-azterketak-eta-tribunalak>

## 3.- Información detallada sobre las asignaturas de tercer curso

### Tabla resumen

Primer Cuatrimestre							
ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS	DISTRIBUCIÓN HORAS POR TIPO DOCENCIA*				
			M	S	GA	GL	GO
ELECTROMAGNETISMO II	Obligatoria	6	36	3	21		
ELECTRÓNICA DIGITAL	Obligatoria	6	30	5	10	12	3
DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS Y OPTOELECTRÓNICOS	Obligatoria	6	40	5	15		
SEÑALES Y SISTEMAS	Obligatoria	6	25	5	15		15
TÉCNICAS ACTUALES DE PROGRAMACIÓN	Obligatoria	6	30	5	10		15
Segundo Cuatrimestre							

ASIGNATURA	TIPO	CRÉDITOS	DISTRIBUCIÓN HORAS POR TIPO DOCENCIA*				
			M	S	GA	GL	GO
INSTRUMENTACIÓN I	Obligatoria	6	30	5	5	10	10
ELECTRÓNICA ANALÓGICA	Obligatoria	6	30	5	10	10	5
CIRCUITOS LINEALES Y NO LINEALES	Obligatoria	6	30	5	10		15
CONTROL AUTOMÁTICO I	Obligatoria	6	25	5	15	5	10
ARQUITECTURA DE COMPUTADORES	Obligatoria	6	30	5	10		15

## ***Guías docentes de las asignaturas de tercer curso***

---

Las asignaturas vienen ordenadas por orden alfabético

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GELECT30 - Grado en Ingeniería Electrónica**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26018 - Arquitectura de Computadores

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

En este curso se estudian los principios básicos de diseño y funcionamiento de un computador de propósito general. Se parte de su estructura básica (arquitectura de Von Neumann) y sus elementos principales (unidad central de proceso - CPU-, memoria, dispositivos de entrada/salida, para pasar a ver en detalle dichos componentes. A continuación se estudia en profundidad la estructura y función de la CPU: señales, ciclos de lectura y escritura, mapa del espacio de direcciones, ejecución de instrucciones. El curso se centra entonces en la programación de un microprocesador: modos de direccionamiento, repertorio de instrucciones, técnicas de programación. Por último se estudia el mecanismo de excepciones (incluyendo las interrupciones) y su relación con la entrada/salida y con los sistemas operativos.

Es conveniente haber cursado la asignatura Electrónica Digital para tener unos conocimientos mínimos del diseño de circuitos digitales con puertas lógicas, así como de lógica booleana.

En el ejercicio profesional de un ingeniero en electrónica se necesita entender cómo funciona un computador. Así mismo, en el caso de realizar diseños basados en microprocesadores, SoCs, PICs, etc, resulta útil tener conocimientos que permitan programar en lenguaje ensamblador o al menos ser capaces de comprender código escrito en lenguaje ensamblador.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Competencias proporcionadas: Comprensión de los principios básicos de funcionamiento de los computadores al nivel más profundo tanto en hardware como en software. Capacidad de diseñar un computador sencillo. Capacidad de programar y de comprender programas escritos lenguaje ensamblador. Ser consciente de lo que sucede realmente cuando se diseña y ejecuta un programa en un lenguaje de alto nivel. Comprensión de los mecanismos básicos de entrada/salida y gestión de eventos en tiempo real. Comprensión de cómo el núcleo de un sistema operativo puede gestionar los recursos del hardware de un computador.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS****1. FUNDAMENTOS.**

Perspectiva histórica. Arquitectura de Von Neumann. Buses. Ciclos de lectura y escritura. Mapa de espacio de direcciones de la CPU.

**2. DISPOSITIVOS DE MEMORIA.**

Tipos de dispositivos de memoria. Estructura y método de acceso. Descodificación de direcciones. Mapeos de dispositivos en el espacio de direcciones de la CPU.

**3. REPRESENTACIÓN DE DATOS.**

Binario, octal, decimal y hexadecimal. Números enteros: representación sin signo y con signo, concepto de rebose. Números de coma flotante. Representación de caracteres.

**4. EJECUCIÓN DE PROGRAMAS.**

Codificación de instrucciones. Contador de programa. Fases de la ejecución. Buses y señales de la CPU. Operaciones de lectura y escritura.

**5. MODOS DE DIRECCIONAMIENTO.**

Concepto de modo de direccionamiento. Modos directos a registro. Modos indirectos a memoria a través de registros. Modos directos a memoria. Modos inmediatos. Modos implícitos.

**6. INSTRUCCIONES.**

Tipos de instrucciones. Movimiento de datos. Instrucciones aritméticas. Instrucciones lógicas. Desplazamientos y rotaciones. Control de programa. Control del sistema.

**7. PROGRAMACIÓN EN LENGUAJE ENSAMBLADOR.**

Lenguaje ensamblador y programa ensamblador. Pseudoinstrucciones. Implementación de estructuras de decisión. Implementación de estructuras iterativas. Subrutinas y paso de parámetros. Representación de estructuras de datos.

**8. EXCEPCIONES.**

Concepto de excepción y necesidad del mecanismo de excepciones. Estados de privilegio. Procesamiento de excepciones. Tabla de vectores. Tipos de excepciones. Interrupciones.

**9. ENTRADA/SALIDA.**

Dispositivos de entrada/salida. E/S paralelo y serie. E/S por programa (sondeo). E/S por interrupciones. E/S por DMA.

**PRÁCTICAS EN SESIONES DE LABORATORIO.**

**METODOLOGÍA**

En GA se resolverán ejercicios relacionados con el contenido de la asignatura.

En GO se realizarán cinco prácticas consistentes en la resolución de ejercicios de programación a bajo nivel de un computador y de uso de la interfaz hardware/software, implementando las soluciones en sistemas reales.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15		22,5				

### Leyenda:

M: Maestría  
GCL: P. Clínicas

S: Seminario  
TA: Taller

GA: P. de Aula  
TI: Taller Ind.

GL: P. Laboratorio  
GCA: P. de Campo

GO: P. Ordenador

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 85%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 15%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Prueba escrita compuesta de cuestiones y ejercicios de carácter teórico-práctico. (85%)

La asistencia y aprovechamiento de las sesiones prácticas y la calidad de las soluciones a los ejercicios desarrollados en ellas tendrá un peso del 15%. La asistencia a las sesiones prácticas no es obligatoria pero en caso de no haberlas realizado la puntuación correspondiente será cero.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Prueba escrita similar a la de la convocatoria ordinaria (con un peso del 85%), más un ejercicio específico del tipo de los realizados en las sesiones prácticas, a resolver por escrito pero sin la posibilidad de implementación en un sistema real (con un peso del 15%). Los estudiantes que lo deseen podrán conservar la nota resultante de la evaluación de las prácticas con su peso del 15% y realizar solamente la otra parte de la prueba escrita (peso del 85%).

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía básica

- \* Computadores y microprocesadores. A.C. Downton. Addison-Wesley, 1993
- \* Fundamentos de los computadores. P. de Miguel Anasagasti. Paraninfo, 2007.
- \* El  $\mu$ P Motorola 68000. José María Alcaide (disponible en eGela).
- \* The 68000 Microprocessor. James L. Antonakos. Prentice-Hall, 2003.
- \* Manuales de referencia del  $\mu$ p 68000 y del sistema entrenador 68Fil (que se emplea en las prácticas).

### Bibliografía de profundización

### Revistas

### Direcciones de internet de interés

En el curso correspondiente en eGela se proporcionan enlaces a recursos de interés en Internet.

## OBSERVACIONES

**ASIGNATURA**

26842 - Circuitos Lineales y no Lineales

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura "Circuitos Lineales y no Lineales" es una asignatura obligatoria de 3er curso del grado de Ingeniería Electrónica y de 4º curso del doble grado de Física e Ingeniería Electrónica. Es parte del módulo "Fundamentos de Ingeniería Electrónica". Para poder cursarla se recomienda tener aprobadas las asignaturas "Electrónica" de 2º curso y "Señales y Sistemas" del primer cuatrimestre de 3er curso.

La Teoría de Circuitos pretende predecir cuantitativa y cualitativamente el comportamiento eléctrico de los circuitos físicos con objeto de mejorar su diseño y, en particular, reducir su coste y aumentar sus prestaciones. El curso está orientado al uso de los modelos de parámetros concentrados y sus consecuencias se aplican a campos tan amplios como medida y control, potencia, telecomunicaciones y computadores. Dado el carácter intrínsecamente no lineal de los dispositivos electrónicos, los métodos numéricos son esenciales para el análisis y el diseño de tales circuitos.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

1. Conectar los conocimientos previos de los alumnos en Programación, Álgebra, Cálculo, EM, Teoría de Sistemas y Electrónica General con la moderna Teoría de CLNL tanto en análisis como en síntesis.
2. Reconocer todos los tipos de circuitos de parámetros concentrados, lineales o no; manejar con la máxima soltura las técnicas más eficientes de planteamiento por simple inspección de sus ecuaciones MNA y, en su caso, en variables de estado.
3. Desde las bases de la síntesis y modelización de elementos de circuito, conocer y aplicar los modelos básicos de spice.
4. Conocer las estrategias más utilizadas para la obtención de la respuesta de circuitos LTI, LTV y NL a los tipos de señales más usuales. Particularizar dichos procedimientos a los circuitos de primer orden.
5. Estudiar los circuitos dinámicos LTI, LTV y NL de segundo orden y caracterizar su comportamiento en el plano fásico; adquirir capacidades de generalización a órdenes superiores.
6. Conocer y aplicar los teoremas generales de análisis de los circuitos resistivos generales, lineales o no, así como los métodos numéricos de simulación y su uso a través de spice.
7. Conocer y aplicar los teoremas generales de análisis de los circuitos dinámicos generales, lineales o no, así como los métodos numéricos de simulación y su uso a través de spice.
8. Desde los fundamentos del análisis de ruido en circuitos, poder realizar simulaciones de ruido en circuitos elementales.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

## 1- Formulación axiomática de la Teoría de Circuitos

Circuito eléctrico versus circuito físico. Axiomas. Grafo y ecuaciones de circuito. Teorema de Tellegen e interpretación geométrica. Formulación de ecuaciones en el caso general: ecuaciones tableau y MNA.

## 2- Elementos de circuito

Conceptos generales: el circuito como sistema. Clasificación universal de elementos y circuitos de parámetros concentrados. Elementos compuestos: acoplamiento de elementos. Teoremas. Clasificación de los circuitos y planteamiento de las ecuaciones en variables de estado.

## 3- Introducción a la Síntesis de Circuitos no lineales

Conceptos de análisis y síntesis. Concepto de modelo: tipos y cualidades. Modelización física y de caja negra. Ejemplos de modelización. Ejemplos: modelos de spice.

## 4- Caracterización de señales, elementos y circuitos (I)

Características generales y tipos de señales. Estrategias para obtener la respuesta en circuitos LTI, LTV y NL. Respuesta analítica en circuitos LTI de primer orden. Idem LTV y NL. Análisis por simple inspección de circuitos NL de primer orden de tipo PWA con entradas PWC.

## 5- Caracterización de señales, elementos y circuitos (II)

Circuitos LTI, LTV y NL de segundo orden. Ecuaciones de circuito: obtención de las formas estándar. Obtención de la

respuesta en el caso LTI; clasificación de los puntos de equilibrio. Caso general: ecuaciones de estado y plano fásico. Estudio de un oscilador de relajación con un dispositivo de resistencia negativa.

#### 6- Técnicas analíticas y numéricas para circuitos resistivos

Variables y ecuaciones. Propiedades generales de los circuitos resistivos LTI y LTV. Propiedades generales de los circuitos resistivos NL. Análisis numérico de los circuitos resistivos LTI y LTV. Análisis numérico de los circuitos resistivos NL.

#### 7- Técnicas analíticas y numéricas para circuitos dinámicos

Variables y ecuaciones. Propiedades generales de los circuitos dinámicos lineales (LTI y LTV). Propiedades generales de los circuitos dinámicos NL. Análisis numérico de circuitos dinámicos.

#### 8- Introducción al análisis de ruido en circuitos electrónicos

Introducción. Estadística del ruido. Densidad espectral de ruido. Tipos de ruido y ancho de banda del ruido. Respuesta de circuitos LTI a señales de ruido. Simulación de ruido en circuitos electrónicos.

### METODOLOGÍA

La materia se desarrolla en clases magistrales, seminarios, prácticas de aula y prácticas de ordenador.

Dos días semanales se impartirán las clases magistrales, clases de exposición de contenidos conceptuales de la materia. La tercera clase semanal será para las clases de seminario y prácticas de aula, donde se resolverán problemas que se propondrán semanalmente. Se fomentará la formulación de cuestiones y la discusión abierta sobre posibles soluciones.

Las prácticas de ordenador consistirán en simular la respuesta de varios circuitos analizados con anterioridad en prácticas de aula. Los y las estudiantes deben comparar las respuestas obtenidas analíticamente con las obtenidas mediante PSPICE.

Para facilitar y asegurar el aprendizaje del alumnado, los ejercicios se corregirán y entregarán a los y las estudiantes semanalmente.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15		22,5				

#### Leyenda:

M: Magistral  
GCL: P. Clínicas

S: Seminario  
TA: Taller

GA: P. de Aula  
TI: Taller Ind.

GL: P. Laboratorio  
GCA: P. de Campo

GO: P. Ordenador

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 20%
- Trabajos individuales 10%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

A) La evaluación de tipo mixto y constará de :

- 1) Evaluación continua: 30% de la nota de la asignatura. Se realizará a través de:
  - \* Evaluación de los ejercicios propuestos semanalmente 10%
  - \* Evaluación de las prácticas 20%

- 2) Prueba final individual: 70% de la nota de la asignatura.

Consistirá en una prueba escrita que constará de cuestiones y dos o tres problemas a resolver.

La calificación final se obtendrá de la media de las calificaciones previas pero es necesario tener aprobado la evaluación continua y obtener un mínimo de 3 puntos sobre 7 en la prueba final.

B) El sistema de evaluación final se llevará a cabo de la siguiente manera:

Se realizará un examen teórico (70%) y una prueba práctica (30%) teniendo que obtener un mínimo de 35% en la primera y 15% en la segunda para conseguir el aprobado.

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria se seguirán los mismos criterios de evaluación que los utilizados para las y los estudiantes que no participen en la evaluación mixta y se presentan a la evaluación final.

El o la estudiante deberá realizar un examen teórico (70%) y una prueba práctica (30%) teniendo que obtener un mínimo de 35% en la primera y 15% en la segunda para conseguir el aprobado.

Si el estudiante ha realizado y aprobado la parte práctica con antelación, se mantendrá la nota obtenida y su porcentaje correspondiente.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía básica

\* L.O. Chua, Ch. A. Desoer, Ernest S, Kuh; LINEAR AND NONLINEAR CIRCUITS, Ed. McGraw Hill, Internacional Editions, Electrical Engineering Series, 1987, ISBN -07-100685-0.

\* S. Franco; DISEÑO CON AMPLIFICADORES OPERACIONALES Y CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS, 3ª edición, Ed. McGraw Hill Interamericana, México, 2005.

\* C.J. Savant, M.S. Roden, G.L. Carpenter, DISEÑO ELECTRÓNICO: CIRCUITOS Y SISTEMAS, Ed. Addison-Wesley Iberoamericana, 1992, ISBN 0-201-62925-9.

### Bibliografía de profundización

Chua L.O., NONLINEAR CIRCUITS, IEEE Trans. on Circuits and Systems, vol. CAS-31, no.1, Jan 1984

Chua L.O., DINAMIC NONLINEAR NETWORKS: State-of-the-Art, op.at, CAS-27, no.11, Nov 1980

Chua L.O., DEVICE MODELING VIA BASIC NONLINEAR CIRCUIT ELEMENTS, OP. CIT., cas-27, no.11, Nov 1980

### Revistas

IEEE Trans. on Circuits and Systems

### Direcciones de internet de interés

<http://www.macspice.com/>

[http://bwrcs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE/UserGuide/elements\\_fr.html](http://bwrcs.eecs.berkeley.edu/Classes/IcBook/SPICE/UserGuide/elements_fr.html)

<http://ocw.mit.edu/courses/electrical-engineering-and-computer-science/>

## OBSERVACIONES

**ASIGNATURA**

26629 - Control Automático I

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

El control automático tiene como objetivo el diseño y realización de sistemas que, de manera automática, es decir, sin intervención de un operador humano, actúen sobre un sistema dinámico para mantener su salida dentro de un rango de comportamiento establecido. Los sistemas a controlar pueden ser de distinta naturaleza (físicos, químicos, biológicos, etc.) y para lograr los objetivos de control se utiliza fundamentalmente la realimentación. El ámbito de aplicación del control automático es muy amplio, incluyendo sistemas de instrumentación y medida, control de procesos industriales, control de sistemas eléctricos, electromecánicos, mecatrónicos, etc.

En esta asignatura se estudian los fundamentos de los sistemas de control realimentados. Los sistemas a controlar serán sistemas LTI (lineales e invariantes en el tiempo), tanto continuos como discretos, descritos por medio de lo que se conoce como representación externa, esto es, la función de transferencia. A lo largo del curso se presentan las herramientas necesarias para representar, analizar y diseñar controladores para sistemas LTI.

Para cursar la asignatura se recomienda superar previamente la asignatura Señales y Sistemas, en la que se introducen las herramientas matemáticas que se van a utilizar para describir los sistemas LTI. Asimismo, es aconsejable tener conocimientos básicos de matemáticas y física. La matemática básica incluye la resolución de ecuaciones diferenciales de coeficientes constantes, el cálculo matricial y el análisis de funciones de variable compleja. En cuanto a la Física se requieren conocimientos básicos de mecánica y de electricidad (las leyes de Newton, las leyes de Kirchhoff).

Este curso es obligatorio para la obtención del grado en Ingeniería Electrónica y del doble grado en Física y en Ingeniería Electrónica. Además, esta asignatura es básica para estudiantes de Física que elijan la especialidad de Instrumentación y Medida.

Las técnicas desarrolladas para el análisis de sistemas que se aprenden en este curso son aplicables a un amplio espectro de procesos físicos (eléctricos, mecánicos, químicos, termodinámicos, hidráulicos, etc.). Asimismo, dichas técnicas también pueden ser aplicadas a procesos de otra naturaleza como pueden ser procesos económicos, dinámica de poblaciones, procesado de imágenes, etc. Como consecuencia, este curso es básico para cualquier estudiante de ingeniería ya que las competencias y conocimientos adquiridos durante el curso le serán de gran utilidad en su futura carrera profesional. De igual forma, dichos conocimientos son básicos para estudiantes de Física cuya carrera profesional se oriente hacia la Física experimental, donde es requisito fundamental poseer conocimientos y competencias en Instrumentación y Medida.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Al final del curso se pretende que el alumno o alumna:

-Domine los fundamentos de la teoría clásica de control, siendo capaz de aplicar estos conocimientos a sistemas de distinta naturaleza. Esto implica ser capaz de:

\*manejar las herramientas matemáticas para la representación de los sistemas físicos, utilizando la representación externa (modelado de sistemas);

\*aplicar las técnicas de análisis de la dinámica de los sistemas, tanto en lazo abierto como cerrado, en los dominios temporal y frecuencial; y

\*seleccionar y ajustar los parámetros de controladores sencillos

Estas tres fases se aplican a sistemas lineales de parámetros constantes, tanto en el caso continuo como en el discreto.

-Utilice herramientas informáticas para la representación, simulación y análisis de sistemas dinámicos tanto en continuo como en discreto

-Maneje de la terminología propia de la materia para explicar, tanto de forma oral como escrita, conceptos, ideas y resultados relacionados con la asignatura.

-Sea capaz de trabajar en equipo para la realización de prácticas.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

Programa teórico:

1- Revisión de conceptos: Modelado y descripción externa de sistemas dinámicos

Representación de sistemas físicos mediante modelos matemáticos. Descripción externa. Estabilidad y régimen transitorio. Respuesta frecuencial.

2- Sistemas realimentados continuos y discretos

Conceptos básicos. Precisión. Lazo de control continuo y discreto. Sistema discreto equivalente.

3- Lugar de las raíces (LR)

Construcción del LR. Análisis de sistemas realimentados mediante el LR.

4- Estabilidad de sistemas realimentados

Criterio de estabilidad de Nyquist. Márgenes de ganancia y fase.

5- Diseño de sistemas de control.

Controladores PID, redes de compensación de fase. Diseño en frecuencia en el diagrama de Bode. Diseño en el Lugar de las Raíces.

Programa práctico:

Uso del software matemático Scilab para la representación, análisis y diseño de sistemas de control.

## METODOLOGÍA

La docencia de la asignatura se lleva a cabo mediante clases magistrales, en las que se emplea el ordenador y la pizarra para presentar y desarrollar los contenidos teóricos, y clases prácticas, en las que se resuelven problemas tanto "a mano" como mediante herramientas informáticas de simulación (en concreto, el programa Scilab).

En las clases de problemas, se hará uso de Scilab como herramienta de cálculo. En ellas, las alumnas y alumnos deben participar resolviendo ejercicios propuestos de antemano. Se pretende así que las clases de problemas sirvan para aumentar la interacción entre el alumnado y el profesorado así como de evaluación formativa. Además se intenta fomentar la participación del estudiante tanto en las clases presenciales como a través del aula virtual en e-gela.

Además, con el fin de afianzar y profundizar en los conceptos vistos en las clases de aula, se realizan prácticas de laboratorio y de ordenador. En las prácticas de ordenador se debe resolver un problema propuesto con la ayuda de herramientas de simulación. En las prácticas de laboratorio el objetivo es controlar en tiempo real una maqueta de un sistema físico.

Todos los materiales e informaciones relacionados con la asignatura estarán disponibles a través del curso correspondiente en e-gela.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	25	5	15	5	10				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	37,5	7,5	22,5	7,5	15				

**Leyenda:**

M: Maestral  
GCL: P. Clínicas

S: Seminario  
TA: Taller

GA: P. de Aula  
TI: Taller Ind.

GL: P. Laboratorio  
GCA: P. de Campo

GO: P. Ordenador

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

- La realización de las prácticas de laboratorio y entrega de informes es obligatoria.
- En el examen o las pruebas escritas que se realicen a lo largo del curso se utilizará Scilab como herramienta de cálculo.
- En los exámenes o pruebas se considera que un problema o cuestión han sido adecuadamente resuelto si se obtiene el resultado correcto utilizando los métodos y herramientas propias de la asignatura y si dicho resultado se analiza o comenta de manera crítica. El lenguaje empleado deberá ser correcto y adecuado a la asignatura.
- En cuanto a las prácticas y los correspondientes informes, igualmente los problemas planteados deben resolverse utilizando las técnicas propias de la materia y el programa informático que se utiliza en el aula. El/la estudiante deberá participar activamente en las tareas que se llevan a cabo en el laboratorio y en las tareas previas. El informe deberá contener toda la información relativa al desarrollo y resultados obtenidos, acompañados de los correspondientes análisis.

El lenguaje utilizado deberá ser correcto y adecuado a la asignatura. El formato deberá cumplir con las especificaciones indicadas por el equipo docente.

- Las prácticas se realizan en grupo y cada grupo ha de entregar un informe de prácticas. De esta forma se fomenta el trabajo en grupo.
- Dentro del 30% de la nota correspondiente a la realización e informes de prácticas se incluye la colaboración del estudiante en la resolución de problemas en clase.
- El examen final representa el 70% de la nota. Sin embargo, a lo largo del curso, el profesorado podrá proponer ciertas actividades voluntarias de modo que los y las estudiantes que participen en ellas de manera activa y reciban una valoración positiva, podrán conseguir de este modo un porcentaje de la nota final. Estos trabajos adicionales como máximo supondrán el 30% de la nota de la asignatura. Por lo tanto, el valor del examen final puede variar del 40%, si hay el máximo de trabajos adicionales valorados positivamente, al 70% si no los hay. En cualquier caso, para aprobar la asignatura, la nota mínima correspondiente a este 70% de la nota final es de 3.5 puntos sobre 10.
- Los/las estudiantes que se acojan a la evaluación final, de acuerdo con lo especificado en el artículo 8.3 de la Normativa reguladora de la Evaluación del Alumnado en las titulaciones oficiales de Grado, deberán realizar un examen teórico (70% de la nota), y entregar un informe y realizar una prueba final de la práctica de laboratorio (30% restante). Los criterios de evaluación serán los mismos que en la evaluación continua.
- Renuncia a la convocatoria: de acuerdo con la normativa oficial para renunciar a la convocatoria ordinaria basta con no presentarse a la prueba escrita final.
- Otros criterios de evaluación: Tanto en el examen teórico como en los informes de prácticas se valorará especialmente el análisis de los resultados obtenidos.

#### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

- Las/los estudiantes que lo deseen podrán mantener la nota de prácticas obtenida en la convocatoria ordinaria. De lo contrario deberán entregar un nuevo informe final. Este informe representa el 30% de la nota. El 70% restante se evaluará por medio de un examen final escrito.
- Los/las estudiantes que no hayan realizado las prácticas obligatorias serán evaluados mediante un examen final escrito (70% de la nota) y una prueba de laboratorio (30% de la nota).
- En cualquier caso, para aprobar la asignatura, la nota mínima a obtener en el examen final escrito será de un 3.5 sobre 10.
- Los criterios de evaluación son los mismos que en la convocatoria ordinaria.
- Para renunciar a la convocatoria extraordinaria será suficiente con no presentarse a la misma.

#### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Serán de uso obligatorio los materiales entregados por los profesores a lo largo del curso (apuntes, problemas, guiones de prácticas, etc.) a través de eGela.

#### **BIBLIOGRAFIA**

##### **Bibliografía básica**

- \* \* Feedback Control of Dynamic Systems. Gene F. Franklin. Prentice-Hall. 2006
- \* Automatic Control Systems. Benjamin C. Kuo, F. Golnaraghi. John Wiley and Sons, 2003.
- \* Sistemas de Control Moderno. Richard C. Dorf, Robert H. Bishop. Pearson Prentice Hall. 2005
- \* Sistemas de control continuos y discretos: Modelado, identificación, diseño, implementación. John Dorsey. Mcgraw-Hill, 2005.
- \* Erregulazio automatikoa, A. Tapia eta J. Florez. Elhuyar, 1995.
- \* Kontrol digitalaren oinarriak, Arantza Tapia, Gerardo Tapia eta Julian Florez. Elhuyar, 2007.

##### **Bibliografía de profundización**

- \* Control System Design. Graham C. Goodwin. Prentice Hall. 2001.
- \* Modeling and Simulation in Scilab/scicos. Jean-Philippe Chancelier, Stephen L. Campbell, Ramine Nikoukhah. Springer, 2006.
- \* Feedback systems. An introduction for scientists and engineers. Karl J. Aström, Richard M. Murray. Princeton University Press, 2008.

\* PID Controllers: Theory, Design, and Tuning. Karl J. Aström and Tore Hägglund. International Society for Measurement and Control, 1995.

\* Digital Control of Dynamic Systems. Gene F. Franklin, J. D. Powell and M. L. Workman. Addison-Wesley, 1998.

### **Revistas**

### **Direcciones de internet de interés**

\* Scilab: <http://www.scilab.org>

\* Matlab: <http://www.mathworks.com/academia/index.html>

\* MIT OpenCourseWare, Massachusetts Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>

\* EHU OpenCourseWare, Curso de Automática, Página principal: <https://ocw.ehu.eus/>

### **OBSERVACIONES**

La asignatura se imparte en euskera y castellano.

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GELECT30 - Grado en Ingeniería Electrónica**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26841 - Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos es una asignatura obligatoria de 3º curso del Grado en Ingeniería Electrónica, dentro del módulo M03: "Fundamentos de la Ingeniería Electrónica". Esta asignatura es además materia de 4º curso del Doble Grado en Física y en Ingeniería Electrónica.

Esta materia requiere el conocimiento de los principios fundamentales de operación de los dispositivos electrónicos y de sus modelos circuitales, así como su utilización en circuitos electrónicos básicos.

La asignatura está centrada en el estudio de la estructura, modos de operación y modelos físicos de dispositivos electrónicos y optoelectrónicos a partir de las características de los materiales semiconductores.

Sus contenidos tienen una importante relación con las siguientes asignaturas del Grado en Ingeniería Electrónica y del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica: Electrónica, Microelectrónica y Microsistemas.

La asignatura Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos contribuye a la formación en los fundamentos de la electrónica, aportando la base para acceder a perfiles profesionales de compañías del sector de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

El objeto de la asignatura es el estudio de los dispositivos semiconductores utilizados en aplicaciones electrónicas y optoelectrónicas. Se tratan los fundamentos físicos de los dispositivos más importantes y se extraen sus modelos eléctricos equivalentes, utilizados para el análisis y diseño de circuitos.

Los objetivos de la asignatura son los siguientes:

DEO1: Interpretar, describir y formular adecuadamente los fundamentos físicos del funcionamiento de los dispositivos semiconductores básicos

DEO2: Aplicar los principios del funcionamiento de los dispositivos semiconductores de forma razonada y adecuada a la exactitud requerida en casos prácticos de interés.

DEO3: Verificar la coherencia de los resultados obtenidos y de los órdenes de magnitud de los parámetros involucrados.

DEO4: Utilizar adecuadamente los modelos equivalentes de los dispositivos semiconductores básicos, analizar sus limitaciones y seleccionar el modelo más apropiado para una aplicación concreta.

DEO5: Describir las nociones fundamentales de los procesos de fabricación integrada de dispositivos semiconductores y las implicaciones básicas en el funcionamiento de los mismos.

Las Competencias del Módulo M03, Fundamentos de la Ingeniería Electrónica, del Grado en Ingeniería Electrónica vinculadas con la asignatura son las siguientes:

CM01: Conocer y manejar los conceptos y esquemas conceptuales fundamentales de la IE, incluyendo los métodos de modelado y análisis de señales, circuitos y sistemas electrónicos analógicos y digitales.

CM05: Disponer de los fundamentos científico-técnicos necesarios para interpretar, seleccionar y valorar la aplicación de nuevos conceptos y desarrollos relacionados con la electrónica.

CM06: Plantear problemas de IE y utilizar los modelos y las técnicas adecuadas para analizarlos y resolverlos.

CM07: Ser capaz de comunicar por escrito conocimientos, resultados e ideas relacionadas con la IE, redactar y documentar informes sobre trabajos realizados.

Las Competencias Específicas y Transversales de la Titulación vinculadas con la asignatura a través de las competencias del Módulo M03 citadas anteriormente son las siguientes:

CM01: CE6, CE7, CE8, CT3, CT4 CM05: CE6, CE7, CE8, CT3, CT6

CM06: CE6, CE7, CE8, CT4, CT6 CM07: CT3, CT5, CT6, CT7

## CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS

### 1. FUNDAMENTOS DE FÍSICA DE SEMICONDUCTORES

Introducción. Bandas de energía y portadores de carga. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Mecanismos de transporte. Procesos de generación-recombinación. Ecuaciones de continuidad. Fuentes de ruido en semiconductores. Propiedades ópticas.

### 2. INTRODUCCIÓN A LA FABRICACIÓN MICROELECTRÓNICA

Materiales de fabricación. Fabricación de obleas. Procesos de fabricación.

### 3. DIODOS

Unión PN: Tipos de unión. Unión en equilibrio. Polarización. Diodos de unión PN: Modelo ideal. Limitaciones. Modelo de pequeña señal. Conmutación. Unión metal-semiconductor: diodo Schottky.

### 3. TRANSISTORES BIPOLARES

Estructura y principio básico de operación del transistor bipolar de unión (BJT). Corrientes y factores de ganancia. Características I-V. Modelo de Ebers-Moll. Efectos no ideales. Modelo de pequeña señal. El transistor BJT en conmutación. El transistor bipolar de heterounión (HBT).

### 4. TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO

La estructura MOS. Operación básica del transistor MOSFET. Modelo y características I-V. Efecto de polarización del sustrato. Efectos no ideales. Modelo de pequeña señal. Otros transistores a efecto de campo.

### 5. DISPOSITIVOS OPTOELECTRÓNICOS

Introducción. Fotoemisión: LED y láser a semiconductor. Fotodetección: fotodiodos y células solares.

## METODOLOGÍA

La asignatura se imparte en clases magistrales, clases prácticas y seminarios. Las clases magistrales exponen los temas utilizando presentaciones con ordenador y explicaciones en pizarra. En las clases prácticas se desarrollan ejemplos ideados y se resuelven y discuten ejercicios y problemas propuestos impulsando la participación del alumno.

El material docente se pondrá a disposición del alumno a través de la plataforma eGela, que se utilizará para facilitar y apoyar la comunicación entre profesor y alumno.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	40	5	15						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	60	7,5	22,5						

**Legenda:**

M: Maistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 95%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 5%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

### SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA

A lo largo del periodo formativo los alumnos realizarán diversas pruebas y actividades para valorar su progreso con la siguiente ponderación:

5% Trabajo en clase, resolución de ejercicios, entrega de ejercicios resueltos manuscritos, informes, resúmenes de temas o cuestiones relacionadas.

10% Primera prueba escrita.

10% Segunda prueba escrita.

10% Tercera prueba escrita.

En la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes los alumnos realizarán una prueba escrita con la siguiente ponderación:

65% - Prueba escrita: incluirá todos los contenidos de la asignatura.

#### RENUNCIA A LA EVALUACIÓN CONTINUA

El alumno podrá renunciar a la evaluación continua dentro del plazo indicado en la normativa reguladora de evaluación: 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre de acuerdo con el calendario académico del centro. Para renunciar a la evaluación continua el alumno deberá entregar al profesor el documento disponible en la plataforma eGela, debidamente cumplimentado y firmado.

En este caso el alumno será evaluado mediante sistema de evaluación final, realizando una prueba escrita en la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes, y cuya calificación corresponderá al 100% de la evaluación de la asignatura. Esta prueba no será necesariamente la misma que la prueba que los alumnos evaluados mediante el sistema de la evaluación continua realizarán en el periodo oficial de exámenes.

#### PRUEBAS ESCRITAS

Con respecto a las pruebas escritas que se realizan durante el periodo formativo y a los exámenes finales que se realizan en el periodo oficial de exámenes:

- \* consistirán en la resolución de ejercicios, problemas y cuestiones teóricas.
- \* no se permitirá utilizar libros, apuntes u otro tipo de información relacionada con la asignatura, salvo la aportada por el profesor el día de la prueba.

#### CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Con respecto a los trabajos, ejercicios, informes y otras actividades que generen entregables y para las pruebas escritas, se valorará:

- \* el planteamiento, desarrollo y resultado del tema o problema
- \* la presentación
- \* la estructura
- \* la redacción
- \* las explicaciones (incluyendo figuras/diagramas si adecuado o requerido)
- \* las conclusiones

#### RENUNCIA A LA CONVOCATORIA ORDINARIA

Para renunciar a la convocatoria ordinaria será suficiente con no presentarse a la prueba programada en el periodo de exámenes, independientemente del sistema de evaluación.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

En la fecha oficial establecida para dicha convocatoria de exámenes los alumnos realizarán una prueba escrita cuya calificación corresponderá al 100% de la nota final de la asignatura.

Aquellos alumnos que hayan sido evaluados mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria podrán conservar los resultados positivos obtenidos durante el periodo formativo resultantes de las tres pruebas escritas (10% de la nota final cada una) y de la realización de ejercicios o problemas (5% de la nota final), restándose el porcentaje correspondiente al del examen de la convocatoria extraordinaria si esto resulta en su beneficio.

La prueba escrita destinada a evaluar al alumno en la convocatoria extraordinaria:

- \* consistirán en la resolución de ejercicios, problemas y cuestiones teóricas.
- \* no se permitirá utilizar libros, apuntes u otro tipo de información relacionada con la asignatura, salvo la aportada por el profesor el día de la prueba.

### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Página WEB de la asignatura en el gestor de aulas virtuales eGela.

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía básica

- \* S.M. Sze, Physics of Semiconductor Devices, John Wiley & Sons, New York 1981.
- \* K. Kano, Semiconductor Devices, Prentice-Hall, New Jersey, 1998.
- \* D. A. Neamen, Semiconductor Physics and Devices: Basic Principles, Mc.Graw-Hill, New York, 2003.

Temas selectos de ingeniería, Addison-Wesley Iberoamericana, 1994 :

- \* R.F. Pierret, Fundamentos de Semiconductores.
- \* G.W. Neudeck, El Diodo PN de Unión.
- \* G.W. Neudeck, El Transistor Bipolar de Unión.
- \* R.F. Pierret, Dispositivos de Efecto de Campo,

### Bibliografía de profundización

- \* S.M. Sze, Modern Semiconductor Device Physics, John Wiley & Sons, New York 1997.

### Revistas

### Direcciones de internet de interés

- \* Europractice: <http://www.europractice.com/>
- \* The Semiconductor Applet Service: <http://oes.mans.edu.eg/courses/SemiCond/applets/index.html>
- \* WebElements: the periodic table on the web: <http://www.webelements.com/>
- \* NSM Archive - Physical Properties of Semiconductors: <http://www.ioffe.rssi.ru/SVA/NSM/Semicond/>
- \* Computer History Museum, The Silicon Engine: <http://www.computerhistory.org/semiconductor/>

## OBSERVACIONES

**ASIGNATURA**

26643 - Electromagnetismo II

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Se trata de familiarizar al alumno con las aplicaciones más comunes de las ecuaciones de Maxwell en los siguientes campos: problemas de contorno estáticos, propagación de ondas, generación de radiación electromagnética, teoría microscópica de los efectos electromagnéticos en la material y transformación del campo electromagnético entre sistemas inerciales (relatividad restringida). Este curso es obligatorio en el 3er curso tanto para los estudiantes del Grado en Física, Grado en Ingeniería Electrónica y doble grado de Física e Ingeniería Electrónica.

Para seguir este curso es necesario contar con los siguientes conocimientos previos: conocer los fenómenos electromagnéticos que están recogidos en las ecuaciones de Maxwell, ecuaciones diferenciales, resolución de problemas de frontera, propagación de ondas, Mecánica y conocimientos de la estructura atómica de la materia. Estos conocimientos se han adquirido durante el segundo curso de los grados de Física, Ingeniería Electrónica y Doble grado de Física e Ingeniería Electrónica en las asignaturas de Electromagnetismo I, Mecánica I y Estructura de la Materia.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Las **COMPETENCIAS** que deberá adquirir el alumno en este curso son:

- Adquirir los conocimientos necesarios para comprender con claridad los principios básicos del Electromagnetismo y sus aplicaciones.
- Saber plantear correctamente y aplicar las técnicas adecuadas para resolver problemas que involucren los principales conceptos del Electromagnetismo y sus aplicaciones.
- Saber exponer por escrito y oralmente problemas y cuestiones sobre Electromagnetismo para desarrollar destrezas en la comunicación científica.

Los **RESULTADOS** de aprendizaje de esta asignatura, es decir, los conocimientos y capacidades concretas que los alumnos deben adquirir a lo largo del curso son los siguientes:

- Resolución de problemas electrostáticos y magnetostáticos en dos dimensiones mediante separación de variables y mediante el método de las imágenes.
- Conocimiento de las leyes de propagación del campo electromagnético en dieléctricos y conductores y en la superficie de separación entre ellos.
- Resolución de problemas de propagación del campo EM en problemas sencillos de guías de onda rectangulares. Conocimiento de las propiedades de las cavidades resonantes rectangulares y obtención de las condiciones de resonancia.
- Conocimiento de los fundamentos de la radiación de ondas EM por cargas en movimiento, y en particular la radiación dipolar. Aplicación a la radiación por antenas y por átomos.
- Conocimiento de los mecanismos microscópicos de la polarización, la conducción eléctrica y la imanación en la materia, y de las ecuaciones macroscópicas que la describen. Resolución de problemas sencillos de propiedades eléctricas y magnéticas de la materia.
- Conocimiento de las propiedades de transformación de las cargas y corrientes, potenciales y campos en un cambio de sistema de referencia (formulación relativista del EM) y resolución de problemas sencillos de transformación de campos y potenciales

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

1.- Problemas de contorno en campos estáticos: Las ecuaciones de Poisson y Laplace. Soluciones de la ecuación de Laplace en dos dimensiones. El método de las imágenes. Problemas de contorno en magnetostática. Introducción a los métodos numéricos.

2.- Ondas electromagnéticas en medios ilimitados: Ondas planas monocromáticas en dieléctricos. Polarización. Energía y

momento de las ondas EM. Ondas en conductores: índice de refracción complejo, efecto pelicular.

3.- Ondas electromagnéticas en medios limitados: Reflexión y refracción de las ondas EM. Fórmulas de Fresnel. Propagación de ondas guiadas: guías de onda rectangulares, frecuencia de corte. Cavidades resonantes.

4.- Radiación de las ondas electromagnéticas: Potenciales retardados: regímenes cuasiestacionario y de radiación. Radiación dipolar eléctrica. Radiación dipolar magnética. Antenas.

5.- Teoría Electromagnética de la materia: Teoría microscópica de dieléctricos. Dependencia de la permitividad con la frecuencia, dispersión. Teoría microscópica del Magnetismo. Conducción en sólidos, superconductores.

6.- Relatividad y Electromagnetismo: La transformación de Lorentz, cuadvectores y tensores. El tensor campo electromagnético y las ecuaciones de Maxwell en forma covariante. Transformación del campo electromagnético.

## METODOLOGÍA

Se utiliza una combinación de métodos docentes que incluye:

• Para el desarrollo de los contenidos teóricos, clases magistrales que se complementan con seminarios dedicados a la resolución de problemas

• Para el desarrollo de los contenidos prácticos, se proponen 2 problemas por tema para resolver en grupo. Se presentan los resultados por alguno de los grupos en clase en prácticas de aula.

Créditos ECTS: 6 (150 horas: 60 horas de aula y 90 horas de trabajo del alumno)

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	36	3	21						
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	54	4,5	31,5						

**Leyenda:**

M: Maistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%

- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 30%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

### EVALUACION

A) Exámenes (tanto parciales como final en convocatoria ordinaria o extraordinaria): 70% de la nota de la asignatura

B) Ejercicios para casa: 30% de la nota de la asignatura

### EVALUACIÓN CONTINUA

Se realizarán 2 exámenes parciales (3 temas en cada uno)

- Se harán en horario lectivo

- Hay que aprobar el primer examen con nota  $\geq 4$  para poder presentarse al segundo examen parcial

Nota de la asignatura EM-II:

Nota =  $0,7 \times$  Nota promedio exámenes parciales +  $0,3 \times$  Nota promedio ejercicios

\*\*\*\*\*

## EVALUACIÓN FINAL

Si el alumno/a no aprueba o no se presenta a los exámenes parciales, la calificación de la asignatura se hace mediante calificación del Examen final (convocatoria ordinaria o extraordinaria) mas la nota promedio de los ejercicios para casa, usando la siguiente ponderación 70% examen final \*30% nota promedio de los ejercicios para casa

Nota final de la asignatura EM-II:

Nota = 0,7 x Nota examen final + 0,3 x Nota promedio ejercicios

-----

## RENUNCIA

Si un alumno no se presenta al examen final, su calificación será de "No presentado".

### CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Se mantiene el mismo criterio de la EVALUACIÓN FINAL en convocatoria ordinaria, es decir, la calificación de la asignatura se hace mediante calificación del Examen final (convocatoria ordinaria o extraordinaria) mas la nota promedio de los ejercicios para casa, usando la siguiente ponderación 70% examen final \*30% nota promedio de los ejercicios para casa

RENUNCIA

Si un alumno no se presenta al examen final, su calificación será de "No presentado".

### MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Apuntes y problemas de la asignatura (página eGela del curso: <https://egela.ehu.es>)

### BIBLIOGRAFIA

#### Bibliografía básica

- 1) J.R. Reitz y, F.J. Milford y R.W. Christy, FUNDAMENTOS DE LA TEORIA ELECTROMAGNETICA, Addison-Wesley Iberoamericana, Delaware (1996)
- 2) P. Lorrain y D.R. Corson, CAMPOS Y ONDAS ELECTROMAGNETICOS, Selecciones Científicas, Madrid (1979)
- 3) D.J. Griffiths, INTRODUCTION TO ELECTRODYNAMICS, prentice-hall Inc. USA-1999
- 4) R.K. Wagness, CAMPOS ELECTROMAGNETICOS, Limusa, México DF (1983).
- 5) M.A. Plonus, ELECTROMAGNETISMO APLICADO, Reverté, Barcelona (1982).

#### Bibliografía de profundización

- 6.- ELECTRODINAMICA CLASICA, J.D. Jackson, ed. Alhambra Universidad, Madrid (1980).
- 7.- MANUAL DE MATEMATICAS, I. Bronshtein y K. Semendiaev, Ed. Rubiños, Madrid (1993).

#### Revistas

Revista Española de Física

#### Direcciones de internet de interés

<http://www.sc.ehu.es/sbweb/ocw-fisica/electromagnet/electromagnet.xhtml>

<http://academicearth.org/courses/physics-ii-electricity-and-magnetism>

<http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Physics/8-02Electricity-and-MagnetismSpring2002/CourseHome/>

### OBSERVACIONES

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GELECT30 - Grado en Ingeniería Electrónica**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

25992 - Electrónica Analógica

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura Electrónica Analógica es una asignatura obligatoria de 3º curso del Grado de Ingeniería Electrónica, de 4º curso del doble grado en Física y en Ingeniería Electrónica y una asignatura optativa de 4º curso del Grado en Física. En el Grado en Ingeniería Electrónica se sitúa dentro del módulo "Técnicas de Diseño en la Ingeniería Electrónica" y en el Grado en Física en el módulo "Instrumentación y Medida".

La asignatura está centrada en el análisis y diseño de circuitos y funciones analógicas básicas y avanzadas. Se aborda el diseño de amplificadores de carácter general en sus configuraciones más comunes, utilizando diferentes tecnologías de dispositivos. Así mismo, se incluye una introducción al diseño de circuitos analógicos integrados que trata temas como etapas de salida, fuentes de corriente, cargas activas y otras funciones básicas.

Esta asignatura parte de los resultados de aprendizaje obtenidos en las asignaturas "Electrónica" y "Técnicas Experimentales II" de 2º curso del Grado en Ingeniería Electrónica, del Grado en Física y del Doble Grado en Física y en Ingeniería Electrónica. Así mismo requiere conocimientos de física de semiconductores, especialmente en relación con el estudio de los efectos de segundo orden que limitan el comportamiento de los circuitos integrados. Para ello la asignatura hace uso de conocimientos adquiridos bien en la asignatura "Dispositivos Electrónicos y Optoelectrónicos" de 3º curso del Grado en Ingeniería Electrónica y de 4º curso del Doble Grado en Física y en Ingeniería Electrónica, o bien en la asignatura "Física del Estado Sólido I" de 4º curso (1º cuatrimestre) del Grado en Física. Finalmente es muy aconsejable tener habilidad para resolver circuitos electrónicos sencillos combinando la teoría de circuitos y el funcionamiento simplificado de los dispositivos electrónicos.

En relación con el ámbito profesional, la asignatura aporta conocimientos y habilidades que contribuyen al desarrollo del perfil de salida del alumnado y su inserción en diversos sectores: Componentes, Electrónica de Consumo y Electrónica Profesional (Industrial, Electromedicina, Defensa, Instrumentación, entre otros).

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Al finalizar la asignatura, se espera que los y las estudiantes sean capaces de:

1. Analizar e interpretar la funcionalidad de circuitos analógicos, discretos e integrados, a partir de su esquema circuital a distintos niveles de abstracción.
2. Resolver utilizando la metodología adecuada circuitos y sistemas analógicos.
3. Diseñar adecuadamente, mediante técnicas discretas e integradas, los distintos módulos que componen los circuitos amplificadores así como su interconexión para conseguir las especificaciones requeridas.
4. Manejar simuladores analógicos como herramientas de ayuda al diseño de circuitos electrónicos analógicos.
5. Utilizar correctamente equipos de medida e instrumentación electrónica para realizar medidas en circuitos analógicos promoviendo el trabajo en equipo.
6. Abordar de forma autónoma y eficiente la búsqueda y tratamiento de información en el contexto del diseño electrónico como un medio para fomentar la actualización de conocimientos.
7. Comunicar por escrito conocimientos, resultados e ideas relacionados con la electrónica analógica.

Estas competencias son una concreción de las competencias definidas a nivel de módulo y/o de asignatura en los planes de estudios del Grado de Ingeniería Electrónica y del Grado de Física.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

Programa

1- Introducción a los circuitos analógicos

Circuitos analógicos frente a circuitos digitales. Circuitos discretos y circuitos integrados. Fundamentos de amplificación.

2- Etapas amplificadoras básicas

Polarización del transistor bipolar en circuitos discretos. Etapas amplificadoras: emisor común, base común y colector común. Polarización del transistor de efecto de campo en circuitos discretos. Etapas amplificadoras: fuente común, puerta común y drenador común. Respuesta en frecuencia.

3- Etapas amplificadoras de varios transistores

Amplificador Cascodo. El par Darlington. Amplificadores multietapa con acoplo RC. Circuitos realimentados (Teorema de Miller).

4- Etapas de salida

Clasificación de las etapas de salida. Etapa de salida clase A. Etapa de salida clase B. Etapas de salida clase AB.

#### 5- El amplificador diferencial

Amplificación diferencial: conceptos y definiciones. Análisis de gran señal. Operación del par diferencial en pequeña señal: análisis del modo diferencial, análisis del modo común, superposición del modo común y diferencial, Razón de Rechazo del Modo Común (RRMC).

#### 6- Fuentes de corriente (bipolar y CMOS)

Espejo de corriente CMOS básico. Control de las corrientes y salidas múltiples. Espejos bipolares. Espejos de alta impedancia de salida: espejo Cascodo, espejo Wilson. Fuente Widlar.

#### 7- Etapas amplificadoras y cargas activas.

Etapas amplificadoras CMOS básicas con cargas activas. Amplificador diferencial básico con cargas activas. Amplificador diferencial Cascodo.

#### 8- Circuitos integrados analógicos lineales

Amplificador operacional CMOS. Estudio de un circuito integrado analógico (tecnología bipolar, CMOS, ...).

### METODOLOGÍA

La materia se desarrolla en clases magistrales, prácticas y seminarios. Además de las prácticas de aula, la asignatura tiene también prácticas de laboratorio y prácticas de ordenador.

En las clases magistrales se explicarán los conceptos teóricos relativos a la asignatura, ilustrándolos con sencillos ejemplos. Además, se propondrán relaciones de problemas a resolver por los alumnos. En las prácticas de aula se desarrollarán ejemplos prácticos y se corregirán y discutirán los problemas propuestos impulsando la participación activa de los alumnos. Finalmente, con objeto de impulsar el aprendizaje colaborativo, se realizarán también seminarios teórico/prácticos de profundización de algunos de los temas tratados.

En las prácticas de ordenador se realizarán prácticas de simulación para fijar los conceptos teóricos, entender las limitaciones de los circuitos reales y para trabajar las propias simulaciones analógicas, que constituyen una herramienta indispensable para el análisis y diseño de circuitos electrónicos.

El aprendizaje se complementa con el diseño, montaje y verificación en el laboratorio de instrumentación electrónica de un conjunto de circuitos de interés práctico.

Además, se utilizará la herramienta eGela como medio de comunicación con el alumno y como plataforma de difusión de material y recursos docentes. Se propondrán también tareas a través de eGela y dicha herramienta se utilizará para proporcionar el feed-back necesario para mejorar el aprendizaje.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10	10	5				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15	15	7,5				

**Legenda:**

M: Maestral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

### HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 20%
- Trabajos individuales 10%

### CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

La evaluación de la asignatura será de tipo continuo

- Prácticas e informes: 20 %
- Trabajos y ejercicios entregables: 10 %
- Prueba escrita individual: 70% de la nota de la asignatura

La prueba escrita constará de problemas a resolver, cuestiones de teoría aplicadas a los problemas propuestos y preguntas relacionadas con las prácticas de instrumentación y simulación analógica realizadas en los laboratorios correspondientes. La calificación final se obtendrá de la media ponderada de las calificaciones previas, pero es necesario sacar una nota mínima de 4.5 sobre 10 en la prueba final individual.

Además, la realización de las prácticas de laboratorio es obligatoria para aprobar la asignatura por el sistema de evaluación continua.

A lo largo del curso se irán dando orientaciones de mejora de los trabajos entregados para guiar al alumno en la mejora de posteriores entregas.

Los y las estudiantes que no quieran participar en la evaluación continua deberán solicitar por escrito al responsable de la asignatura la renuncia a la evaluación continua en un plazo de 9 semanas desde el inicio del cuatrimestre.

El sistema de evaluación final consistirá en una prueba escrita individual y un examen de prácticas

- Prueba escrita individual: 80% de la nota de la asignatura
- Examen de prácticas de laboratorio: 20% de la nota

La prueba escrita constará de problemas a resolver y cuestiones de teoría aplicadas a los problemas propuestos. La calificación final se obtendrá de la media ponderada de las calificaciones previas, pero es necesario sacar una nota mínima de 4.5 sobre 10 en la prueba escrita individual. El examen de prácticas de laboratorio se realizará después de haber aprobado el examen escrito e incluirá la redacción de informes. Será necesario realizar el examen práctico de forma satisfactoria.

La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria ordinaria.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

La evaluación de esta asignatura se realizará a través del sistema de evaluación final y conservará los resultados positivos obtenidos en la evaluación continua.

La no presentación a la prueba fijada en la fecha oficial de exámenes supondrá la renuncia automática a la convocatoria extraordinaria.

### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

- Simulador analógico PSPICE (versión estudiante)
- Página WEB de la asignatura en eGela

### **BIBLIOGRAFIA**

#### **Bibliografía básica**

- \* A.S. Sedra y K.C. Smith, CIRCUITOS MICROELECTR"NICOS, Mc Graw-Hill, 2006 (5º ed), ISBN: 9701054725

#### **Bibliografía de profundización**

- \* P.R. Gray, R.G. Meyer; ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS INTEGRADOS ANALÓGICOS, Ed. Prentice Hall, 1995 (3º ed), ISBN: 968-880-528-9
- \* D.A. Johns, K. Martin, ANALOG INTEGRATED CIRCUIT DESIGN, John Wiley and Sons, 1997, ISBN: 0-471-14448-7

#### **Revistas**

#### **Direcciones de internet de interés**

- Programa PSpice (versión estudiante): Electronics Lab: <http://www.electronics-lab.com>
- Analog Devices: <http://www.analog.com>
- National Semiconductor: <http://www.national.com>
- Analog University: <http://www.national.com/analog/training>
- Fairchild Semiconductor: <http://www.fairchildsemi.com>
- Texas Instruments: <http://www.ti.com>

### **OBSERVACIONES**

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GELECT30 - Grado en Ingeniería Electrónica**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

25993 - Electrónica Digital

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La asignatura "Electrónica Digital" es una asignatura obligatoria de tercer curso del Grado de Ingeniería Electrónica y de cuarto curso del doble grado de Física e Ingeniería Electrónica. Se sitúa dentro del módulo "Técnicas de Diseño de la Ingeniería Electrónica".

Es la primera asignatura centrada en el "mundo digital", y por ello, no es imprescindible haber cursado ninguna asignatura en particular anteriormente. Será la base fundamental de la asignatura optativa de cuarto curso "Diseño de sistemas digitales".

Engloba contenidos relacionados con el análisis y diseño de circuitos digitales e incluye temas como lógica digital, bloques secuenciales, máquinas de estados finitos, introducción a las FPGAs, y conceptos de diseño de señales de reloj y sincronía de señales. Apoyándose en clases teóricas y en la resolución de problemas prácticos, el alumno es capaz de realizar e implementar su propio diseño de sistema digital.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

- \* Poseer una formación sólida en los contenidos nucleares de la IE, ligados a la concepción y diseño de funciones electrónicas, que no se vean invalidados por los avances que la disciplina experimenta con el tiempo.
- \* Conocer y aplicar los métodos y técnicas básicos utilizados en la concepción, diseño y fabricación de circuitos y sistemas electrónicos
- \* Ser capaz de adquirir nuevos conocimientos y de abordar la resolución de problemas prácticos reales de forma autónoma
- \* Tener habilidad en la utilización de herramientas informáticas de apoyo al diseño, desarrollo y explotación de dispositivos, circuitos y sistemas electrónicos.
- \* Ser capaz de comunicar por escrito y oral conocimientos, resultados e ideas relacionadas con la electrónica

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

- 1- Sistemas de numeración y Códigos  
Sistemas numéricos de posición. Códigos binarios. Representación de números enteros. Operaciones algebraicas.
- 2- Álgebra de Boole y Funciones de conmutación  
Postulados básicos. Teoremas fundamentales. Formas canónicas. Simplificación de funciones.
- 3- Circuitos combinacionales básicos  
Puertas lógicas. Circuitos NAND y NOR. Errores estáticos: Gliches. Circuitos combinacionales iterativos (circuitos aritméticos).
- 4- Máquinas de estados finitos: Circuitos secuenciales I  
Elementos de memoria. Circuitos preprogramados. Diseño de una computadora sencilla.
- 5- Máquinas de estados finitos: Circuitos secuenciales II  
Circuitos con modalidad de reloj. Circuitos con modalidad de pulso. Modelos Mealy y Moore.
- 6- Máquinas de estados finitos: Circuitos secuenciales asíncronos  
Circuitos en modo fundamental. Tablas de flujo. Tablas de transición, mapas de excitación y mapas de salida. Ciclos y carreras. Errores dinámicos en circuitos secuenciales: carreras.
- 7- Introducción a las herramientas de CAD  
Entrada del diseño y lenguajes HDL. Síntesis y sus fases. Simulación funcional. Ejercicios de introducción a VHDL e implementación sobre circuitos programables.

**METODOLOGÍA**

La materia se desarrolla en clases magistrales, seminarios, prácticas de aula, prácticas de ordenador y prácticas de laboratorio.

Dos días semanales se impartirán clases de exposición de contenidos conceptuales de la materia. La tercera clase semanal será para las clases de seminario y prácticas de aula, donde se resolverán problemas que se propondrán semanalmente. Se fomentará la formulación de cuestiones y la discusión abierta sobre posibles soluciones.

Las prácticas de ordenador consistirán en el aprendizaje del lenguaje VHDL. Se trabajará en grupo para adquirir nociones básicas de este lenguaje y se expondrán las ideas más importantes a los compañeros en una clase final. Por último, en las prácticas de laboratorio se pondrán en práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura. Se trata de unas prácticas que se realizarán días consecutivos de una misma semana con el fin de implementar in situ diseños digitales

analizados teóricamente.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10	12	3				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15	18	4,5				

**Leyenda:**

M: Maistral  
GCL: P. Clínicas

S: Seminario  
TA: Taller

GA: P. de Aula  
TI: Taller Ind.

GL: P. Laboratorio  
GCA: P. de Campo

GO: P. Ordenador

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 60%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Trabajos en equipo (resolución de problemas, diseño de proyectos) 20%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

Se implementa un sistema de evaluación continua asistido por un examen final o únicamente una evaluación final. El alumno tiene derecho a decidir, en el plazo de nueve semanas desde el comienzo del curso, si se acoge al sistema de evaluación continua o al de evaluación final.

En el caso de la evaluación continua, la calificación de la asignatura se obtendrá en base a los siguientes conceptos:

- \* Evaluación de los ejercicios propuestos semanalmente 15%
- \* Herramientas CAD y VHDL 10%
- \* Evaluación de las prácticas APTO/NO APTO
- \* Evaluación de un pequeño proyecto que se desarrollará y expondrá la última semana de clase 15%
- \* Exámen final individual 60%: Consistirá en una prueba escrita que constará de dos o tres problemas a resolver.

La calificación final se obtendrá de la media de las calificaciones previas pero será necesario tener aprobadas cada una de las partes y obtener un mínimo de 2.5 puntos sobre 6 en la prueba final.

En el caso de optar por una evaluación final, la calificación se obtendrá con un exámen que consistirá en:

- \* Prueba final individual 70% de la nota de la asignatura
- \* Evaluación del proyecto 15%
- \* El o la estudiante deberá realizar una práctica de laboratorio en la que se evaluará el resultado de aprendizaje de esta parte de la asignatura 15%

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

En la convocatoria extraordinaria se seguirán los mismos criterios expuestos anteriormente para los alumnos examinados mediante evaluación final.

- 1) Prueba final individual 70% de la nota de la asignatura
- 2) Evaluación del proyecto 15%
- 3) El o la estudiante deberá realizar una práctica de laboratorio en la que se evaluará el resultado de aprendizaje de esta parte de la asignatura 15%

Si el estudiante ha realizado y aprobado el proyecto y las prácticas se mantendrá la nota obtenida y su porcentaje correspondiente el curso actual y el siguiente.

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

Consulta de los textos descritos en la bibliografía básica. Hay ejemplares disponibles en la Biblioteca Universitaria del Campus de Leioa.

Todos los recursos utilizados en la asignatura se encuentran disponibles en el aula virtual de apoyo al curso (Moodle-

Egela).

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Bibliografía básica**

\* Randy H. Katz; CONTEMPORARY LOGIC DESIGN, Ed. Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc.1994, ISBN 0-8053-2703-7.

\* Victor P. Nelson, H. Troy Nagle, Bill D. Carroll, J. David Irwin, ANÁLISIS Y DISEÑO DE CIRCUITOS LÓGICOS DIGITALES, Ed. Prentice-Hall Hispanoamericana, 1996, ISBN 0-13-463894-8.

### **Bibliografía de profundización**

\* Herbert Taub; CIRCUITOS DIGITALES Y MICROPROCESADORES, Ed. McGraw Hill, 1983, ISBN 84-85240-41-3.

\* M. Morris Mano, Charles R. Kime; FUNDAMENTOS DE DISEÑO LÓGICO Y DE COMPUTADORAS, Ed PEARSON PRENTICE HALL, 2005, ISBN 84-205-4399-3.

\* Frederick J. Hill, Gerald R. Peterson; TEORIA DE CONMUTACIÓN Y DISEÑO LÓGICO, Ed. Limusa Mexico.1978.

\* Zvi Kohavi, SWITCHING AND FINITE AUTOMATA THEORY, Ed. McGraw-Hill Book Company, 1970, ISBN 07-035298-4.

\* Stephen Brown, Zvonko Vranesic, FUNDAMENTALS OF DIGITAL LOGIC WITH VHDL DESIGN, Ed. McGraw-Hill Companies , 2000, ISBN 0-07-012591-0.

\* Volnei A. Pedroni, CIRCUIT DESIGN WITH VHDL, Ed. Massachusetts Institute of Technology , 2004, ISBN 0-262-16224-5.

### **Revistas**

### **Direcciones de internet de interés**

## **OBSERVACIONES**

**ASIGNATURA**

26631 - Instrumentación I

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

Descripción: el objeto de la asignatura es introducir conceptos generales sobre los sistemas de instrumentación electrónica, independientemente de su ámbito de aplicación. Se tratan los principios de la caracterización experimental de magnitudes físicas, incluyendo una introducción a los sensores, ruido e interferencias electromagnéticas y técnicas básicas de adquisición y acondicionamiento de señal. Así mismo, se abordan los temas de generación y modulación de señal y una introducción a los sistemas de adquisición.

Contexto: Instrumentación I es una asignatura obligatoria de tercer curso tanto del Grado de Ingeniería Electrónica como del doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica. Los estudiantes que la cursan tienen unos conocimientos básicos de circuitos electrónicos adquiridos en las asignaturas de Electrónica y Técnicas experimentales II (ambas de segundo curso). Asimismo, los alumnos de los citados grados, disponen de la asignatura optativa de Instrumentación II (cuarto curso) que profundiza en la instrumentación virtual a partir de una introducción básica adquirida en esta asignatura. Por otro lado, Instrumentación I también es una asignatura optativa del Grado de Física (cursos tercero o cuarto). Está especialmente indicada para las áreas experimentales de la Física, ya que proporciona las bases del procesado analógico de las señales físicas provenientes de sensores y transductores.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Las competencias de se trabajan en esta asignatura son:

- Describir los principios básicos sobre sistemas de medida, incluyendo la calibración y el error.
- Conocer los principios de funcionamiento de sensores de distinta naturaleza para la medida de diversas magnitudes físicas así como los problemas prácticos asociados.
- Identificar el efecto del ruido y las interferencias electromagnéticas sobre el funcionamiento de sistemas para la instrumentación electrónica, conocer las limitaciones asociadas y ser capaz de aplicar estrategias para minimizarlas.
- Analizar y diseñar circuitos y sistemas electrónicos básicos para la síntesis de señal, la adquisición de datos y el acondicionamiento de señal.
- Utilizar con destreza herramientas informáticas para el análisis y diseño de circuitos y sistemas electrónicos de instrumentación, así como para la instrumentación virtual y control de instrumentos de medida.
- Comunicar, tanto de forma oral como escrita, conocimientos, resultados e ideas relacionadas con la instrumentación electrónica básica.

Estas competencias son una concreción de las capacidades que se trabajan en las competencias definidas a nivel de módulo y/o de asignatura en los planes de estudios del Grado de Ingeniería Electrónica y del Grado de Física.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

## 1. Introducción

## 1.1 Introducción a la instrumentación electrónica

Definiciones y conceptos básicos. Funciones y bloques fundamentales de un sistema de medida electrónico.

## Variables y señales

## 1.2 Características de un sistema de medida

Características estáticas: Curva de calibración. Características dinámicas. Errores y Calibración

## 1.3 Conceptos fundamentales

Amplificación. Transferencia de potencia. Amplificador operacional. Diodos

## 2. Sensores

## 2.1 Introducción

Transductores y sensores. Fenómenos básicos de transducción. Sensores inteligentes y MEMS

## 2.2 Clasificación de sensores

Criterios de clasificación. Sensores para magnitudes típicas.

## 2.3 Ejemplos de sensores básicos

Sensores resistivos: Potenciómetros, RTDs, galgas extensométricas, termistores. Sensores capacitivos e inductivos.

Termopares. Sensores optoelectrónicos: Fotodiodos y fototransistores.

## 2.4 Sensores para medida de magnitudes eléctricas.

Detector de potencia a diodo

## 3. Acondicionamiento de señal

## 3.1 Introducción

## 3.2 Amplificación

Amplificador diferencial. Amplificador de transimpedancia. Amplificador logarítmico. Amplificador de instrumentación.

Amplificador de puente transductor

3.3 Filtrado

Filtros pasivos RC. Filtros activos

3.4 Limitaciones prácticas en la utilización del amplificador operacional

Limitaciones estáticas (impedancias, saturación, desvío de entrada, corrientes de polarización, rechazo del modo común...) . Limitaciones dinámicas (ancho de banda, slew rate)

4. Ruido e interferencias electromagnéticas

4.1 Introducción

4.2 Ruido

Aspectos matemáticos. Ruido térmico. Ruido 1/f. Ruido en el OPAMP. Efecto del ruido sobre circuitos y sistemas.

Figura de ruido. Ruido de fase.

4.3 Interferencias electromagnéticas

Contexto y definiciones. Acoplamiento conducido. Acoplamiento capacitivo e inductivo

Acoplamiento por radiación

4.4 Medidas en presencia de ruido

Amplificador de lock-in. Analizador de espectro

5. Generación y síntesis de señal

5.1 Circuitos multivibradores

Multivibradores estables y monoestables. Temporizador integrado 555. Astable con circuito integrado 555.

Monoestable con circuito integrado 555.

5.2 Osciladores armónicos

Condiciones de oscilación. Osciladores con red RC y Amplificador Operacional. Osciladores sintonizados LC.

Osciladores controlados por tensión (VCO). Parámetros característicos de un oscilador. Osciladores a cristal.

5.3 Lazos de enganche de fase (PLL)

6. Adquisición de datos y control de instrumentos

6.1 Sistemas de adquisición de datos

6.2 Software para instrumentación

## METODOLOGÍA

La materia se desarrolla en clases magistrales, prácticas y seminarios. Además de las prácticas de aula, la asignatura tiene también de prácticas de laboratorio y prácticas de ordenador.

En las clases magistrales se explicarán los conceptos teóricos relativos a la asignatura, ilustrándolos con sencillos ejemplos. Además, se propondrán relaciones de problemas a resolver por el alumnado. En las prácticas de aula se desarrollarán ejemplos prácticos y se corregirán y discutirán los problemas propuestos impulsando la participación activa de los alumnos. Finalmente, con objeto de impulsar el aprendizaje cooperativo, se realizarán también seminarios teórico/prácticos de profundización de algunos de los temas tratados.

En las prácticas de ordenador se realizarán prácticas de simulación para fijar los conceptos teóricos y entender las limitaciones de los circuitos reales.

El aprendizaje se complementa con el diseño, montaje y verificación en el laboratorio de instrumentación electrónica de circuitos de interés práctico.

Además, se utilizará la plataforma eGELA como medio de comunicación con el alumnado y para la difusión de material y recursos docentes.

## TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	5	10	10				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	7,5	15	15				

### Leyenda:

M: Maestral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

## SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación continua
- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 80%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 10%
- Exposición de trabajos, lecturas... 10%

## **CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

### **SISTEMA DE EVALUACIÓN CONTINUA:**

A lo largo del periodo lectivo, el alumnado realizará diversas pruebas y actividades para valorar su progreso, con la siguiente ponderación:

- Prueba de clase (15% de la nota final)
- Trabajos y ejercicios entregables y/o exposiciones públicas (10% de la nota final)
- Prácticas e informes (10% de la nota final)\*

En la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes se realizará:

- Examen final escrito (65% de la nota final)\*\*

\* Las prácticas son obligatorias en el sistema de evaluación continua.

\*\* Para aprobar la asignatura es preciso obtener como mínimo una nota de 4 sobre 10 en el examen escrito.

A lo largo del curso se darán las orientaciones para guiar al alumno en la mejora de sus trabajos.

### **RENUNCIA A LA EVALUACIÓN CONTINUA:**

El alumno podrá renunciar a la evaluación continua dentro del plazo indicado en la normativa reguladora de evaluación: 9 semanas a contar desde el comienzo del cuatrimestre de acuerdo con el calendario académico del centro. La renuncia se realizará por escrito, mediante documento de renuncia que se deberá entregar al profesor debidamente cumplimentado y firmado.

En este caso el alumno será evaluado mediante SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL, que se calificará de la siguiente forma:

- Examen escrito (90% de la nota final) en la fecha oficial establecida en el periodo de exámenes. Esta prueba no será necesariamente la misma que la prueba que los alumnos evaluados mediante el sistema de la evaluación continua realizarán en el periodo oficial de exámenes.
- Prueba específica de prácticas (10% de la nota final). Si se ha obtenido al menos un 4.5 sobre 10 en el examen escrito, se deberá realizar y superar satisfactoriamente una prueba específica de prácticas.

### **RENUNCIA A LA CONVOCATORIA ORDINARIA:**

Para renunciar a la convocatoria ordinaria será suficiente con no presentarse al examen final escrito en el periodo de exámenes, independientemente del sistema de evaluación

## **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

La convocatoria extraordinaria se evaluará mediante SISTEMA DE EVALUACIÓN FINAL, de la siguiente forma:

-Examen escrito (90% de la nota final) en la fecha oficial establecida a tal fin. Aquellos alumnos que hayan sido evaluados mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria podrán conservar los resultados positivos de la prueba de clase (%15 de la nota final) y/o de los trabajos y ejercicios entregables y exposiciones públicas (10% de la nota final), restándose el porcentaje correspondiente al examen escrito, si esto resulta en su beneficio.

Para aprobar la asignatura es preciso obtener como mínimo una nota de 4 sobre 10 en el examen escrito.

- Prueba específica de prácticas (10% de la nota final). Si se ha obtenido al menos un 4.5 sobre 10 en el examen escrito, se deberá realizar y superar satisfactoriamente una prueba específica de prácticas. La prueba de prácticas es obligatoria para aquellos alumnos que no hayan superado satisfactoriamente dicha parte en la convocatoria ordinaria. Los alumnos que hayan sido evaluados mediante evaluación continua en la convocatoria ordinaria, o en su defecto, hayan superado la prueba específica de prácticas en la convocatoria ordinaria, podrán guardar los resultados positivos de la misma para esta evaluación final.

## **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

- Página de eGELA de la asignatura

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía básica

- M. A. Pérez y otros, "Instrumentación Electrónica". Thomson, 2004.

### Bibliografía de profundización

- D. Christiansen, Electronics Engineers; Handbook, McGraw-Hill, 1989.
- G. Meijer, Smart Sensor Systems, John Wiley & Sons, 2008.
- C. R. Paul, Introduction to Electromagnetic Compatibility, John Wiley & Sons, 1992.
- A.S. Sedra, K.C. Smith, Microelectronic Circuits, Oxford University Press, New York, 2010.
- S. Franco, Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos, McGraw-Hill, 2005.
- M. Sierra et al., Electrónica de Comunicaciones, Pearson Educación, 2003.
- W.F. Egan, Phase-Lock Basics, John Wiley & Sons, 1998.
- G. Nash, Phase Locked Loops Design Fundamentals, AN 535, Motorola Semiconductor Application Note, 1994.

### Revistas

### Direcciones de internet de interés

- <http://www.egr.msu.edu/em/research/goali/notes/>
- <http://www.design-reuse.com/>
- <http://www.national.com/analog>
- <http://www.educyclopedia.be/electronics/>
- <http://www.ni.com/labview/>

## OBSERVACIONES

**Centro** 310 - Facultad de Ciencia y Tecnología**Ciclo** Indiferente**Plan** GELECT30 - Grado en Ingeniería Electrónica**Curso** 3er curso**ASIGNATURA**

26630 - Señales y Sistemas

**Créditos ECTS :** 6**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

- Este curso cubre los fundamentos de análisis de señales y sistemas tanto en el dominio continuo como discreto, para aplicaciones en el filtrado y procesado de señal, comunicaciones y control automático. Los contenidos incluyen la convolución, series y transformadas de Fourier, muestreo y procesado en tiempo discreto de señales continuas, transformadas de Laplace y Z, análisis en el dominio de la frecuencia y análisis de sistemas mediante la función transferencia.
- Para matricularse en la asignatura es aconsejable tener conocimientos básicos de matemáticas y física. La Matemática básica incluye la resolución de ecuaciones diferenciales lineales de parámetros constantes, el cálculo matricial y el análisis de funciones de variable compleja. En cuanto a la Física se requieren conocimientos básicos de mecánica y de electricidad (leyes de Newton y de Kirchhoff entre otras).
- Este curso es básico para cursar adecuadamente la asignatura de Control Automático, la cuál se imparte posteriormente y que también es obligatoria para la obtención del Doble Grado en Física e Ingeniería Electrónica y del Grado en Ingeniería Electrónica. Además, esta asignatura es básica para estudiantes del Grado de Física que vayan estudiar la especialidad de Instrumentación y Medida, siendo esta una de las opciones que puede escoger el estudiante para obtener dicho grado.
- Las técnicas desarrolladas para el análisis de señales y sistemas que se aprenden en este curso son aplicables a un amplio espectro de procesos físicos (eléctricos, mecánicos, químicos, termodinámicos, hidráulicos, etc). Asimismo, dichas técnicas también pueden ser aplicadas a procesos de otra naturaleza como pueden ser procesos económicos, dinámica de poblaciones, procesado de imágenes, etc. Como consecuencia, este curso es básico para cualquier estudiante de ingeniería ya que las competencias y conocimientos adquiridos durante el curso le serán de gran utilidad en su futura carrera profesional. Asimismo, dichos conocimientos son básicos para estudiantes de Física cuya carrera profesional se oriente hacia la Física experimental donde es requisito fundamental poseer conocimientos y competencias en Instrumentación y Medida.

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

El curso tiene como finalidad que el estudiante adquiera las competencias que se exponen a continuación:

- Conocer y manejar los conceptos fundamentales relacionados con señales y sistemas.
- Conocer y aplicar métodos de modelado y análisis de señales y sistemas en el dominio temporal y frecuencial, tanto en tiempo continuo como en tiempo discreto.
- Conocer y manejar técnicas de muestreo de señales continuas y de reconstrucción de señales a partir de sus muestras.
- Resolver problemas básicos sobre señales y sistemas usando las técnicas adecuadas.
- Ser capaz de comunicar por escrito conocimientos, resultados e ideas relacionadas con la asignatura por medio de los informes de prácticas y de la resolución de problemas propuestos en clase.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

Los contenidos teóricos de la asignatura se engloban en el siguiente programa:

## 1- Introducción a señales y sistemas

Conceptos básicos. Modelos en el dominio temporal de sistemas. Señales y sistemas en tiempo continuo y en tiempo discreto.

## 2- Transformación de señales

Series de Fourier y transformadas de Fourier. La transformada de Laplace. La transformada-Z. La función de transferencia.

## 3- Análisis de señales y sistemas

Espectros de amplitud y fase. Señales de energía y potencia. Densidad espectral de energía y potencia. Cálculo de potencia para señales periódicas. Integral de convolución. Convolución discreta. Análisis de los sistemas de tiempo

continuo y discreto mediante la función de transferencia. Estabilidad BIBO.

#### 4- Muestreo y Reconstrucción

Transformada de Fourier de una señal muestreada. Reconstrucción de señales a partir de sus muestras. Solapamiento y el teorema de muestreo de Nyquist. Filtro ideal y ZOH.

#### 5- Análisis de señales y sistemas en el dominio de la frecuencia

Respuesta en frecuencia usando transformadas de Fourier, de Laplace y Z. Interpretaciones gráficas de la función respuesta en frecuencia (Representación polar y Lugar de Bode). Construcción gráfica de los diagramas de Bode (constantes, polos y ceros reales, y dos polos y dos ceros complejos).

Además, de forma complementaria se incluye el tema:

#### 6- Sistemas lineales retroalimentados

Realimentación. Criterio de Routh-Hurwitz. Criterio de Nyquist. Márgenes de ganancia y fase.

Los contenidos prácticos consisten en:

- Manejo del software matemático Scilab para cálculo científico.
- Representación de señales continuas y discretas tanto en el dominio temporal como frecuencial usando Scilab.
- Análisis de señales en el dominio frecuencial: representación de espectros de amplitud, fase, energía y potencia de señales usando Scilab.
- Análisis de sistemas en el dominio frecuencial: representación del diagrama de Bode usando Scilab.

### METODOLOGÍA

- Las clases magistrales consisten en la exposición por parte del profesor de los contenidos principales del curso mediante el uso de la pizarra, la proyección de transparencias, la simulación de sistemas con el ordenador usando Scilab, etc.
- Las prácticas de aula consisten en la resolución de problemas propuestos en clase con antelación. Se requiere la participación de los alumnos para resolver parte de dichos problemas bien de forma presencial o virtual haciendo uso de la plataforma eGela. De esta forma se pretende fomentar la comunicación de los alumnos con el profesor.
- El objetivo de las prácticas de laboratorio es que los alumnos asimilen y apliquen los conceptos presentados en las clases magistrales. Se trata de prácticas de simulación usando Scilab, dirigidas por el profesor y, principalmente, son presenciales para el alumno. En casos especiales, y con el consentimiento del profesor, las prácticas podrían ser no presenciales.
- El alumno debe hacer uso de los apuntes de la asignatura, de los libros propuestos en la bibliografía, así como de los problemas y prácticas de laboratorio planteados durante el curso para adquirir los conocimientos y competencias básicos para la asignatura.
- Información sobre la asignatura (apuntes, problemas, presentaciones, guiones de prácticas, etc) estarán disponibles en el servidor eGela de la universidad.
- Es interesante tomar parte en las actividades organizadas por el área de Ingeniería de Sistemas y Automática. Entre ellas, acudir a las presentaciones de trabajos durante las Jornadas de Ingeniería en Electrónica que se celebran anualmente en la Facultad de Ciencia y Tecnología.

### TIPOS DE DOCENCIA

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	25	5	15		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	37,5	7,5	22,5		22,5				

**Leyenda:**

M: Magistral                      S: Seminario                      GA: P. de Aula                      GL: P. Laboratorio                      GO: P. Ordenador  
GCL: P. Clínicas                      TA: Taller                      TI: Taller Ind.                      GCA: P. de Campo

### SISTEMAS DE EVALUACIÓN

- Sistema de evaluación final

## HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN

- Prueba escrita a desarrollar 70%
- Realización de prácticas (ejercicios, casos o problemas) 30%

## CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

### ACLARACIONES:

- La realización de prácticas y entrega de informes es obligatoria, por lo que la no realización de las mismas supone no aprobar la asignatura.
- Las prácticas se realizan en grupo y cada grupo ha de entregar un informe de prácticas. De esta forma se fomenta el trabajo en grupo.
- Dentro del 30% de la nota correspondiente a la realización de prácticas se incluye la colaboración del estudiante en la resolución de problemas en clase.
- Los estudiantes que por causas justificadas previstas en la normativa deban examinarse por medio de una prueba final realizarán un examen teórico (70% de la nota) y otro práctico (30% restante).
- Criterios de evaluación: Tanto en el examen teórico como en los informes de prácticas se valorará especialmente el análisis de los resultados obtenidos.
- Si el alumno no asiste para la realización del examen teórico se entenderá que renuncia a la convocatoria y será calificado con un "No presentado".

## CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA

### ACLARACIONES:

- La realización de prácticas y entrega de informes es obligatoria, por lo que la no realización de las mismas supone no aprobar la asignatura. El estudiante que lo desee puede entregar un nuevo informe de prácticas. En caso contrario se le mantiene la nota de prácticas correspondiente a la convocatoria ordinaria.
- Los estudiantes que por causas justificadas previstas en la normativa deban examinarse por medio de una prueba final realizarán un examen teórico (70% de la nota) y otro práctico (30% restante).
- Criterios de evaluación: Tanto en el examen teórico como en los informes de prácticas se valorará especialmente el análisis de los resultados obtenidos.
- Si el alumno no asiste para la realización del examen teórico se entenderá que renuncia a la convocatoria y será calificado con un "No presentado".

## MATERIALES DE USO OBLIGATORIO

El material proporcionado por el profesor al inicio y durante el curso, tanto en el aula como por medio de la plataforma eGela.

## BIBLIOGRAFIA

### Bibliografía básica

- \* Introducción a las señales y los sistemas. Lindner, Douglas K. McGraw-Hill. 2002
- \* Señales y sistemas. Oppenheim, Alan V, Nawab, S. Hamid, Willsky, Alan S. Prentice-Hall Hispanoamericana. 1998.

### Bibliografía de profundización

- \* Fundamentos de señales y sistemas usando la Web y MATLAB. Heck, Bonnie S. Kamen, Edward W. Pearson Educación. 2008
- \* Señales y sistemas : análisis mediante métodos de transformada y MATLAB. Roberts, Michael J. McGraw-Hill. 2005
- \* Signals and Systems. Haykin, Simon and Van Veen, Barry. Wiley, 2002.
- \* Señales y sistemas continuos y discretos. Soliman, Samir S, Srinath, M. D. Prentice Hall. 1999.
- \* Erregulazio automatikoa, A. Tapia eta J. Florez, Elhuyar, 1995.

\* Kontrol digitalaren oinarriak, Arantza Tapia, Gerardo Tapia eta Julian Florez, Elhuyar, 2007.

## **Revistas**

## **Direcciones de internet de interés**

- \* MIT OpenCourseWare, Massachusetts Institute of Technology: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/web/home/home/index.htm>
- \* Scilab: <http://www.scilab.org>
- \* Matlab: <http://www.mathworks.com/academia/index.html>
- \* EHU OpenCourseWare, Automatica: [http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course\\_listing](http://http://ocw.ehu.es/enseñanzas-tecnicas/automatica/Course_listing)

## **OBSERVACIONES**

- No hay observaciones.

**ASIGNATURA**

26843 - Técnicas Actuales de Programación

**Créditos ECTS :** 6

**DESCRIPCIÓN Y CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA**

La programación de ordenadores es una competencia que en la actualidad afecta transversalmente a prácticamente todas las ramas del conocimiento tecnológico y científico. Ya es una herramienta indispensable en prácticamente cualquiera de sus disciplinas, y su dominio resulta necesario a sus profesionales. Particularizando en la ingeniería electrónica, esta se apoya fuertemente en la programación tanto para la simulación de dispositivos y fenómenos físicos, como para su aplicación en sistemas, puesto que la electrónica digital se encuentra en la base misma de la programación. En este sentido el ingeniero electrónico debe tener no poco dominio de la programación a todos los niveles, desde la más próxima al hardware, hasta la más abstracta. La asignatura Técnicas Actuales de Programación pretende cubrir este ámbito más abstracto con la aportación al alumnado del conocimiento del paradigma de programación en vigor (orientación a objetos, patrones, etc.) y de una visión global de la situación del mundo de la programación (aplicaciones web, software como servicio, lenguajes y técnicas emergentes, etc.)

**COMPETENCIAS / RESULTADOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA**

Se capacita para

- plantear y resolver problemas con programación orientada a objetos con entornos gráficos o sin ellos;
- hacer uso de entornos de desarrollo, con las ayudas que aportan (debug, versionado, etc.);
- reconocer y utilizar los patrones más comunes, así como a formalizar las propias soluciones de este modo;
- aprovechar estructuras y mecanismos disponibles evitando la generación de soluciones ya existentes (y mejores);
- conocer las tecnologías más avanzadas que se están utilizando en la actualidad en este campo.

**CONTENIDOS TEORICO-PRACTICOS**

Programa

1- Ingeniería del software

El proceso unificado de desarrollo de software. Desarrollo a partir de modelado. Entornos de ayuda al desarrollo

2- Conceptos de Orientación a Objetos y su implementación

Entorno y elementos básicos. Clase y Objeto. Instanciación. Encapsulamiento. Herencia. Clases abstractas. Interfaz. Polimorfismo. Clases genéricas. Gestión de caminos de error basada en objetos.

3- Bibliotecas de Clases

Clases nucleares y clases de utilidad. Entrada y salida de datos. Interfaces gráficos de usuario (GUIs). Programación con hilos

4- Los datos en las aplicaciones actuales

XML y sus aplicaciones más notables. XHTML. Bases de datos y SQL. Patrones para la persistencia.

5- Arquitecturas software

Arquitectura cliente-servidor (sockets). Aplicaciones y servicios Web. Otras arquitecturas.

**METODOLOGÍA**

Las clases magistrales se realizan con uso de multimedia y ejecución de ejemplos "en vivo". Los alumnos deben instalar todo el material recomendado en sus ordenadores personales para realizar los ejercicios propuestos. Si disponen de portátil pueden seguir con él las clases y los ejemplos. Todo el material diario se encuentra en la web del profesor antes o después de las clases en función de las necesidades. La función de las prácticas en aula de ordenadores no es tanto que los alumnos dispongan del material necesario -puesto que hoy en día disponen personalmente de él- sino que dispongan de un tiempo en que la interacción profesor-alumno se realice a demanda del alumno.

**TIPOS DE DOCENCIA**

Tipo de Docencia	M	S	GA	GL	GO	GCL	TA	TI	GCA
Horas de Docencia Presencial	30	5	10		15				
Horas de Actividad No Presencial del Alumno	45	7,5	15		22,5				

**Leyenda:**

M: Magistral

S: Seminario

GA: P. de Aula

GL: P. Laboratorio

GO: P. Ordenador

GCL: P. Clínicas

TA: Taller

TI: Taller Ind.

GCA: P. de Campo

**SISTEMAS DE EVALUACIÓN**

- Sistema de evaluación final

**HERRAMIENTAS Y PORCENTAJES DE CALIFICACIÓN**

- Prueba tipo test 20%

### **CONVOCATORIA ORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

- Método de renuncia de convocatoria: La no presentación al examen principal se considerará renuncia a la convocatoria.

- Criterios de evaluación:

\* Se tendrán en cuenta todos los elementos de evaluación indicados, exigiendo un mínimo de 3,5 sobre 10 en cada una.

\* Eventualmente cada alumno podrá, mediado el curso, optar por desarrollar un proyecto de software que participará en la evaluación con un porcentaje del 30%. Este porcentaje será deducido del correspondiente al examen en ordenador (quedando en un 50%). La evaluación del proyecto se realizará mediante su discusión/defensa con el profesor.

### **CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: ORIENTACIONES Y RENUNCIA**

- Método de renuncia de convocatoria: La no presentación al examen se considerará renuncia a la convocatoria.

- Criterios de evaluación:

\* Se tendrán en cuenta todos los elementos de evaluación indicados, exigiendo un mínimo de 3,5 sobre 10 en cada una.

\* En caso de que el alumno optara en convocatoria ordinaria por el desarrollo un proyecto de software, podrá mantener dicha opción con la entrega de una versión actualizada, o renunciar a ella.

### **MATERIALES DE USO OBLIGATORIO**

Entorno de desarrollo Netbeans y JDK

### **BIBLIOGRAFIA**

#### **Bibliografía básica**

Tutoriales básicos de Oracle (ver direcciones de Internet)

#### **Bibliografía de profundización**

Tutoriales avanzados de Oracle (ver direcciones de Internet)

Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides,; "Design Patterns. Elements of reusable object-oriented software", Addison Wesley, 1995.

Mark Grand, "Patterns in Java. Vol. 1: A catalog of reusable design patterns illustrated with UML", Wiley, 1998.

#### **Revistas**

Java Magazine (online - ver direcciones de Internet)

#### **Direcciones de internet de interés**

<http://gtts.ehu.es/German/> (seguir "docencia -> TAP")

<http://docs.oracle.com/javase/tutorial/>

<http://www.oracle.com/technetwork/java/javamagazine/index.html>

### **OBSERVACIONES**