

MÓDULO	MATERIA	CURSO	SEMESTRE	CRÉDITOS	TIPO
Optativas	Dispositivos electrónicos y fotónicos.	4º	2º	6	OPTATIVA
PROFESOR(ES)			DIRECCIÓN COMPLETA DE CONTACTO PARA TUTORÍAS (Dirección postal, teléfono, correo electrónico, etc.)		
<ul style="list-style-type: none"> Francisco J. Gámiz Pérez 			Dpto. Electrónica y Tecnología de Computadores, 2ª planta, Facultad de Ciencias. Despacho nº 8. Correo electrónico: fgamiz@ugr.es		
			HORARIO DE TUTORÍAS		
			Lunes: 12-14 Miércoles: 10:30-11:30 Jueves: 11-14 Dpto. Electrónica y Tecnología de Computadores.		
GRADO EN EL QUE SE IMPARTE			OTROS GRADOS A LOS QUE SE PODRÍA OFERTAR		
Grado en Ingeniería Electrónica Industrial					
PRERREQUISITOS Y/O RECOMENDACIONES (si procede)					
Tener conocimientos adecuados sobre: <ul style="list-style-type: none"> Electrónica 					
BREVE DESCRIPCIÓN DE CONTENIDOS (SEGÚN MEMORIA DE VERIFICACIÓN DEL GRADO)					
Procesos de fabricación de dispositivo electrónicos y circuitos integrados. Dispositivos electrónicos e interconexiones en circuitos integrados. Alternativas de diseño de circuitos integrados digitales. Técnicas de diseño de circuitos integrados analógicos.					



Diseño de circuitos integrados de potencia.

COMPETENCIAS GENERALES Y ESPECÍFICAS

Competencias generales:

- T1 - Capacidad de análisis y síntesis: Encontrar, analizar, criticar (razonamiento crítico), relacionar, estructurar y sintetizar información proveniente de diversas fuentes, así como integrar ideas y conocimientos.
- T2 - Capacidad de organización y planificación así como capacidad de gestión de la Información
- T3 - Capacidad de comunicación oral y escrita en el ámbito académico y profesional.
- T4 - Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades en las relaciones interpersonales.
- T5 - Capacidad para la resolución de problemas y para aplicar los conocimientos en la práctica.
- T6 - Capacidad para el uso y aplicación de las TIC en el ámbito académico y profesional.
- T7 - Capacidad para tomar decisiones así como capacidad de argumentar y justificar lógicamente dichas decisiones, sabiendo aceptar otros puntos de vista.
- T8 - Capacidad para el aprendizaje autónomo así como iniciativa y espíritu emprendedor.
- T9 - Capacidad de trabajo en equipo. Habilidades en las relaciones interpersonales.
- T10 - Capacidad de adaptarse a nuevas situaciones y nuevas tecnologías.
- T11 - Capacidad para innovar y generar nuevas ideas. Creatividad.
- T12 - Motivación por la calidad y la mejora continua, actuando con rigor, responsabilidad y ética profesional.
- T13 - Sensibilidad hacia temas medioambientales.
- T14 - Respeto a los derechos fundamentales y de igualdad entre hombres y mujeres.
- C3 - Conocimientos de los fundamentos de ciencia, tecnología y química de materiales. Comprender la relación entre la microestructura, la síntesis o procesado y las propiedades de los materiales
- C4 - Conocimiento y utilización de los principios de teoría de circuitos y máquinas eléctricas.
- C5 - Conocimientos de los fundamentos de la electrónica.
- C9 - Conocimientos básicos de los sistemas de producción y fabricación
- C10 - Conocimientos básicos y aplicación de tecnologías medioambientales y sostenibilidad

Competencias específicas:

- CC34 - Comprensión y dominio de los conceptos fundamentales y de las características de la tecnología CMOS.
- CC35 - Conocimiento de los conceptos fundamentales y de las características de las Heteroestructuras.
- CC36 - Capacidad para comprender los principios de funcionamiento y las características de los Fotodetectores, LED y Láseres
- semiconductores.
- CC37 - Capacidad para resolver los problemas que puedan plantearse en la ingeniería al utilizar en situaciones reales los dispositivos electrónicos y fotónicos

OBJETIVOS (EXPRESADOS COMO RESULTADOS ESPERABLES DE LA ENSEÑANZA)

- Conocer la diferencia entre metales, aislantes y semiconductores.
- Presentar las principales características de los semiconductores y los tipos que existen.
- Mostrar el modelo de diagramas de bandas para el estudio de los semiconductores.



- Proporcionar las ecuaciones básicas para el cálculo de la densidad de portadores móviles en semiconductores.
- Estudiar las situaciones de desequilibrio y los procesos de generación y recombinación
- Analizar los mecanismos de conducción eléctrica: difusión y deriva. Exponer la ecuación de continuidad.
- Explicar cualitativamente el funcionamiento de un diodo de unión PN y obtener la expresión que relaciona la corriente con la tensión aplicada en condiciones estacionarias. Obtener modelos de gran señal.
- Estudiar la conmutación del diodo entre los estados de conducción y no corte. Proporcionar un modelo de pequeña señal.
- Describir el transistor bipolar y entender su funcionamiento.
- Describir los distintos modos de operación del transistor bipolar
- Proporcionar modelos eléctricos equivalentes en gran señal y pequeña señal del BJT y del MOSFET. Simular y medir los parámetros circuitales de transistores MOSFETs y bipolares.

TEMARIO DETALLADO DE LA ASIGNATURA

TEMARIO TEÓRICO:

- Tema 1. Semiconductores.
 - 1.1 Metales, aislantes y semiconductores.
 - 1.2 Estadística de semiconductores.
 - 1.3 Portadores en desequilibrio
 - 1.4 Transporte de carga. Corriente en semiconductores
 - 1.5 Generación y recombinación. Ecuación de continuidad
- Tema 2. Uniones
 - 2.1 Introducción
 - 2.2 Unión PN en equilibrio térmico
 - 2.3 Unión PN polarizada en condiciones estacionarias. Curva I-V
 - 2.4 Dependencia con la temperatura
 - 2.5 Modelos I-V de gran señal. Análisis de circuitos con diodos
 - 2.6 Distribución de carga y campo en la unión. Cálculo del ancho de la zona de carga espacial.
 - 2.7 Fenómenos de ruptura
 - 2.8 Comportamiento dinámico. Modelos de conmutación y de pequeña señal
 - 2.9 Tipos de diodos y aplicaciones
 - 2.10 Unión metal-semiconductor
 - 2.11 Heterouniones
- Tema 3. El transistor bipolar de unión.
 - 3-1 Introducción. Efecto transistor
 - 3-2 Fundamentos básicos. Descripción cualitativa
 - 3-3 Cálculo de la corriente en régimen DC. Ecuaciones de Ebers-Moll
 - 3-4 Características de transferencia. Polarización
 - 3-5 Comportamiento dinámico.
 - 3-6 Efectos de segundo orden.
 - 3-7 El transistor bipolar de heterounión.



- Tema 4. La estructura Metal-Aislante-Semiconductor.
 - 4-1. La capacidad Metal-Oxido-Semiconductor. Tensión de banda plana.
 - 4-2. Modos de operación de la estructura MOS.
 - 4-3. Determinación de la carga en el semiconductor. Efecto de polarización del sustrato. Tensión umbral.
 - 4-4. Capacidad de la estructura MOS.

- Tema 5. El transistor de efecto campo Metal-Óxido-Semiconductor.
 - 5-1. Estructura y símbolos de circuito.
 - 5-2 Modos de operación.
 - 5-3 Característica de gran señal.
 - 5-4 Curvas características del MOSFET.
 - 5-5 Modelos de circuito del MOSFET.
 - 5-6 Respuesta en frecuencia del MOSFET.
 - 5-7 Efectos de canal corto.
 - 5-8 Conducción subumbral en MOSFETs.
 - 5-9 Corriente en el sustrato de MOSFETs.

- Tema 6. Dispositivos emergentes.
 - 6-1. Escalado del transistor MOSFET. Tecnología Silicio-sobre-Aislante. FinFETS y dispositivos multipuerta. Nanoelectrónica.
 - 6-2. Sistemas MEMs y NEMs.
 - 6-3. Biochips y Lab-on-Chips.

- Tema 7. Dispositivos Optoelectrónicos.
 - 7-1. Introducción
 - 7-2. Clasificación de los dispositivos optoelectrónicos.
 - 7-3. Interacción luz-materia. Absorción y Emisión de Luz.
 - 7-4. Fotodiodos y fototransistores.
 - 7-5. Células solares.
 - 7-6. Diodos LEDs
 - 7-7. Diodos láser.
 -

TEMARIO PRÁCTICO:

Seminarios/Talleres

- Seminario: Simulación de dispositivos electrónicos y fotónicos.
- Seminario: Caracterización de dispositivos electrónicos.

Ejercicios prácticos

- Simulación y caracterización de un diodo PN.
- Obtención de parámetros circuitales de transistores bipolares. Simulación de un transistor bipolar. Optimización del diseño del dispositivo.
- Obtención de parámetros circuitales de transistores MOSFETs discretos e integrados.
- Simulación de transistores MOSFETs.
- Caracterización de un diodo LED y un fototransistor. Utilización en circuitos simples de dispositivos optoelectrónicos. Simulación.
- Caracterización de una célula solar.



BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FUNDAMENTAL:

- Sima Dimitrijević, "Understanding semiconductor devices", Oxford University Press , 2000
- A.S. Sedra, K.C.Smith, "Microelectronic Circuits", Oxford University , 2004
- B. G. Streetman, S. Banerjee, "Solid State Electronic Devices (6ª edición), Prentice Hall , 2007
- C. Papadopoulos, "Solid State Electronics Devices. An Introduction", Springer, 2014
- J.B.Roldán, F. Gamiz "Dispositivos electrónicos : problemas resueltos (2ª Edición) RA-MA , 2010
- S.L.Chuang, "Physics of Photonic Devices 2nd edition", Wiley, 2009

ENLACES RECOMENDADOS

- <http://swad.ugr.es>

METODOLOGÍA DOCENTE

- **1. ACTIVIDAD FORMATIVA: Lección magistral (Clases teóricas-expositivas)**
Descripción: Presentación en el aula de los conceptos fundamentales y desarrollo de los contenidos propuestos.
Propósito: Transmitir los contenidos de las materias del módulo motivando al alumnado a la reflexión, facilitándole el descubrimiento de las relaciones entre diversos conceptos y formarle una mentalidad crítica.
Contenido en ECTS: 25-30 horas presenciales (1-1,2 ECTS)
Competencias que desarrolla: E6, T1, T5, T6, T13, T14 y C5.
- **2. ACTIVIDAD FORMATIVA Actividades prácticas (Clases prácticas)**
Descripción: Actividades a través de las cuales se pretende mostrar al alumnado cómo debe actuar a partir de la aplicación de los conocimientos adquiridos.
Propósito: Desarrollo en el alumnado de las habilidades instrumentales de la materia.
Contenido en ECTS: 15-20 horas presenciales (0,6-0,8 ECTS)
Competencias que desarrolla: E6, T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, T11, T12, T14 y C5,C9
- **3. ACTIVIDAD FORMATIVA: Seminarios**
Descripción: Modalidad organizativa de los procesos de enseñanza y aprendizaje donde tratar en profundidad una temática relacionada con la materia. Incorpora actividades basadas en la indagación, el debate, la reflexión y el intercambio.
Propósito: Desarrollo en el alumnado de las competencias cognitivas y procedimentales de la materia.
Contenido en ECTS: 10 horas presenciales (0,4 ECTS)
Competencias que desarrolla: E6, T1, T3, T5, T6, T7, T8, T10, T11, T12, T13, T14 y C5,C9.
- **4. ACTIVIDAD FORMATIVA: Actividades no presenciales.**
Actividades no presenciales individuales (Estudio y trabajo autónomo)
Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y



de forma individual se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando al estudiante avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia, 2) Estudio individualizado de los contenidos de la materia 3) Actividades evaluativas (informes, exámenes, ...)
Propósito: Favorecer en el estudiante la capacidad para autorregular su aprendizaje, planificándolo, diseñándolo, evaluándolo y adecuándolo a sus especiales condiciones e intereses.
Competencias que desarrolla: E6, T1, T2, T5, T6, T7, T8, T10, T11, T12, T13, T14 y C5,C9.

• **5. ACTIVIDAD FORMATIVA: Actividades no presenciales grupales (Estudio y trabajo en grupo)**

Descripción: 1) Actividades (guiadas y no guiadas) propuestas por el profesor a través de las cuales y de forma grupal se profundiza en aspectos concretos de la materia posibilitando a los estudiantes avanzar en la adquisición de determinados conocimientos y procedimientos de la materia.

Propósito: Favorecer en los estudiantes la generación e intercambio de ideas, la identificación y análisis de diferentes puntos de vista sobre una temática, la generalización o transferencia de conocimiento y la valoración crítica del mismo.

Competencias que desarrolla: E6, T1, T2, T3, T5, T6, T7, T9, T10, T11, T12, T13, T14 y C5,C9.

Contenido en ECTS: 90 horas no presenciales (3,6 ECTS)

• **6. ACTIVIDAD FORMATIVA: Tutorías académicas**

Descripción: manera de organizar los procesos de enseñanza y aprendizaje que se basa en la interacción directa entre el estudiante y el profesor.

Propósito: 1) Orientan el trabajo autónomo y grupal del alumnado, 2) profundizar en distintos aspectos de la materia y 3) orientar la formación académica-integral del estudiante.

EVALUACIÓN (INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN, CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y PORCENTAJE SOBRE LA CALIFICACIÓN FINAL, ETC.)

EVALUACIÓN CONTINUA: Con objeto de evaluar la adquisición de los contenidos y competencias a desarrollar en la materia, se utilizará preferentemente un sistema de evaluación continua y diversificada, en el que se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- La calificación global corresponderá por tanto a la puntuación ponderada de los diferentes aspectos y actividades que integran el sistema de evaluación. Por tanto, el resultado de la evaluación será una calificación numérica obtenida mediante la suma ponderada de las calificaciones correspondientes a una parte teórica y otra práctica.
- La parte teórica representará el 60% y la parte práctica el 40%. Ambas partes deben de superarse de forma independiente para poder aprobar la asignatura.
- Para la parte teórica se realizarán exámenes finales o parciales, sesiones de evaluación y entregas de ejercicios sobre el desarrollo y los resultados de las actividades propuestas.
- Para la parte práctica se realizarán prácticas de laboratorio, resolución de problemas y desarrollo de proyectos (individuales o en grupo), y se valorarán las entregas de los informes/memorias realizados por los alumnos, o en su caso las entrevistas personales con los alumnos y las sesiones de evaluación.

EVALUACIÓN ÚNICA FINAL: Según se contempla en la “Normativa de Evaluación y de Calificación de los Estudiantes de la Universidad de Granada” aquellos estudiantes que, en los supuestos contemplados en dicha normativa, no puedan cumplir con el método de evaluación continua, podrán solicitar al Director del Departamento, en las dos primeras semanas de impartición de la asignatura, el acogerse a la evaluación única final. En tal caso, se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- El 80% de la calificación final se basará en la valoración obtenida mediante la realización de un examen final en el que se evaluarán los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas. Este examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria de la asignatura.



- El 20% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen. El resultado de la misma supondrá un 20% de la calificación final.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA: Los estudiantes que no hayan superado la asignatura en la convocatoria ordinaria dispondrán de una convocatoria extraordinaria. A ella podrán concurrir todos los estudiantes, con independencia de haber seguido o no un proceso de evaluación continua. En esta convocatoria se tendrán en cuenta los siguientes apartados:

- El 80% de la calificación final se basará en la valoración obtenida mediante la realización de un examen final en el que se evaluarán los conocimientos y competencias adquiridas, tanto de los contenidos teóricos como de las habilidades para la resolución de problemas. Este examen se realizará de forma escrita e individualizada y coincidirá con la convocatoria ordinaria de la asignatura.
- El 20% de la calificación final se basará en la evaluación de las prácticas mediante un examen. El resultado de la misma supondrá un 20% de la calificación final.

Adicionalmente y para todas las convocatorias:

- Todo lo relativo a la evaluación se regirá por la normativa sobre planificación docente y organización de exámenes vigente en la Universidad de Granada.
- El sistema de calificaciones se expresará mediante calificación numérica de acuerdo con lo establecido en el art. 5 del R. D 1125/2003, de 5 de septiembre, por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en el territorio nacional.

INFORMACIÓN ADICIONAL

Se facilitará la comunicación electrónica entre el alumno y el profesor a través de la plataforma web de apoyo a la docencia SWAD (<https://swad.ugr.es/?CrsCod=7267>).

