



Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería de Telecomunicación

UPCT



GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:

## TECNOLOGÍA Y COMPONENTES MICROELECTRÓNICOS Y FOTÓNICOS

Titulación/es: **Master en Ingeniería de Telecomunicación**

## 1. Datos de la asignatura

Nombre	Tecnología y Componentes Microelectrónicos y Fotónicos				
Materia*					
Módulo*	Tecnologías de Telecomunicación				
Código	211101005				
Titulación	Máster en Ingeniería de Telecomunicación				
Plan de estudios	2010				
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo		Cuatrimestre	1	Curso	1
Idioma	Español				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

\* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>

## 2. Datos del profesorado

<b>Profesor responsable</b>	Félix Lorenzo Martínez Viviente		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación		
<b>Teléfono</b>	968 32 6465	<b>Fax</b>	968 32 6400
<b>Correo electrónico</b>	felix.martinez@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	www.detcp.upct.es		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Martes y miércoles de 9:30 a 12:30		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Edificio Antigones, 2ª planta, despacho 3		

<b>Titulación</b>	Doctor en Ciencias Físicas por la Universidad Complutense de Madrid
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	2000
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Microelectrónica (dispositivos), Fotónica, Semiconductores
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



<b>Profesor</b>	Vicente Garcerán Hernández		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación		
<b>Teléfono</b>	968 32 6463	<b>Fax</b>	968 32 6400
<b>Correo electrónico</b>	vicente.garceran@upct.es		
<b>URL / WEB</b>	www.detcupct.es		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Consultar <a href="http://www.detcupct.es">www.detcupct.es</a>		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Edificio Antigones, 2ª planta, despacho 2		

<b>Titulación</b>	Doctor por la Universidad de Murcia
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	5
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Diseño electrónico y técnicas de tratamiento de señal.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



<b>Profesor</b>	Juan Hinojosa Jiménez		
<b>Departamento</b>	Electrónica, Tecnología de Computadoras y Proyectos		
<b>Área de conocimiento</b>	Electrónica		
<b>Ubicación del despacho</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación		
<b>Teléfono</b>	968 32 64 59	<b>Fax</b>	968 32 6400
<b>Correo electrónico</b>	juan.hinojosa @upct.es		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://212.128.45.29/Personal/JHinojosa/index.html">http://212.128.45.29/Personal/JHinojosa/index.html</a>		
<b>Horario de atención / Tutorías</b>	Lunes, miércoles y viernes de 11:00 a 13:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Edificio Antigones, 2ª planta, despacho 5		

<b>Titulación</b>	Doctor por Université des Sciences et Technologies de Lille (Francia)
<b>Vinculación con la UPCT</b>	Profesor Titular de Universidad
<b>Año de ingreso en la UPCT</b>	1999
<b>Nº de quinquenios (si procede)</b>	3
<b>Líneas de investigación (si procede)</b>	Técnicas de caracterización electromagnética de materiales en el rango de las microondas. Técnicas de modelado y optimización de circuitos de microondas. Desarrollo de nuevos dispositivos de microondas.
<b>Nº de sexenios (si procede)</b>	3
<b>Experiencia profesional (si procede)</b>	
<b>Otros temas de interés</b>	



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Descripción general de la asignatura

En esta asignatura el alumno desarrolla unas competencias en instrumentación electrónica, sensores, dispositivos optoelectrónicos y fotónicos, y dispositivos microelectrónicos de alta frecuencia, que son consideradas fundamentales para el ejercicio de la profesión del Ingeniero de Telecomunicación. En la parte de Instrumentación y Sensores los alumnos se familiarizan con los sistemas electrónicos de medidas y adquisición de datos, así como con diferentes tecnologías de sensorización. Por otro lado, en la parte de Microelectrónica y la Fotónica se incluyen conceptos tanto de tecnología de fabricación como de funcionamiento de los dispositivos microelectrónicos y fotónicos, así como su aplicación a los sistemas de telecomunicación. También se tratan temas de actualidad, tales como nuevos semiconductores de la familia de los nitruros del grupo III (aleaciones del nitruro de galio GaN con otros semiconductores III-N), y nuevos materiales como el grafeno, que se están estudiando para el desarrollo de nuevos dispositivos. Finalmente, se hará énfasis en tecnologías y dispositivos fotónicos para la transmisión, visualización, y almacenamiento óptico de la información (desde dispositivos para comunicaciones ópticas hasta pantallas planas, sensores de imagen, y sistemas ópticos de almacenamiento).

#### 3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

Esta asignatura se adecua a la cualificación profesional del Ingeniero de Telecomunicación en los términos expresados por la Orden Ministerial (OM) CIN/355/2009, que establece los requisitos de los planes de estudios que habiliten para el ejercicio de dicha profesión. En particular, los contenidos de esta asignatura contribuyen a desarrollar algunas de las capacidades establecidas como objetivos de la titulación en la mencionada OM, entre las cuales se pueden citar las siguientes:

- .- Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
- .- Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación (...) particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la ingeniería de telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
- .- Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones (...).
- .- Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos (...) dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.

#### 3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

Dado que los alumnos pueden acceder a este Máster provenientes de diversos grados especializados, que aún siendo de la rama de telecomunicaciones pueden llegar a ser bastante heterogéneos en su contenido, es necesario hacer un esfuerzo adicional para que la asignatura pueda ser seguida por alumnos que han tenido una formación previa bastante desigual. Por ello, es necesario reconocer que muchos alumnos tendrán que hacer por su parte un esfuerzo supletorio, especialmente aquéllos que no hayan cursado previamente asignaturas como “Electrónica para Telecomunicaciones”, y

“Comunicaciones Ópticas”. La asignatura también está relacionada con otras asignaturas de los grados que normalmente son básicas u obligatorias y por tanto se espera que todos las hayan cursado, tales como “Componentes y Dispositivos Electrónicos” y “Circuitos y Funciones Electrónicas”.

### 3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No tiene incompatibilidades con otras asignaturas.

### 3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

### 3.6. Medidas especiales previstas

Se prevé adoptar todas las medidas que sean necesarias para el seguimiento de la asignatura por parte de alumnos con necesidades especiales y alumnos provenientes de otros países.



## 4. Competencias y resultados del aprendizaje

### 4.1. Competencias básicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

CB6 - Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7 - Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

### 4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CG4 - Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

CG7 - Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.

CG8 - Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.

CG9 - Capacidad para comprender la responsabilidad ética y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.

CG12 - Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

### 4.3. Competencias específicas\* del plan de estudios asociadas a la asignatura

**TT10.** Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados (en lo que respecta a la parte de "fabricación").

**TT13.** Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

**TT14.** Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores, y sensores.

### 4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

CT-5 Aplicar a la práctica los conocimientos adquiridos.

### 4.5. Resultados\*\* del aprendizaje de la asignatura

1. Conocimientos avanzados de sensores, actuadores y transductores: tipos y principio físico de funcionamiento.

2. Capacidad de usar los diferentes tipos de sensores de acuerdo con su principio físico y



en función de su aplicación a la medida de diferentes magnitudes.

3. Conocimientos avanzados de instrumentación electrónica, particularmente para la utilización de sensores, actuadores y transductores y su incorporación en circuitos y sistemas electrónicos.

4. Capacidad de desarrollar la instrumentación electrónica y diseñar los circuitos de procesamiento de señal, tanto analógicos como digitales.

5. Conocimientos avanzados de dispositivos electrónicos de alta frecuencia empleados en la transmisión, recepción, y procesamiento de información.

6. Capacidad de desarrollar aplicaciones avanzadas de estos dispositivos electrónicos para la generación y manipulación de señales de alta frecuencia.

7. Conocimientos avanzados de dispositivos fotónicos y optoelectrónicos empleados para la transmisión, almacenamiento y visualización de la información.

8. Capacidad de desarrollar aplicaciones avanzadas de estos dispositivos en comunicaciones ópticas, almacenamiento óptico de información, y captación y visualización de la información.

**\*\* Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

[http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes\\_v02.pdf](http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf)

## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Tecnologías micro/nanoelectrónicas y procesos de fabricación. Dispositivos electrónicos avanzados. Dispositivos de memoria. Dispositivos fotónicos y optoelectrónica. Sensores, actuadores y sistemas microelectromecánicos (MEMS). Sistemas de instrumentación.

### 5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

#### **Bloque I. Sensores e Instrumentación.**

- 1.1. Aspectos generales sobre los sistemas de instrumentación.
  - 1.1.1. Definiciones. Componentes de un sistema generalizado de medida. Clasificación de los instrumentos electrónicos. Métodos de medida.
  - 1.1.2. Incertidumbre en las medidas.
  - 1.1.3. Características estáticas, dinámicas, y régimen transitorio de un sistema de instrumentación.
- 1.2. Fundamentos y características de los sensores.
  - 1.2.1. Sensores potenciométricos y piezoeléctricos.
  - 1.2.2. Sensores capacitivos, inductivos, y electromagnéticos.
  - 1.2.3. Sensores termoelectrónicos.
  - 1.2.4. Sensores táctiles para pantallas de dispositivos móviles.
  - 1.2.5. Acelerómetros y sensores de orientación para dispositivos móviles.
- 1.3. Circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.
  - 1.3.1. Acondicionadores de señal para sensores resistivos.
  - 1.3.2. Amplificadores de instrumentación.
- 1.4. Conversión analógico-digital. Circuitos y aplicaciones.
  - 1.4.1. Aspectos generales y estructura de un sistema de adquisición de datos.
  - 1.4.2. Puertas analógicas. Multiplexores analógicos. Circuitos de muestreo y retención.
  - 1.4.3. Conversores analógico-digital y digital-analógico. Parámetros de los conversores ADC y DAC.

#### **Bloque II. Componentes semiconductores de alta frecuencia.**

- 2.1. Introducción.
  - 2.1.1. Las altas frecuencias y principales funciones de electrónica analógica.
  - 2.1.2. Propiedades de los semiconductores.
- 2.2. Dispositivos de dos terminales.
  - 2.2.1. Diodo Schottky.
  - 2.2.2. Diodos PIN, Gunn e IMPATT.
- 2.3. Dispositivos de tres terminales.
  - 2.3.1. Transistores MESFET y HEMT.
  - 2.3.2. Transistores HBT.
- 2.4. Aplicaciones al diseño de funciones electrónicas.
  - 2.4.1. Detectores.
  - 2.4.2. Mezcladores, amplificadores y osciladores.

#### **Bloque III. Dispositivos fotónicos y optoelectrónica.**

- 3.1. LEDs
  - 3.1.1. LEDs de heteroestructura y de alta intensidad.
  - 3.1.2. LEDs orgánicos (OLEDs)
  - 3.1.3. Aplicaciones:
    - LEDs para comunicaciones ópticas
    - Iluminación de bajo consumo con LEDs (emisión de luz blanca)



- Tecnologías de pantallas planas: cristal líquido y OLEDs

### 3.2. Láseres

3.2.1. Teoría del efecto láser: emisión estimulada y amplificación óptica

3.2.2. Láseres de gas

3.2.3. Diodos láser de heteroestructura y de pozo cuántico

3.2.4. Aplicaciones:

- Amplificadores ópticos para comunicaciones: láser y fibra dopada
- Almacenamiento óptico de información: CD, DVD, Blu-ray
- Holografía y otras aplicaciones de la coherencia de la luz

### 3.3. Fotodetectores

3.3.1. Fotodiodos p-i-n, de avalancha, y de heteroestructura

3.3.2. Fototransistores y detectores fotoconductorivos

3.3.3. Aplicaciones:

- Dispositivos fotovoltaicos (células solares)
- Dispositivos de formación de imágenes (cámaras CCD y CMOS)
- Sensores de infrarrojo y cámaras térmicas de visión nocturna

### 3.4. Dispositivos ópticos para comunicaciones por fibra

3.4.1. Dispositivos ópticos pasivos: atenuadores, polarizadores, retardadores, aisladores, circuladores, y filtros

3.4.2. Dispositivos ópticos integrados: efecto electro-óptico y electro-absorción

## 5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

**I. Instrumentación y sensores (todos los alumnos realizan las siguientes prácticas sucesivamente, siendo el grupo de prácticas de 10 alumnos y trabajando en parejas).**

Práctica 1. Sensores de temperatura (PTC, KTY y termopar).

Práctica 2. Sensores de presión con sensor piezoeléctrico.

Práctica 3. Sensores de fuerza y torsión con galgas extensiométricas.

Práctica 4. Introducción a la adquisición de datos mediante PC.

Práctica 5. Adquisición y generación de señales analógicas.

Práctica 6. Caracterización de circuitos conversores A/D y D/A.

### **II. Electrónica de alta frecuencia.**

Práctica 7. Introducción a ADS.

Práctica 8. Diseño con ADS de un amplificador de microondas.

### **III. Fotónica y optoelectrónica.**

Práctica 9. Dispositivos Fotónicos I. LEDs de emisión de luz blanca para iluminación de bajo consumo.

Práctica 10. Dispositivos Fotónicos II. Caracterización eléctrica de una célula solar fotovoltaica.

Práctica 11. Aplicaciones Fotónicas I. Construcción de un OTDR (*Optical Time Domain Reflectometer*) y realización de una transmisión con multiplexación en longitud de onda (WDM).



**Práctica 12. Aplicaciones Fotónicas II. Transmisión óptica de una señal de video compuesto a través de fibra utilizando modulación analógica. Análisis de la señal de video compuesto.**

## Prevención de riesgos

La Universidad Politécnica de Cartagena considera como uno de sus principios básicos y objetivos fundamentales la promoción de la mejora continua de las condiciones de trabajo y estudio de toda la Comunidad Universitaria.

Este compromiso con la prevención y las responsabilidades que se derivan atañe a todos los niveles que integran la Universidad: órganos de gobierno, equipo de dirección, personal docente e investigador, personal de administración y servicios y estudiantes.

El Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la UPCT ha elaborado un "Manual de acogida al estudiante en materia de prevención de riesgos" que puedes encontrar en el Aula Virtual, y en el que encontraras instrucciones y recomendaciones acerca de cómo actuar de forma correcta, desde el punto de vista de la prevención (seguridad, ergonomía, etc.), cuando desarrolles cualquier tipo de actividad en la Universidad. También encontrarás recomendaciones sobre cómo proceder en caso de emergencia o que se produzca algún incidente.

En especial, cuando realices prácticas docentes en laboratorios, talleres o trabajo de campo, debes seguir todas las instrucciones del profesorado, que es la persona responsable de tu seguridad y salud durante su realización. Consúltale todas las dudas que te surjan y no pongas en riesgo tu seguridad ni la de tus compañeros.

## 5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

The objective of this course is that the students will develop advanced competences on electronic instrumentation, sensors, optoelectronic and photonic devices, and high frequency microelectronic devices. These competences are considered to be fundamental for the practice of the profession of the Telecommunication Engineer.

Microelectronics and Photonics are key enabling technologies for the Information and Communication Technologies (ICT), so a good understanding of microelectronic and photonic devices is necessary for developing applications and solving problems commonly encountered in the activity of the telecommunication engineer. Some technological issues, like microelectronic fabrication processes, will also be addressed, especially in the context of new topics connected with Nanotechnology and its application to ICTs (nanoelectronics, nanophotonics, etc...).

### PROGRAM

I. Sensors and Instrumentation.

- 1.1. General introduction to instrumentation systems.
- 1.2. Sensors: physical principles and characteristics.
- 1.3. Electronic circuits for signal conditioning.
- 1.4. Analog to digital conversion. Circuits and applications.

II. Advanced high frequency semiconductor devices.

- 2.1. Introduction.
- 2.2. Two-terminal devices: PIN, Gunn, IMPATT.
- 2.3. Three-terminal devices: MESFET, HEMT, HBT.
- 2.4. Applications: Detectors, mixers, amplifiers and oscillators.

### III. Optoelectronics and Photonics.

3.1. LEDs: advanced structures and applications (communications, illumination, displays)

3.2. LASERs: theory of operation, types, and applications (optical data storage, holography, optical fiber amplifiers).

3.3. Photodetectors: advanced structures and applications (solar cells, image sensors, IR detection).

3.4. Optical devices for communications (passive and integrated devices).

### LABORATORY

#### I. Sensors and instrumentation.

Lab 1. Temperature sensors (PTC, KTY, thermocouple).

Lab 2. Pressure piezoelectric sensors.

Lab 3. Force and torque sensors.

Lab 4. Introduction to computer data acquisition.

Lab 5. Acquisition and generation of analog signals.

Lab 6. Characterization of DAC and ADC circuits.

#### II. High frequency electronics.

Lab 7. Introduction to design with ADS.

Lab 8. Design of a microwave amplifier.

#### III. Optoelectronics and photonics.

Lab 9. Photonic Devices I. White LEDs for low power illumination.

Lab 10. Photonic Devices II. Solar photovoltaic cell.

Lab 11. Photonic Applications I. OTDR (optical time domain reflectometer) and WDM (Wavelength Division Multiplexing).

Lab 12. Photonic Applications II. Video signal transmission through optical fiber.

## 5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Los contenidos de la asignatura se han agrupado en tres bloques.

### **Bloque I. Sensores e instrumentación**

#### **Unidad didáctica 1. Aspectos generales sobre los sistemas de instrumentación.**

En esta unidad se introducen conceptos generales de un sistema de instrumentación, presentando todos los elementos que intervienen en una cadena de adquisición de datos. Se introduce el concepto de medida y el de su incertidumbre. Se plantean varios métodos para la evaluación de la incertidumbre. Finalmente, se estudia el comportamiento dinámico de los sistemas de instrumentación.

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer cuáles son los diferentes componentes de un sistema de medida.
- Entender el método de cálculo de la incertidumbre en la medida.
- Saber analizar el comportamiento dinámico de los sistemas de medida.

#### **Unidad didáctica 2. Fundamentos y características de los sensores.**

En esta unidad se estudian diferentes tipos de sensores desde el punto de vista de su fundamento físico. Una vez caracterizado, se proponen las aplicaciones en el campo de la captación y transducción de señales físicas.

Los objetivos de esta unidad son:



- Conocer los diferentes tipos de sensores.
- Saber modelizar las características de los sensores.
- Conocer las diferentes aplicaciones de los sensores.

### **Unidad didáctica 3. Circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.**

Una vez caracterizados diferentes tipos de sensores, la siguiente etapa a estudiar es la del acondicionamiento de señal. Se analizan diferentes etapas tanto pasivas como activas.

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer los diferentes tipos de acondicionadores de señal, tanto pasivos como activos.
- Saber analizar los circuitos electrónicos de acondicionamiento de señal.
- Saber elegir y dimensionar los componentes de los circuitos de acondicionamiento de señal para cumplir las especificaciones de diseño requeridas.

### **Unidad didáctica 4. Conversión analógico-digital. Circuitos y aplicaciones.**

En esta unidad se estudian los conceptos de la conversión analógica a digital y viceversa. Posteriormente se analizan los circuitos electrónicos de conversión y se describen sus implementaciones integradas.

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer los principios de la conversión analógica a digital (AD) y la conversión digital a analógica (DA).
- Saber describir los componentes que se utilizan en ambas conversiones.
- Saber analizar diferentes tipos de circuitos electrónicos de conversión AD y DA.
- Conocer las características de los diferentes tipos de circuitos integrados AD y DA.

## **Bloque II. Componentes semiconductores de alta frecuencia.**

### **Unidad didáctica 5. Introducción**

Esta unidad introduce el alumno en las altas frecuencias, se realiza un repaso de la física de los semiconductores y se presentan los principales procesos de fabricación de los circuitos integrados (CIs).

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer el espectro de las altas frecuencias.
- Conocer las principales funciones electrónicas.
- Conocer las propiedades de los semiconductores.
- Conocer los principales procesos de fabricación de los CIs.

### **Unidad didáctica 6. Dispositivos de dos terminales.**

En esta unidad se describe el funcionamiento y se presentan los circuitos equivalentes de las principales estructuras de dispositivos de dos terminales de alta frecuencia.

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones del diodo Schottky.
- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones del diodo PIN.
- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones del diodo Gunn.
- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones del diodo IMPATT.



### **Unidad didáctica 7. Dispositivos de tres terminales.**

En esta unidad se describe el funcionamiento de los principales dispositivos de tres terminales de alta frecuencia (transistores bipolares y de efecto de campo) y se presentan sus circuitos equivalentes.

Los objetivos de esta unidad son:

- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones de los transistores MESFET.
- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones de los transistores HEMT y PHEMT.
- Conocer la estructura, funcionamiento, modelo equivalente y aplicaciones de los transistores HBT.
- Saber elegir el punto de polarización de los transistores y conocer las principales configuraciones típicas de polarización de transistores de alta frecuencia.

### **Unidad didáctica 8. Aplicaciones al diseño de funciones electrónicas.**

En esta unidad se presentan algunos diseños de funciones electrónicas con dispositivos de dos y tres terminales.

Los objetivos de esta unidad son:

- Saber analizar y diseñar conmutadores con dispositivos de dos y tres terminales.
- Saber analizar y diseñar mezcladores con dispositivos de dos y tres terminales.
- Saber analizar y diseñar amplificadores con dispositivos de dos y tres terminales.
- Saber analizar y diseñar osciladores con dispositivos de dos y tres terminales.

## **Bloque III. Dispositivos fotónicos y optoelectrónica.**

### **Unidad didáctica 9. LEDs.**

Se explica el principio de funcionamiento del LED y se describen algunas estructuras avanzadas utilizadas para su fabricación, tales como los LEDs de heteroestructura y los basados en materiales orgánicos (OLEDs).

Los objetivos del aprendizaje son:

- Entender en profundidad el principio de funcionamiento del LED.
- Conocer las estructuras de semiconductores utilizadas en su fabricación y poder explicar su funcionamiento.
- Conocer las aplicaciones de los LEDs, principalmente en las tecnologías de transmisión y visualización de información, y poder elegir el tipo de LED más adecuado para cada aplicación.

### **Unidad didáctica 10. Láseres.**

Se explica el principio de emisión de la luz láser (amplificación de luz y emisión estimulada) y se estudian diferentes tipos de láseres, así como sus aplicaciones.

Los objetivos del aprendizaje son:

- Comprender el fenómeno físico de la emisión estimulada y amplificación de luz.
- Entender cómo este fenómeno puede aplicarse en diferentes materiales para la realización de distintos tipos de láseres (gas, estado sólido, semiconductor, ...).
- Profundizar en la comprensión de los diodos láser de semiconductor, particularmente en la utilización de estructuras avanzadas tales como heteroestructuras y pozos cuánticos.
- Conocer las aplicaciones de los láseres en las tecnologías de la información y las comunicaciones, especialmente para el almacenamiento óptico de información y la transmisión por fibra.
- Conocer algunas aplicaciones científicas de la coherencia de la luz láser.



**Unidad didáctica 11. Fotodetectores.**

Se explica el principio de funcionamiento de los dispositivos detectores de luz, especialmente los basados en fotodiodos, así como algunas de sus aplicaciones.

Los objetivos del aprendizaje son:

- Comprender el principio físico de la detección de luz, especialmente en uniones p-n (fotodiodos).
- Conocer diferentes estructuras utilizadas en la fabricación de fotodiodos, tales como los p-i-n y los de avalancha, así como sus características.
- Poder explicar la célula solar fotovoltaica y sus parámetros característicos.
- Entender otros dispositivos utilizados en la detección de luz, tales como sensores CCD, CMOS, y diversos tipos de sensores de infrarrojo.

**Unidad didáctica 12. Dispositivos ópticos para comunicaciones por fibra.**

Se explican otros tipos de dispositivos ópticos utilizados en los enlaces de comunicaciones por fibra para otras funciones distintas de la emisión o detección de la luz.

Los objetivos del aprendizaje son:

- Conocer diversos componentes pasivos y activos utilizados en las comunicaciones ópticas para la manipulación o amplificación de la luz.

## 6. Metodología docente

### 6.1. Metodología docente\*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Se empleará la clase participativa como método principal de transmisión de los conocimientos y de adquisición de las competencias y capacidades, combinando medios clásicos como la pizarra con otros medios diversos tales como los audiovisuales, las simulaciones con ordenador, o las pizarras digitales interactivas.	<a href="#">Presencial:</a>	27
		<a href="#">No presencial:</a>	51
Resolución de ejercicios y casos prácticos	Preparación y resolución de ejercicios y casos prácticos de dificultad graduada.	<a href="#">Presencial:</a>	6
		<a href="#">No presencial:</a>	24
Prácticas de laboratorio	Preparación, planteamiento, seguimiento y resolución de dudas de las prácticas de laboratorio.	<a href="#">Presencial:</a>	24
		<a href="#">No presencial:</a>	36
Asistencia a conferencias, seminarios, visitas guiadas	Preparación u organización de un seminario sobre temas aplicados	<a href="#">Presencial:</a>	0
		<a href="#">No presencial:</a>	0
Presentación de trabajos ante el profesor	Preparación de unos temas de carácter aplicado sobre los cuales los alumnos realizarán y presentarán sus trabajos	<a href="#">Presencial:</a>	0
		<a href="#">No presencial:</a>	0
Realización de pruebas de evaluación	Preparación, corrección y revisión de las pruebas de evaluación	<a href="#">Presencial:</a>	3
		<a href="#">No presencial:</a>	9
			180



## 6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1)

	Resultados del aprendizaje (4.5)									
Actividades formativas (6.1)	1	2	3	4	5	6	7	8		
Clase de teoría	X		X		X		X			
Resolución de ejercicios y casos prácticos	X		X		X		X			
Prácticas de laboratorio		X		X		X		X		
Asistencia a conferencias, seminarios, visitas guiadas										
Presentación de trabajos ante el profesor										
Realización de pruebas de evaluación	X	X	X	X	X	X	X	X		



## 7. Metodología de evaluación

### 7.1. Metodología de evaluación\*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Prueba escrita	x		Problemas y cuestiones teóricas	70	1-8
Asistencia a prácticas (obligatoria) e informes de las mismas.	x	x	Seguimiento del trabajo de laboratorio por parte de los profesores e informes con los resultados de cada práctica.	30	2, 4, 6, 8

Tal como prevé el artículo 5.4 del *Reglamento de las pruebas de evaluación de los títulos oficiales de grado y de máster con atribuciones profesionales* de la UPCT, el estudiante en el que se den las circunstancias especiales recogidas en el Reglamento, y previa solicitud justificada al Departamento y admitida por este, tendrá derecho a una prueba global de evaluación. Esto no le exime de realizar los trabajos obligatorios que estén recogidos en la guía docente de la asignatura.

### 7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)

- La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria, así como la entrega de un informe con los resultados de cada práctica, en las fechas que se determinen.
- La evaluación del conjunto de las prácticas podrá tener en cuenta los siguientes factores: seguimiento del trabajo realizado en el laboratorio por parte de los profesores e informes con los resultados de cada práctica.

## 8 Bibliografía y recursos

### 8.1. Bibliografía básica\*

- Sensores y acondicionadores de señal. Ramón Pallás Areny. Marcombo.
- Sensores y acondicionadores de señal: Problemas resueltos. Ramón Pallás Areny. Marcombo.
- Problemas resueltos de instrumentación y medidas electrónicas. A. M. Lázaro. Ed. Paraninfo.
- Instrumentación electrónica. M.A. Pérez. Thomson.
- Solid State Electronic Devices. B. G. Streetman y S. Banerjee. Prentice Hall 2000.
- Semiconductor Physics and Devices. Donald A. Neamen. McGraw-Hill 2003.
- Optoelectronics, an introduction. J. Wilson y J. Hawkes. Prentice Hall 1998.
- Optoelectronics and Photonics, S. O. Kasap, Prentice Hall 2001.
- Dispositivos de Comunicaciones Ópticas. J. Capmany, F. J. Fraile, J. Martí. Editorial Síntesis, 1999.

### 8.2. Bibliografía complementaria\*

- Student Reference Manual for Electronic Instrumentation Laboratories. Stanley Wolf y Richard F. M. Smith. Prentice Hall, 1990.
- Nanoelectronics and Information Technologies. Rainer Waser (Ed.). 2005, Wiley.
- Fundamentals of III-V Devices: HBTs, MESFETs, and HFETs/HEMTs. William Liu. Wiley, 1999.
- Semiconductor Device Physics and Design. Umesh K. Mishra and J. Singh. 2008 Springer.
- Introduction to Microelectronic Fabrication, 2<sup>nd</sup> Edition. Richard C. Jaeger. Modular Series on Solid State Devices, Vol. V. Prentice Hall.
- Advanced Semiconductor Fundamentals, 2<sup>nd</sup> Edition, Robert F. Pierret. Modular Series on Solid State Devices, Vol. VI. Prentice Hall.
- Advanced MOS Devices, Dieter K. Schroder. Modular Series on Solid State Devices, Vol VII. Prentice Hall.
- Sistemas y Redes Ópticas de Comunicaciones, José A. Martín Pereda, 2004 Prentice Hall.

### 8.3. Recursos en red y otros recursos

- Aula Virtual
- Materiales audiovisuales disponibles en el servicio de documentación, entre ellos los documentales “Making of a Microchip”, “La luz de los semiconductores”, y “Transistorized”.