



**PROGRAMA DE LA ASIGNATURA**  
**"Transceptores Inalámbricos: Estándares, Técnicas y Arquitecturas"**

MÁSTER MICROELECTRÓNICA: DISEÑO Y APLICACIONES DE SISTEMAS MICRO/NANOMÉTRICO

Departamento de Electrónica y Electromagnetismo

Facultad de Física

**DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA**

<b>Titulación:</b>	MÁSTER MICROELECTRÓNICA: DISEÑO Y APLICACIONES DE SISTEMAS MICRO/NANOMÉTRICO
<b>Año del plan de estudio:</b>	2008
<b>Centro:</b>	Facultad de Física
<b>Asignatura:</b>	Transceptores Inalámbricos: Estándares, Técnicas y Arquitecturas
<b>Código:</b>	50280005
<b>Tipo:</b>	Obligatoria
<b>Curso:</b>	0
<b>Período de impartición:</b>	Segundo Cuatrimestre
<b>Ciclo:</b>	2
<b>Área:</b>	ELECTRONICA
<b>Créditos totales (ECTS):</b>	6.0
<b>Departamento:</b>	Electrónica y Electromagnetismo
<b>Dirección postal:</b>	Facultad de Física, avenida Reina Mercedes s/n
<b>Dirección electrónica:</b>	<a href="http://departamento.us.es/deye/">http://departamento.us.es/deye/</a>

**OBJETIVOS Y COMPETENCIAS**

**Objetivos docentes específicos**

El principal objetivo de la asignatura es estudiar los sistemas de comunicación inalámbricos, prestando especial atención a aquellos aspectos que son importantes para el diseño de circuitos integrados RF. Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos particulares:

- # Conocer los principales estándares de comunicación inalámbricos y su aplicación al diseño de circuitos integrados.
- # Conocer las figuras de mérito y especificaciones que caracterizan el funcionamiento de un transceptor RF.
- # Estudiar y comparar las distintas arquitecturas de receptores y transmisores de radio digitales, examinando sus propiedades de operación, compromisos de diseño, complejidad y dificultad de su integración monolítica.
- # Aprender la metodología y planificación de diseño de alto nivel de los transceptores RF y la transmisión de especificaciones a los bloques de circuito que lo componen (capa física, PHY).
- # Dotar al alumno del conocimiento de las herramientas analíticas y procedimentales, desde una aproximación #top-down# y #bottom-up#, necesarias para abordar el diseño de cualquier topología de transceptor RF.
- # Conocer los aspectos de alto nivel de procesamiento digital (capa MAC): modulación, codificación, encriptado, técnicas de baja

## Competencias:

### Competencias transversales/genéricas

Capacidad de análisis y síntesis (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad de organizar y planificar (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Conocimientos generales básicos (Se entrena de forma intensa)  
Solidez en los conocimientos básicos de la profesión (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Comunicación oral en la lengua nativa (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Comunicación escrita en la lengua nativa (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Conocimiento de una segunda lengua (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Habilidades elementales en informática (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Habilidades para recuperar y analizar información desde diferentes fuentes (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Resolución de problemas (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Toma de decisiones (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad de crítica y autocrítica (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Trabajo en equipo (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Habilidades en las relaciones interpersonales (Se entrena de forma intensa)  
Habilidades para trabajar en grupo (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Habilidades para trabajar en un equipo interdisciplinario (Se entrena de forma intensa)  
Habilidad para comunicar con expertos en otros campos (Se entrena de forma moderada)  
Habilidad para trabajar en un contexto internacional (Se entrena de forma intensa)  
Compromiso ético (Se entrena débilmente)  
Capacidad para aplicar la teoría a la práctica (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad para un compromiso con la calidad ambiental (Se entrena débilmente)  
Habilidades de investigación (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad de aprender (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad de adaptación a nuevas situaciones (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Capacidad de generar nuevas ideas (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Liderazgo (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Habilidad para trabajar de forma autónoma (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Planificar y dirigir (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Iniciativa y espíritu emprendedor (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Inquietud por la calidad (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)  
Inquietud por el éxito (Entrenamiento definitivo de la competencia. No se volverá a entrenar después)

### Competencias específicas

#### COGNITIVAS:

- Conocer la problemática general, aplicaciones y las tendencias y retos en el diseño de transmisores y receptores de radio frecuencia.
- Saber cuáles son las principales arquitecturas de transmisores y receptores RF, sus ventajas e inconvenientes.
- Conceptos básicos y técnicas de análisis y diseño de sistemas inalámbricos.
- Saber diseñar transceptores RF de forma metodológica y sistemática, desde las especificaciones definidas en un estándar hasta los requisitos de los distintos bloques de circuito que componen dichos transceptores.

#### PROCEDIMENTALES/INSTRUMENTALES

- Saber planificar y diseñar transceptores RF desde una perspectiva #top-down# y #bottom-up#.
- Saber modelar a nivel de sistema las principales no-idealidades de los circuitos RF y su impacto en los sistemas en los que están integrados.
- Saber afrontar nuevos retos de diseño aplicando la metodología sistemática aprendida en la asignatura.
- Saber elaborar un documento técnico sobre un proyecto de ingeniería de electrónica y telecomunicaciones.
- Saber transmitir correctamente los resultados de un proyecto de una forma clara y concisa.
- Saber trabajar cooperativamente para la realización de un proyecto de ingeniería de electrónica y telecomunicaciones.
- Saber acceder a las diversas fuentes de información de Internet con el fin de estar permanentemente al día del estado del arte de la microelectrónica aplicada a comunicaciones.
- Aprender a aprender y a ser autodidacta en materia de estándares y transceptores de radio frecuencia.

#### ACTITUDINALES

- Ser autocrítico y riguroso en la planificación, diseño y verificación de un sistema de comunicación inalámbrico.
- Ser claro y preciso en la redacción de documentos técnicos.
- Ser capaz de planificar y coordinar convenientemente la ejecución de un trabajo en el tiempo fijado.
- Ser capaz de abordar los retos nuevos que se presenten en el desarrollo de la actividad profesional.
- Conocer la problemática derivada de integrar los distintos subsistemas de comunicación en un sistema completo.
- Uso de herramientas CAD de propósito general y específicas de ayuda a la automatización y planificación del diseño óptimo de transceptores RF.
- Saber las partes de un estándar de comunicación, su torre de protocolos y capas, fundamentalmente las capas MAC y PHY.

## CONTENIDOS DE LA ASIGNATURA

### BLOQUE I: INTRODUCCIÓN

- Tema I.1: Introducción y panorámica general de las comunicaciones inalámbricas
- # Presentación de la asignatura. Descripción de los métodos docentes y de evaluación. Objetivos generales y programa de la asignatura. Distribución del tiempo docente.
- # Revisión histórica de las comunicaciones inalámbricas # del telégrafo al teléfono celular. Generaciones de comunicaciones móviles.
- # Sistemas de radio frecuencia. El espectro radioeléctrico. Panorámica de los estándares de comunicación inalámbrica y los sistemas de comunicación asociados.
- # Tendencias y retos de los sistemas de comunicación actuales. Escalado tecnológico y su influencia en los sistemas de comunicación. Terminales multi-estándar universales.
- # Motivación hacia el diseño de transceptores inalámbricos y los objetivos específicos de la asignatura.

### BLOQUE II: TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE LA SEÑAL Y ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN

- Tema II.1: Técnicas de codificación y modulación
- # Estructura genérica de un sistema de comunicación. Codificación y modulación. Banda base. Banda de paso del canal. Finalidad de la codificación y la modulación.
- # Revisión de la modulación analógica. Modulación de amplitud en doble banda. Modulación de amplitud con supresión de portadora. Modulación en banda lateral única. Modulación en banda lateral atenuada. Modulación analógica angular. Modulación en frecuencia. Modulación de banda estrecha. Modulación de banda ancha. Regla de Carlson. Modulación de fase.
- # Capacidad del canal. Teorema de Shannon. Medida de la calidad del servicio (QoS). Probabilidad de error. BER.
- # Codificación. Fuente y canal. Códigos de bloque. Códigos convolucionales. Intercalado.
- # Conceptos de modulación digital. Codificación binaria y multinivel. Constelación de la señal. Tasa de error binario. Eficiencia espectral. Función de error. Funciones base. Detección coherente y no coherente.
- # Tipos de modulación digital. Modulación en amplitud ASK. Modulación angular: en frecuencia FSK (BFSK y CPFSK) y en fase PSK (BPSK y DBPSK). Modulación en cuadratura angular: QPSK, OQPSK y MSK (GMSK y FQPSK). Modulación en cuadratura en amplitud QAM: CAP y DMT.
- Tema II.2: Técnicas de acceso múltiple y estándares de comunicación
- # Sistemas de comunicación celular: terminal y estación base. Definición de banda y canal. Reutilización de la frecuencia. Conmutación de redes. #Hand-off#. #Fading#.
- # Técnicas de acceso múltiple. División por frecuencias (FDMA). División por tiempos (TDMA). División por códigos (CDMA). Técnica CDMA de secuencia directa (DS-SS): Funciones Walsh. Técnica CDMA con saltos de frecuencia (#Frequency Hopping# o FH-SS).
- # Comunicación de espectro expandido (SS). Técnicas OFDM y MIMO. Uso eficiente del espectro.
- # Partes de un estándar de comunicación. Torre de protocolos y capas. Capa de acceso al medio (MAC) y capa física (PHY). Técnicas de baja energía. Comunicación y control de la capa PHY.
- # Estándares celulares: 2G (GSM/DCS-1800,PCS-1900), 2.5G (EDGE,GPRS), 3G (UMTS), 3.5G (HSDPA/HSUPA).
- # Estándares de redes inalámbricas: WLAN (IEEE 802.11 a/b/g/n), WPAN (Bluetooth, Zigbee, UWB), WiMAX (IEEE 802.16d/e). Redes inalámbricas de sensores.

### BLOQUE III: TRANSCÉPTORES RF: ARQUITECTURAS Y CONSIDERACIONES DE DISEÑO

- Tema III.1: Arquitecturas de transmisores y receptores
- # Estructura básica de los transceptores. Diagrama de bloques y funciones de un emisor: procesador en banda base, modulador

y amplificador de potencia. Componentes fundamentales de un receptor: amplificador de bajo ruido, filtro selector del canal, mezclador, demodulador y procesador en banda base. El transceptor digital ideal.

# Consideraciones generales de diseño de transceptores. Selectividad de la banda y del canal. Efectos de segundo orden de los bloques de circuito frontales: ruido, distorsión y adaptación de impedancias.

# Figura de ruido. Relación Señal-Ruido. Ecuación de Friis. Sensibilidad, mínima señal detectable y fondo de ruido.

# Intermodulación. Puntos de intercepción de segundo- y tercer orden (IIP2, IIP3). Punto de compresión de 1-dB. Relación Señal-(Ruido+Distorsión). Rango dinámico. Interferencia inter simbólica. Interferencia co-canal.

# Arquitecturas de receptores RF. Receptor superheterodino. Frecuencia Intermedia (IF). Problema de la frecuencia imagen: filtro anti-imagen. Receptor dual de IF. Receptores homodinos. Problema del offset. Receptores rechazo de imagen o cuadratura. Receptores digitales: superheterodinos, IF y directos. Conversión A/D en IF. Conversión A/D RF-BB.

# Arquitecturas de transmisores. Heterodinos. Conversión directa. Transmisión en dos pasos (#Two-step#).

# Arquitecturas para aplicaciones multi-estándar. Aproximaciones al paradigma #Software Defined Radio# (SDR).

# Revisión del estado del arte de transceptores inalámbricos CMOS y casos de estudio.

- Tema III.2: Planificación del sistema y metodología de diseño de transceptores RF

# Metodologías de diseño de circuitos y sistemas RF. Aproximación #top-down# y #bottom-up#.

# Metodología de diseño de transceptores. Planificación del sistema y síntesis de alto nivel. Transmisión de especificaciones: del sistema al transceptor y del transceptor al bloque de circuito. Diagramas de nivel.

# Modelado y simulación de comportamiento de transceptores RF. Modelos de comportamiento de bloques básicos: LNAs, mezcladores, osciladores, filtros.

# Herramientas CAD de síntesis y verificación de transceptores RF. Introducción al uso de MATLAB/SIMULINK y ADS Agilent.

# Caso de estudio. Síntesis y verificación en alto nivel de un transceptor para 4G.

## ACTIVIDADES FORMATIVAS

### Relación de actividades de segundo cuatrimestre

#### Clases teóricas

---

**Horas presenciales:** 0.0

**Horas no presenciales:** 75.0

#### Metodología de enseñanza-aprendizaje:

Las clases teóricas se organizarán en torno a los módulos de aprendizaje. Dado el carácter no presencial de la asignatura, los distintos módulos de aprendizaje se implementan en la plataforma de enseñanza virtual WebCT. El material docente será idéntico al que se utilizaría en el caso de una asignatura presencial.

En cada módulo se presentarán los fundamentos y principios teóricos correspondientes, reforzados por la realización de ejercicios prácticos, simulaciones por ordenador, etc, los cuales podrán ser seguidos por el alumno a través de la plataforma WebCT. Los contenidos de los distintos módulos serán liberados de forma secuencial, según vaya el alumno superando los ejercicios de autoevaluación correspondientes a cada módulo.

#### Competencias que desarrolla:

VÉASE EL APARTADO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.

#### Prácticas informáticas

---

**Horas presenciales:** 0.0

**Horas no presenciales:** 65.0

#### Metodología de enseñanza-aprendizaje:

Aunque no se descarta una experiencia virtual de cátedra con equipos de laboratorio del IMSE-CNM, las prácticas serán principalmente de simulación, clasificadas en dos categorías. Por un lado se realizarán ejercicios prácticos (individuales) más elementales que sirvan de refuerzo para el aprendizaje de los contenidos teóricos en cada módulo de aprendizaje. Por otro lado, se desarrollarán al menos un trabajo por cada bloque temático, que ponga en práctica los conocimientos adquiridos en dicho bloque. En la medida de lo posible se procurará emplear herramientas CAD que los alumnos utilizarán en el desarrollo de su ejercicio profesional, tales como MATLAB/SIMULINK, Agilent ADS, Cadence Design FrameWork, etc. El uso de dichas herramientas podrá ser de forma remota, mediante licencias (sin coste para el alumno) o a través de versiones de estudiante. Cada práctica irá acompañada de una guía del estudiante donde se le explicará el desarrollo de la misma y los objetivos a cumplir.

**Competencias que desarrolla:**

VÉASE EL APARTADO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.

**Uso de recursos web y bases de datos especializados.**

---

**Horas presenciales:** 0.0

**Horas no presenciales:** 10.0

**Metodología de enseñanza-aprendizaje:**

- Se hará uso de bases de datos disponibles en la Universidad de Sevilla y CSIC. Se hará especial énfasis en la base de datos del IEEE (ieeexplore.ieee.org). Por cada bloque temático, los alumnos realizarán una exploración de los artículos, documentos científico-técnicos y estándares con el doble fin de que complementen el material bibliográfico que se les proporciona y como fomento del auto aprendizaje de la asignatura.

- Por otro lado, se fomentará la participación activa del alumno mediante uso extensivo del e-mail, tutorías y virtualesy sesiones #chats# en WebCT, videoconferencia (via Skype por ejemplo), etc.

**Competencias que desarrolla:**

VÉASE EL APARTADO DE COMPETENCIAS ESPECÍFICAS.

**SISTEMAS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN Y CALIFICACIÓN****Realización de ejercicios y prácticas**

---

Los alumnos realizarán un informe de las prácticas realizadas. En este caso, la calificación final será el resultado conjunto de la evaluación del trabajo presentado y de la exposición del mismo por parte del alumno a través de videoconferencia. La calificación de este apartado (evaluada sobre 10) constituye 4 puntos sobre la calificación final.

**Realización de un examen teórico-práctico "on-line".**

---

Se realizará un ejercicio teórico-práctico on-line programado al final de cada bloque temático. Se considerará que el alumno ha aprobado el ejercicio si supera la puntuación de 5 sobre 10. La calificación correspondiente a este apartado será la media aritmética de las cuatro calificaciones obtenidas, correspondientes al ejercicio de cada bloque temático. Dicha calificación supondrá 4 puntos sobre la calificación final.

**Entrevista personal con el profesor.**

---

Entrevista personal con el profesor mediante videoconferencia, en la que se comentarán aspectos tanto teóricos como prácticos de todos los contenidos de la asignatura, suponiendo un total de hasta 2 puntos sobre la calificación final.