

## 67247 - Diseño microelectrónico

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2021/22

**Asignatura:** 67247 - Diseño microelectrónico

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 622 - Máster Universitario en Ingeniería Electrónica

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 1

**Periodo de impartición:** Segundo semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo de la asignatura es formar al alumno en los fundamentos del diseño microelectrónico mixto analógico-digital para la implementación de circuitos integrados de aplicación específica (*ASICs*). Para ello, se deberá profundizar en distintos objetivos directamente relacionados con el diseño microelectrónico:

- Tecnologías submicrónicas *CMOS*: dispositivos, caracterización y modelado.
- Celdas analógicas y digitales: estructuras básicas y proceso de diseño específico.
- Diseño de sistemas mixtos analógico-digital: *ASIC*, *SoC*, *SiP*.
- Conversión analógico-digital.
- Flujo de diseño de circuitos integrados de señal mixta.
- Estrategias de *layout*: *matching*, minimización de ruido, *crosstalk*, etc.
- Técnicas de caracterización experimental: *on-wafer*, *on-chip*, *set-up* de medida.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.
  - Meta 8.2: Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
  - Meta 8.4: Mejorar progresivamente, de aquí a 2030, la producción y el consumo eficientes de los recursos mundiales y procurar desvincular el crecimiento económico de la degradación del medio ambiente, conforme al Marco Decenal de Programas sobre modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, empezando por los países desarrollados.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.
  - Meta 9.4: De aquí a 2030, modernizar la infraestructura y reconvertir las industrias para que sean sostenibles, utilizando los recursos con mayor eficacia

y promoviendo la adopción de tecnologías y procesos industriales limpios y ambientalmente racionales, y logrando que todos los países tomen medidas de acuerdo con sus capacidades respectivas.

## 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Esta asignatura se enmarca dentro de la materia optativa del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y de la materia optativa *Electrónica para ambientes inteligentes* es del Máster Universitario en Ingeniería Electrónica.

Para cursar esta asignatura se requieren los conocimientos estudiados en las asignaturas obligatorias orientadas al diseño de sistemas electrónicos analógicos y digitales, ya que se aplican directamente para realizar el diseño de circuitos integrados de carácter mixto.

Además, se recomienda disponer de conocimientos previos sobre dispositivos semiconductores y su modelado, celdas analógicas básicas y procesado de señal analógico-digital. En esta asignatura se proporcionarán las herramientas requeridas para el diseño microelectrónico de circuitos integrados.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Teniendo en cuenta las titulaciones que dan acceso al Máster, no es necesario ningún conocimiento previo adicional para cursar esta asignatura.

No obstante, se recomienda haber cursado o estar cursando las asignaturas obligatorias orientadas al diseño de sistemas electrónicos analógicos y digitales.

# 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. Competencias

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para:

### COMPETENCIAS BÁSICAS:

- 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 auto dirigido o autónomo.

### COMPETENCIAS GENERALES:

- CG1. Capacidad para el modelado físico-matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en ámbitos relacionados con la Ingeniería Electrónica y campos multidisciplinares afines.
- CG2. Capacidad para proyectar y diseñar productos, procesos e instalaciones en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.
- CG4. Capacidad para abordar con garantías la realización de una tesis doctoral en el ámbito de la Ingeniería Electrónica.

## COMPETENCIAS ESPECÍFICAS:

- CE1. Capacidad de analizar y diseñar sistemas analógicos avanzados para el procesamiento de señal, instrumentación electrónica inteligente y sistemas de sensado.
- CE2. Capacidad de concebir y desarrollar sistemas digitales avanzados basados en dispositivos programables, dispositivos lógicos configurables y circuitos integrados, con dominio de las herramientas de descripción de hardware.
- CE5. Capacidad de especificar, caracterizar y diseñar componentes y sistemas electrónicos complejos en aplicaciones de telecomunicación y médicas.

### 2.2. Resultados de aprendizaje

El estudiante, superando esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados:

- Escoge y aplica la tecnología microelectrónica más apropiada para implementar dispositivos analógico-digitales en aplicaciones de comunicaciones.
- Conoce las técnicas de fabricación de circuitos microelectrónicos integrados y utiliza las herramientas específicas de análisis, simulación y diseño de un circuito integrado de aplicación específica (*ASIC*) mixto.
- Aplica el diseño microelectrónico integrado en los ámbitos del sensado, la domótica y los sistemas de actuación sobre el entorno.
- Es capaz de resolver problemas reales de la ingeniería electrónica aplicando, técnicas de simulación y diseño específicas para circuitos integrados.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

Los conocimientos, aptitudes y habilidades adquiridos a través de esta asignatura, junto con los del resto del Máster, deben permitir al estudiante desarrollar las competencias anteriormente expuestas.

La acreditación de los resultados de aprendizaje por parte del profesor capacita al alumno para poder resolver un problema de diseño y caracterización de circuitos microelectrónicos en el ámbito de las comunicaciones, completando el flujo de diseño hasta la potencial fabricación del dispositivo.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las actividades de evaluación propuestas. El aprendizaje de esta asignatura está directamente asociado a la experimentación práctica y, por tanto, el planteamiento de la misma y su evaluación tendrán un marcado carácter experimental. La asignatura se evaluará en la modalidad de **evaluación global** mediante las siguientes actividades:

#### E1. Realización y evaluación de las prácticas de laboratorio.

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante, se realizarán distintas prácticas de laboratorio distribuidas a lo largo del semestre. De acuerdo con el carácter práctico de la asignatura, la realización de las prácticas es obligatoria.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **50%** de calificación del estudiante en la asignatura. Las personas que no la superen tendrán que realizar el examen

correspondiente a esos contenidos en la prueba global.

Se evaluarán los siguientes aspectos relativos a la realización de las prácticas:

- Preparación previa de la práctica.
- Manejo de las herramientas de diseño requeridas y soluciones aportadas a los problemas encontrados.
- Profundización en la práctica.
- Se requerirá la elaboración de un informe al finalizar cada práctica, donde se deberán incluir las respuestas a determinadas cuestiones relativas a la realización de la misma. Se apreciará especialmente el grado de cumplimiento de la práctica y de las cuestiones planteadas.
- Autonomía y participación de cada uno de los integrantes del grupo.

## **E2. Evaluación de las actividades y trabajos planteados.**

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante y la realización del diseño completo de un circuito integrado, se realizarán distintas actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre. Más concretamente, se planteará la realización de trabajos docentes evaluables y pruebas escritas teórico-prácticas individuales, para abordar temas específicos que no pueden contemplarse de manera adecuada en el desarrollo convencional de las clases. Las tareas concretas que llevar a cabo y la metodología de evaluación aplicable se comunicarán en clase con la suficiente antelación.

En la evaluación de las mismas se considerará la autonomía, la calidad y originalidad de la solución, y la capacidad analítica y crítica del alumno para estudiar un problema concreto. Además, se evaluará la capacidad para trabajar en grupo, la participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada tarea, y la habilidad para coordinar el trabajo y de transmitir la información relevante de forma oral y/o escrita.

Esta actividad se calificará de 0 a 10 puntos y supondrá el **50%** de la calificación del estudiante en la asignatura. Las personas que no la superen tendrán que realizar el examen correspondiente a esos contenidos en la prueba global.

## **E3. Prueba global.**

En las dos convocatorias oficiales se llevará a cabo la evaluación global del estudiante.

- Dado el carácter eminentemente práctico de la asignatura, se puede superar de manera continua a lo largo del semestre. De este modo, el estudiante que, con anterioridad a la prueba global, haya aprobado las prácticas de laboratorio y las actividades planteadas no deberá realizar el examen final.
- Si no ha superado alguna o ambas de estas partes, tendrá la oportunidad de hacerlo mediante la prueba global.
- Del mismo modo que si se supera la asignatura mediante evaluación continua, la calificación final se corresponderá con la media ponderada entre la nota de la parte de prácticas (50%) y la nota asociada a las actividades evaluables (50%). No obstante, será necesario **aprobar cada una de las partes por separado** para poder superar la asignatura.
- El profesorado responsable de la asignatura podrá establecer si dicha prueba se realiza mediante un examen escrito o con un examen específico en el laboratorio.

## **4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos**

#### 4.1. Presentación metodológica general

El proceso de enseñanza y aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se fundamenta en tres actividades formativas diferentes con una participación creciente del estudiante conforme avanza la asignatura: clases de teoría y problemas, prácticas de laboratorio y trabajos docentes evaluables.

- Todas las clases tendrán una orientación eminentemente práctica. En las clases más teóricas se expondrán las bases del diseño microelectrónico mixto, estableciendo los aspectos fundamentales del flujo de diseño.
- La segunda actividad formativa se centrará en la realización de las prácticas de laboratorio en grupos reducidos, en las que se trabajará con las herramientas *CAD* de diseño microelectrónico.
- La tercera actividad se trata de trabajos docentes evaluables, donde se fomentará el trabajo autónomo del estudiante para lograr como resultado el diseño completo de un *CI* mixto. En estas actividades se le proporcionará al estudiante el material necesario con la suficiente antelación.

#### 4.2. Actividades de aprendizaje

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarlo a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades:

- **Clase magistral participativa (A01 - 15 horas) y resolución de problemas y casos (A02 - 10 horas):** En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la asignatura, con una orientación práctica fundamentada en el diseño microelectrónico mixto. Los materiales necesarios estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.
- **Prácticas de laboratorio (A03 - 20 horas):** Esta actividad está estructurada en distintas sesiones prácticas donde se utilizarán las herramientas *CAD* necesarias para el diseño microelectrónico, de manera que el estudiante adquiera las capacidades y destrezas necesarias para abordar el diseño de un *CI* mixto. Los guiones estarán a disposición de los alumnos en el Anillo Digital Docente con la suficiente antelación.
- **Prácticas especiales (A04 - 5 horas):** visitas a laboratorios especializados, empresas fabricantes, centros de investigación, etc.
- **Trabajos docentes (A05 y A06 – 50 horas):** En esta actividad se incluyen tanto los trabajos docentes evaluables (actividades de tipo T6) como la elaboración de los informes relacionados con las prácticas de laboratorio. Los estudiantes cuentan con el material suministrado por el profesor, por fabricantes de integrados electrónicos y los recursos *on-line* para cumplir el resultado pedido. Se considera en la evaluación de los mismos la autonomía, la calidad de la solución, y la participación de cada uno de los integrantes del grupo en cada trabajo.
- **Estudio y trabajo personal (A07):** Esta actividad comprende tanto el estudio personal encaminado a lograr el seguimiento adecuado de la asignatura, la realización de las prácticas y de los trabajos planteados y las tutorías.
- **Pruebas de evaluación (A08):** Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes y trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. La actividad de evaluación incluye la realización de la prueba global.

#### 4.3. Programa

La distribución en unidades temáticas de la teoría de la asignatura será la siguiente:

- BLOQUE 1: Introducción
- BLOQUE 2: Tecnologías submicrónicas *CMOS*  
Procesos tecnológicos  
Dispositivos, caracterización y modelado
- BLOQUE 3: Flujo de diseño analógico
- BLOQUE 4: Flujo de diseño digital
- BLOQUE 5: Diseño de sistemas mixtos analógico-digital

#### 4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave

Las clases y las sesiones de prácticas seguirán el calendario y horario establecidos por el Centro. Todas las actividades se planificarán en función del número de alumnos y se darán a conocer con la suficiente antelación.

Cada profesor informará de su horario de consultas o tutorías.

El calendario detallado de las diversas actividades a desarrollar se establecerá una vez que la Universidad y el Centro hayan aprobado el calendario académico (que podrá ser consultado en la página *web* del Centro). A título orientativo:

- **Período de clases:** segundo semestre (primavera).
- **Clases teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas 2 horas.
- **Sesiones prácticas:** el estudiante realizará un total de 20 horas.
- **Entrega de trabajos:** se informará adecuadamente y con la antelación suficiente tanto de las fechas como de las condiciones de entrega de los trabajos requeridos a lo largo del curso.
- Habrá una **prueba global** en 1ª convocatoria y otra en 2ª convocatoria en las fechas concretas que indique el Centro.

#### 4.5. Bibliografía y recursos recomendados

**Materiales docentes básicos.** Disponibles en <http://add.unizar.es> (para acceder a estos recursos, el estudiante debe estar matriculado).

- Transparencias de la asignatura: son considerados los apuntes de la asignatura.
- Guiones de prácticas.
- Materiales docentes complementarios: conjunto de materiales de utilidad para la asignatura: catálogos de fabricantes, hojas de características de componentes, manuales de herramientas *CAD*, etc.

**Textos de referencia:**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=67247>