

## 67234 - Diseño microelectrónico

### Información del Plan Docente

<b>Año académico</b>	2017/18
<b>Centro académico</b>	110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura
<b>Titulación</b>	527 - Máster Universitario en Ingeniería Electrónica
<b>Créditos</b>	5.0
<b>Curso</b>	1
<b>Periodo de impartición</b>	Primer Semestre
<b>Clase de asignatura</b>	Optativa
<b>Módulo</b>	---

### **1.Información Básica**

#### **1.1.Introducción**

Diseño microelectrónico es una asignatura de 5 créditos ECTS que forma parte de la materia optativa del Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación y del Máster Universitario en Ingeniería Electrónica.

En la asignatura se aborda el análisis y diseño de circuitos microelectrónicos integrados de aplicación específica (ASICs). De manera más concreta, la asignatura se centra en el diseño de carácter mixto, orientado a la implementación de dispositivos para comunicaciones. Para ello, se presentarán las herramientas específicas de diseño de circuitos integrados, así como las técnicas de caracterización de los diseños a implementar. Se hará especial énfasis en el proceso de diseño específico de ASICs mixtos, dotando de especial relevancia a la conversión analógico-digital.

Teniendo en cuenta el ámbito de la asignatura, se tratarán temas teóricos y se trabajará con herramientas avanzadas de diseño con el objetivo de proporcionar al alumno los recursos necesarios para utilizar estas técnicas. Además, la adquisición de las competencias y habilidades propuestas en la asignatura, así como la comprensión de los conceptos teóricos tratados, es muy relevante para el ejercicio de las competencias profesionales de un Ingeniero de Telecomunicación.

#### **1.2.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.

#### **1.3.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 "Electrónica para ambientes inteligentes" 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 CI de

## 67234 - Diseño microelectrónico

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.

### 1.4.Actividades y fechas clave de la asignatura

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:** primer cuatrimestre (Otoño).
- **Clases teoría y problemas-casos:** cada semana hay programadas 2 horas de clase.
- **Sesiones prácticas:** el estudiante realizará 5 sesiones prácticas de 3 horas de laboratorio.
- **Entrega de trabajos:** se informará adecuadamente en clase y con la antelación suficiente tanto de las fechas como de las condiciones de entrega de los trabajos del curso.
- Habrá una **prueba global** en 1ª convocatoria y otra en 2ª convocatoria en las fechas concretas que indique el Centro.

## 2.Resultados de aprendizaje

### 2.1.Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, superando esta asignatura, logra los siguientes resultados:

1. Escoge y aplica la tecnología microelectrónica más apropiada para implementar dispositivos analógico-digitales en aplicaciones de comunicaciones.
2. 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.
3. Aplica el diseño microelectrónico integrado en los ámbitos del sensado, la domótica y los sistemas de actuación sobre el entorno.
4. Es capaz de resolver problemas reales de la ingeniería electrónica aplicando, técnicas de simulación y diseño específicas para circuitos integrados.

### 2.2.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.Objetivos y competencias

### 3.1.Objetivos

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).

## 67234 - Diseño microelectrónico

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.

### 3.2. 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 procesado 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.

### 4. Evaluación

#### 4.1. Tipo de pruebas, criterios de evaluación y niveles de exigencia

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación.

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 - Asistencia y evaluación de las prácticas de laboratorio.**

De acuerdo con el carácter práctico de la asignatura, la asistencia a 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 superen esta actividad 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.
- Puesto de trabajo y cuidado del material requerido para el desarrollo.

##### **E2 - Evaluación de los trabajos realizados.**

Con el fin de incentivar el trabajo continuado del estudiante y la realización del diseño completo de un circuito integrado, se realizarán actividades evaluables distribuidas a lo largo del semestre. Más concretamente, se planteará la realización de actividades de tipo T6, para abordar temas específicos que no pueden contemplarse de manera adecuada en el desarrollo convencional de las clases presenciales. Las tareas concretas a llevar a cabo y la metodología de evaluación aplicable se comunicarán en clase con la suficiente antelación. 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.

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.

## 67234 - Diseño microelectrónico

Si no ha superado alguna o ambas de estas partes, tendrá la oportunidad de hacerlo mediante la prueba global. 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.

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 de las actividades de tipo T6 (50%). No obstante, será necesario **aprobar cada una de las partes por separado** para poder superar la asignatura.

### 5. Metodología, actividades, programa y recursos

#### 5.1. 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 presenciales, prácticas de laboratorio y actividades de tipo T6.

- Las clases presenciales 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 actividades de tipo T6, 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.

#### 5.2. Actividades de aprendizaje

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

- **Actividades presenciales (2 ECTS - 50 horas):**

- **Clase magistral (A01 - 15 horas) y resolución de problemas y casos (A02 - 15 horas):** En esta actividad se expondrán los contenidos fundamentales de la asignatura, con una orientación práctica fundamentada en el diseño microelectrónico mixto. Esta actividad se realizará de forma presencial. Los materiales necesarios estarán a disposición de los alumnos a través del Anillo Digital Docente.
- **Prácticas de laboratorio (A03 - 15 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.
- **Tutela de trabajos (A05 - 3 horas):** Tutela personalizada profesor-estudiante para los trabajos planteados.
- **Pruebas de evaluación (A08 - 2 horas):** La actividad de evaluación incluye la realización de la prueba global.

- **Actividades no presenciales (3 ECTS - 75 horas):**

- **Trabajos docentes (A06):** En esta actividad se incluyen tanto las actividades de tipo T6 planteadas 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 (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.

### 5.3. 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

### 5.4. Planificación y calendario

Las clases presenciales y las sesiones de prácticas en el laboratorio seguirán el calendario y horario establecidos por el Centro. El resto de actividades se planificará en función del número de alumnos y se dará a conocer con la suficiente antelación.

Cada profesor informará de su horario de consultas o tutorías.

### 5.5. Bibliografía y recursos recomendados

**1. 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.

#### 2. Textos de referencia:

- CMOS Circuit Design, Layout and Simulation; R. Jacob Baker; Wiley-IEEE Press, 3rd Edition, 2010; ISBN:978-0-470-88132-3.
- CMOS Mixed-Signal Circuit Design; R. Jacob Baker; Wiley-IEEE Press, 2nd Edition, 2009; ISBN: 978-0-470-29026-2.
- Digital VLSI Chip Design with Cadence and Synopsys CAD Tools; E. Brunvand; Addison-Wesley, 2010; ISBN:978-0-321-54799-6.
- [Electrónica Digital, Aplicaciones y Problemas con VHDL](#); J.I. Artigas, L.A. Barragán, C. Orrite, I. Urriza; Prentice Hall, 2002.
- Analog Integrated Circuit Design; D. Johns, K. Martin; John Wiley & Sons, Inc., New York, 1997.
- CMOS Sigma-Delta Converters: Practical Design Guide; J.M. de la Rosa, R. del Río; Wiley-IEEE Press, 2013; ISBN 978-1-119-97925-8.
- VHDL for Designers; S. Sjöholm and L. Lindh; Prentice Hall, 1997; ISBN: 0-13-473414-9.
- Operation and Modeling of the MOS Transistor; Y. Tsividis; Oxford University Press, 2nd Edition, 1999; ISBN: 0-19-517014-8.