

**Dispositivos Electrónicos**

Código: 102721  
Créditos ECTS: 6

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2500895 Ingeniería Electrónica de Telecomunicación	OT	4	0

La metodología docente y la evaluación propuestas en la guía pueden experimentar alguna modificación en función de las restricciones a la presencialidad que impongan las autoridades sanitarias.

**Contacto**

Nombre: Gabriel Abadal Berini  
Correo electrónico: Gabriel.Abadal@uab.cat

**Uso de idiomas**

Lengua vehicular mayoritaria: catalán (cat)  
Algún grupo íntegramente en inglés: No  
Algún grupo íntegramente en catalán: No  
Algún grupo íntegramente en español: No

**Prerequisitos**

Conocer a nivel básico:

- a) Teoría de circuitos.
- b) Electrostática básica.
- c) Matemáticas.
- d) Fundamentos de los diodos y transistores.
- e) Fundamentos de los principios físicos de los semiconductores.
- f) Fundamentos de simuladores circuitales.

**Objetivos y contextualización**

Los objetivos generales de esta asignatura son:

- a) Conocer los fundamentos de los procesos microelectrónicos básicos y su integración en tecnología CMOS.
- b) Conocer las características como dispositivo electrónico del transistor MOS y sus modelos SPICE más importantes.
- c) Ser capaces de relacionar las características eléctricas del transistor MOS con los parámetros tecnológicos de la tecnología CMOS correspondiente.
- d) Conocer a grandes rasgos los problemas actuales asociados al estado de la tecnología microelectrónica y las principales tendencias en su evolución.

**Competencias**

- Actitud personal

- Comunicación
- Diseñar componentes y circuitos electrónicos en base a especificaciones.
- Hábitos de pensamiento
- Hábitos de trabajo personal

## Resultados de aprendizaje

1. Aplicar las técnicas de simulación para el análisis de las prestaciones.
2. Desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
3. Desarrollar la capacidad de análisis y de síntesis.
4. Diseñar dispositivos electrónicos básicos, estableciendo la relación con la tecnología de fabricación.
5. Gestionar la información incorporando de forma crítica las innovaciones del propio campo profesional, y analizar las tendencias de futuro.
6. Tomar decisiones propias.
7. Utilizar el inglés como idioma de comunicación y relación profesional de referencia.
8. Utilizar modelos circuitales del comportamiento eléctrico de dispositivos electrónicos, incluyendo parásitos y fuentes de ruido, y teniendo en cuenta sus limitaciones.

## Contenido

PART I. Procesos tecnológicos

Introducción: Tecnología CMOS. Salas blancas. Litografía

Crecimiento del silicio

Difusión de impurezas

Implantación iónica

Oxidación térmica. Proceso LOCOS

Deposición de capas. Crecimiento epitaxial

Metalización

Gravado

Procesos *Back-End*. Damasquinado

PART II. Transistor MOS

Introducción a la física de semiconductores y teoría de bandas

La capacidad MOS. Estructura y estados de polarización

El transistor MOS. Estructura y estados de conducción

Modelo SPICE LEVEL 1

Modelo SPICE LEVEL 2

Modelo SPICE LEVEL 3

LABORATORIO

Definición de un proceso tecnológico

Caracterización eléctrica del TMOS

## Metodología

La formación se basará en clases magistrales y prácticas de laboratorio y aula.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales	24	0,96	1, 3, 4, 5, 8
Problemas en el aula	12	0,48	1, 3, 4, 6, 8
Prácticas de laboratorio	12	0,48	1, 3, 4, 6, 8
Tipo: Supervisadas			
Tutorías	5	0,2	2, 3, 5
Tipo: Autónomas			
Estudio	40	1,6	2, 3, 5
Preparación de las prácticas de laboratorio	8	0,32	1, 3, 4, 6, 7, 8
Resolución de problemas	25	1	1, 2, 3, 4, 6, 8

## Evaluación

a) Proceso y actividades de evaluación programadas

La asignatura se evalúa a partir de las actividades siguientes:

- EP1: Examen parcial 1. Examen de la parte 1: Procesos Tecnológicos. Consta de una sección de teoría y una de problemas. 37.5% de NOTA FINAL.

- EP2: Examen parcial 2. Examen de la parte 2: Transistor MOS. Consta de una sección de teoría y una de problemas. 37.5% de NOTA FINAL.

- LABINF: Informe de prácticas laboratorio. 25% de NOTA FINAL.

La realización de TODAS estas actividades habilita la evaluación continuada siempre y cuando la nota media sobre 10 de los 2 exámenes parciales sea igual o superior a 4.5.

Las actividades recuperables son:

EP1 y EP2, tal y como se indica en el apartado c).

Las actividades NO recuperables son:

LABINF.

Para poder evaluar la actividad LABINF es necesario:

1) Asistir a TODAS las sesiones de laboratorio (de deberán presentar justificantes de ausencia si se da el caso).

2) Presentar el informe dentro de plazo.

RESUMEN:

$$\text{NOTA EXAMEN} = \text{NOTA\_EP1} * 0.5 + \text{NOTA\_EP2} * 0.5$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} > 4.5$  entonces:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{NOTA EXAMEN} * 0.75 + \text{NOTA LABINF} * 0.25$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} < 4.5$  entonces:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{NOTA EXAMEN}$$

Todas las NOTAS de la expresión anterior se consideran sobre 10.

b) Programación de actividades de evaluación

El calendario de actividades de evaluación\* se publicará a través del Aula Moodle (CAMPUS VIRTUAL) durante las primeras semanas del semestre. En todo caso está previsto que:

-EP1 tenga lugar a mitad de semestre: última semana dedicada a Parte 1 (justo antes o después de Semana Santa).

-EP2 tenga lugar a final de semestre: última semana dedicada a Parte 2 (justo antes del periodo de exámenes de recuperación).

-El informe de las actividades de laboratorio, LABINF, se entregará no más tarde de la fecha del examen de recuperación\*, de la manera que se indique a través del Aula Moodle.

\*Los exámenes de recuperación se harán públicos en la web de la Escuela de Ingeniería (apartado exámenes).

c) Proceso de recuperación

De acuerdo con la normativa UAB, el estudiante sólo se puede presentar a la recuperación siempre que se haya presentado a un conjunto de actividades que representen un mínimo de dos terceras partes de la calificación total de la asignatura. En el caso de esta asignatura, esta condición necesaria solo se satisface si el estudiante se ha presentado a los dos exámenes parciales.

Las únicas actividades de evaluación recuperables son los exámenes parciales EP1 y EP2, a través de un EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓN/MEJORA.

Este EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓN/MEJORA consta de 2 partes independientes correspondientes a la Parte 1 (Procesos Tecnológicos) y Parte 2 (Transistor MOS), cada una de ellas con sus secciones de teoría y de problemas (idéntico formato al de exámenes parciales), de tal manera que permite recuperar/mejorar la nota de una única parte o de las dos partes de la asignatura. Así, la nota de cada parte,  $\text{NOTA\_FINAL1}$  y  $\text{NOTA\_FINAL2}$ , substituye la nota del parcial correspondiente,  $\text{NOTA\_EP1}$  y  $\text{NOTA\_EP2}$ , siempre que la primera supere la segunda.

Por lo tanto, el EXAMEN FINAL de RECUPERACIÓN/MEJORA, como su nombre indica, NUNCA da lugar a una nota de examen de la asignatura inferior a la obtenida por parciales.

RESUMEN:

$$\text{NOTAEXAMEN} = \text{MAX}(\text{NOTA\_EP1} ; \text{NOTA\_FINAL1}) * 0.5 + \text{MAX}(\text{NOTA\_EP2} ; \text{NOTA\_FINAL2}) * 0.5$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} > 4.5$  entonces:

$$\text{NOTA FINAL} = \text{NOTA EXAMEN} * 0.75 + \text{NOTA LABINF} * 0.25$$

Si  $\text{NOTA EXAMEN} < 4.5$  entonces:

NOTA FINAL = NOTA EXAMEN

Todas las NOTAS de la expresión anterior se consideran sobre 10.

d) Procedimiento de revisión de las calificaciones

Para cada actividad de evaluación, se indicará (a través de Campus Virtual) lugar, fecha y hora de revisión en la que el estudiante podrá revisar la actividad con el profesor. En este contexto, se podrán hacer reclamaciones sobre la nota de la actividad, que serán evaluadas por el profesorado responsable de la asignatura. Si el estudiante no se presenta a esta revisión, no se revisará posteriormente esta actividad.

e) Calificaciones

Un estudiante se considerará No Evaluable (NA) si se cumple una de las dos condiciones siguientes:

a) No se ha presentado a alguno de los dos exámenes parciales EP1 y EP2.

b) No ha presentado el informe de laboratorio LABINF.

Por otro lado, siguiendo normativa UAB, entre aquellos alumnos que superen la calificación final de 9.0, se podrán otorgar un máximo de Matrículas de Honor (MH) igual al 5% (redondeando por exceso) de los estudiantes matriculados. En el caso que el número de estudiantes matriculados sea inferior a 20, se podrá otorgar 1 MH.

f) Irregularidades por parte del estudiante, copia y plagio

Sin perjuicio de otras medidas disciplinarias que se estimen oportunas, se calificarán con un cero las irregularidades cometidas por el estudiante que puedan conducir a una variación de la calificación de un acto de evaluación. Por tanto, la copia, el plagio, el engaño, dejar copiar, etc. en cualquiera de las actividades de evaluación implicará suspenderla con un cero.

g) Evaluación de los estudiantes repetidores

A partir de la segunda matrícula, el alumno puede optar por convalidar la nota de laboratorio (NOTA LABINF) de cursos anteriores. En este caso, NO es necesario comunicarlo previamente al profesor responsable de la asignatura.

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Examen	75%	6	0,24	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8
Prácticas de laboratorio y memoria correspondiente	25%	18	0,72	1, 3, 4, 6, 8

## Bibliografía

### Bibliografía PARTE 1. Procesos tecnológicos

"Circuits i dispositius electrònics, fonaments d'electrònica". Lluís Prat et al. Edicions UPC

"Fundamentals of semiconductor fabrication", Gary S. May, Simon M. Sze . New York : Wiley, cop. 2004. ISBN: 0471232793.

"Semiconductor devices : physics and Technology", S. M. Sze. 2nd ed. New York : Wiley, cop. 2002. ISBN: 0471333727.

### Bibliografía PARTE 2. Transistor CMOS

"CMOS, circuit design, layout and simulation". R. Jacob Baker. Ed Wiley, 2010

"CMOS analog circuit design". Phillip E. Allen. Ed Oxford, 2002

"Principles of CMOS VLSI design". Neil H.E. Weste. Ed Adison, 1994

"Semiconductor fundamentals", Robert F. Pierret. Addison-Wesley 2nd ed. 1988. ISBN: 0201122952.

"Field effect devices", Robert F. Pierret. Addison-Wesley 2nd ed. 1990. ISBN: 0201122987.

"Semiconductor device modeling with SPICE", Giuseppe Massobrio and Paolo Antognetti, McGraw-Hill 2nd ed. 1993. ISBN: 0070024693.