

**Dispositivos Electrónicos**

Código: 103289  
Créditos ECTS: 5

Titulación	Tipo	Curso	Semestre
2501922 Nanociencia y Nanotecnología	OB	3	2

**Contacto**

Nombre: Xavier Oriols Pladevall  
Correo electrónico: Xavier.Oriols@uab.cat

**Uso de idiomas**

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

**Prerequisitos**

Se requieren conocimientos básicos de:

- Teoría de circuitos (resolución de circuitos lineales con resistencias, condensadores e inductancias). Es muy recomendable haber aprobado la asignatura "Instrumentación electrónica".
- Electrostática básica (conceptos de campo, potencial eléctrico, etc.). Es recomendable haber aprobado la asignatura "Electricidad, magnetismo y Óptica".
- Matemáticas (números complejos, ecuaciones diferenciales básicas, etc.). Es recomendable haber aprobado las asignaturas de primer y segundo curso de matemáticas.

**Objetivos y contextualización**

- .-Comprensión y dominio de los principios físicos de los semiconductores, así como de los dispositivos electrónicos y fotónicos más habituales y de la tecnología de fabricación de los mismos.
- .-Relacionar las prestaciones de los dispositivos, su funcionamiento en circuitos y los procesos tecnológicos de fabricación, mediante modelos físicos analíticos, simulaciones numéricas a nivel físico, modelos compactos y simulaciones de circuitos.

**Competencias**

- Aplicar las normas generales de seguridad y funcionamiento de un laboratorio y las normativas específicas para la manipulación de la instrumentación y de los productos y materiales químicos y biológicos teniendo en cuenta sus propiedades y riesgos.
- Aplicar los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología a la resolución de problemas de naturaleza cuantitativa o cualitativa en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología.
- Aprender de forma autónoma.
- Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.

- Demostrar que comprende los conceptos, principios, teorías y hechos fundamentales relacionados con la Nanociencia y Nanotecnología.
- Desarrollar trabajos de síntesis, caracterización y estudio de las propiedades de materiales en la nanoescala en base a procedimientos previamente establecidos.
- Gestionar la organización y planificación de tareas.
- Interpretar los datos obtenidos mediante medidas experimentales, incluyendo el uso de herramientas informáticas, identificar su significado y relacionarlos con las teorías químicas, físicas o biológicas apropiada.
- Manipular los instrumentos y materiales estándares propios de laboratorios de ensayos físicos, químicos y biológicos para el estudio y análisis de fenómenos en la nanoescala.
- Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo la utilización de medios telemáticos e informáticos.
- Proponer ideas y soluciones creativas.
- Razonar de forma crítica.
- Reconocer los términos relativos al ámbito de la Física, Química y Biología, así como a la Nanociencia y la Nanotecnología en lengua inglesa y utilizar eficazmente el inglés en forma escrita y oral en su ámbito laboral.
- Reconocer y analizar problemas físicos, químicos y biológicos en el ámbito de la Nanociencia y Nanotecnología, plantear respuestas o trabajos adecuados para su resolución, incluyendo en casos necesarios el uso de fuentes bibliográficas.
- Resolver problemas y tomar decisiones.

## Resultados de aprendizaje

1. Analizar situaciones y problemas en el ámbito de la física y plantear respuestas o trabajos de tipo experimental utilizando fuentes bibliográficas.
2. Aplicar los contenidos teóricos adquiridos a la explicación de fenómenos experimentales.
3. Aprender de forma autónoma.
4. Comunicarse de forma oral y escrita en la lengua nativa.
5. Describir el funcionamiento de los dispositivos electrónicos: diodos, transistores MOS, transistores bipolares y dispositivos emisores y receptores de luz.
6. Describir la conducción eléctrica de los metales y los efectos cruzados térmicos-eléctricos.
7. Describir las características corriente tensión de los dispositivos electrónicos y fotónicos en sus distintas regiones de funcionamiento.
8. Describir las principales aplicaciones de los dispositivos estudiados y situarlos en el contexto tecnológico actual.
9. Describir los fundamentos del transporte electrónico en semiconductores.
10. Diseñar dispositivos electrónicos básicos, estableciendo la relación con las tecnologías de fabricación (incluyendo materiales, dimensiones y dopajes) con sus especificaciones a nivel eléctrico.
11. Emplear la tecnología de la información y la comunicación para la documentación de casos y problemas.
12. Evaluar resultados experimentales de forma crítica y deducir su significado.
13. Exponer breves informes sobre la materia en inglés.
14. Gestionar la organización y planificación de tareas.
15. Identificar los principales parámetros de los dispositivos electrónicos que determinan sus prestaciones así como sus limitaciones.
16. Identificar y ubicar el equipamiento de seguridad del laboratorio.
17. Interpretar textos y bibliografía en inglés sobre Física y materiales a nivel básico.
18. Llevar a cabo la caracterización eléctrica de los dispositivos electrónicos básicos, para la extracción de sus curvas corriente tensión en el laboratorio de instrumentación electrónica.
19. Manipular los materiales y el instrumental del laboratorio con seguridad.
20. Obtener, gestionar, analizar, sintetizar y presentar información, incluyendo el uso de medios telemáticos e informáticos.
21. Proponer ideas y soluciones creativas.
22. Razonar de forma crítica.
23. Realizar búsquedas bibliográficas de documentación científica.
24. Redactar informes sobre la materia en inglés.

25. Relacionar los datos experimentales con las propiedades físico-químicas y/o análisis de los sistemas objeto de estudio.
26. Resolver problemas con la ayuda de bibliografía complementaria proporcionada.
27. Resolver problemas y tomar decisiones.
28. Utilizar correctamente las herramientas informáticas necesarias para calcular, representar gráficamente e interpretar los datos obtenidos, así como su calidad.
29. Utilizar correctamente los programas de simulación específicos tanto físicos como electrónicos (tipo SPICE) para estudiar los dispositivos electrónicos.
30. Utilizar el material y instrumentación de laboratorio de manera adecuada.
31. Utilizar modelos circuitales para describir el comportamiento eléctrico de dispositivos electrónicos.
32. Utilizar programas de tratamiento de datos para elaborar informes.

## Contenido

### Tema 1. Física de semiconductores y transporte electrónico

- 1.1 Cargas y campos.
- 1.2 Diagramas de bandas y densidad de estados.
- 1.3 Transporte electrónico en semiconductores

### Tema 2. Diodo de unión PN

- 2.1 Electroestática de la unión PN en equilibrio
- 2.2 Unión PN fuera del equilibrio. Corrientes
- 2.3 Aplicaciones circuitales sencillas: recortadoras, rectificadoras, etc.

### Tema 3. Transistor bipolar

- 3.1 Tipos de transistores. Diagramas de bandas
- 3.2 Curvas corriente-tensión.
- 3.3 Aplicaciones circuitales sencillas: polarización, puertas lógicas, amplificadores, etc.

### Tema 4. Transistor MOSFET

- 4.1 La estructura MOSFET
- 4.2 Tipos de transistores y curvas corriente-tensión
- 4.3 Aplicaciones circuitales sencillas: puertas lógicas, amplificadores, circuitos CMOS

### Tema 5. Dispositivos fotónicos

- 5.1 Propiedades de la luz. Interacción luz-materia
- 5.2 Emisores de luz: LEDs y láseres
- 5.3 Detectores de luz: PIN y celdas solares

### Tema 6. De la microelectrónica a la nanoelectrónica

- 6.1 More Moore. Escalado del MOSFET. Efectos de canal corto, ..
- 6.2 Beyond CMOS: Dispositivos túnel, quantum dots, dispositivos de un solo electrón, grafeno, espintrónica, electrónica molecular

## Metodología

#### Actividades dirigidas:

Clases magistrales: El profesor explicará los temas mediante (i) el apoyo de apuntes presentados en pantalla que estarán disponibles para el alumno con anterioridad ("campus virtual") y (ii) pequeños ejercicios o explicaciones complementarias en la pizarra de clase.

Seminarios de problemas: El profesor realizará, o en algunos casos los mismos alumnos, problemas de ejemplo.

#### Sesiones de laboratorio:

Previamente a la realización de cada sesión de prácticas, el alumno deberá prepararla y entregar al inicio de la sesión el informe previo (en inglés) correspondiente. Al finalizar la sesión de prácticas, el alumno entregará otro informe (en inglés) realizado durante la sesión.

#### Actividades supervisadas:

Tutorías: Fuera de horas de clase, el alumno podrá requerir las explicaciones de los profesores de teoría, problemas o prácticas para cualquier duda. Se recomienda al alumno el uso de este recurso didáctico.

#### Actividades autónomas:

Estudio: Es necesario un estudio autónomo de cada tema de la asignatura por parte del alumno.

Resolución de los problemas de clase: Es muy recomendable que el alumno intente hacer los ejercicios con anterioridad.

Resolución de los problemas guiados: para seguir la evaluación continua es necesario que el alumen se planteo y resuelva un problema (en inglés) de cada tema. Se valorará la originalidad del problema, la motivación del porqué se plantea este problema y su corrección en la solución.

Preparación de las sesiones de Laboratorio: Como se ha comentado, el alumno deberá preparar un informe previo a la realización de las prácticas.

## Actividades

Título	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
Tipo: Dirigidas			
Clases magistrales	20	0,8	5, 9, 6, 7, 8, 10, 15, 17, 31
Seminarios de problemas	10	0,4	12, 4, 5, 9, 6, 7, 8, 15, 21, 22, 27
Sesiones de laboratorio	15	0,6	3, 4, 10, 18, 13, 14, 16, 17, 19, 21, 22, 24, 25, 29, 30, 31, 32

Tipo: Supervisadas

Tutorías	5	0,2	2, 12, 4, 5, 9, 6, 7, 8, 13, 15, 21, 22, 26
Tipo: Autónomas			
Estudio	27	1,08	3, 23, 14, 17, 20, 22, 26, 27, 31
Preparación de sesiones de laboratorio	10	0,4	1, 3, 11, 23, 14, 17, 21, 22, 24, 31, 32
Resolución de problemas	10	0,4	2, 3, 5, 9, 6, 7, 8, 13, 14, 15, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 31

## Evaluación

La asignatura se evaluará obligatoriamente a través de dos parciales, las prácticas y problemas guiados según los siguientes porcentajes:

- Examen 1er Parcial escrito: 35% de la NOTA

- Examen 2º Parcial escrito: 35% de la NOTA

- Prácticas de cada tema: 20% de la NOTA

- Problemas guiados de cada tema: 10% de la NOTA

Se deben aprobar, con un mínimo de 5, las cuatro partes.

En caso de tener una nota inferior a 5 en alguno de los dos parciales podrá recuperar el parcial suspendido en un examen final. Para poder asistir a la recuperación, el alumno ha tenido que haber sido evaluado previamente de actividades de evaluación continua que equivalgan a 2/3 de la nota final.

-Examen final total escrito:70% de laNOTA

## Actividades de evaluación

Título	Peso	Horas	ECTS	Resultados de aprendizaje
1er examen parcial	35%	4	0,16	2, 5, 9, 6, 7, 13, 15, 24, 28
2o examen parcial	35	4	0,16	5, 9, 7, 8, 15, 17, 24
Problemas guiados	10%	10	0,4	3, 13, 14, 17, 20, 21, 22, 24, 26, 27
Sesiones de laboratorio de cada tema	20%	10	0,4	1, 12, 4, 10, 18, 11, 23, 16, 19, 25, 29, 28, 30, 31, 32

## Bibliografía

Bibliografía básica:

Luis Prats Viñas y Josep Calderer Cardona, Dispositius electrònics i fotogrònics.  
Fonaments. Edicions UPC, 2001

P. Horowitz and W. Hill *The Art of Electronics*, Cambridge Editorial Univ. Press (1989)

B.E.A. Salech and M.C. Theich *Fundamentals of Photonics* Editorial John Wiley & Sons

Bibliografía complementaria dispositivos electrónicos:

MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES (Ed. Addison-Wesley):

R.F. Pierret, *Semiconductor  
fundamentals* (1988) /  
Fundamentos de semiconductores (1994)

Gerold W. Neudeck, *The  
PN Junction Diode* (1989) /  
El diodo PN de unión (1993)

G.W. Neudeck, *The  
Bipolar Junction Transistor* (1989) / *El transistor bipolar de unión* (1994)

R.F. Pierret, *Field effect devices* (1990) / *Dispositivos  
de efecto de campo* (1994)

Bibliografía complementaria dispositivos fotogrònics

J. Wilson *Optoelectronics: an introduction*. Editorial Prentice Hall

D. Wood. *Optoelectronic  
Semiconductor Devices*. Editorial Prentice Hall.

S.D. Smith. *Optoelectronic Devices*.  
Editorial Prentice Hall.

Bibliografía complementaria dispositivos nanoelectrònics

Rainer Waser Ed. *Nanoelectronics and Information Technology*.  
Editorial WILEY-VCH.

Recursos WEB

<http://nanohub.org/>

