



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

**Dispositivos semiconductores**

PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|   |   |
|---|---|
| 1. Datos descriptivos .....                       | 1 |
| 2. Profesorado .....                              | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados .....       | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje ..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario .....   | 3 |
| 6. Cronograma .....                               | 5 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación .....    | 7 |
| 8. Recursos didácticos .....                      | 8 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>     | 93000840 - Dispositivos semiconductores                       |
| <b>Nº de Créditos</b>              | 6 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                    | Optativa  |
| <b>Curso</b>                       | Segundo curso   |
| <b>Semestre</b>                    | Cuarto semestre   |
| <b>Período de impartición</b>      | Febrero-Junio   |
| <b>Idioma de impartición</b>       | Castellano  |
| <b>Titulación</b>                  | 09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion |
| <b>Centro en el que se imparte</b> | Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion    |
| <b>Curso Académico</b>             | 2017-18   |

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                         | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b> | <b>Horario de tutorías*</b> |
|---------------------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------------------|
| Antonio Marti Vega<br>(Coordinador/a) | D108            | antonio.marti@upm.es      | - -                         |

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

### 3.2 Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Matemáticas y Física elementales
- Aplicaciones de la electrónica

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE13 - Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

CE14 - Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

CG2 - 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.

CG5 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA234 - Conocer los fundamentos de los dispositivos semiconductores

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

En esta asignatura se trata de comprender los principios de funcionamiento de los diodos, las uniones metal-semiconductor, las células solares, los transistors bipolares, los MOSFETs y las heterouniones semiconductoras. La comprensión se enfoca de modo que el alumno sepa, a partir de datos como los espesores y dopajes de cada una de las regiones de las que constan los dispositivos, predecir su funcionamiento. Una vez adquirida esta comprensión, ésta se aplicará a otros dispositivos como los tiristores, los IGBTs y los diodos láser y a entender los compromisos de diseño que los afectan.

### 5.2 Temario de la asignatura

#### 1. Fundamentos de semiconductores

1.1. Diagramas de bandas de energía. Electrones y huecos. Nivel de Fermi. Corrientes de arrastre y difusión. Mecanismos de generación y recombinación. Ecuación ambipolar.

#### 2. La unión pn

2.1. Análisis de la distribución de carga, campo y potencial. Característica corriente-tensión. Recombinación en la zona de carga espacial. Estructuras n+pp+ y p+nn+. Fenómenos de alta inyección. Tensión de ruptura.

#### 3. La célula solar

3.1. Estructura básica. Funcionamiento. Parámetros de funcionamiento (eficiencia, factor de llenado, tensión de circuito abierto...) Modelos aproximados. Tipos de células solares.

#### 4. La unión metal-semiconductor

#### 5. La estructura metal-óxido-semiconductor (MOS)

5.1. Diagrama de bandas de energía. Régimen de acumulación, depleción e inversión. Capacidad. Factores de no idealidad. Tensión umbral.

#### 6. El MOSFET

6.1. Estructura, Características corriente-tensión y modelos. Parámetros de funcionamiento. Corriente

subumbral. Efectos de pequeñas dimensiones. Polarización de sustrato.

## 7. El transistor bipolar

7.1. Estructura, Funcionamiento. Características corriente-tensión. Parámetros de funcionamiento. Modelo de Ebers-Moll. Modelo de Gummel-Poon. Efectos de alto dopado. Efecto Early. Efecto Kirk. Tensiones de ruptura, resistencia de base.

## 8. Introducción a las heteroestructuras semiconductoras

8.1. Diagrama de bandas de energía Modelo de Anderson. Discontinuidades en la banda de conducción y en la banda de valencia. Aplicaciones.

## 9. Otros dispositivos: El IGBT, el diodo laser, el tiristor

## 10. Introducción a la simulación numérica de dispositivos

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

| Semana | Actividad Presencial en Aula   | Actividad Presencial en Laboratorio | Otra Actividad Presencial | Actividades de Evaluación   |
|--------|--|-------------------------------------|---------------------------|---|
| 1      | <b>Tema 1</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |                                     |                           |   |
| 2      | <b>Tema 2</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           |   |
| 3      | <b>Tema 3</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |                                     |                           |   |
| 4      | <b>Tema 5</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           | Evaluación sobre los temas desarrollados<br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Duración: 03:00 |
| 5      | <b>Tema 6</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           |   |
| 6      | <b>Tema 6</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           |   |
| 7      | <b>Tema 7</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           |   |
| 8      | <b>Tema 8</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 9</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |                                     |                           |   |
| 9      | <b>Tema 9</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |                                     |                           |   |

|    |   |  |  |   |
|----|---|--|--|---|
| 10 | <b>Tema 10</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |  |   |
| 11 | <b>Repaso</b><br>Duración: 05:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral  |  |  | <b>Evaluación sobre los temas desarrollados</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Duración: 03:00<br><br><b>Examen Final</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Duración: 04:00 |
| 12 |   |  |  |   |
| 13 |   |  |  |   |
| 14 |   |  |  |   |
| 15 |   |  |  |   |
| 16 |   |  |  |   |
| 17 |   |  |  |   |

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.



## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

| Sem. | Descripción                              | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas     |
|------|--|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------|
| 4    | Evaluación sobre los temas desarrollados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00    | 50%             | 5 / 10      | CG5<br>CE14<br>CG2         |
| 11   | Evaluación sobre los temas desarrollados | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00    | 50%             | 5 / 10      | CG5<br>CE14<br>CG2<br>CE13 |

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

| Sem. | Descripción  | Modalidad                           | Tipo          | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas     |
|------|--------------|-------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|----------------------------|
| 11   | Examen Final | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | No Presencial | 04:00    | 100%            | 5 / 10      | CG5<br>CE14<br>CG2<br>CE13 |

#### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2 Criterios de Evaluación

Evaluación continua: Un mínimo de 5 puntos considerando todas las pruebas con un mínimo de 3 puntos en cada una de ellas.

Evaluación final: Un mínimo de 5 puntos

## 8. Recursos didácticos

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre                            | Tipo         | Observaciones   |
|-----------------------------------|--------------|---|
| Libro                             | Bibliografía | R.F.Pierret, Field Effect Devices. Second Edition. MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison?Wesley Publishing Company. 1990.            |
| Libro                             | Bibliografía | D.K.Schroder, Advanced MOS Devices, MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison Wesley, 1989.  |
| Libro SZE                         | Bibliografía | S.M.Sze, Physics of Semiconductor Devices, Segunda Edición, John Wiley & Sons, 1981.  |
| Libro Neudeck                     | Bibliografía | Gerold W. Neudeck, The PN Junction Diode, Second Edition. MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison?Wesley Publishing Company. 1990.     |
| Libro BJT                         | Bibliografía | G.W.Neudeck, The Bipolar Junction Transistor, Second Edition. MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison?Wesley Publishing Company. 1990. |
| Libro Fundamentos Semiconductores | Bibliografía | R.F.Pierret. Semiconductor fundamentals, Second Edition. MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison?Wesley Publishing Company. 1990       |

|                              |              |   |
|------------------------------|--------------|---|
| Libro ampliación Fundamentos | Bibliografía | R.F.Pierret, Advanced Semiconductor Fundamentals, Vol. VI de MODULAR SERIES ON SOLID STATE DEVICES, Addison Wesley, 1989. |
| Libro SZE II                 | Bibliografía | S. M. Sze, (Editor) Modern Semiconductor Device Physics (John Wiley and Sons, New York, 1998).                            |