

**ANX-PR/CL/001-01**  
**GUÍA DE APRENDIZAJE**

**ASIGNATURA**

Tecnología microelectrónica

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Segundo semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Tecnología microelectrónica
<b>Titulación</b>	09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Cuarto semestre
<b>Módulos</b>	Intensificación-investigación en telecomunicación
<b>Materias</b>	Electrónica II
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	93000836
<b>Nombre en inglés</b>	Microelectronic technology

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	6	<b>Curso</b>	2
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

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

### Otros Requisitos

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación no tiene definidos otros requisitos para esta asignatura.

## Conocimientos Previos

---

### Asignaturas Previas Recomendadas

El coordinador de la asignatura no ha definido asignaturas previas recomendadas.

### Otros Conocimientos Previos Recomendados

El coordinador de la asignatura no ha definido otros conocimientos previos recomendados.

## Competencias

---

CE10 - Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

CE15 - Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.

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.

CG3 - Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CG4 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

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.

CT1 - Capacidad para comprender los contenidos de clases magistrales, conferencias y seminarios en lengua inglesa.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

CT6 - Capacidad para emitir juicios sobre implicaciones económicas, administrativas, sociales, éticas y medioambientales ligadas a la aplicación de sus conocimientos.

CT7 - Capacidad para trabajar en contextos internacionales.

## Resultados de Aprendizaje

---

RA122 - Conocer a nivel básico los procesos tecnológicos que se usan en la fabricación de circuitos integrados

RA125 - Conocer las aplicaciones de las tecnologías microelectrónicas a dispositivos electrónicos particulares como dispositivos pasivos de alta frecuencia, sensores, MEMS, etc.

RA124 - Conocer el concepto de tecnología de fabricación microelectrónica y saber diseñar esquemáticamente una ruta de fabricación de CI

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Iborra Grau, Enrique	B- 312	enrique.iborra@upm.es	Las tutorías se concertarán por correo electrónico.
Olivares Roza, Jimena ( <b>Coordinador/a</b> )	B-307	jimena.olivares@upm.es	Las tutorías se concertarán por correo electrónico.
Clement Lorenzo, Marta	B-307	marta.clement@upm.es	Las tutorías se concertarán por correo electrónico.
Sangrador Garcia, Jesus	B-308	jesus.sangrador@upm.es	Las tutorías se concertarán por correo electrónico.

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

## Descripción de la Asignatura

---

Tecnología Microelectrónica es una asignatura avanzada en la que los estudiantes entran en contacto con las tecnologías actuales de microfabricación de circuitos integrados. El concepto de tecnología se introduce como una secuencia de procesos tecnológicos concatenados. Se describen los procesos tecnológicos individuales y se introducen los conceptos de integración haciendo especial hincapié en la interrelación entre los procesos de una tecnología completa.

El objetivo principal es que los estudiantes adquieran una visión de los procesos de microfabricación de CIs y conozcan las tecnologías de fabricación usadas en la actualidad.

## Temario

---

1. Introducción
2. Definición y características de una tecnología microelectrónica
3. Procesos tecnológicos: Obtención de material base
4. Procesos tecnológicos: Implantación y difusión de impurezas
5. Procesos tecnológicos: Oxidación del silicio
6. Procesos tecnológicos: Depósito de películas delgadas por métodos físicos
7. Procesos tecnológicos: Depósito de películas delgadas por métodos químicos
8. Procesos tecnológicos: Definición de motivos
9. Procesos tecnológicos: Ataques y limpiezas
10. Procesos tecnológicos: Encapsulado

## Cronograma

**Horas totales:** 55 horas y 20 minutos

**Horas presenciales:** 55 horas y 20 minutos (35.5%)

**Peso total de actividades de evaluación continua:**  
100%

**Peso total de actividades de evaluación sólo prueba final:**  
100%

Semana	Actividad Presencial en Aula	Actividad Presencial en Laboratorio	Otra Actividad Presencial	Actividades Evaluación
Semana 1	<b>Introducción</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 2	<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
Semana 3	<b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión práctica 1: Simulación de la tecnología</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b>  Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 4	<b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión práctica 2</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b>  Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 5	<b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión práctica 3</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b>  Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 6	<b>Tema 5</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión práctica 4</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b>  Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial
Semana 7	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Sesión práctica 5</b> Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b>  Duración: 00:00 TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Actividad no presencial

Semana 8				<p><b>Examen parcial</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 9	<p><b>Tema 7</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión práctica 6</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 10	<p><b>Tema 8</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión práctica 7</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 11	<p><b>Tema 9</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión práctica 8</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 12	<p><b>Tema 10</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión práctica 9</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>
Semana 13	<p><b>Tema 11</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Sesión práctica 10</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.</b></p> <p>Duración: 00:00</p> <p>TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad no presencial</p>

Semana 14			<p><b>Asistencia a exposición de trabajos de evaluación en clase</b></p> <p>Duración: 04:00</p> <p>OT: Otras actividades formativas</p>	<p><b>Exposición de un trabajo previamente definido</b></p> <p>Duración: 00:20</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Exposición de un trabajo previamente definido</b></p> <p>Duración: 00:30</p> <p>PI: Técnica del tipo Presentación Individual</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 15				<p><b>Examen final</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen final</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 16				
Semana 17				

**Nota.-** El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura que puede sufrir modificaciones durante el curso.

**Nota 2.-** Para poder calcular correctamente la dedicación de un alumno, la duración de las actividades que se repiten en el tiempo (por ejemplo, subgrupos de prácticas") únicamente se indican la primera vez que se definen.



## Actividades de Evaluación

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No	10%	4 / 10	CG5, CE15, CT4, CT1, CG3, CG4, CE10, CT3, CG2, CT6, CT7, CT5
4	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
5	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
6	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
7	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
8	Examen parcial	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	30%	4 / 10	CT1, CE10, CT3
9	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
10	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
11	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
12	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
13	Realización de un cuaderno de laboratorio con la hoja de ruta de fabricación. Esta actividad se evaluará de modo promedio durante toda la duración del curso.	00:00	Evaluación continua	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No		4 / 10	
14	Exposición de un trabajo previamente definido	00:20	Evaluación continua	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	20%	4 / 10	CE15, CT3, CT7
14	Exposición de un trabajo previamente definido	00:30	Evaluación sólo prueba final	PI: Técnica del tipo Presentación Individual	Sí	30%	4 / 10	CE15, CT3, CT7

Semana	Descripción	Duración	Tipo evaluación	Técnica evaluativa	Presencial	Peso	Nota mínima	Competencias evaluadas
15	Examen final	02:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	4 / 10	CE15, CT3, CT7
15	Examen final	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	70%	4 / 10	

## Criterios de Evaluación

---

La evaluación continua se llevará a cabo mediante dos exámenes parciales con un peso total de 70% de la nota final. La evaluación del resto de la asignatura se llevará a cabo mediante el seguimiento del trabajo en el laboratorio y la realización de un cuaderno de laboratorio (10% de la nota). Además, los alumnos deberán realizar una presentación oral pública de un trabajo previamente definido (20% de la nota).

La evaluación con solo prueba final constará de un examen teórico con un peso del 70% y de la exposición de un trabajo monográfico previamente establecido con un peso del 30%. Se deberá solicitar esta modalidad de evaluación mediante instancia dirigida al director del departamento de Ingeniería Electrónica antes del final de la tercera semana de curso.

Independientemente del tipo de evaluación elegida, la asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria.

En todas las pruebas anteriores la calificación mínima para poder hacer media debe ser de 4 puntos sobre 10.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Página Moodle de la asignatura	Recursos web	Página Moodle de la asignatura donde se alojará toda la información necesaria para su seguimiento
Laboratorios de fabricación y caracterización de materiales y dispositivos	Equipamiento	Laboratorios de investigación parcialmente acondicionados para su uso docente con capacidad de fabricación y caracterización de materiales y dispositivos de película delgada como los propuestos en el temario
Handbook of Thin Film Technology. Frey, Hartmut, Khan, H. R. Springer (2015)	Bibliografía	
Thin Films Material Technology: Sputtering of Compound Materials. Wasa, Kiyotaka, Kitabatake, Makoto, Adachi, Hideaki. Springer (2004)	Bibliografía	
Sputtering Materials for VLSI and Thin Film Devices. Jaydeep Sarkar. Elsevier (2013)	Bibliografía	
Thin Film Technology Handbook. Aicha Elshabini, Aicha Elshabini-Riad, Fred D. Barlow. McGraw Hill Professional, 1998	Bibliografía	
Introduction to Surface and Thin Film Processes. John a. Venables. Cambridge U. Press. 2001	Bibliografía	