

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

**ASIGNATURA**

Nanotecnología para la información y las comunicaciones

**CURSO ACADÉMICO - SEMESTRE**

2016-17 - Primer semestre

## Datos Descriptivos

---

<b>Nombre de la Asignatura</b>	Nanotecnología para la información y las comunicaciones
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación
<b>Centro responsable de la titulación</b>	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación
<b>Semestre/s de impartición</b>	Quinto semestre
<b>Módulos</b>	Optativas
<b>Materias</b>	Optativas
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Código UPM</b>	95000090
<b>Nombre en inglés</b>	Nanotechnology for information and communications

## Datos Generales

---

<b>Créditos</b>	4.5	<b>Curso</b>	3
<b>Curso Académico</b>	2016-17	<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano	<b>Otros idiomas de impartición</b>	

## Requisitos Previos Obligatorios

---

### Asignaturas Previas Requeridas

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación no tiene definidas asignaturas previas superadas para esta asignatura.

### Otros Requisitos

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios 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

Inglés, al menos al nivel de lectura

Conocimientos básicos sobre física moderna, dispositivos electrónicos y optoelectrónicos impartidos en la asignatura de Introducción a la Electrónica.



CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**  
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación  
**PROCESO DE COORDINACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS**

ANX-PR/CL/001-01: GUÍA DE APRENDIZAJE



Código PR/CL/001

## Competencias

---

CE-SE4 - Capacidad para aplicar la electrónica como tecnología de soporte en otros campos y actividades, y no sólo en el ámbito de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

CEB4 - Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería

CECT3 - Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

## Resultados de Aprendizaje

---

RA541 - Desarrollar la capacidad de realizar un trabajo en equipo mediante búsqueda de fuentes de información, discusión y concreción de ideas.

RA101 - Desarrollar la capacidad de presentación oral pública de información técnica.

RA99 - Conocer y comprender los fundamentos científicos en que se apoya la nanotecnología, así como las bases de funcionamiento de los sistemas basados en nanodispositivos electrónicos y optoelectrónicos y nanosistemas como los utilizados en transmisión, procesado y almacenamiento de información, sensores y displays, NEMS y generación y almacenamiento de energía.

RA45 - Conocimientos y habilidades de las temáticas científico tecnológicas desarrolladas en las asignaturas ofertadas

## Profesorado

---

### Profesorado

Nombre	Despacho	e-mail	Tutorías
Calle Gomez, Fernando ( <b>Coordinador/a</b> )	C-225	fernando.calle@upm.es	X - 14:30 - 15:30 V - 14:30 - 15:30

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

### Personal Investigador en Formación o Similar

Nombre	e-mail	Profesor Responsable
Romero Rojo, Fatima	fatima.romero@upm.es	Calle Gomez, Fernando

### Profesorado Externo

Nombre	e-mail	Centro de procedencia
Pedrós Ayala, Jorge	j.pedros@upm.es	UPM

## Descripción de la Asignatura

---

El objetivo de la asignatura es que los estudiantes adquieran un conocimiento básico de los fundamentos de la nanociencia y nanotecnología, la naturaleza y propiedades de las distintas nanoestructuras, y las técnicas empleadas para su fabricación y caracterización. Además, partiendo de la microtecnología, se explicará su evolución hacia los principales nanodispositivos, con énfasis en las áreas de la nanoelectrónica, nanofotónica y nanobiotecnología. Finalmente, la asignatura culmina con la aplicación de dichos dispositivos a distintos campos de aplicación, entre otros las tecnologías de la información y comunicaciones, el espacio, la seguridad, el medio ambiente, la domótica y la medicina.

Desde el punto de vista conceptual, se pretende despertar en el alumno la curiosidad por las nuevas ideas y tecnologías del futuro, y proporcionar una visión multi e interdisciplinar de los avances científico-tecnológicos, a partir de resultados de la investigación, y dirigidos hacia la innovación. Desde el punto de vista aptitudinal, fomentar la capacidad para reflexionar y relacionar contenidos; la búsqueda, elaboración y presentación de información; y el trabajo en equipo.

## Temario

---

1. Introducción y Fundamentos de Nanotecnología
  - 1.1. Tecnologías emergentes
  - 1.2. Mercado de la Nanotecnología
  - 1.3. Antecedentes y revisión histórica
  - 1.4. Leyes de escalado
  - 1.5. Fundamentos de mecánica cuántica
2. Nanomateriales y nanoestructuras
  - 2.1. Enlaces y cristales
  - 2.2. Semiconductores inorgánicos
  - 2.3. Estructuras de carbono
  - 2.4. Nanopartículas y composites
  - 2.5. Compuestos orgánicos y biomateriales
3. Nanotécnicas para la fabricación y la caracterización
  - 3.1. Técnicas de fabricación y manipulación: depósito, litografía, autoensamblado, fabricación molecular, nanomanipulación.
  - 3.2. Técnicas de caracterización: eléctrica, óptica, y estructural (SEM y TEM, STM y AFM, nanoindentación)
  - 3.3. Tratamiento de la imagen en nanotecnología
  - 3.4. Visita a los laboratorios del ISOM
4. Nanodispositivos
  - 4.1. Nanoelectrónica
  - 4.2. Nanooptoelectrónica y Nanofotónica
  - 4.3. Nanobiotecnología

## 5. Aplicaciones actuales y perspectivas futuras

- 5.1. Automoción y espacio
- 5.2. Seguridad y defensa
- 5.3. Energía y medio ambiente
- 5.4. Domótica, ocio y textiles
- 5.5. Bioingeniería y nanomedicina

## Cronograma

**Horas totales:** 51 horas

**Horas presenciales:** 51 horas (43.6%)

**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>Tema 1: Introducción y Fundamentos de Nanotecnología</b> Tecnologías emergentes Mercado de la Nanotecnología Antecedentes y revisión histórica Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Participación en clase, presentación de noticias, contribución a plataforma</b> Duración: 00:00 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Actividad presencial
Semana 2	<b>Tema 1: Introducción y Fundamentos de Nanotecnología (cont.) Leyes de escalado Fundamentos de mecánica cuántica</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 1: Introducción y Fundamentos de Nanotecnología (cont.) Leyes de escalado Fundamentos de mecánica cuántica</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 3	<b>Tema 2: Nanomateriales y nanoestructuras Semiconductores inorgánicos</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2: Nanomateriales y nanoestructuras Semiconductores inorgánicos</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 4	<b>Tema 2: Nanomateriales y nanoestructuras (cont.) Nanoestructuras de carbono</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 2: Nanomateriales y nanoestructuras Nanoestructuras de carbono</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 5	<b>Tema 2: Nanomateriales y nanoestructuras (cont.) Nanopartículas y composites. Compuestos orgánicos y biomateriales</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Control</b> Duración: 01:00 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Actividad presencial
Semana 6	<b>Tema 3: Nanotécnicas para fabricación y caracterización Técnicas de fabricación y manipulación: depósito, litografía, autoensamblado, fabricación molecular, nanomanipulación</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		<b>Tema 3: Nanotécnicas para fabricación y caracterización Técnicas de fabricación y manipulación: depósito, litografía, autoensamblado, fabricación molecular, nanomanipulación</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
Semana 7	<b>Tema 3: Nanotécnicas para fabricación y caracterización (cont.) Técnicas de caracterización</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Tema 3: Nanotécnicas para fabricación y caracterización (cont.) Técnicas de caracterización estructural (SEM y TEM, STM y AFM, nanoindentación) Tratamiento de la imagen en NT</b> Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



Semana 8	<p><b>Tema 4: Nanodispositivos: Propiedades electrónicas de las micro y nanoestructuras</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 4: Nanodispositivos: Propiedades electrónicas de las micro y nanoestructuras</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 9	<p><b>Tema 4: Nanodispositivos electrónicos: nanotransistores, dispositivos lógicos, memorias, sensores, displays, NEMS</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 4: Nanodispositivos electrónicos: nanotransistores, dispositivos lógicos, memorias, sensores, displays, NEMS</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 10	<p><b>Tema 4: Nanodispositivos: Propiedades ópticas de las micro y nanoestructuras</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 4: Nanodispositivos: Propiedades ópticas de las micro y nanoestructuras</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 11	<p><b>Tema 4: Nanodispositivos optoelectrónicos: emisores y detectores de luz, células solares, displays, pinzas ópticas, cristales fotónicos</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p><b>Tema 4: Nanodispositivos: Propiedades ópticas de las micro y nanoestructuras</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	
Semana 12	<p><b>Tema 4: Nanobiotecnología, nanoseguridad</b></p> <p>Duración: 02:00</p> <p>LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p><b>Control</b></p> <p>Duración: 01:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 13			<p><b>Tema 5: Aplicaciones actuales y perspectivas. Presentaciones de trabajos</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	<p><b>presentación oral</b></p> <p>Duración: 06:00</p> <p>PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo</p> <p>Evaluación continua y sólo prueba final</p> <p>Actividad presencial</p>
Semana 14			<p><b>Tema 5: Aplicaciones actuales y perspectivas. Presentaciones de trabajos</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
Semana 15				
Semana 16				
Semana 17				<p><b>Examen</b></p> <p>Duración: 03:00</p> <p>EX: Técnica del tipo Examen Escrito</p> <p>Evaluación continua</p> <p>Actividad presencial</p> <p><b>Examen</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>

**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
1	Participación en clase, presentación de noticias, contribución a plataforma	00:00	Evaluación continua	OT: Otras técnicas evaluativas	Sí	10%		CG8, CG4, CECT3
5	Control	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	2 / 10	CG8, CEB4, CE-SE4
12	Control	01:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	15%	2 / 10	CG8, CEB4, CE-SE4
13	presentación oral	06:00	Evaluación continua y sólo prueba final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Sí	20%		
17	Examen	03:00	Evaluación continua	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	40%	2 / 10	CG8, CEB4, CE-SE4, CG7, CG4
17	Examen	03:00	Evaluación sólo prueba final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Sí	80%	4 / 10	CE-SE4, CG7, CG8, CEB4, CG4

## Criterios de Evaluación

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

**EVALUACIÓN CONTINUA: NOTA FINAL = 70 % Controles de conocimientos + 20 % Trabajo grupo + 10% Tareas individuales.**

A lo largo del curso se realizarán 2 pruebas parciales, en las semanas 5-6 y 11-12, sobre el contenido tratado en las semanas correspondientes de la asignatura, cada una contabilizando un 15% de la nota. Habrá un examen final sobre el total del contenido de la asignatura, en el periodo de exámenes (17), contabilizando un 40% de la nota. Para su cómputo, la nota obtenida en cada una de las pruebas deberá ser superior a 2 puntos sobre 10.

Un 20% de la nota estará relacionado con un trabajo sobre uno de los temas tratados en la asignatura, que los alumnos deben realizar y presentar oralmente.

El 10% de la nota restante se obtendrá del promedio de trabajos de problemas, informes, participación en clase o en el foro, etc.

### EVALUACIÓN FINAL

En cumplimiento de la Normativa de Evaluación de la Universidad Politécnica de Madrid, los alumnos que lo deseen serán evaluados mediante un único examen final siempre y cuando lo comuniquen por escrito al Coordinador antes del día 1/10. Esta opción supone la renuncia a la evaluación continua de los trabajos y exámenes parciales.

La nota se obtendrá de un examen escrito referido al contenido de toda la asignatura.

PARA TODOS LOS PROCESOS DE EVALUACIÓN, LAS PRÁCTICAS FRAUDULENTAS (PLAGIO, COPIA, ETC.) SERÁN PERSEGUIDAS CON EL MÁXIMO RIGOR QUE AUTORICE LA NORMATIVA VIGENTE.

## Recursos Didácticos

Descripción	Tipo	Observaciones
Libro de texto	Bibliografía	- B. Rogers, S. Pennathur, J. Adams, Nanotechnology. Understanding small systems. CRC Press, 2nd ed. (2011).
Libros de consulta	Bibliografía	- V.V. Mitin, V.A. Kochelap, M.A. Strocio, Introduction to nanoelectronics. Cambridge University Press (2008). - Rainer Waser (editor), Nanoelectronics and Information Technology, 2nd ed. John Wiley & Sons (2005).
Libros de consulta 2	Bibliografía	- Daniel Minoli, Nanotechnology Applications to Telecommunications and Networking, Wiley-Interscience (2005). - Bharat Bhushan (editor), Springer Handbook of Nanotechnology, 3rd ed. Springer (2010).
Transparencias	Otros	Disponibles en plataforma Moodle
Enlaces	Recursos web	Enlaces web seleccionados para acceder a material informativo, docente y laboratorios virtuales en relación con la nanotecnología, la nanociencia, sus aplicaciones y sus implicaciones para la sociedad.
Aula	Equipamiento	Asignada por Jefatura de Estudios
Laboratorios ISOM	Equipamiento	Se realizará una visita a los Laboratorios de la Sala Limpia del ISOM