



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

**95000090 - Nanotecnología para la información y las comunicaciones**

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Primer 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 .....                               | 6  |
| 7. Actividades y criterios de evaluación .....    | 8  |
| 8. Recursos didácticos .....                      | 10 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>     | 95000090 - Nanotecnología para la información y las comunicaciones        |
| <b>Nº de Créditos</b>              | 4.5 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                    | Optativa  |
| <b>Curso</b>                       | Tercero curso   |
| <b>Semestre</b>                    | Quinto semestre   |
| <b>Período de impartición</b>      | Septiembre-Enero  |
| <b>Idioma de impartición</b>       | Castellano  |
| <b>Titulación</b>                  | 09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios 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>            |
|---|-----------------|---------------------------|--|
| Fernando Calle Gomez<br>(Coordinador/a) | C-225           | fernando.calle@upm.es     | X - 14:30 - 15:30<br>V - 14:30 - 15:30 |

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

## 2.2 Personal Investigador en Formación o Similar

| Nombre              | Correo electrónico   | Profesor Responsable  |
|---------------------|----------------------|-----------------------|
| Romero Rojo, Fatima | fatima.romero@upm.es | Calle Gomez, Fernando |

## 2.3 Profesorado Externo

| Nombre             | Correo electrónico | Centro de procedencia |
|--------------------|--------------------|-----------------------|
| Jorge Pedrós Ayala | j.pedros@upm.es    | UPM                   |

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1 Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

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

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

- 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.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

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

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

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

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

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

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

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.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 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.

## 5.2 Temario de la asignatura

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

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



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

\* 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              |
|------|---|--|------------|----------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| 1    | Participación en clase, presentación de noticias, contribución a plataforma | OT: Otras técnicas evaluativas             | Presencial | 00:00    | 0%              | 0 / 10      | CG8<br>CG4<br>CECT3                 |
| 5    | Control   | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 01:00    | 20%             | 2 / 10      | CG8<br>CEB4<br>CE-SE4               |
| 12   | Control   | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 01:00    | 20%             | 2 / 10      | CG8<br>CEB4<br>CE-SE4               |
| 13   | presentación oral   | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 06:00    | 20%             | 2 / 10      | CECT3                               |
| 17   | Examen  | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 03:00    | 40%             | 2 / 10      | CG7<br>CG8<br>CG4<br>CEB4<br>CE-SE4 |

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

| Sem. | Descripción       | Modalidad                                  | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas              |
|------|-------------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| 13   | presentación oral | PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo | Presencial | 06:00    | 20%             | 2 / 10      | CECT3                               |
| 17   | Examen            | EX: Técnica del tipo Examen Escrito        | Presencial | 03:00    | 80%             | 4 / 10      | CG7<br>CG8<br>CG4<br>CEB4<br>CE-SE4 |

### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2 Criterios de Evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua.

El estudiante que dese renunciar ala evaluación continua y optar a la final, deberá comunicarlo mediante mensaje por email al coordinador antes del fin del mes de septiembre.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas de la evaluación continua, y se realizarán en las fechas y horas de la evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En ese caso se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación de la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

La calificación de la asignatura se realizará del siguiente modo:

**EVALUACIÓN CONTINUA: NOTA = 80 % Controles de conocimientos + 20 % Trabajo grupo + 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 20% 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.

Se considerará la actividad efectuada en la resolución de problemas, informes, participación en clase o en el foro, etc.

**EVALUACIÓN FINAL: NOTA = 80% examen + 20% trabajo grupo**

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

## 8. Recursos didácticos

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre               | Tipo         | Observaciones   |
|----------------------|--------------|---|
| Libro de texto       | Bibliografía | - B. Rogers, S. Pennathur, J. Adams, Nanotechnology. Understanding small systems. CRC Press, 3ª ed. (2014). <br />  |
| Libros de consulta   | Bibliografía | - V.V. Mitin, V.A. Kochelap, M.A. Strocio, Introduction to nanoelectronics. Cambridge University Press (2008). <br /><br>- Rainer Waser (editor), Nanoelectronics and Information Technology, 2nd ed. John Wiley & Sons (2005).<br /><br /> |
| Libros de consulta 2 | Bibliografía | - Daniel Minoli, Nanotechnology Applications to Telecommunications and Networking, Wiley-Interscience (2005).<br /><br>- 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.<br />                             |

|                   |              |  |
|-------------------|--------------|--|
| Aula              | Equipamiento | Asignada por Jefatura de Estudios  |
| Laboratorios ISOM | Equipamiento | Se realizará una visita a los Laboratorios de la Sala Limpia del ISOM <br /> |