

Curso

2017-2018

# Guía Docente del Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones



Facultad de Ciencias Físicas  
Universidad Complutense de Madrid

---

---

## Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>1. Estructura del Plan de Estudios .....</b>                            | <b>1</b>   |
| Estructura general.....  | 1          |
| Asignaturas del Plan de Estudios: Distribución por Cursos y Semestres..... | 8          |
| Coordinadores.....   | 9          |
| <b>2. Fichas docentes de las asignaturas de 1<sup>er</sup> Curso .....</b> | <b>10</b>  |
| Física I .....   | 10         |
| Cálculo.....   | 15         |
| Informática .....  | 18         |
| Álgebra.....   | 21         |
| Circuitos Digitales .....  | 24         |
| Física II .....  | 28         |
| Ampliación de Matemáticas.....   | 32         |
| Análisis de Circuitos .....  | 35         |
| <b>3. Fichas docentes de las asignaturas de 2<sup>o</sup> Curso.....</b>   | <b>38</b>  |
| Estructura de Computadores.....  | 38         |
| Sistemas Lineales .....  | 41         |
| Electromagnetismo I.....   | 45         |
| Redes y Servicios de Telecomunicación I .....                              | 48         |
| Electrónica Física .....   | 52         |
| Sistemas Operativos de Tiempo Real .....                                   | 56         |
| Teoría de la Comunicación.....   | 60         |
| Procesamiento de Señales.....  | 64         |
| Electromagnetismo II.....  | 68         |
| <b>4. Fichas docentes de las asignaturas de 3<sup>er</sup> Curso .....</b> | <b>72</b>  |
| Empresa y Gestión de Proyectos .....                                       | 72         |
| Física de Dispositivos.....  | 77         |
| Redes y Servicios de Telecomunicación II .....                             | 80         |
| Compatibilidad Electromagnética .....                                      | 83         |
| Radiofrecuencia .....  | 88         |
| Electrónica Analógica.....   | 92         |
| Comunicaciones Inalámbricas.....   | 95         |
| Control de Sistemas .....  | 101        |
| <b>5. Fichas docentes de las asignaturas de 4<sup>o</sup> Curso.....</b>   | <b>105</b> |
| Instrumentación Electrónica .....  | 105        |
| Diseño de Sistemas Digitales.....  | 109        |
| Electrónica de Potencia.....   | 112        |
| Redes de Computadores.....   | 116        |
| Arquitectura de Sistemas Integrados.....                                   | 121        |
| Trabajo Fin de Grado .....   | 125        |
| <b>6. Fichas docentes de las asignaturas Optativas.....</b>                | <b>128</b> |
| Optimización de Sistemas .....   | 129        |
| Sistemas Radiantes .....   | 132        |
| Robótica.....  | 135        |
| Prácticas en Empresa .....   | 139        |
| Fotónica .....   | 142        |
| Energía y Dispositivos Fotovoltaicos .....                                 | 145        |
| Programación Avanzada .....  | 148        |
| Óptica Integrada y Comunicaciones.....                                     | 151        |
| Bioingeniería .....  | 154        |
| Tecnología Microelectrónica.....   | 157        |

|   |            |
|---|------------|
| Ampliación de Física .....                          | 160        |
| <b>7. Horarios de Clases .....</b>                  | <b>163</b> |
| <b>8. Calendarios de Exámenes .....</b>             | <b>166</b> |
| <b>9. Calendario Académico y Festividades .....</b> | <b>167</b> |
| <b>10. ANEXO. Enlaces de interés .....</b>          | <b>169</b> |

Fecha de actualización 18/12/17

Fecha de actualización 2/02/18

Este Grado en ingeniería **Electrónica de Comunicaciones** ha sido aprobado por la ANECA atendiendo a la Orden CIN/352/2009, por la que se establecen los requisitos para la Verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de “**Ingeniero Técnico de Telecomunicación**” particularmente en lo referente a la tecnología específica “**Sistemas Electrónicos**”.  
(BOE del viernes 20 de febrero de 2009, Núm. 44 Sec. I Pág. 18150-18156)

## 1. Estructura del Plan de Estudios

El presente Plan de Estudios está estructurado en módulos (unidades organizativas que incluyen una o varias materias), materias (unidades disciplinares que incluyen una o varias asignaturas) y asignaturas.

El Grado en Ingeniería de Electrónica de Comunicaciones se organiza en cuatro cursos académicos, desglosados en 8 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante). El idioma en el que se imparten todas las asignaturas es el Español.

Las enseñanzas se estructuran en 7 módulos: un primer módulo obligatorio de formación básica que se cursa, en los dos primeros semestres; cuatro módulos obligatorios (Fundamental, Electrónica y Electromagnetismo, Sistemas y Redes, Comunicaciones) que constituyen el núcleo de la titulación, un módulo avanzado que incluye una materia con créditos optativos y un último módulo obligatorio de Trabajo Fin de Grado.

## Estructura general

A continuación se describen brevemente los diferentes módulos:

- **MB: Módulo de Formación Básica** (obligatorio, 60 ECTS). Se cursa durante el primer año. Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos básicos en Física, Matemáticas e Informática, que son necesarios para poder abordar los módulos más avanzados de los cursos siguientes. Las asignaturas del módulo y su vinculación con las materias básicas y ramas de conocimiento establecidas en el Real Decreto 1993/2007 se muestran en la siguiente tabla:

| <b>Módulo de Formación Básica</b> |             |                          |                           |  |
|-----------------------------------|-------------|--------------------------|---------------------------|--|
| <b>Asignatura</b>                 | <b>ECTS</b> | <b>Materia Vinculada</b> | <b>Rama</b>               |  |
| Física I                          | 9           | Física                   | Ciencias                  |  |
| Física II                         | 9           |                          |                           |  |
| Análisis de Circuitos             | 6           |                          |                           |  |
| Informática                       | 6           | Informática              | Ingeniería y Arquitectura |  |
| Circuitos Digitales               | 6           |                          |                           |  |
| Cálculo                           | 9           | Matemáticas              |                           |  |
| Álgebra                           | 9           |                          |                           |  |
| Ampliación de Matemática          | 6           |                          |                           |  |
| <b>TOTAL :</b>                    | <b>60</b>   |                          |                           |  |

- **MF: Módulo Fundamental** (obligatorio, 39 ECTS). Se imparte durante el tercer, cuarto, quinto y sexto semestres. Consta de las siguientes materias:
  - Fundamentos Físicos de la Electrónica (6 ECTS), que proporciona una introducción a los fenómenos físicos relevantes en electrónica.
  - Sistemas lineales y control (13.5 ECTS), que suministra los conocimientos teóricos y técnicos sobre los sistemas lineales y control.
  - Electromagnetismo (13.5 ECTS). Conocimientos de Electromagnetismo.
  - Empresa (6 ECTS). Conocimientos de Empresa y Gestión de Proyectos.
  
- **ME: Módulo de Electrónica y Electromagnetismo** (obligatorio, 42 ECTS). Se imparte durante los semestres 5, 6 y 7 y consta de dos materias obligatorias:
  - Radiofrecuencia (13.5 ECTS), que proporciona conocimientos sobre radiofrecuencia y compatibilidad electromagnética.
  - Electrónica (28.5 ECTS), que proporciona conocimientos necesarios sobre Física de Dispositivos Electrónicos, Electrónica Analógica, Electrónica de Potencia e Instrumentación Electrónica.
  
- **MS: Módulo de Sistemas y Redes** (obligatorio, 46.5 ECTS). Se imparten desde el tercero al octavo semestre, excepto el sexto, y consta de dos materias obligatorias:
  - Sistemas (27 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios de Estructura de Computadores, Arquitectura de Sistemas Integrados, Diseño de Sistemas Digitales y Sistemas Operativos de Tiempo Real.
  - Redes (19.5 ECTS), que proporciona los conocimientos necesarios para entender y trabajar con redes, sistemas y servicios.
  
- **MC: Módulo de Comunicaciones (obligatorio 22.5 ECTS)**. Se imparte durante los semestres 4º y 6º, y está formado por una única materia de 22.5 ECTS denominada Sistemas de Comunicación que proporcionará conocimiento práctico en Señales y procesamiento de señales. Análisis en frecuencia de señales y sistemas. Señales aperiódicas discretas en el tiempo. Muestreo y reconstrucción de señales. Diseño de filtros. Tratamiento digital de señales de tasa múltiple. Señales aleatorias. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales. Introducción a los sistemas de comunicaciones. Señales, ruido y distorsión. El canal de comunicaciones. Transmisión analógica. Introducción a las comunicaciones digitales. Transmisión digital en banda base. Transmisión digital modu-

lada. Codificación. Fundamentos del receptor de comunicaciones. Osciladores. Lazos enganchados en fase (PLL). Sintetizadores de frecuencia. Mezcladores. Moduladores y demoduladores lineales (AM, DBL, BLU, QAM y ASK). Moduladores y demoduladores angulares (PM, FM y PSK). Recuperadores de portadora. Estandarización en comunicaciones inalámbricas. WLAN, WMAN y WPAN.

- **MA: Módulo Avanzado** (optativo 18 ECTS). En el quinto y octavo semestres, el alumno deberá cursar 18 créditos optativos en tres asignaturas de 6 créditos de entre una oferta que proporciona, entre otros, conocimientos de Robótica, Sistemas Radiantes, Programación Avanzada, Optimización de Sistemas, Energía y Dispositivos Fotovoltaicos, Fundamentos de Tecnología Microelectrónica, Fundamentos de Bioingeniería, Óptica Integrada y Comunicaciones Ópticas, Ampliación de Física, Fotónica, etc. Dentro de este módulo el estudiante podrá optar por realizar Prácticas en Empresas.
- **MT: Módulo de Trabajo Fin de Grado** (obligatorio, 12 ECTS), donde el estudiante deberá mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Grado.



La estructuración en materias de los diferentes módulos, junto con su carácter y créditos ECTS, se presenta en la siguiente tabla:

| <b>Estructura de módulos y materias</b>   |                                       |      |                        |               |           |
|---|---------------------------------------|------|------------------------|---------------|-----------|
| Módulo                                    | Materias                              | ECTS | Carácter               | ECTS cursados | Semestres |
| MB:<br>Formación<br>Básica                | Física                                | 24   | Formación<br>Básica    | 60            | 1, 2      |
|   | Informática                           | 12   |                        |               | 1         |
|   | Matemáticas                           | 24   |                        |               | 1, 2      |
| MF:<br>Fundamental                        | Fundamentos Físicos de la Electrónica | 6    | Obligatorio            | 39            | 3         |
|   | Electromagnetismo                     | 13.5 |                        |               | 3, 4      |
|   | Sistemas Lineales y control           | 13.5 |                        |               | 3, 6      |
|   | Empresa                               | 6    |                        |               | 5         |
| ME:<br>Electrónica y<br>Electromagnetismo | Radiofrecuencia                       | 13.5 | Obligatorio            | 42            | 5, 6      |
|   | Electrónica                           | 28.5 |                        |               | 5, 6, 7   |
| MS:<br>Sistemas y<br>Redes                | Sistemas                              | 27   | Obligatorio            | 46.5          | 3, 4, 7,8 |
|   | Redes                                 | 19.5 |                        |               | 3,5,7     |
| MC:<br>Comunicaciones                     | Sistemas de Comunicación              | 22.5 | Obligatorio            | 22.5          | 4, 6      |
| MA:<br>Avanzado                           | Créditos optativos                    | 18   | Optativo               | 18            | 5, 8      |
| MT:<br>Trabajo Fin de<br>Grado            |                                       | 12   | Trabajo Fin de Carrera | 12            | 8         |
| <b>TOTAL</b>                              |                                       |      |                        | <b>240</b>    |           |

La siguiente tabla muestra un cronograma de la distribución temporal de los módulos a lo largo de los 8 semestres:

| <b>Distribución temporal de los módulos</b> |    |    |    |    |    |    |    |
|---|----|----|----|----|----|----|----|
| 1º  |    | 2º |    | 3º |    | 4º |    |
| S1  | S2 | S3 | S4 | S5 | S6 | S7 | S8 |
| MB  |    | MF |    |    |    |    |    |
|   |    |    | MC | ME |    |    |    |
|   |    | MS |    |    | MC | MS |    |
|   |    |    |    | MA |    |    | MA |
|   |    |    |    |    |    | MT |    |

En la siguiente tabla se indica en qué módulos y materias obligatorias se adquieren las diferentes competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) de la Titulación. Todas las competencias pueden obtenerse en las materias obligatorias.

| MATERIA OBLIGATORIAS                             | COMPETENCIAS GENERALES |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | COMPETENCIAS ESPECÍFICAS |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | CG1                    | CG2 | CG3 | CG4 | CG5 | CG6 | CG7 | CG8 | CG9 | CG10 | CG11 | CG12 | CG13 | CG14 | CG15 | CG16 | CG17 | CG18 | CG19 | CG20 | CE1                      | CE2 | CE3 | CE4 | CE5 | CE6 | CE7 | CE8 | CE9 |
| <b>MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA</b>                |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Física   |                        | X   | X   | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Matemáticas                                      | X                      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Informática                                      |                        | X   |     |     |     |     |     | X   |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>MÓDULO FUNDAMENTAL</b>                        |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Empresa  |                        |     |     |     | X   |     | X   |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     | X   |     |     |     |     |
| Sistemas lineales y control                      |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     | X   |     |
| Electromagnetismo                                |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Fundamentos Físicos de la Electrónica            |                        |     |     | X   | X   |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>MÓDULO SISTEMAS Y REDES</b>                   |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sistemas   |                        | X   |     | X   |     |     |     |     |     |      |      | X    | X    |      |      |      |      |      |      |      | X                        | X   |     | X   | X   |     | X   |     |     |
| Redes  |                        |     |     |     |     |     |     |     |     | X    | X    |      |      |      |      | X    | X    | X    | X    |      | X                        | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| <b>MÓDULO COMUNICACIONES</b>                     |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sistemas de Comunicación                         |                        |     |     |     |     |     | X   | X   |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X                        |     |     |     |     |     |     | X   |     |
| <b>MÓDULO DE ELECTRÓNICA Y ELECTROMAGNETISMO</b> |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Electrónica                                      |                        |     |     | X   |     |     |     |     | X   |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      | X                        | X   | X   | X   |     |     |     | X   |     |
| Radiofrecuencia                                  |                        |     |     | X   |     |     | X   |     |     | X    |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      | X                        | X   |     | X   |     |     |     |     | X   |
| <b>MÓDULO DE TRABAJO FIN DE GRADO</b>            |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Trabajo fin de grado                             |                        |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X                        | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |

Por último, se incluye una tabla donde se especifican las competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) que se adquieren en cada una de las asignaturas obligatorias de la Titulación.

| Asignatura                               | COMPETENCIAS GENERALES |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | COMPETENCIAS ESPECÍFICAS |     |     |     |     |     |     |     |     |
|--|------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|  | CG1                    | CG2 | CG3 | CG4 | CG5 | CG6 | CG7 | CG8 | CG9 | CG10 | CG11 | CG12 | CG13 | CG14 | CG15 | CG16 | CG17 | CG18 | CG19 | CG20 | CE1                      | CE2 | CE3 | CE4 | CE5 | CE6 | CE7 | CE8 | CE9 |
| Física I                                 |                        |     | X   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Física II                                |                        |     | X   |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Análisis de circuitos                    |                        | X   |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Cálculo                                  | X                      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Álgebra                                  | X                      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Ampliación de matemáticas                | X                      |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Informática                              |                        | X   |     |     |     |     |     | X   |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Circuitos digitales                      |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Empresa y Gestión de proyectos           |                        |     |     |     | X   |     | X   |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sistemas lineales                        |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     | X   |     |     |
| Control de sistemas                      |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     | X   |     |     |
| Electromagnetismo I                      |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Electromagnetismo II                     |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Electrónica Física                       |                        |     |     | X   | X   |     |     |     |     |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     | X   |     |     |     |     |
| Redes y Servicios de Telecomunicación I  |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      | X    |      |      |      |      |      | X    | X    |      |      |                          | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| Redes y Servicios de Telecomunicación II |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      | X    |      |      |      |      |      | X    | X    | X    | X    |                          | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| Redes de Computadores                    |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      | X    | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Estructura de computadores               |                        | X   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Sistemas operativos y de tiempo real     |                        | X   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     | X   |     |     |     |     |
| Diseño de sistemas digitales             |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      | X    | X    |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     | X   |     | X   |     |     |
| Arquitectura de sistemas integrados      |                        | X   |     |     |     |     |     |     |     |      |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     | X   |     |     |     |     |     |
| Procesamiento de señales                 |                        |     |     |     |     |     |     |     |     |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Teoría de la comunicación                |                        |     |     |     |     |     |     |     | X   | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          |     |     |     |     |     |     |     |     |
| Comunicaciones inalámbricas              |                        |     |     |     |     | X   |     |     | X   | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     |     |     |     | X   |     |     |
| Física de dispositivos electrónicos      |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     |     |     |     |     |     |     |
| Electrónica Analógica                    |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     | X    |      |      | X    |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     | X   |     |     |     |     |     |
| Electrónica de Potencia                  |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     | X    |      |      |      |      | X    |      |      |      |      |      |                          |     | X   | X   |     |     |     |     |     |
| Instrumentación electrónica              |                        |     |     | X   |     |     |     |     |     | X    |      |      | X    |      |      | X    |      |      |      |      |                          |     | X   | X   | X   |     |     | X   |     |
| Compatibilidad electromagnética          |                        |     | X   |     |     | X   |     |     |     | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     | X   |     |     |     |     | X   |
| Radiofrecuencia                          |                        |     | X   |     |     | X   |     |     |     | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |                          | X   |     | X   |     |     |     |     |     |
| Trabajo fin de grado                     |                        |     |     |     |     |     | X   | X   | X   | X    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      | X                        | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   | X   |

La ley orgánica 5/2002 de 19 de junio de las cualificaciones y de la Formación Profesional. Competencia profesional: “conjunto de conocimientos y capacidades que permitan el ejercicio de la actividad profesional conforme a las exigencias de la producción y el empleo”.

### Competencias Generales

CG1: Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral; ecuaciones diferenciales y en derivadas parciales; métodos numéricos; algorítmicos numéricos; estadísticos y optimización.

- CG2: Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- CG3: Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- CG4: Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principios físicos 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.
- CG5: Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas.
- CG6: Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- CG7: Capacidad de utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.
- CG8: Capacidad para utilizar herramientas informáticas de búsqueda de recursos bibliográficos o de información relacionada con las telecomunicaciones y la electrónica.
- CG9: Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
- CG10: Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.
- CG11: Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.
- CG12: Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.
- CG13: Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas y acústicas, y sus correspondientes dispositivos emisores y receptores.
- CG14: Capacidad de análisis y diseño de circuitos combinacionales y secuenciales, síncronos y asíncronos, y de utilización de microprocesadores y circuitos integrados.
- CG15: Conocimiento y aplicación de los fundamentos de lenguajes de descripción de dispositivos de hardware.
- CG16: Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica, así como los fundamentos de la electrotecnia y de la electrónica de potencia.
- CG17: Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.
- CG18: Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas

y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.

CG19: Conocimiento de los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.

CG20: Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional

**Competencias Específicas:** Son las competencias relacionadas directamente con la ocupación y requeridas para la habilitación del ejercicio de profesiones reguladas.

CE1: Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.

CE2: Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento o enrutamiento y los terminales, tanto en entornos fijos como móviles.

CE3: Capacidad de realizar la especificación, implementación, documentación y puesta a punto de equipos y sistemas, electrónicos, de instrumentación y de control, considerando tanto los aspectos técnicos como las normativas reguladoras correspondientes.

CE4: 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.

CE5: Capacidad de diseñar circuitos de electrónica analógica y digital, de conversión analógico-digital y digital-analógica, de radiofrecuencia, de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.

CE6: Capacidad para comprender y utilizar la teoría de la realimentación y los sistemas electrónicos de control.

CE7: Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.

CE8: Capacidad para especificar y utilizar instrumentación electrónica y sistemas de medida.

CE9: Capacidad de analizar y solucionar los problemas de interferencias y compatibilidad electromagnética.

TFG: Capacidad para desarrollar un ejercicio original, a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Electrónica de Comunicaciones de naturaleza profesional en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.

## Asignaturas del Plan de Estudios: Distribución por Cursos y Semestres

|         |  |  |  |                                 |   |  |   |  |       |
|---------|--|--|--|---------------------------------|---|--|---|--|-------|
| Primer  | Física I<br>9 ECTS                               |  | Cálculo<br>9 ECTS                        |                                 | Informática<br>6 ECTS                   |  | Circuitos Digitales<br>6 ECTS             |  | Curso |
|         | Física II<br>9 ECTS                              |  | Álgebra<br>9 ECTS                        |                                 | Ampliación de Matemáticas<br>6 ECTS     |  | Análisis de Circuitos<br>6 ECTS           |  |       |
| Segundo | Estructura de Computadores<br>6 ECTS             |  | Sistemas Lineales<br>6 ECTS              |                                 | Electromagnetismo I<br>6 ECTS           |  | Redes y Servicios Telecom. I<br>6 ECTS    |  | Curso |
|         | Sistemas Operativos y de Tiempo Real<br>7,5 ECTS |  | Teoría de la Comunicación<br>7,5 ECTS    |                                 | Procesamiento de Señales<br>7,5 ECTS    |  | Electromagnetismo II<br>7,5 ECTS          |  |       |
| Tercero | Empresa y Gestión de Proyectos<br>6 ECTS         |  | Física de Dispositivos<br>6 ECTS         |                                 | Redes y Servicios Telecom. II<br>6 ECTS |  | Compatibilidad Electromagnética<br>6 ECTS |  | Curso |
|         | Radiofrecuencia<br>7,5 ECTS                      |  | Electrónica Analógica<br>7,5 ECTS        |                                 | Comunicaciones Inalámbricas<br>7,5 ECTS |  | Control de Sistemas<br>7,5 ECTS           |  |       |
| Cuarto  | Instrumentación Electrónica<br>7,5 ECTS          |  | Diseño de Sistemas Digitales<br>7,5 ECTS |                                 | Electrónica de Potencia<br>7,5 ECTS     |  | Redes de Computadores<br>7,5 ECTS         |  | Curso |
|         | Arquitectura Sistemas Integ.<br>6 ECTS           |  | OPTATIVA<br>6 ECTS                       |                                 | OPTATIVA<br>6 ECTS                      |  | TRABAJO FIN DE GRADO<br>12 ECTS           |  |       |
| Módulos | Formación Básica                                 |  |  | Comunicaciones                  |   |  | Sistemas y Redes                          |  |       |
|         | Fundamental                                      |  |  | Electrónica y Electromagnetismo |   |  | Avanzado                                  |  |       |

Los créditos optativos (3 asignaturas) podrán ser elegidos dentro del Módulo Avanzado que incluye, además de las “**Prácticas en Empresas**”, las asignaturas de la tabla siguiente:

|             |   |                                 |                                 |                                |                                       |           |
|-------------|---|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------------------|-----------|
| Asignaturas | Optimización de sistemas<br>6 ECTS          | Programación avanzada<br>6 ECTS | Robótica<br>6 ECTS              | Ampliación de Física<br>6 ECTS | Energía y dispositivos<br>6 ECTS      | Optativas |
|             | Optica integrada y comunicaciones<br>6 ECTS | Fotónica<br>6 ECTS              | Bioingeniería<br>6 ECTS         | Sistemas radiantes<br>6 ECTS   | Tecnología microelectrónica<br>6 ECTS |           |
|             |   |                                 | Prácticas en empresas<br>6 ECTS |                                |                                       |           |

## Coordinadores

- Coordinador del Grado: José Antonio López Orozco.  
Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA)  
Despacho 234.0, 2ª planta, ala oeste.  
[jalo@dacya.ucm.es](mailto:jalo@dacya.ucm.es)
- Coordinador de 1º curso: José Luis Imaña Pascual.  
Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA).  
Despacho 226, 2ª planta, módulo central.  
[juimana@dacya.ucm.es](mailto:juimana@dacya.ucm.es)
- Coordinador de 2º curso: José Luis Ayala Rodrigo.  
Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA)  
Fac. de Informática. Despacho 314. Telf. 91 394 7614  
[jlayalar@ucm.es](mailto:jlayalar@ucm.es)
- Coordinador de 3º curso: José Miguel Miranda Pantoja.  
Departamento de Física Aplicada III  
Despacho 108.0, 3ª planta, ala este.  
[miranda@ucm.es](mailto:miranda@ucm.es)
- Coordinador de 4º curso: Luis Piñuel Moreno.  
Departamento de Arquitectura de Computadores y Automática (DACyA)  
Despacho 216, 2ª planta.  
[lpinuel@ucm.es](mailto:lpinuel@ucm.es)

Ante cualquier problema relacionado con la Titulación pueden dirigirse al Coordinador del Grado o al Coordinador del curso correspondiente. Asimismo, a disposición de profesores, estudiantes y PAS, existe en el Centro de un buzón de sugerencias para recoger todas sus propuestas. Los impresos para la presentación de reclamaciones y sugerencias, están disponibles no sólo en papel sino también en la página web del grado (<http://fisicas.ucm.es/calidad>), donde también se ha habilitado un formulario on-line.

## 2. Fichas docentes de las asignaturas de 1º Curso



### Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones curso 2017-18

|                                |                 |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Física I</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | <b>804560</b>      |     |
| <b>Materia:</b>                | Física          |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio     |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 9               | <b>Teóricos</b> | 5              | <b>Problemas</b> | 3.5              | <b>Laboratorio</b> | 0.5 |
| <b>Presencial</b>              | -               |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                 |                 | 42             |                  | 35               |                    | 9   |

|                              |                          |    |               |                 |      |
|------------------------------|--------------------------|----|---------------|-----------------|------|
| <b>Profesor Coordinador:</b> | Rafael Hernández Redondo |    |               | <b>Dpto:</b>    | FT-I |
|                              | <b>Despacho:</b>         | 22 | <b>e-mail</b> | rafahern@ucm.es |      |

| Grupo | Profesores   | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|--|------|-------|--|
| Único | Rafael Hernández Redondo (7.5)                         | T/P  | FT-I  | <a href="mailto:rafahern@ucm.es">rafahern@ucm.es</a>   |
|       | Zouhair Sefriou, Rainer Schmidt, Jorge Spottorno (1.5) | Lab  | FM    | <a href="mailto:sefriou@fis.ucm.es">sefriou@fis.ucm.es</a><br><a href="mailto:rainer.schmidt@fis.ucm.es">rainer.schmidt@fis.ucm.es</a><br><a href="mailto:jspottorno@ucm.es">jspottorno@ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |  |      | Tutorías (lugar y horarios)                   |
|-------|--------------------|--|------|---|
|       | Día                | Horas  | Aula |   |
| Único | L<br>M<br>J<br>V   | 11:30 – 13:00<br>11:30 – 13:00<br>12:00 – 13:00<br>12:00 – 13:30 | 2    | Rafael Hernández Redondo X-J de 09:00 a 12:00 |

| Grupo  | Laboratorio                           |                                       |                     | Profesores  |
|--------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---|
|        | Días                                  | Horas                                 | Lugar               |   |
| A<br>B | A<br>31/10<br>07/11<br>14/11<br>21/11 | B<br>28/11<br>05/12<br>12/12<br>19/12 | 15:30<br>–<br>17:30 | Laboratorio de Física General (Planta Sótano)<br><br>Zouhair Sefriou<br>Rainer Schmidt<br>Jorge Spottorno |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Manejar los esquemas conceptuales básicos de la Física: partícula, campo, sistema de referencia, energía, momento, leyes de conservación, puntos de vista microscópico y macroscópico, etc.</li><li>• Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</li><li>• Iniciarse en la formulación y resolución de problemas físicos sencillos, identificando los principios físicos relevantes y usando estimaciones de órdenes de magnitud.</li><li>• Desarrollar una visión panorámica de lo que abarca realmente la Física actual. Consolidar la comprensión de las áreas básicas de la Física a partir de la observación, caracterización e interpretación de fenómenos y de la realización de determinaciones cuantitativas en experimentos prediseñados.</li></ul> |

| <b>Breve descripción de contenidos</b> |
|--|
| Mecánica newtoniana y Termodinámica.   |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b>                    |
|--|
| Los adquiridos de Matemáticas y Física en el Bachillerato. |

| <b>Programa de la asignatura</b>   |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li><b>1. Introducción.</b><br/>Magnitudes y unidades de medida. Magnitudes escalares y vectoriales. Introducción al cálculo vectorial.</li><li><b>2. Cinemática.</b><br/>Vectores velocidad y aceleración. Componentes de la aceleración. Movimiento de translación relativo: transformaciones de Galileo.</li><li><b>3. Dinámica.</b><br/><i>Leyes de Newton:</i> Masa inercial. Momento lineal. Principio de Conservación del Momento lineal. Principio clásico de relatividad. Fuerzas de inercia.<br/><i>Momento de una Fuerza y Momento Angular:</i> Movimiento curvilíneo. Momento de una fuerza respecto de un punto. Momento angular. Fuerzas centrales.</li><li><b>4. Trabajo y Energía.</b><br/>Energía cinética. Energía potencial. Concepto de gradiente. Fuerzas conservativas. Discusión de curvas de energía potencial. Fuerzas no conservativas y disipación de energía.</li><li><b>5. Sistemas de partículas. El sólido rígido.</b><br/><i>Momento Lineal y Momento Angular:</i> Centro de masa de un sistema de partículas. Momento angular de un sistema de partículas. Momento angular orbital e intrínseco. Energía cinética de un sistema de partículas. Conservación de energía de un sistema de partículas. Energía cinética de rotación de un sólido rígido.</li><li><b>6. Oscilaciones. Cinemática del oscilador armónico.</b><br/>Cinemática de movimiento oscilatorio armónico. Fuerza y Energía. El péndulo simple. Composición de movimientos armónicos. Oscilaciones amortiguadas.</li></ol> |



### 7. **Movimiento Ondulatorio.**

Tipos de ondas. Magnitudes características. Ecuación de ondas. Energía e intensidad de una onda. Velocidad de fase y de grupo.

### 8. **Gravitación.**

Leyes de Kepler. Ley de gravitación universal. Energía potencial gravitatoria. Campo gravitatorio: líneas de campo, flujo, teorema de Gauss. Potencial gravitatorio.

### 9. **Termodinámica.**

*Calor y temperatura:* Temperatura y equilibrio térmico. Ley de los gases ideales. Teoría cinética de los gases. Concepto de calor. Calor específico. Calorimetría y cambios de fase. Mecanismos de transferencia de calor.

*Primer principio:* Trabajo mecánico. Tipos de procesos termodinámicos. Energía interna de un gas ideal. Procesos adiabáticos. Procesos reversibles e irreversibles.

*Segundo principio:* Transformaciones cíclicas monoterms: Segundo Principio de la Termodinámica. Concepto de Entropía.

### **Prácticas de laboratorio**

1. Cálculo de errores y Excel. Práctica Excel.
2. Péndulo simple.
3. Péndulo de torsión.
4. Balanza Hidrostática: densidad de sólidos.
5. Equivalente mecánico del calor.
6. Entalpía de fusión del hielo.
7. Introducción al Osciloscopio.
8. Ondas estacionarias en cuerdas.

### **Bibliografía ordenada alfabéticamente**

#### **Básica**

- M. Alonso y E. J. Finn, *Física*. 1995 Addison-Wesley Iberoamericana.
- F. W. Sears, M. W. Zemansky, H. D. Young, R. A. Freedman and A. Lewis Ford, *Física universitaria* (11ª Ed.) (Pearson Educación, Madrid 2004).
- R. A. Serway, *Física*, 1<sup>er</sup> vol., 4ª Ed. (McGraw-Hill, Madrid, 2001).
- P. A. Tipler y G. Mosca, *Física*, 1<sup>er</sup> vol., 6ª Ed. (Reverté, Barcelona, 2010).

#### **Complementaria**

- A. Fernández Rañada, *Física Básica*, (Alianza, Madrid, 2004).
- R. P. Feynman R.P., Leighton R.B. y Sands M., *Física*, 1987, Ed. Addison Wesley
- S. M. Lea y J. R. Burke, *La Naturaleza de las cosas*, (Paraninfo, 2001).
- C. Sánchez del Río, *Los principios de la física en su evolución histórica*, (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004).

### **Recursos en internet**

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

| <b>Metodología</b>  |
|---|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana).</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1.5 horas por semana).</li> <li>• Clases de laboratorio (27 horas).</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Ocasionalmente, estas lecciones se verán complementadas por experiencias en el aula o con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula.</p> <p>Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrará en el campus virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y trabajos específicos.</p> <p>En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura. Aprenderá a medir, a determinar los errores de la medida y a exponer el contenido de la práctica realizada.</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen parcial no liberatorio (a mediados del semestre) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final}</math>, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$ <p>donde <math>N_{Ex\_Parc}</math> es la nota obtenida en el examen parcial y <math>N_{Ex\_Final}</math> es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>La aplicación de las expresiones anteriores requiere que todas las calificaciones sean superiores a 3: (<math>N_{Ex\_Parc}, N_{Ex\_Final} \geq 3</math>).</p> <p>Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte de los exámenes, correspondientes a problemas se podrá consultar un solo libro de teoría, de libre elección por parte del alumno.</p> |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo, sobre los que se realizarán pruebas escritas individuales.</li> </ul>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</li> </ul> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria. Un mínimo de 4 en la calificación global del laboratorio es imprescindible para aprobar la asignatura.</p>  |              |     |

### Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones

$$C_{\text{Final}} = 0.7 \cdot N_{\text{Final}} + 0.10 \cdot A_1 + 0.20 \cdot A_2$$

$$N_{\text{Final}}$$

donde  $A_1$ ,  $A_2$  corresponden a las calificaciones de las actividades respectivas y  $N_{\text{Final}}$  es la correspondiente a la realización de exámenes.

No será posible superar la asignatura si  $N_{\text{Final}}$  es menor que 3.

La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.

Los alumnos repetidores no tendrán obligación de asistir de nuevo al Laboratorio. Bien entendido que en este caso la nota final  $N_{\text{Final}}$  tendrá un peso de 0.9 ya que la actividad  $A_2$  no contará.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2016-17

|                                |                |                 |                |                  |                  |                    |   |
|--------------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Cálculo</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804562             |   |
| <b>Materia:</b>                | Matemáticas    |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |   |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio    |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 9              | <b>Teóricos</b> | 6              | <b>Problemas</b> | 3                | -                  |   |
| <b>Presencial</b>              | -              |                 | 33%            |                  | 40%              | <b>Laboratorio</b> | - |
| <b>Horas Totales</b>           |                |                 | 50             |                  | 30               |                    | - |

|                                  |                           |               |               |                            |             |
|----------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|----------------------------|-------------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | <b>MJ Rodríguez Plaza</b> |               |               | <b>Dpto:</b>               | <b>FT-I</b> |
|                                  | <b>Despacho:</b>          | <b>20 3ºO</b> | <b>e-mail</b> | <b>mjrplaza@fis.ucm.es</b> |             |

| Grupo | Profesor  | T/P* | Dpto.         | e-mail   |
|-------|---|------|---------------|--|
| A     | <b>Ignazio Scimemi (40 h)</b><br><b>MJ Rodríguez Plaza (40 h)</b> | T/P  | FT-II<br>FT-I | <b>ignazios@fis.ucm.es</b><br><b>mjrplaza@fis.ucm.es</b> |

\*: T: teoría, P: prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |   | Aula  | Tutorías (lugar y horarios) |
|-------|--------------------|-------------|---|---|-----------------------------|
|       | Día                | Horas       |   |   |                             |
| A     | L                  | 13:00-14:30 | 8 | Prof I Scimemi: Dpto de Física Teórica II, despacho 23, X de 11.00 a 14.00, J de 12.00 a 15.00.<br><br>Prof MJRPlaza: Dpto de Física Teórica I, despacho 20, MXJ de 13.00 a 15.00 |                             |
|       | M                  | 10:00-11:30 |   |   |                             |
|       | J                  | 10:30-12:00 |   |   |                             |
|       | V                  | 13:30-14:30 |   |   |                             |

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Dar firmeza y solidez a conocimientos previos a la asignatura.
- Desarrollar la capacidad de calcular límites y derivadas en una y varias variables
- Saber analizar funciones y calcular sus extremos.
- Calcular integrales de funciones de una y varias variables
- Saber analizar y derivar funciones de valores vectoriales.
- Calcular integrales de funciones de valores vectoriales y aplicar los teoremas del cálculo vectorial

### Breve descripción de contenidos

Sucesiones y series. Funciones. Límites. Continuidad. Calculo diferencial e integral en una y varias variables.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

### Programa de la asignatura

#### 1. Introducción

Números Reales y complejos. Funciones reales.

#### 2. Límites, continuidad y derivación de funciones reales

Sucesiones y límites. Límite de una función. Continuidad. Derivación. Teoremas varios.

#### 3. Series numéricas y funcionales

Series numéricas. Criterios de convergencia. Series de potencias y de Taylor.

#### 4. Integración en variable real.

Concepto de integral, teorema fundamental del cálculo. Cálculo de primitivas. Integrales Impropias.

#### 5. Continuidad y diferenciación de funciones de varias variables

Plano y espacio. Límites de una función. Continuidad. Derivadas direccionales, parciales y matriz diferencial. Diferenciabilidad. Gradiente. Teorema de Clairaut-Schwarz y otros.

#### 6. Integración en varias variables

Integrales dobles y triples. Cambios de variable.

#### 7. Operadores vectoriales

Campos escalares y vectoriales. Divergencia. Rotacional. Laplaciano.

#### 8. Integración de campos vectoriales

Integrales de línea. Campos conservativos. Integrales de superficie. Teoremas de Green, del rotacional y de la divergencia.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Básica

- J. I. Aranda, [Apuntes de Matemáticas](#). (en internet).
- J. Rogawski, *Cálculo* (2ª edición) Ed. Reverté 2012.
- R. Larson and B. H. Edwards, *Cálculo* (9ª edición) Ed. McGraw-Hill, 2010.
- J. Stewart, "Cálculo diferencial e integral", International Thomson Ed., 1999, ISBN: 968-7529-91-1
- J. Stewart, "Cálculo Multivariable", Ed. International Thompson, 2003, ISBN: 968-7529-52-0

#### Complementaria

- T. Apostol, "*Análisis Matemático*", Ed. Reverté, 1991, ISBN: 84-291-5004-8
- M. Spivak, "*Cálculo Infinitesimal*", Ed. Reverté, 1994, ISBN: 84-291-5136-2.
- J. E. Marsden, A. J. Tromba, *Cálculo Vectorial*. (5ª ed. ), Ed. Prentice Hall

### Recursos en internet

Se notificará en clase a los estudiantes el uso de Campus Virtual o/y páginas web editadas por los profe-

sores (caso de MJRPlaza)

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3'5 horas por semana).
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (2 horas por semana)

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones de transparencias.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase.

### Evaluación

#### Realización de exámenes

**Peso:**

**80%**

Se hará un examen parcial hacia la mitad del semestre, y un examen final al terminar el curso. Para que se pueda tener en cuenta la calificación del parcial será obligatorio obtener en el final una nota igual a 4 sobre 10 o superior.

El examen parcial será sobre la materia explicada en clase hasta esa fecha y tendrá una estructura parecida a la del examen final. La calificación del parcial contará hasta un 40% del total de este apartado de exámenes. Los contenidos evaluados en el parcial podrán volver a ser objeto de evaluación en el examen final.

El examen final consistirá en problemas sobre todo lo explicado en clase durante el curso. La dificultad del mismo será similar a los ejercicios propuestos en la colección de problemas.

#### Otras actividades

**Peso:**

**20%**

Los profesores podrán tener en cuenta las siguientes actividades:

- Problemas entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupos.
- Participación en clase, ejercicios hechos en la pizarra por los alumnos.
- Presentación, oral o por escrito, de trabajos.
- Trabajos voluntarios.

### Calificación final

La calificación final se obtendrá como el máximo entre la calificación del examen final y la suma ponderada de los dos apartados anteriores con los pesos especificados.

La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo el mismo procedimiento de evaluación.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                    |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|--------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Informática</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804566             |     |
| <b>Materia:</b>                | Informática        |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio        |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                  | <b>Teóricos</b> | 3              | <b>Problemas</b> | 1                | <b>Laboratorio</b> | 2   |
| <b>Presencial</b>              | -                  |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                    |                 | 25             |                  | 10               |                    | 35  |

|                                  |                          |     |               |  |      |
|----------------------------------|--------------------------|-----|---------------|--|------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Pedro Pablo Gómez Martín |     |               | <b>Dpto:</b>   | DSIA |
|                                  | <b>Despacho:</b>         | 440 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:pedrop@fdi.ucm.es">pedrop@fdi.ucm.es</a> |      |

| Grupo | Profesor                 | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|--------------------------|------|-------|--|
| único | Pedro Pablo Gómez Martín | T/P  | DSIA  | <a href="mailto:pedrop@fdi.ucm.es">pedrop@fdi.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| único | X                  | 11:00-12:30 | 8    | Lunes de 12.00 a 13.30 y Martes de 15.00 a 16.30 despacho 440 Facultad de Informática. |
|       | V                  | 11:00-12:00 |      |  |

| Grupo | Laboratorio |               |                          | Profesores   |
|-------|-------------|---------------|--------------------------|--|
|       | Días        | Horas         | Lugar                    |  |
| A     | L           | 9.00 a 11.30  | Aula de Informática (15) | Pedro Pablo Gómez Martín: <a href="mailto:pedrop@fdi.ucm.es">pedrop@fdi.ucm.es</a> |
| B     | L           | 16:00 a 18:30 | Aula de Informática (15) | Fernando Saenz Pérez <a href="mailto:fernand@sip.ucm.es">fernand@sip.ucm.es</a>    |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de análisis de problemas y de aplicación de técnicas de resolución de problemas.</li> <li>• Comprensión de la estructura de los sistemas informáticos.</li> <li>• Comprensión de los distintos elementos que componen un programa informático y su importancia en la implementación de algoritmos.</li> <li>• Saber utilizar las estructuras de control y los tipos de datos simples y estructurados en el desarrollo de programas.</li> <li>• Saber diseñar un programa estructurando el código adecuadamente mediante el uso de subprogramas.</li> </ul> |

- Comprensión y manejo de un lenguaje de programación concreto.
- Manejo de un entorno de programación y sus herramientas para la edición, prueba y depuración de programas.
- Conocer las principales características y funcionalidades de los sistemas de almacenamiento: ficheros y bases de datos.
- Conocer los conceptos básicos de los sistemas operativos.

#### Breve descripción de contenidos

Componentes de los sistemas informáticos. Resolución de problemas. Construcciones básicas de la programación estructurada. Tipos de datos estructurados. Programación modular. Uso de entornos de programación y desarrollo. Documentación, prueba y depuración de programas. Almacenamiento persistente de datos: ficheros y bases de datos. Introducción a los sistemas operativos. Búsqueda y recuperación de la información.

#### Conocimientos previos necesarios

Ninguno

#### Programa de la asignatura

1. Algoritmos y estrategias de resolución de problemas.
2. Introducción a las computadoras: componentes de un sistema informático desde el punto de vista del hardware.
3. Introducción a las computadoras: componentes de un sistema informático desde el punto de vista del software.
4. Introducción a la programación en un lenguaje estructurado (C++).
  - 4.1. Estructura de un programa C++.
  - 4.2. Tipos básicos de datos.
  - 4.3. Constantes y variables.
  - 4.4. Secuenciación y asignaciones.
  - 4.5. Rudimentos de Entrada/Salida.
  - 4.6. Instrucciones básicas de la programación estructurada.
    - 4.6.1. Estructuras de control del flujo de ejecución: secuenciación, selección e iteración.
  - 4.7. Descomposición modular: abstracción procedimental.
    - 4.7.1. Procedimientos y funciones.
    - 4.7.2. Paso de parámetros.
    - 4.7.3. Recursividad.
  - 4.8. Estructuras de datos: arrays y registros.
5. Estructuras básicas de almacenamiento:
  - 5.1. Ficheros.
  - 5.2. Bases de datos.
6. Sistemas operativos.

#### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- CARRETERO, J., GARCIA, F. y OTROS; Sistemas Operativos.; 2ª Ed. Mc-Graw Hill, 2007;
- Eckel, B., Thinking in C++, 2ª edición, Prentice-Hall, 2000 (disponible en versión electrónica en <http://www.bruceeckel.com>)
- C. Gregorio Rodríguez, L. F. Llana Díaz, R. Martínez Unanue, P. Palao Gostanza, C. Pareja Flores, Ejercicios de Programación Creativos y Recreativos en C++, Prentice



Hall, 2002.

### Recursos en internet

Repositorio de problemas de programación *¡Acepta el reto!*  
(<https://www.aceptaeltreto.com>)

Campus Virtual de la UCM: <https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php>

### Metodología

Durante este curso se impartirán clases teórico/prácticas con el fin de que los alumnos adquieran unos conocimientos de programación aplicados a la resolución de problemas de acuerdo con una metodología docente que promueva la participación activa de los alumnos.

Para ello, se realizarán distintas actividades de clase, apoyadas por el repositorio de problemas *¡Acepta el reto!* Y el campus virtual, tales como: respuesta a través de los foros a preguntas propuestas en clase, resúmenes e investigación de temas propuestos, realización de prácticas evaluadas al terminar algunos temas, y realización de cuestionarios o preguntas (individuales o en grupo).

### Evaluación

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{\text{Examen}}</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 60% |
|---|--------------|-----|

Examen ordinario realizado en aula.

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 15% |
|---|--------------|-----|

Problemas planteados en laboratorio (evaluación continua):

- Participación y resolución de los problemas planteados en el laboratorio.

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras Actividades (<math>A_2</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 25% |
|---|--------------|-----|

- Entrega de una o más prácticas propuestas por el profesor: las prácticas se resolverán en grupos de dos personas y consistirá en un programa que ponga a prueba los conocimientos aprendidos.

### Calificación final

La calificación final será:

$$C_{\text{final}} = 0.15 * A_1 + 0.25 * A_2 + 0.6 * N_{\text{Examen}}$$

En la convocatoria ordinaria, es necesario obtener una nota igual o superior a 5 en todas las actividades para que se aplique la fórmula anterior y poder aprobar la asignatura.

Para la convocatoria extraordinaria, se abrirá un nuevo plazo de entrega de las prácticas (obligatorias). Las actividades realizadas dentro del proceso de evaluación continua ( $A_1$ ) *no serán recuperables*. Será obligatorio aprobar el examen y las prácticas.

Cualquier práctica, examen o ejercicio de evaluación continua que se considere *copia* supondrá el suspenso inmediato de la asignatura junto con las medidas disciplinarias correspondientes.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                |                 |                |                  |                  |                    |   |
|--------------------------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Álgebra</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804563             |   |
| <b>Materia:</b>                | Matemáticas    |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |   |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio    |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 9              | <b>Teóricos</b> | 6              | <b>Problemas</b> | 3                | <b>Laboratorio</b> | - |
| <b>Presencial</b>              | -              |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | - |
| <b>Horas Totales</b>           |                |                 | 50             |                  | 30               |                    | - |

|                                      |                       |    |               |  |         |
|--------------------------------------|-----------------------|----|---------------|--|---------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Nicolás Cardiel López |    |               | <b>Dpto:</b>                                       | FTAA-II |
|                                      | <b>Despacho:</b>      | 12 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:cardiel@ucm.es">cardiel@ucm.es</a> |         |

| Grupo | Profesor                       | T/P* | Dpto.   | e-mail   |
|-------|--------------------------------|------|---------|--|
| único | Nicolás Cardiel López (4.5)    | T/P  | FTAA-II | <a href="mailto:cardiel@ucm.es">cardiel@ucm.es</a>         |
|       | África Castillo Morales (3.75) | T/P  | FTAA-II | <a href="mailto:acasmor@fis.ucm.es">acasmor@fis.ucm.es</a> |

\*: T: teoría, P: prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)   |
|-------|--------------------|-------------|------|---|
|       | Día                | Horas       | Aula |   |
| único | L                  | 12:00-13:30 | 8    | Departamento de Astrofísica y Ciencias de la Atmósfera (FTAA-II)<br>Teoría: Despacho 12, ala oeste, planta baja<br>X, J: 15:30-18:00 h<br>Problemas: Despacho 14, ala oeste, planta baja<br>X: 11:00-13:30 y J: 10:30-13:30 h |
|       | M                  | 10:30-12:00 |      |   |
|       | X                  | 10:00-11:00 |      |   |
|       | V                  | 11:30-13:00 |      |   |

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Consolidar conocimientos previos de álgebra.
- Entender los conceptos de espacio vectorial y espacio euclidiano.
- Entender la noción de aplicación lineal y su uso en transformaciones geométricas y en la resolución de sistemas lineales.
- Diagonalizar matrices mediante el cálculo de los correspondientes valores y vectores propios.
- Caracterizar formas cuadráticas.

### Breve descripción de contenidos

Espacios Vectoriales. Transformaciones lineales. Formulación Matricial. Diagonalización de matrices

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Matemáticas en el Bachillerato Científico y Tecnológico.

### Programa de la asignatura

#### 1. Introducción.

Estructuras Algebraicas. Sistemas de ecuaciones lineales y métodos matriciales de resolución. Matrices. Determinantes.

#### 2. Espacios Vectoriales.

Definición. Operaciones y propiedades. Subespacios vectoriales. Dependencia e independencia lineal. Bases y dimensión. Cambio de base. Operaciones entre subespacios vectoriales.

#### 3. Aplicaciones lineales.

Definición y propiedades. Núcleo e imagen. Representaciones matriciales de una aplicación lineal. Cambio de base. Operaciones con aplicaciones.

#### 4. Producto escalar.

Espacios euclídeos. Ortogonalidad entre vectores y subespacios. Bases ortogonales y ortonormales. Método de Gram-Schmidt. Proyección Ortogonal. Formas bilineales y cuadráticas.

#### 5. Valores y Vectores propios.

Valores y vectores propios. Independencia lineal. Polinomio característico. Subespacios propios. Diagonalización.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Básica

1. R. Larson, B. H. Edwards, D. C. Falvo, *Álgebra Lineal*, Pirámide, 2004.
2. D. C. Lay, *Álgebra Lineal y sus Aplicaciones*, Thomson, 2007.

#### Complementaria

3. J. de Burgos Román, *Álgebra Lineal: Definiciones, Teoremas y Resultados*, García Maroto Ed., 2007
4. S. Lipschutz, *Álgebra lineal*, 2ª Edición, Schaum, Mc Graw Hill, 1992
5. G. Strang, *Linear Algebra and its Applications*, Brooks Cole, International Edition, 2004.

### Recursos en internet

Campus Virtual de la UCM: <https://www.ucm.es/campusvirtual>

Calculadora de matrices y sistemas de ecuaciones: <https://matrixcalc.org/es/>

Calculadora de matrices: <http://www.bluebit.gr/matrix-calculator/>

GeoGebra: <https://www.geogebra.org/>

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría, impartidas por el Profesor Nicolás Cardiel López, donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3,5 horas por semana en media).</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (2 horas por semana en media) impartidas por la Profesora África Castillo Morales.</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra que se completará con proyecciones con ordenador. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrará en el campus virtual.</p> |

| <b>Evaluación</b>   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final,Ex.}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 75% |
| <p>Se realizarán un examen parcial sobre los contenidos explicados hasta esa fecha, y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar a la del examen final. El examen final consistirá en una serie de cuestiones y problemas sobre los contenidos explicados durante el curso. La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final,Ex.}</math>, se obtendrá como:</p> $N_{Final,Ex.} = N_1 + N_{F2} \quad \text{con} \quad N_1 = \max(N_p, N_{F1})$ <p>donde <math>N_p</math> es la nota obtenida en el examen parcial, <math>N_{F1}</math> es la calificación obtenida en el examen final relacionada con la materia que se examinó en el parcial, y <math>N_{F2}</math> la calificación en el examen final correspondiente a la materia que no se examinó en el parcial. Todos los exámenes se evaluarán sobre 10.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |
| <b>Otras actividades (OA)</b>   | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realización de Test en el Campus Virtual, cuestiones breves y/o presentación de ejercicios propuestos por el profesor (75%).</li> <li>• Participación activa en clase y/u otras actividades (25%).</li> </ul>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final será la suma ponderada de los dos apartados anteriores, esto es:</p> $C_F = 0.75 \cdot N_{Final,Ex.} + 0.25 \cdot OA$ <p>donde <math>OA</math> corresponde a la calificación de Otras Actividades y <math>N_{Final,Ex.}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p>   |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                            |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Circuitos Digitales</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804567             |     |
| <b>Materia:</b>                | Informática                |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                          | <b>Teóricos</b> | 3.5            | <b>Problemas</b> | 1.5              | <b>Laboratorio</b> |     |
| <b>Presencial</b>              | -                          |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                            |                 | 29             |                  | 15               |                    | 18  |

|                                      |                         |       |               |  |       |
|--------------------------------------|-------------------------|-------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | José Luis Imaña Pascual |       |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>        | 226.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:iluimana@ucm.es">iluimana@ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesor                | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|-------------------------|------------------|-------|--|
| Único | José Luis Imaña Pascual | T/P              | DACyA | <a href="mailto:iluimana@ucm.es">iluimana@ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |                                |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|--------------------------------|------|--|
|       | Día                | Horas                          | Aula |  |
| Único | M<br>J             | 13:00 – 14:30<br>09:00 – 10:30 | 8    | Despacho 226.0 (2ª planta).<br>M de 11:00 – 12:00h. y de 15:00 – 16:00h.<br>J de 10:30 – 11:30h. |

| Grupo | Laboratorio |               |   | Profesores              |
|-------|-------------|---------------|---|-------------------------|
|       | Días        | Horas         | Lugar   |                         |
| L1    | X           | 09:00 – 11:00 | Laboratorio<br>Sistemas<br>Digitales<br>(2ª Planta) | José Luis Imaña Pascual |
| L2    | J           | 14:30 – 16:30 |   | José Luis Imaña Pascual |
| L3    | V           | 09:00 – 11:00 |   | José Luis Imaña Pascual |
| L4(*) | L           | 15:30 – 17:30 |   | Luis Costero Valero     |

(\*) Este turno se abrirá si se completan los otros tres turnos de laboratorio.

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer y manejar los distintos tipos de representación de la información en un computador.</li> <li>• Conocer y manejar los distintos módulos combinacionales y secuenciales básicos, así como ser capaz de analizar, especificar e implementar sistemas combinacionales y secuenciales utilizando dichos módulos.</li> <li>• Conocer el diseño electrónico automatizado.</li> </ul> |

### Breve descripción de contenidos

Representación de la información, especificación e implementación de sistemas combinacionales y secuenciales, introducción a las herramientas de diseño electrónico automatizado.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en el Bachillerato.

### Programa de la asignatura

10. **Representación de la información.**  
Sistemas analógicos y digitales. Sistemas de numeración. Aritmética binaria. Sistemas octal y hexadecimal. Conversión de bases. Complemento a 1, complemento a 2 y Magnitud y signo. Aritmética en Complemento a 2. BCD, Exceso-3, Gray y ASCII.
11. **Especificación de sistemas combinacionales.**  
Especificación mediante funciones de conmutación. Tablas de verdad. Especificación mediante expresiones de conmutación. Álgebra de Boole. Manipulación algebraica de expresiones de conmutación. Formas canónicas. Mapas de Karnaugh. Simplificación de expresiones de conmutación.
12. **Implementación de sistemas combinacionales.**  
Puertas lógicas. Conjuntos universales de módulos. Síntesis y análisis de redes de puertas. Diseño con distintos tipos de puertas. Ejemplos de síntesis y análisis.
13. **Módulos combinacionales básicos.**  
Decodificador. Codificador. Multiplexor. ROM. PAL/PLA. Aplicaciones al diseño. Sumador/restador.
14. **Especificación de sistemas secuenciales síncronos.**  
Concepto de estado. Diagramas de estados. Cronogramas. Máquinas de Mealy y Moore.
15. **Implementación de sistemas secuenciales síncronos.**  
Biestables SR por nivel y flanco. Biestable D. Implementación con biestables D. Diseño de reconocedores, generadores y contadores.
16. **Módulos secuenciales básicos.**  
Registros. Registros de desplazamiento. Contadores. Diseño con registros y contadores.

| <b>Bibliografía</b>  |
|--|
| <p><b>Básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• T.L. Floyd, <i>Fundamentos de Sistemas Digitales</i>. Prentice Hall, 2000.</li><li>• C.H. Roth, Jr., <i>Fundamentos de Diseño Lógico</i>. Thomson, 2004.</li><li>• D.D. Gajski, <i>Principios de Diseño Digital</i>. Prentice Hall, 1997.</li><li>• R. Hermida, F. Sánchez, E. Pastor, A.M. del Corral, <i>Fundamentos de Computadores</i>. Síntesis, 1998.</li><li>• R.J. Tocci, N.S. Widmer, <i>Sistemas Digitales. Principios y aplicaciones</i>. Prentice Hall, 2003.</li></ul> <p><b>Complementaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• C. Baena, M.J. Bellido, A.J. Molina, M.P. Parra, M. Valencia, <i>Problemas de Circuitos y Sistemas Digitales</i>. McGraw-Hill, 1997.</li><li>• A. Cuesta, J.I. Hidalgo, J. Lanchares, J.L. Risco, <i>Problemas de fundamentos y estructura de computadores</i>. Prentice Hall, 2009.</li></ul> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.   |

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li><li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li><li>• Sesiones de laboratorio (durante las últimas 9 semanas).</li></ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.</p> <p>Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.</p> <p>En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura, cuyos enunciados se suministrarán con antelación. Se utilizará un software de diseño electrónico automatizado y se realizarán implementaciones con circuitos integrados. El alumno deberá traer preparada la práctica a realizar en el laboratorio. Al final de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor la práctica realizada para comprobar su funcionamiento. En una de las sesiones de laboratorio se realizará una prueba evaluable según se especifica en el apartado de "Evaluación".</p> <p>Entre las prácticas a realizar se encuentra el diseño y simulación (utilizando Xilinx ISE) y el montaje (utilizando entrenador) de:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Circuito combinacional usando puertas lógicas</li><li>• Circuito conversor de código</li><li>• Sistema combinacional utilizando multiplexores</li><li>• Circuito secuencial reconecedor de secuencias</li></ul> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 60% |
| <p>Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a cuestiones teórico-prácticas, no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a problemas, se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 30% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorarán la preparación y el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.</p> <p>En una de las sesiones de laboratorio se realizará una prueba (en la que no se podrán utilizar libros ni apuntes) consistente en el diseño e implementación de un circuito correspondiente a un enunciado propuesto. La calificación de dicha prueba corresponderá a 1/3 de la calificación total de las prácticas de laboratorio.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.6 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** **curso 2017-18**

|                                |                  |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Física II</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804561             |     |
| <b>Materia:</b>                | Física           |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio      |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 9                | <b>Teóricos</b> | 5              | <b>Problemas</b> | 2.5              | <b>Laboratorio</b> | 1.5 |
| <b>Presencial</b>              | -                |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                  |                 | 42             |                  | 25               |                    | 26  |

|                              |                          |    |               |                 |      |
|------------------------------|--------------------------|----|---------------|-----------------|------|
| <b>Profesor Coordinador:</b> | Rafael Hernández Redondo |    |               | <b>Dpto:</b>    | FT-I |
|                              | <b>Despacho:</b>         | 22 | <b>e-mail</b> | rafahern@ucm.es |      |

| Grupo | Profesor   | T/P* | Dpto. | e-mail  |
|-------|--|------|-------|---|
| único | Rafael Hernández Redondo (3.5)                       | T    | FT-I  | rafahern@ucm.es   |
|       | Juan José Sanz Cillero (4)                           | T    | FT-I  | jusanz02@ucm.es   |
|       | Paloma Almodóvar, Marta Sainz, Jorge Spottorno (1.5) | P    | FM    | <a href="mailto:palmodov@ucm.es">palmodov@ucm.es</a> <a href="mailto:marta.saiz.bretin@ucm.es">mar-ta.saiz.bretin@ucm.es</a><br>jspottorno@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)                   |
|-------|--------------------|---------------|------|---|
|       | Día                | Horas         | Aula |   |
| único | L                  | 9:00 – 10:30  | 8    | Rafael Hernández Redondo X-J de 10:00 a 13:00 |
|       | J                  | 10:00 – 11:30 |      | Juan José Sanz Cillero, L, X y V:13:30-15:30; |
|       | V                  | 10:00 – 11:30 |      |   |

| Grupo       | Laboratorio  |                  |  | Profesores   |
|-------------|--|------------------|--|--|
|             | Días   | Horas            | Lugar  |  |
| A<br>B<br>C | 13/03<br>20/03<br>03/04<br>10/04<br>17/04<br>24/04<br>08/05<br>22/05 | 16:00 –<br>19:00 | Laboratorio<br>de Física<br>General<br>(Planta Sótano) | Jorge Spottorno<br><br>Paloma Almodóvar<br><br>Marta Sainz |

|  |                |  |  |  |
|--|----------------|--|--|--|
|  | 23/05<br>30/05 |  |  |  |
|--|----------------|--|--|--|

\* A determinar

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Manejar los esquemas conceptuales básicos de la Física: partícula, onda, campo, sistema de referencia, energía, momento, leyes de conservación, puntos de vista microscópico y macroscópico, etc.
- Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de la mecánica, termodinámica, campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- Iniciarse en la formulación y resolución de problemas físicos sencillos, identificando los principios físicos relevantes y usando estimaciones de órdenes de magnitud.
- Consolidar la comprensión de las áreas básicas de la Física a partir de la observación, caracterización e interpretación de fenómenos y de la realización de determinaciones cuantitativas en experimentos prediseñado.

### Breve descripción de contenidos

Electromagnetismo, Óptica Física e Introducción a la Física Cuántica. Realización de prácticas de laboratorio que faciliten la comprensión de los fenómenos físicos.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos de Matemáticas y Física en los cursos Bachillerato.

### Programa de la asignatura

#### 1.- El Campo Eléctrico.

La carga eléctrica: ley de Coulomb. Campo eléctrico: teorema de Gauss. Potencial eléctrico: energía potencial eléctrica. El dipolo eléctrico. Conductores y dieléctricos: polarización eléctrica. Vector desplazamiento. Energía electrostática. Capacidad de un condensador. Conducción eléctrica: ley de Ohm. Circuitos.

#### 2.- El Campo Magnético.

El experimento de Oersted: ley de Ampère. Inducción magnética. Fuerza de Lorentz. Dinámica de partículas cargadas en el seno de campos electromagnéticos. El dipolo magnético: par sobre una espira. Efecto Hall. Materiales magnéticos: imanación. Vector H. Circuitos magnéticos.

#### 3.- Inducción Electromagnética. Ecuaciones de Maxwell.

Inducción electromagnética: ley de Faraday. Autoinducción e inducción mutua. Transformadores. Energía magnética. Circuitos R-C, R-L, L-C y R-L-C. Corriente de desplazamiento: ecuaciones de Maxwell.

#### 4.- Ondas Electromagnéticas.

Ondas planas en el vacío. Energía y momento. Ondas electromagnéticas en la materia. El espectro electromagnético. Generación de ondas electromagnéticas.

#### 5.- Óptica Física.

Reflexión y refracción de la luz. Dispersión de la luz. Polarización de la luz. Interferencias. Difracción.

#### 6.- Introducción a la Física Cuántica.

Emisión y absorción de la luz: hipótesis de Planck. Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Espectros atómicos: átomo de Bohr. Mecánica cuántica. Átomos, moléculas y sólidos.

### Prácticas de Laboratorio

1. Medidas de resistencias con el puente de hilo.
2. Curva característica de una lámpara.
3. Fuerza entre corrientes eléctricas. Balanza de Cotton.
4. Medida de resistividades de materiales.
5. Impedancia de un circuito RC.
6. Campo magnético creado por corrientes eléctricas.
7. Determinación de índices de refracción.
8. Medida de la carga específica de electrón.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Básica

- P. A. Tipler y G. Mosca, *Física*, 1<sup>er</sup> vol., 6<sup>a</sup> Ed. (Reverté, Barcelona, 2010).
- M. Alonso y E. J. Finn, *Física*. 1995 Addison-Wesley Iberoamericana.
- F. W. Sears, M. H. Zemansky, H. D. Young y R. A. Freedman and A. Lewis Ford, *Física universitaria* (11<sup>a</sup> Ed.) (Pearson Educación, Madrid 2004).
- R. A. Serway, *Física*, 1<sup>er</sup> vol., 4<sup>a</sup> Ed. (McGraw-Hill, Madrid, 2001).

#### Complementaria

- A. Fernández Rañada, *Física Básica*, (Alianza, Madrid, 2004).
- R. P. Feynman R.P., Leighton R.B. y Sands M., *Física*, 1987, Ed. Addison Wesley
- S. M. Lea y J. R. Burke, *La Naturaleza de las cosas*, (Paraninfo, 2001).
- C. Sánchez del Río, *Los principios de la física en su evolución histórica*, (Ed. Instituto de España, Madrid, 2004).

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana).
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1.5 horas por semana).
- Clases de laboratorio (27 horas).

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Ocasionalmente, estas lecciones se verán complementadas por experiencias en el aula o con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula. Los dos primeros temas correrán a cargo del Prof. R. Hernández Redondo y los restantes serán responsabilidad del Prof. Ayudante Doctor.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrará en el campus virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura. Aprenderá a medir, a determinar los errores de la medida y a exponer el contenido de la práctica realizada.

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen parcial (aproximadamente a mediados del semestre) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final}</math>, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$ <p>donde <math>N_{Ex\_Parc}</math> es la nota obtenida en el examen parcial y <math>N_{Ex\_Final}</math> es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte de los exámenes, correspondientes a problemas se podrá consultar un solo libro de teoría, de libre elección por parte del alumno.</p> |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo, sobre los que se realizarán pruebas escritas individuales.</li> </ul>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de Laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</li> </ul> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria. Un mínimo de 4 en la calificación global del laboratorio es imprescindible para aprobar la asignatura.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{Final} + 0.1 \cdot A_1 + 0.2 \cdot A_2$ $N_{Final}$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponden a las calificaciones de las actividades respectivas y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>No será posible superar la asignatura si <math>N_{Final}</math> es menor que 3.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> <p>Los alumnos repetidores no tendrán obligación de asistir de nuevo al Laboratorio. Bien entendido que en este caso la nota final <math>N_{Final}</math> tendrá un peso de 0.9 ya que la actividad <math>A_2</math> no contará.</p>   |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** **curso 2017-18**

|                                |                                  |                 |                |                  |                  |                    |   |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Ampliación de Matemáticas</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804564             |   |
| <b>Materia:</b>                | Matemáticas                      |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |   |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                      |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                | <b>Teóricos</b> | 4              | <b>Problemas</b> | 2                | <b>Laboratorio</b> |   |
| <b>Presencial</b>              | -                                |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | - |
| <b>Horas Totales</b>           |                                  |                 | 33             |                  | 20               |                    | - |

|                                      |                  |    |               |  |       |
|--------------------------------------|------------------|----|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Ignazio Scimemi  |    |               | <b>Dpto:</b>   | FT-II |
|                                      | <b>Despacho:</b> | 17 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:ignazios@fis.ucm.es">ignazios@fis.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesor        | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|-----------------|------|-------|--|
| Único | Ignazio Scimemi | T/P  | FT-II | <a href="mailto:ignazios@fis.ucm.es">ignazios@fis.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| Único | L                  | 10:30-12:00 | 8    | M: 10:00 – 12:00.<br>X: 09:00 – 11:00<br>J: 09:00 – 11:00<br>Lugar, despacho 23 - Departamento de FTII |
|       | X                  | 11:00-12:00 |      |  |
|       | J                  | 09:00-10:00 |      |  |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería.</li> <li>· Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra lineal; geometría diferencial; cálculo diferencial e integral.</li> <li>· Analizar y resolver ecuaciones diferenciales ordinarias y sistemas de ecuaciones diferenciales lineales.</li> <li>· Estudiar las ecuaciones en derivadas parciales básicas, conocer su ámbito de aplicación y dominar las técnicas fundamentales de obtención de soluciones.</li> <li>· Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantearse en la ingeniería.</li> <li>· Aptitud para aplicar los conocimientos sobre ecuaciones diferenciales y en derivadas</li> </ul> |

parciales.

### Objetivos de la asignatura

- Capacidad de resolver los problemas matemáticos que puedan plantearse en ingeniería.
- Saber aplicar los teoremas elementales de integración en el plano complejo.
- Conocer las propiedades elementales de las ecuaciones diferenciales ordinarias y su resolución con transformadas de Fourier y de Laplace.
- Entender el concepto de ecuación diferencial en derivadas parciales y sus métodos de resolución.

### Breve descripción de contenidos

Ecuaciones diferenciales ordinarias y en derivadas parciales. Nociones de variable compleja. Transformada de Fourier y Laplace y sus aplicaciones.

### Conocimientos previos necesarios

Haber cursado la asignatura de Cálculo

### Programa de la asignatura

#### 1. Introducción.

Nociones elementales de variable compleja; funciones analíticas. Integración en el plano complejo, fórmula de Cauchy y cálculo de residuos.

#### 2. Ecuaciones diferenciales ordinarias con coeficientes constantes

Métodos elementales de resolución de ecuaciones diferenciales.

Resolución con transformada de Laplace. Aplicación de la transformada de Laplace a la resolución de los circuitos eléctricos elementales.

#### 3. Transformada de Fourier. Definición y aplicaciones a los estudios de señales eléctricas elementales.

#### 4. Elementos de la teoría de las ecuaciones en derivadas parciales

Conceptos básicos: linealidad, principio de superposición, condiciones iniciales y problemas de contorno.

### Bibliografía

- Jesús San Martín Moreno et al, *Métodos Matemáticos: Ampliación de matemáticas para Ciencias e Ingeniería*, Ed. Thomson, 2005
- *Ecuaciones diferenciales y problemas con valores en la frontera*. William E. Boyce y Richard C. DiPrima. Limusa-Wiley
- G.F. Simmons, *Ecuaciones diferenciales con aplicaciones y notas históricas*, McGraw-Hill, 1993
- R. Haberman, *Ecuaciones en derivadas parciales con series de Fourier y problemas de contorno*, Pearson-Prentice Hill, 2003
- R. V. Churchill, *Variable compleja y aplicaciones*, McGraw-Hill, 1992

| <b>Recursos en internet</b>  |
|--|
| Se utilizará el Campus Virtual de la UCM:<br><a href="https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp">https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp</a> |

| <b>Metodología</b>  |
|---|
| <p>Se desarrollarán las actividades formativas siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (1:45 horas por semana).</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1:45 horas por semana)</li> </ul> <p>Se propondrá a los estudiantes métodos de resolución de problemas.</p> <p>Los profesores recibirán en su despacho a los alumnos en el horario especificado de tutorías, con objeto de resolver dudas, ampliar conceptos, etc. Es altamente recomendable la asistencia a estas tutorías para un mejor aprovechamiento del curso.</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes</b>   | <b>Peso:</b> | 80% |
| <p>Se realizará un examen parcial, aproximadamente a mediados del semestre, y un examen final.</p> <p>Será obligatorio obtener una calificación mayor o igual que 4 sobre 10 en el examen final para que se puedan tener en cuenta las demás calificaciones.</p> <p>Examen parcial:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Versará sobre los contenidos explicados hasta esa fecha y su estructura será similar a la del examen final.</li> <li>▪ La calificación máxima del examen parcial supondrá el 40% del total de este apartado (exámenes).</li> <li>▪ Los contenidos evaluados en el examen parcial podrán volver a ser objeto de evaluación en el examen final.</li> </ul> <p>Examen final:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Consistirá fundamentalmente en una serie de problemas sobre los contenidos explicados durante el curso y de dificultad similar a los propuestos en la colección de problemas.</li> </ul> |              |     |
| <b>Otras actividades</b>   | <b>Peso:</b> | 20% |
| <p>Se tendrán en cuenta las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo en horario de clase o fuera del mismo.</li> <li>– Participación en clases, seminarios y tutorías.</li> <li>– Presentación, oral o por escrito, de trabajos.</li> <li>– Trabajos voluntarios.</li> </ul>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final se obtendrá como el máximo entre la calificación del examen final y la suma ponderada de los dos apartados anteriores con los pesos especificados.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p>   |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                              |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Análisis de Circuitos</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804575             |     |
| <b>Materia:</b>                | Física                       |                 | <b>Módulo:</b> | Formación Básica |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                  |                 | <b>Curso:</b>  | 1º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                            | <b>Teóricos</b> | 4              | <b>Problemas</b> | 1                | <b>Laboratorio</b> |     |
| <b>Presencial</b>              | -                            |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                              |                 | 33             |                  | 10               |                    | 18  |

|                                  |                            |       |               |              |        |
|----------------------------------|----------------------------|-------|---------------|--------------|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Enrique San Andrés Serrano |       |               | <b>Dpto:</b> | FA-III |
|                                  | <b>Despacho:</b>           | 205.0 | <b>e-mail</b> | esas@ucm.es  |        |

| Grupo | Profesor                   | T/P* | Dpto.  | e-mail      |
|-------|----------------------------|------|--------|-------------|
| A     | Enrique San Andrés Serrano | 4/2  | FA-III | esas@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|---------------|------|--|
|       | Día                | Horas         | Aula |  |
| A     | M                  | 09:00-10:30   | 8    | Despacho 205.0-Módulo central-3ª planta.<br>L y X de 09.30 a 11.30 h |
|       | J                  | 11:30 – 13:00 |      |  |

| Grupo | Laboratorio |             |                       | Profesores                 |
|-------|-------------|-------------|-----------------------|----------------------------|
|       | Días        | Horas       | Lugar                 |                            |
| L1    | M           | 12:00-14:00 | 109.0 (planta sótano) | Enrique San Andrés Serrano |
| L2    | X           | 12:00-14:00 |                       | Carmen Pérez Martín        |
| L3    | V           | 13:00-15:00 |                       | Enrique San Andrés Serrano |
| L4    | M           | 12:00-14:00 |                       | Javier Olea Ariza          |
| L5    | X           | 12:00-14:00 |                       | Enrique San Andrés Serrano |

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Capacidad de analizar y resolver circuitos de corriente continua y alterna.
- Capacidad para analizar y resolver circuitos en el dominio del tiempo y frecuencia con aplicación de técnicas de transformadas de Fourier y Laplace.
- Capacidad para simular y analizar circuitos mediante Pspice.



- Capacidad de diseñar filtros analógicos.

### Breve descripción de contenidos

Técnicas de análisis de circuitos en el dominio del tiempo y la frecuencia

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos de Matemáticas y Física en el Bachillerato.

### Programa de la asignatura

17. Elementos de un circuito y métodos de análisis: Resistencias, Fuentes de voltaje y de corriente. Fuentes dependientes. Leyes de Kirchhoff, análisis por mallas y nodos. El amplificador operacional ideal. Principio de superposición. Teoremas de Thévenin y Norton.
18. Análisis de Circuitos asistido por ordenador. PSpice.
19. Análisis en el dominio del tiempo. Condensadores e inductancias. Respuesta Natural. Excitación sinusoidal: corriente alterna. Introducción al análisis de Fourier. Fasores. Circuitos RLC. Resonancia.
20. Análisis en el dominio de la frecuencia: frecuencia compleja. Diagramas de Bode. Filtros.
21. Redes bipuerto. Parámetros generales. Transformaciones. Teorema de Miller. Transformador.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Básica

1. W.H. Hayt, J.E. Kemmerly, S.M. Durban. *Análisis de Circuitos en Ingeniería*. 8ª ed. Mc Graw Hill 2012.
2. C.K. Alexander, M.N.O. Sadiku 'Fundamentos de circuitos eléctricos'. 5ª ed. Mc Graw Hill 2013.

#### Complementaria

3. T.L. Floyd, "Electronics Fundamentals: Circuits, devices and Applications", Prentice Hall 2004
4. M. Nahvi, J.A. Edminister. 'Circuitos Eléctricos'. Schaum Mc Graw Hill. 2005.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y/o actividades dirigidas.
- Clases de laboratorio, incluyendo el montaje y caracterización de circuitos y su simulación PSPICE *in situ*.

En las lecciones de teoría y prácticas se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias.

A través del campus virtual se suministrarán a los estudiantes relaciones de problemas para su trabajo autónomo. Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de simulación que podrán desarrollar o bien en el aula de Informática de la Facultad o bien en ordenadores particulares.

El laboratorio se desarrollará en el Laboratorio de Electrónica, donde los alumnos dispondrán del material de laboratorio necesario (resistencias bobinas, fuentes, multímetros, etc.) así como de ordenadores con el software de simulación Pspice instalado.

| Evaluación   |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes</b>   | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen final al acabar el curso.</p> <p>Adicionalmente y con carácter voluntario, se realizará un examen parcial fuera del horario oficial de clase. Este examen se realizará a mediados del semestre y tiene carácter no liberatorio de materia. La fecha se anunciará con al menos dos semanas de antelación. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final, y versará sobre los temas 1 a 3.</p> <p>La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final}</math>, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$ <p>donde <math>N_{Ex\_Parc}</math> es la nota obtenida en el examen parcial y <math>N_{Ex\_Final}</math> es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> |              |     |
| <b>Otras actividades</b>   | <b>Peso:</b> | 30% |
| <p>Se realizarán, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas y simulaciones entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo a través del Campus Virtual, y/o pruebas escritas individuales realizadas durante las clases o a través del Campus Virtual (20%).</li> <li>• Evaluación del laboratorio, incluyendo la evaluación de las actitudes y aptitudes en el laboratorio (puntualidad, interés, conocimiento de las prácticas, trabajo en equipo, etc.) así como las memorias de prácticas entregadas (10%).</li> </ul>  |              |     |
| Calificación final   |              |     |
| <p>Como condiciones necesarias para aprobar la asignatura se requiere: una nota mínima de 4.5 puntos en el examen final (<math>N_{ex\_final}</math>), la asistencia activa a todas las sesiones de laboratorio en el grupo asignado y la entrega de las memorias de todas las prácticas.</p> <p>Cumpliendo estas condiciones, la calificación final será:</p> $C_{Final}=0.7 N_{Final} + 0.3 N_{OtrasActiv}$ <p>donde <math>N_{OtrasActiv}</math> es la calificación correspondiente a Otras actividades y <math>N_{Final}</math> la obtenida de la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p>  |              |     |

### 3. Fichas docentes de las asignaturas de 2º Curso



|  |                |
|--|----------------|
| <b>Grado en Ingeniería<br/>Electrónica de Comunicaciones</b> | <b>2017-18</b> |
|--|----------------|

|                                |                                   |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Estructura de Computadores</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804572             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas                          |                 | <b>Módulo:</b> | Sistemas y redes |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                       |                 | <b>Curso:</b>  | 2º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                 | <b>Teóricos</b> | 3.5            | <b>Problemas</b> | 1.5              | <b>Laboratorio</b> | 1   |
| <b>Presencial</b>              |                                   |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                   |                 | 29             |                  | 15               |                    | 18  |

|                                      |                                    |     |               |                 |       |
|--------------------------------------|------------------------------------|-----|---------------|-----------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Christian Tenllado van der Reijden |     |               | <b>Dpto:</b>    | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>                   | 229 | <b>e-mail</b> | tenllado@ucm.es |       |

| Grupo | Profesor                           | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail          |
|-------|------------------------------------|------------------|-------|-----------------|
| único | Christian Tenllado van der Reijden | T/P              | DACyA | tenllado@ucm.es |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)                |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| único | L                  | 16:30-18:00 | 14   | Despacho 229. L:11:00-13:00, M:15:00-16:00 |
|       | M                  | 16:30-18:00 |      |  |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |             |                            | Profesores                         |
|-------|--------------------------|-------------|----------------------------|------------------------------------|
|       | Días                     | Horas       | Lugar                      |                                    |
| A     | L                        | 11:00-13:00 | Lab 108<br>(Planta Sótano) | Christian Tenllado van der Reijden |
| B     | J                        | 9:00-11:00  |                            | Francisco Igual Peña               |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de la estructura, funcionamiento e interconexión de los principales elementos que constituyen un computador.</li> <li>• Comprensión del interfaz hardware/software y capacidad para programarlo.</li> <li>• Consolidación de los conocimientos sobre jerarquía de memoria y dispositivos de entrada/salida. Comprensión de los mecanismos y políticas a nivel de sistema ope-</li> </ul> |

rativo para la gestión de la memoria virtual, dispositivos y sistemas de ficheros.

### Breve descripción de contenidos

Modelo Von-Neumann, repertorio de instrucciones, lenguaje ensamblador, diseño del procesador, segmentación, jerarquía de memoria, memoria cache y virtual, buses, sistema de entrada/salida.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en las asignaturas de "Circuitos Digitales" e "Informática".

### Programa de la asignatura

#### 1. Introducción.

Tipos de computadores. Modelo Von Neumann. Perspectiva histórica. Medidas de rendimiento.

#### 2. Arquitectura del repertorio de instrucciones.

Repertorio de instrucciones y lenguaje ensamblador.

#### 3. Subsistema de entrada/salida.

Organización del sistema de entrada/salida. Interfaces de E/S. Periféricos. Gestión de la E/S programada y por interrupciones. Transmisión y recepción de datos serie/paralela. Buses estándar de comunicación serie (RS-232, I<sup>2</sup>C, SPI).

#### 4. Diseño del procesador.

Ruta de datos y controlador básicos.

#### 5. Jerarquía de memoria.

Tipos/tecnologías de memoria. Jerarquía de memoria. Memoria cache. Memoria Virtual.

#### Prácticas:

- P1. Introducción a la programación en ensamblador.
- P2. Correspondencia entre C y ensamblador.
- P3. Programación de dispositivos mediante E/S programada.
- P4. Programación de dispositivos mediante E/S por interrupciones.
- P5. Comunicación serie mediante buses estándar (Opcional).

### Bibliografía

#### Básica:

- Digital Design and Computer Architecture - ARM Edition, Sarah L. Harris. David Harris. Ed. Morgan Kaufmann, 2015.
- Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface: ARM Edition. David A. Patterson, John L. Hennessy Ed. Morgan Kaufmann, 2016.

#### Complementaria:

- Computer Organization and Architecture. Theme and Variations. Alan Clements. Ed. Cengage Learning, 2014.
- Computer Organization and Architecture. W. Stallings. Ed. Prentice Hall, 2015.
- ARM Assembly Language - an Introduction. J.R. Gibson. Ed. Lulu.com, 2011.

|  |
|--|
| <b>Recursos en internet</b>                |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM. |

|   |
|---|
| <b>Metodología</b>  |
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li> <li>• Sesiones de laboratorio (9 en total).</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.</p> <p>Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.</p> <p>En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura empleando un entorno de desarrollo cruzado y una placa Raspberry Pi con procesador ARM.</p> |

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Evaluación</b>   |              |     |
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 60% |
| Se realizará un examen final con cuestiones teórico-prácticas y problemas (de nivel similar a los resueltos en clase) en el que se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual así como los libros recomendados en la bibliografía.   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 10% |
| Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 30% |
| Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión así como las respuestas a las preguntas formuladas. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:   |              |     |
| $C_{Final} = 0.6 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab}$  |              |     |
| donde $N_{ex}$ es la calificación correspondiente al examen final, $N_{ec}$ es la calificación correspondiente a la evaluación continua y $N_{lab}$ es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. |              |     |
| Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.   |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                             |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Sistemas Lineales</b>    |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804571             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas Lineales y control |                 | <b>Módulo:</b> | Fundamental      |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                 |                 | <b>Curso:</b>  | 2º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                           | <b>Teóricos</b> | 3.5            | <b>Problemas</b> | 1.5              | <b>Laboratorio</b> | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -                           |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                             |                 | 29             |                  | 15               |                    | 18  |

|                                  |                   |               |  |
|----------------------------------|-------------------|---------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Eva Besada Portas | <b>Dpto:</b>  | DACyA  |
|                                  | <b>Despacho:</b>  | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:evabes@dacya.ucm.es">evabes@dacya.ucm.es</a> |

| Grupo | Profesor          | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|-------------------|------------------|-------|--|
| único | Eva Besada Portas | T/P              | DACyA | <a href="mailto:evabes@dacya.ucm.es">evabes@dacya.ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios) |
|-------|--------------------|-------------|------|-----------------------------|
|       | Día                | Horas       | Aula |                             |
| único | M,J                | 14:00-15:30 | 14   | M, J:12.30-14:00. Despacho  |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |                           |                                       | Profesores        |
|-------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|-------------------|
|       | Días                     | Horas                     | Lugar                                 |                   |
| único | L<br>M                   | 9:00-11:00<br>11:00-13:00 | Laboratorio<br>108<br>(Planta Sótano) | Eva Besada Portas |

<sup>2</sup>: Se distribuirán los alumnos en dos grupos diferentes y cada uno de ellos realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 18 horas de laboratorio.

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales.</li> <li>• Comprensión y dominio de los conceptos básicos de las funciones y transformadas relacionadas.</li> <li>• Saber modelar matemáticamente un sistema y linealizarlo.</li> <li>• Saber discretizar un sistema por aplicación de la Transformada Z.</li> </ul> |  |

- Comprensión de las características de la respuesta temporal y en el dominio de la respuesta en frecuencia.

### Objetivos de la asignatura

- Presentar los conceptos básicos y las técnicas del análisis de los sistemas y las señales más utilizadas en las ingenierías electrónicas y de las comunicaciones.
- Conocer las distintas formas de representación de los sistemas lineales.
- Saber caracterizar la respuesta temporal de los sistemas lineales.
- Saber caracterizar la respuesta en frecuencia de los sistemas lineales.
- Conocer el concepto de función de transferencia.
- Conocer las transformadas de Laplace, Fourier y Z, sus propiedades, y su aplicación a la solución y análisis de sistemas lineales continuos y discretos, respectivamente.
- Conocer herramientas de cálculo para la simulación y el análisis de los sistemas lineales.

### Breve descripción de contenidos

Modelado de sistemas lineales continuos y discretos. Transformadas de Laplace y Z. Función de transferencia. Conceptos de estado y estabilidad. Análisis de la respuesta temporal. Respuesta transitoria y permanente. Análisis de la respuesta en frecuencia. Series y Transformadas de Fourier. Diagramas de Bode.

### Conocimientos previos necesarios

Álgebra, Cálculo

### Programa de la asignatura

- **TEMA 1: Introducción**  
Señales: Tipos. Señales habituales. Operaciones con señales. Convolución.  
Sistemas: Tipos. Sistemas Lineales Temporalmente Invariantes (LTI). Variables y elementos básicos.  
Modelos, experimentos, simulaciones, análisis. Tipos de modelos. Equivalencia entre sistemas. Relación entre Señales y Sistemas.
- **TEMA 2: Modelado y Simulación de Sistema Continuos**  
Ecuaciones Diferenciales Ordinarias. Transformada de Laplace y sus propiedades. Función de Transferencia. Convolución, respuesta al impulso y función ponderatriz del sistema.
- **TEMA 3: Modelado y Simulación de Sistema Discretos**  
Ecuaciones en Diferencias. Transformada Z y sus propiedades. Función de Transferencia. Convolución, respuesta al impulso y función ponderatriz del sistema.
- **TEMA 4: Estabilidad de Sistemas Continuos y Discretos**  
Concepto de estabilidad. Caracterización de la estabilidad de los sistemas en función de los polos de la función de transferencia.
- **TEMA 5: Análisis de la Respuesta de los Sistemas en el Dominio Temporal**  
Caracterización de la respuesta transitoria y permanente de sistemas continuos y discretos. Sistema de primer orden. Sistemas de segundo orden. Relación del transitorio con la disposición de los polos del sistema.
- **TEMA 6: Análisis en frecuencia: Series y Transformada de Fourier**  
Dominio continuo: Series de Fourier de señales periódicas continuas. Transformada

de Fourier de señales aperiódicas continuas. Respuesta en frecuencia de sistemas continuos LTI. Diagrama de Bode Continuo.

Domino continuo: Series de Fourier de señales periódicas discretas. Transformada de Fourier de señales aperiódicas discretas. Respuesta en frecuencia de sistemas discretos LTI. Diagrama de Bode Discreto.

- **TEMA 7: Introducción a las Relaciones entre el Dominio Continuo y Discreto.** Muestreo periódico de señales. El fenómeno del aliasing y el teorema de Shannon. Discretización de sistemas continuos: retenedores y la transformada bilineal. Análisis en frecuencia de señales discretas mediante la Transformada Rápida de Fourier.
- **TEMA 8: Introducción al Modelado de Sistemas en Variables de Estado** Concepto de estado. Representación matricial de las ecuaciones de estado. Diagramas de estado. Relación de la representación en variables de estado con otras representaciones. Evolución temporal del sistema. Estabilidad.

### Bibliografía

#### Básica

- B.P. Lathi, *Linear Systems and Signals*. Oxford University Press, USA; 2 edition 2004.
- S.S. Soliman, M.D. Srinath, *Señales y Sistemas Continuos y Discretos*. Prentice Hall, 2ª Edición, 1999.
- V. Oppenheim, A.S. Willsky. *Signals and Systems*. Englewoodk Cliffs, NJ: Prentice Hall; 2 edition edition (1996).

#### Complementaria

- <http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/>

### Recursos en internet

Curso: Signals and Systems del MIT Open Courseware:  
<http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/>  
Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador.

En cada tema se proporcionará una hoja de problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de una selección de los problemas/ejercicios propuestos, y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Después de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor un informe de la práctica realizada.

El alumno utilizará el lenguaje Matlab-Simulink para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas. Además, hará uso de diferentes circuitos y elementos electrónicos en algunas de las prácticas del laboratorio.



| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 50% |
| <p>Como parte de la evaluación continua se realizarán varios exámenes teórico-prácticos (<math>N_{exi}</math>) parciales liberatorios a lo largo del curso.</p> <p>También se realizará un examen final (<math>N_{exf}</math>) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará tanto el correcto funcionamiento y la memoria de cada práctica, como la actitud y habilidades demostradas durante las sesiones de laboratorio.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las tres puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.5 \cdot (N_{ex1} + N_{ex2} + \dots + N_{exV}) / V + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.25 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.5 \cdot N_{exf} + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.25 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.75 \cdot N_{exf} + 0.25 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex1}</math>, <math>N_{ex2}</math> y <math>N_{exV}</math> son las calificaciones correspondientes a los exámenes parciales, <math>V</math> es el número de exámenes parciales realizados a lo largo del curso, <math>N_{exf}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio.</p> <p>Para aprobar la asignatura, en el primer caso será necesario obtener un mínimo de 3,5 en cada uno de los <math>V</math> exámenes parciales y en los dos casos restantes será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. También es necesario haber asistido y realizado las prácticas de laboratorio.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                            |                 |                |                  |                  |                    |   |
|--------------------------------|----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electromagnetismo I</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804573             |   |
| <b>Materia:</b>                | Electromagnetismo          |                 | <b>Módulo:</b> | Fundamental      |                  |                    |   |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                |                 | <b>Curso:</b>  | 2º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                          | <b>Teóricos</b> | 4              | <b>Problemas</b> | 2                | <b>Laboratorio</b> |   |
| <b>Presencial</b>              | -                          |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | - |
| <b>Horas Totales</b>           |                            |                 | 33             |                  | 20               |                    | - |

|                                      |                             |       |               |  |        |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Jose Miguel Miranda Pantoja |       |               | <b>Dpto:</b>                                       | FA-III |
|                                      | <b>Despacho:</b>            | 108.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:miranda@ucm.es">miranda@ucm.es</a> |        |

| Grupo | Profesores                  | T/P* | Dpto.  | e-mail   |
|-------|-----------------------------|------|--------|--|
| único | Jose Miguel Miranda Pantoja | T/P  | FA-III | <a href="mailto:miranda@ucm.es">miranda@ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|---------------|------|--|
|       | Día                | Horas         | Aula |  |
| único | L                  | 14:00 – 15:30 | 14   | Despacho 108.0-Módulo este-3ª planta.<br>X y J de 15.00 a 17.00<br>V de 10.00-13.00. |
|       | M                  | 15:30 – 16:30 |      |  |
|       | X                  | 14:00 – 15:00 |      |  |

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

De los resultados descritos en el Documento de Verificación para el módulo completo de electromagnetismo, esta asignatura cubre los siguientes:

- Comprensión y dominio del comportamiento de los campos electrostáticos y magnetostáticos tanto en el vacío como en medios materiales.
- Comprensión de las leyes experimentales fundamentales de los campos eléctrico y magnético.
- Análisis de los fenómenos variables con el tiempo. Inducción y corriente de desplazamiento.
- Destreza en la resolución de problemas prácticos con campos electromagnéticos estáticos y de variación lenta.

### Breve descripción de contenidos

Propiedades de los campos eléctrico y magnético y técnicas de cálculo. Corrientes eléctricas en conductores. Máquinas eléctricas

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en Física I y II. Cálculo. Álgebra.

### Programa de la asignatura

#### 1.- Fundamentos

Revisión de fundamentos matemáticos. Los campos y sus fuentes. Relaciones constitutivas básicas. Formulación integral, diferencial y fasorial de las ecuaciones de Maxwell. Corriente de desplazamiento. Condiciones de contorno.

#### 2.- Técnicas de cálculo

Cálculo de potenciales escalares. Desarrollos multipolares. Método de imágenes. Teorema de reciprocidad. Análisis de múltiples conductores cargados. Técnicas numéricas básicas.

#### 3.- Campos en medios materiales

Vector y cargas de polarización. Vector y corrientes de imanación. Polos magnéticos. Relajación dieléctrica. Dispositivos piezoeléctricos. Medios no lineales.

#### 4.- Corrientes eléctricas

Naturaleza y tipos de corriente eléctrica. Ecuación de continuidad y ley de Kirchoff para la corriente. Campos generados por corrientes. Resistencia eléctrica. Resistencia térmica y disipación de calor. Corrientes inducidas.

#### 22. 5.- Máquinas eléctricas

Revisión de corrientes polifásicas y transformadores. Motores eléctricos. Generadores de electricidad. Sistemas de almacenamiento de energía eléctrica.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Teoría

- D. K. Cheng, “*Fundamentos de Electromagnetismo para Ingeniería.*” Pearson Educación, Addison-Wesley Iberoamericana, 1998.
- M. H. Nayfeh y M. K. Brussel, “*Electricity and Magnetism*”, J Wiley and Sons, 1985.
- J.R. Reitz, F.J. Milford y R.W. Christy, “*Fundamentos de la Teoría Electromagnética.*” Addison-Wesley Iberoamericana, 2004.
- M. Sadiku. “*Elementos de Electromagnetismo*”. Oxford University Press, 2004.
- F. Sanchez-Quesada, LL Sanchez Soto, M Sancho y J Santamaria, “*Fundamentos de Electricidad y Magnetismo*”, Síntesis, 2000.

#### Problemas

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• A.G. Fernández, “<i>Problemas de campos electromagnéticos</i> “; McGraw-Hill (Serie Schaum), España, 2005</li> <li>• J.L. Fernández, M.J. Pérez Amor. “<i>Electromagnetismo. Problemas resueltos</i>”. Editorial Reverté, 2012.</li> <li>• E. López, F. Núñez: “<i>100 problemas de electromagnetismo</i>”. Alianza Editorial, 1997.</li> <li>• V. López, “<i>Problemas resueltos de electromagnetismo</i>”, Ramón Areces, 2003.</li> </ul> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| Se detallan en el espacio virtual de la asignatura.  |

|   |
|---|
| <b>Metodología</b>  |
| Se impartirán clases de teoría con ejemplos y aplicaciones, y clases de problemas. Se ofrecerán actividades adicionales para complementar la formación y valorar tanto las iniciativas personales como el trabajo grupal. |

|  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Evaluación</b>  |              |     |
| <b>Realización del examen (<math>N_{\text{Examen}}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 80% |
| Examen final de la asignatura.   |              |     |
| <b>Otras actividades (A)</b>   | <b>Peso:</b> | 20% |
| <p>Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos monográficos por grupos. Se incluyen simulaciones por ordenador y prácticas experimentales.</li> <li>• Entrega de problemas resueltos.</li> </ul>        |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final se obtendrá a partir de la mejor de las siguientes opciones:</p> $C_{\text{Final}} = 0.8 \cdot N_{\text{Examen}} + 0.2 \cdot A$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Examen}}$ <p>Para la convocatoria de septiembre se admitirán actividades realizadas durante el verano.</p> |              |     |



**Grado en Ingeniería**  
**Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |  |                 |     |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|--|-----------------|-----|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Redes y Servicios de Telecomunicación I</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>    | 804612             |     |
| <b>Materia:</b>                | Redes  |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Sistemas y Redes |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                                    |                 |     | <b>Curso:</b>    | 2º               | <b>Semestre:</b>   | 1º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6  | <b>Teóricos</b> | 3.5 | <b>Problemas</b> | 1.5              | <b>Laboratorio</b> | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -  |                 | 33% |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |  |                 | 29  |                  | 15               |                    | 18  |

|                                  |                         |               |                 |
|----------------------------------|-------------------------|---------------|-----------------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | José Luis Ayala Rodrigo | <b>Dpto:</b>  | DACyA           |
|                                  | <b>Despacho:</b> NF-311 | <b>e-mail</b> | jlayalar@ucm.es |

| Grupo | Profesor      | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|---------------|------------------|-------|--|
| único | José L. Ayala | T/P              | DACyA | <a href="mailto:jlayalar@ucm.es">jlayalar@ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |    | Aula  | Tutorías (lugar y horarios) |
|-------|--------------------|-------------|----|---|-----------------------------|
|       | Día                | Horas       |    |   |                             |
| único | X                  | 15:00-16:30 | 14 | Despacho INF-311 (Facultad de Informática)<br>Martes 13:00 – 14:00<br>Miércoles 13:00 – 15:00 |                             |
|       | J                  | 15:30-17:00 |    |   |                             |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |              |                                 | Profesores   |
|-------|--------------------------|--------------|---------------------------------|--|
|       | Días                     | Horas        | Lugar                           |  |
| A     | M                        | 9:00 - 11:00 | Laboratorio 108 (Planta Sótano) | José L. Ayala. <a href="mailto:jayala@ucm.es">jayala@ucm.es</a>  |
| B     | J                        | 11:00-13:00  |                                 | Francisco Igual <a href="mailto:figual@ucm.es">figual@ucm.es</a> |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio.

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)                                 |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar los elementos de las redes de telecomunicación.</li> </ul> |

- Clasificar las redes de telecomunicación.
- Conocimiento de las principales tecnologías de red de área local, área metropolitana y área extensa.
- Conocer los principales dispositivos de implementación e interconexión de redes.
- Comprensión de los conceptos fundamentales de los sistemas y redes de comunicaciones digitales.
- Conocimiento y utilización de los conceptos de arquitectura de red, protocolos e interfaces de comunicaciones.
- Capacidad para seleccionar circuitos y dispositivos electrónicos especializados para la transmisión, el encaminamiento y el control de tráfico.
- Capacidad de diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, video y servicios interactivos y multimedia.

#### Breve descripción de contenidos

Introducción a las redes de comunicaciones. Conceptos básicos. Multiplexación. Jerarquías. Conmutación. Encaminamiento. Teoría de Colas. Sistemas de espera. Dimensionado de redes. Telefonía móvil.

#### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en la asignatura de "Informática". Los conocimientos de las asignaturas de matemáticas.

#### Programa de la asignatura

- 1. INTRODUCCIÓN.** Concepto de red y particularización para la red telefónica: (1) Evolución a la red digital; (2) Bucle de abonado. Multiplexación: (1) Compartición estática de recursos: FDMA, TDMA, CDMA. Jerarquías: JDP, JDS. Conmutación: (1) Circuitos; (2) Paquetes (modo datagrama - modo circuito virtual).
- 2. ARQUITECTURA DE REDES.** Modelo de referencia OSI. Capa física. Enlace de datos. Redes de área local.
- 3. ALGORITMOS EN REDES.** Encaminamiento: menor número de saltos: Dijkstra, Bellman-Ford, Floyd-Warshall. Otros algoritmos: (1) Minimum Spanning Tree: Prim, Kruksal; (2) Máximo flujo: Ford-Fulkerson.
- 4. TELETRÁFICO - INTRODUCCIÓN.** Introducción al tráfico y la teoría de colas. Modelo de Poisson. Relación de Little.
- 5. TELETRÁFICO – APLICACIÓN AL DIMENSIONADO DE SISTEMAS.** Procesos de nacimiento y muerte. Sistema de pérdida pura: Fórmula de Erlang-B. Sistema de espera pura: Fórmula de Erlang-C. Dimensionado de redes
- 6. TELEFONÍA MÓVIL CELULAR.** Introducción a la telefonía móvil. Evolución hacia los sistemas celulares. Planificación celular e interferencia. Sistemas celulares

#### Bibliografía

|  |
|--|
| <p><b>Básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Flood, John E. "Telecommunications switching, traffic and networks". Prentice Hall.</li><li>• Schwartz, Mischa. "Redes de telecomunicaciones: protocolos, modelado y análisis". Addison-Wesley Iberoamericana.</li><li>• Tanenbaum, Andrew S. "Redes de computadoras". Pearson Educación.</li></ul> <p><b>Complementaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Papoulis, Athanasios. "Probability, random variables, and stochastic processes". McGraw-Hill.</li><li>• Rappaport, Theodore S. "Wireless communications : principles and practice". Prentice Hall.</li><li>• Stallings, William. "Comunicaciones y redes de computadores". Prentice Hall Iberia.</li></ul> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.   |

|  |
|--|
| <b>Metodología</b>   |
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li><li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li><li>• Seis prácticas de laboratorio durante el curso.</li></ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.</p> <p>Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos con equipamiento de redes, simuladores y herramientas software de gestión de redes, que servirán para reforzar de un modo práctico lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una aplicación práctica. La asistencia a todas las sesiones de las prácticas es obligatoria. Al final de cada sesión, el alumno deberá presentar un cuestionario relleno con los resultados de la práctica. Las prácticas a desarrollar en el laboratorio serán las siguientes:</p> <p>Estudio de variables aleatorias<br/>Introducción a los comandos básicos de red<br/>Enrutamiento por vector distancia<br/>Enrutamiento por vector distancia con actualizaciones<br/>Evaluación de sistemas de espera pura mediante simulación<br/>Redes Inalámbricas</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas y/o cuestiones teóricas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Las prácticas serán exclusivamente evaluadas mediante un examen específico de las mismas, aunque se exigirá un mínimo en la calidad de su ejecución (y en el cuestionario de las mismas) para poder optar al examen.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.2 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.8 \cdot N_{ex} + 0.2 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                                       |                 |     |                  |               |                    |    |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----|------------------|---------------|--------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electrónica Física</b>             |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804569             |    |
| <b>Materia:</b>                | Fundamentos Físicos de la Electrónica |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Fundamental   |                    |    |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                           |                 |     | <b>Curso:</b>    | 2º            | <b>Semestre:</b>   | 1º |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                     | <b>Teóricos</b> | 4   | <b>Problemas</b> | 2             | <b>Laboratorio</b> | -  |
| <b>Presencial</b>              | -                                     |                 | 33% |                  | 40%           |                    | -  |
| <b>Horas Totales</b>           |                                       |                 | 33  |                  | 20            |                    | -  |

|                                  |                             |       |               |              |        |  |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|---------------|--------------|--------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Margarita Sánchez Balmaseda |       |               | <b>Dpto:</b> | FA-III |  |
|                                  | <b>Despacho:</b>            | 115.0 | <b>e-mail</b> | msb@ucm.es   |        |  |

| Grupo | Profesores                  | T/P* | Dpto. | e-mail     |
|-------|-----------------------------|------|-------|------------|
| único | Margarita Sánchez Balmaseda | T/P  | FAIII | msb@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)                                     |
|-------|--------------------|---------------|------|---|
|       | Día                | Horas         | Aula |   |
| único | L                  | 15:30 - 16:30 | 14   | Despacho 115.0-Módulo este-3ª planta.<br>X y J de 14.00 A 15.30 |
|       | X                  | 16:30 - 18:00 |      |   |
|       | J                  | 17:00 - 18:00 |      |   |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· El sólido cristalino. Estructura cristalina. Red recíproca.</li> <li>· Ecuación de Schrödinger para un cristal. Teorema de Bloch. Condiciones de contorno y cuantización del vector k. Modelo de electrones fuertemente ligados.</li> <li>· Diagramas de bandas de semiconductores reales. Representación mediante superficies isoenergéticas.</li> <li>· Comprensión y dominio de los principios físicos de los semiconductores y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería</li> <li>· Comprensión de los mecanismos de conducción en los materiales y particularmente en los semiconductores.</li> <li>· Comprensión profunda del funcionamiento ideal y real de una unión P-N como elemento básico de la electrónica de estado sólido tanto desde un punto de vista funcional co-</li> </ul> |

mo de diseño de dispositivos más complejos.

### Breve descripción de contenidos

Semiconductores: estados electrónicos y estructuras de bandas; estadística de portadores; recombinación; transporte de portadores, efecto Hall, transporte ambipolar; unión PN;

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos de Matemáticas y Física en el curso anterior.

### Programa de la asignatura

#### **TEMA 1. La estructura cristalina de los sólidos**

Principios básicos de la mecánica cuántica.  
Enlace atómico.  
La estructura cristalina.

#### **TEMA 2. Bandas de energía en sólidos**

Electrones en un potencial periódico.  
Relación de dispersión. Bandas de energía  
Masa efectiva.  
Electrones y huecos en semiconductores.

#### **TEMA 3. Estadística de portadores en equilibrio**

Densidad de estados. Funciones de distribución de Maxwell-Boltzmann y de Fermi-Dirac.  
Semiconductores intrínsecos.  
Dopado de semiconductores: semiconductores extrínsecos.

#### **TEMA 4. Transporte de portadores con concentración de equilibrio**

Corrientes de arrastre. Conductividad. Movilidad.  
Efecto Hall.  
Corrientes de difusión.  
Ecuación de continuidad.

#### **TEMA 5. Estadística de portadores fuera del equilibrio**

Procesos de generación y recombinación de portadores.  
Ecuaciones de continuidad.  
Pseudoniveles de Fermi.

#### **TEMA 6. Unión PN ideal**

Unión PN en equilibrio Aproximación de unión abrupta.  
Unión PN en polarización. Zona de carga espacial.  
Característica corriente-voltaje de la unión PN. Capacidades de transición y de difusión.

| <b>Bibliografía ordenada alfabéticamente</b>   |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bhattacharya P., "Semiconductor Optoelectronic Devices", Prentice Hall, 1998</li> <li>2. Bube R.H., "Electronic Properties of Crystalline Solids. An Introduction to Fundamentals", Academic Press, 1992</li> <li>3. Neamen, D. A. "Semiconductor physics and devices. Basic principles". Irwin, 1992.</li> <li>4. Shalíмова, K. V. "Física de los semiconductores". Mir, 1975</li> <li>5. Tyagi, M. S. "Introduction to semiconductor materials and devices". John Wiley and Sons, 1991.</li> </ol> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| <p><a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a></p>   |

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría donde se explican los principales contenidos de la asignatura, incluyendo ejemplos y aplicaciones.</li> <li>- Clases prácticas de resolución de problemas. Se facilitará a los estudiantes los enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase. Algunos problemas los resolverán los propios alumnos en horario de clase.</li> </ul> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen parcial no liberatorio (a mediados del semestre) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final}</math>, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$ <p>donde <math>N_{Ex\_Parc}</math> es la nota obtenida en el examen parcial y <math>N_{Ex\_Final}</math> es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas, de un nivel similar a los resueltos en clase.</p> |              |     |
| <b>Otras actividades</b>   | <b>Peso:</b> | 30% |
| <p>Para la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer breves pruebas escritas presenciales a lo largo del curso y al finalizar cada tema salvo en el último que será a mitad del tema. Estas pruebas tendrán un carácter teórico y/o práctico. Se excluirá la peor calificación de las pruebas realizadas y se hará la media con las n-1 restantes.</p>  |              |     |

| <b>Calificación final</b> |
|---------------------------|
|---------------------------|

La calificación final será la mejor de las opciones

$$C_{\text{Final}} = 0.7 N_{\text{Final}} + 0.3A$$

$$C_{\text{Final}} = N_{\text{Final}}$$

donde  $N_{\text{Final}}$  es la nota correspondiente a la realización de exámenes y  $A$  corresponde a la calificación de otras actividades de evaluación. Para tener en cuenta la evaluación continua (ponderación con  $A$ ), la calificación  $N_{\text{Final}}$  será al menos un 4 sobre 10. La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |   |                 |     |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|---|-----------------|-----|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Sistemas Operativos de Tiempo Real</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>    | 804589             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas                                  |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Sistemas y Redes |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                               |                 |     | <b>Curso:</b>    | 2º               | <b>Semestre:</b>   | 2º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                                       | <b>Teóricos</b> | 4   | <b>Problemas</b> | 2                | <b>Laboratorio</b> | 1.5 |
| <b>Presencial</b>              | -   |                 | 33% |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |   |                 | 33  |                  | 20               |                    | 26  |

|                                      |                    |     |               |                |       |
|--------------------------------------|--------------------|-----|---------------|----------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Luis Piñuel Moreno |     |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>   | 216 | <b>e-mail</b> | lpinuel@ucm.es |       |

| Grupo | Profesor           | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail         |
|-------|--------------------|------------------|-------|----------------|
| único | Luis Piñuel Moreno | T/P              | DACyA | lpinuel@ucm.es |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)              |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| único | L                  | 15:00-16:00 | 14   | Despacho 216<br>L, M, X de 10:00 a 11:00 |
| único | M                  | 15:00-16:30 |      |  |
| único | J                  | 15:00-16:00 |      |  |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |             |                | Profesores                               |
|-------|--------------------------|-------------|----------------|--|
|       | Día                      | Horas       | Lugar          |  |
| G1    | L                        | 11:30-14:00 | Lab. Sis. Dig. | Carlos García Sánchez<br>garsanca@ucm.es |
| G2    | M                        | 11:30-14:00 | Lab. Sis. Dig. | Luis Piñuel Moreno<br>lpinuel@ucm.es     |

<sup>2</sup>: Se realizarán 10 sesiones de laboratorio a lo largo del cuatrimestre (de 2.5 horas cada una).

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de la funcionalidad de un sistema operativo, las estructuras fundamentales que se utilizan para su diseño y los servicios (llamadas al sistema) que proporcionan.</li> <li>• Comprensión de los mecanismos esenciales de gestión del procesador, concepto de proceso e hilo y algoritmos de planificación de propósito general.</li> </ul> |

- Comprensión de los problemas derivados de la compartición de recursos e iniciación a la programación concurrente. Dominio de los mecanismos fundamentales para soportar exclusión mutua y las herramientas de comunicación y sincronización.
- Características y formas en que se construyen los sistemas de tiempo real y características de los sistemas operativos de tiempo real. Planificación en sistemas de tiempo real. Protocolos de sincronización propios de los sistemas de tiempo real y a la gestión y reserva de recursos.
- Comprensión de los mecanismos y políticas a nivel de sistema operativo para la gestión de memoria, dispositivos y sistemas de ficheros, con referencias concretas a los sistemas de tiempo real.

#### Breve descripción de contenidos

Funcionalidad, estructura y servicios de un sistema operativo. Concurrencia y gestión de procesos. Gestión de memoria, dispositivos y ficheros. Análisis, planificación y sincronización en sistemas de tiempo real.

#### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en las asignaturas de “Informática”, “Circuitos Digitales” y “Estructura de Computadores”.

#### Programa de la asignatura

##### 1. Introducción

Concepto de sistema operativo. Estructura y servicios de los sistemas operativos. Llamadas al sistema. Concepto de sistema empotrado y de tiempo real.

##### 2. Gestión de procesos

Concepto de proceso e hilo. Conmutación de tareas. Estados de los procesos e hilos. Planificación. Compartición de recursos: exclusión mutua. Recursos de comunicación y sincronización.

##### 3. Sistemas de tiempo real

Introducción. Caracterización de las tareas. Planificación cíclica, basada en prioridades estáticas o dinámicas. Cálculo del tiempo de respuesta. Ejemplos de sistemas operativos de tiempo real.

##### 4. Gestión de la E/S

Componentes hardware y software. Estructura del software de E/S. Tiempo y relojes. Gestión del tiempo en sistemas de tiempo real.

##### 6. Gestión de memoria

Gestión de memoria sin intercambio/paginación. Gestión de memoria dinámica. Problemática de la gestión de memoria dinámica en los sistemas de tiempo real.

##### 7. Gestión de ficheros

Introducción. Estructura ficheros y directorios. Sistemas de ficheros y particiones. Ejemplos de sistemas de ficheros actuales.

### Prácticas

1. Introducción. Linux y RTOS sobre la Raspberry Pi.
2. Procesos/hilos, concurrencia, sincronización.
3. Entrada/Salida.
4. Sistema de ficheros.

### Bibliografía

#### Básica

- A. S. Tanenbaum, H. Bos. Modern Operating Systems (4<sup>th</sup> ed). Pearson, 2014.
- R. H. Arpaci-Dusseau, A.C. Arpaci-Dusseau. Operating Systems: Three Easy Pieces. <http://pages.cs.wisc.edu/~remzi/OSTEP/>
- G. Butazzo. Hard Real-Time Computing Systems. Springer, 2011.

#### Complementaria

- A. Silberschatz, G. Gagne, P. B. Galvin. Operating System Concepts (9<sup>th</sup> ed). Wiley, 2012.
- Jesus Carretero. Sistemas Operativos: una visión aplicada (2<sup>nd</sup> ed). McGraw-Hill, 2007.
- W. Stallings. Operating Systems: Internals and Design Principles (7<sup>th</sup> ed), Prentice Hall,
- Jane W.S. Liu. Real-Time Systems. Prentice Hall, 2000.
- Alan Burns, Andy Wellings. Real-Time Systems and Programming Languages (4<sup>th</sup> ed). Addison-Wesley, 2009.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.
- Sesiones de laboratorio.

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura empleando como entorno experimental una placa Raspberry Pi.

### Evaluación

Realización de exámenes ( $N_{ex}$ )

Peso:

60%

Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <p>prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a cuestiones teórico-prácticas, no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a problemas, se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 30% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.</p>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:</p> $CFinal = 0.6 \cdot Nex + 0.3 \cdot Nlab + 0.1 \cdot Nec$ $CFinal = 0.7 \cdot Nex + 0.3 \cdot Nlab$ <p>donde Nex es la calificación correspondiente al examen final, Nec es la calificación correspondiente a la evaluación continua y Nlab es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |





## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                                  |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|----------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Teoría de la Comunicación</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804577             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas de Comunicación         |                 | <b>Módulo:</b> | Comunicaciones   |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                      |                 | <b>Curso:</b>  | 2º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                              | <b>Teóricos</b> | 4              | <b>Problemas</b> | 2                | <b>Laboratorio</b> |     |
| <b>Presencial</b>              | -                                |                 | 33%            |                  | 40%              |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                  |                 | 33             |                  | 20               |                    | 26  |

|                                  |                  |         |               |                 |       |
|----------------------------------|------------------|---------|---------------|-----------------|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | José L. Ayala    |         |               | <b>Dpto:</b>    | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b> | INF-311 | <b>e-mail</b> | jlayalar@ucm.es |       |

| Grupo | Profesor      | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|---------------|------------------|-------|--|
| único | José L. Ayala | T/P              | DACyA | <a href="mailto:jlayalar@ucm.es">jlayalar@ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)   |
|-------|--------------------|-------------|------|---|
|       | Día                | Horas       | Aula |   |
| único | L                  | 16:00-17:00 | 14   | Despacho INF-311 (Facultad de Informática)<br>Martes 13:00 – 14:00<br>Miércoles 13:00 – 15:00 |
|       | X                  | 15:00-16:00 |      |   |
|       | J                  | 17:00-18:30 |      |   |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |             |                            | Profesores  |
|-------|--------------------------|-------------|----------------------------|---|
|       | Días                     | Horas       | Lugar                      |   |
| A     | X                        | 9:00-11:30  | Lab 108<br>(Planta Sótano) | Juan Carlos Salinas Hilburg<br>( <a href="mailto:jcsalinas@ucm.es">jcsalinas@ucm.es</a> ) |
| B     | J                        | 11:30-14:00 |                            | José L. Ayala. ( <a href="mailto:jlayalar@ucm.es">jlayalar@ucm.es</a> )                   |

<sup>2</sup>: Se distribuirán los alumnos en dos grupos diferentes y cada uno de ellos realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 26 horas de laboratorio.

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Analizar la estructura, funcionamiento y aplicaciones de los Sistemas de Telecomunicación.</li> </ul> |

- Analizar los procesos de modulación y demodulación, analógica y digital.
- Interpretar y caracterizar los parámetros de la señal en términos de potencia y anchos de banda.
- Interpretar y caracterizar la calidad de los Sistemas de Telecomunicación (relaciones señal a ruido y/o interferencia, distorsión y probabilidades de error).

### Objetivos de la asignatura

- Aprender los conceptos básicos de la transmisión de información y los sistemas de telecomunicación.
- Ser capaz de analizar las principales técnicas de modulación analógica y digital, comparando sus características, así como su comportamiento en presencia de perturbaciones (ruido, distorsión, interferencias,)

### Breve descripción de contenidos

Estructura de los sistemas de comunicaciones, caracterización del ruido, transmisión en banda base y transmisión modulada analógica y digital.

### Conocimientos previos necesarios

Señales aleatorias, probabilidad básica. Sistemas lineales.

### Programa de la asignatura

#### 1. Modelo de un sistema de telecomunicación

Diagramas de bloques. Concepto de modulación. Clasificación de señales. Analógico vs. Digital.

#### 2. Señales

Representaciones logarítmicas. Caracterización temporal. Energía y potencia. Caracterización espectral. MDF. Multiplexado en cuadratura.

#### 3. Ruido

Fuentes de perturbación. Ruido térmico. Cuadripolos y dipolos. Fórmula de Friis. Ruido en banda estrecha.

#### 4. Distorsión

Distorsión lineal. Distorsión no lineal.

#### 5. Modulación analógica

Parámetros de calidad. Modulaciones lineales. Demoduladores lineales. Calidad. Modulaciones angulares. RX superheterodino.

#### 6. Conversión A/D. Sistema MIC

Muestreo. Cuantificación sin memoria, uniforme, no uniforme. Calidad. Codificación MIC. Régimen binario. MDT

#### 7. Transmisión digital en banda base

Codificación de línea. Ancho de banda. Interferencia entre símbolos. Criterio de Nyquist. Filtro de coseno alzado. Diagrama de ojos. Códigos de línea. Visión geométrica. Teoría de la detección. MAP. Probabilidad de error. Implementaciones.

#### 8. Modulación digital

|   |  |
|---|--|
| <p>PAM. ASK. PSK. APK y QAM. FSK. Comparación. Representaciones.</p> <p><b>Las prácticas</b> a desarrollar en el laboratorio serán las siguientes:</p> <p>Práctica 0: Introducción a GNU Radio y Hack</p> <p>Práctica 1: Simulación de señales y sistemas</p> <p>Práctica 2: Perturbaciones, ruido y distorsión</p> <p>Práctica 3: Modulaciones analógicas</p> <p>Práctica 4: Modulaciones angulares</p> <p>Práctica 5: Modulaciones digitales</p> <p>Práctica 6: Diagrama de ojos</p>  |  |
| <b>Bibliografía</b>   |  |
| <p><b>Básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• J.G. Proakis, M. Salehi, "<i>Fundamentals of Communication Systems</i>", 2nd ed., Prentice-Hall, 2013.</li> <li>• J.G. Proakis, M. Salehi, "<i>Communication systems engineering</i>", 2nd ed., Prentice-Hall, 2002.</li> </ul> <p><b>Complementaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• R.E. Ziemer, W.H. Tranter, "<i>Principios de Comunicaciones. Sistemas, Modulación y Ruido</i>". Editorial Trillas. 1981.</li> <li>• B. Sklar. "<i>Digital Comunications. Fundamentals and Applications</i>", 2nd ed., Editorial Prentice Hall. 2001.</li> <li>• C. R. Johnson Jr y W. A. Sethares, "<i>Telecommunication breakdown: Concepts of communication transmitted via software-defined radio</i>". Pearson-Prentice Hall (2004)</li> <li>• R. E. Ziemer, W. H. Tranter, "<i>Principles of Communications</i>", John Wiley and Sons, 2002</li> </ul> |  |
| <b>Recursos en internet</b>   |  |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM   |  |

|  |  |
|--|--|
| <b>Metodología</b>   |  |
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li> <li>• Ocho sesiones de laboratorio durante el curso.</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer</p> |  |

| <p>entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.</p> <p>Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos sobre MATLAB y GNU Radio para reforzar de un modo práctico lo aprendido en las sesiones de teoría y para dotar a la asignatura de una aplicación práctica. La asistencia a todas las sesiones de las prácticas es obligatoria. Al final de cada sesión, el alumno deberá presentar un cuestionario relleno con los resultados de la práctica.</p> <p>El turno de laboratorio de 9:30 a 11:30 está apoyado por el profesor Josué Pagán Ortiz y le corresponden 1.5 créditos.</p>   |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Evaluación</b>  |              |     |
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas y/o cuestiones teóricas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Prácticas de laboratorio (<math>N_{lab}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 20% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Las prácticas serán exclusivamente evaluadas mediante un examen específico de las mismas, aunque se exigirá un mínimo en la calidad de su ejecución (y en el cuestionario de las mismas) para poder optar al examen.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.2 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.8 \cdot N_{ex} + 0.2 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                                 |                 |     |                  |                |                    |     |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----|------------------|----------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Procesamiento de Señales</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>  | 804576             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas de Comunicación        |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Comunicaciones |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                     |                 |     | <b>Curso:</b>    | 2º             | <b>Semestre:</b>   | 2º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                             | <b>Teóricos</b> | 4   | <b>Problemas</b> | 2              | <b>Laboratorio</b> | 1.5 |
| <b>Presencial</b>              | -                               |                 | 33% |                  | 40%            |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                 |                 | 33  |                  | 20             |                    | 26  |

|                                  |                   |  |               |  |       |
|----------------------------------|-------------------|--|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Eva Besada Portas |  |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>  |  | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:evabes@dacya.ucm.es">evabes@dacya.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesor          | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|-------------------|------------------|-------|--|
| único | Eva Besada Portas | T/P              | DACyA | <a href="mailto:evabes@dacya.ucm.es">evabes@dacya.ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |   |      | Tutorías (lugar y horarios)          |
|-------|--------------------|---|------|--------------------------------------|
|       | Día                | Horas                                     | Aula |                                      |
| único | L<br>M<br>X        | 17:00-18:30<br>17:30-18:30<br>17:30-18:30 | 14   | L: 18:30 – 20:00<br>M: 16:00 – 17:30 |

| Grupo  | Laboratorio <sup>2</sup> |                           |                                       | Profesores  |
|--------|--------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|
|        | Días                     | Horas                     | Lugar                                 |   |
| A<br>B | X<br>J                   | 11:30-14:00<br>9:00-11:30 | Laboratorio<br>108<br>(Planta Sótano) | Sara Perez Carabaza<br><a href="mailto:sapere04@ucm.es">sapere04@ucm.es</a> |

<sup>2</sup>: Se distribuirán los alumnos en dos grupos diferentes y cada uno de ellos realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 26 horas de laboratorio.

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Relacionar señales y sistemas de tiempo continuo con señales y sistemas de tiempo discreto en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia.</li> <li>• Definir correctamente la DFT y relacionarla con otras transformadas.</li> <li>• Emplear la DFT para el análisis espectral de secuencias. Describir las características y propiedades de la DFT en la estimación espectral de secuencias con el espectro de la señal de tiempo continuo de la que provienen.</li> <li>• Definir correctamente un filtro digital, sus aplicaciones fundamentales y diferenciar los tipos de filtro digitales en función de las características de su respuesta al impulso: filtros FIR y filtros IIR.</li> <li>• Caracterizar y describir matemáticamente filtros FIR, describir los métodos básicos para el diseño de filtros FIR y diseñar filtros FIR mediante el método de la ventana.</li> <li>• Describir los principios del método de muestreo en frecuencia de diseño de filtros FIR y relacionarlo con la DFT.</li> <li>• Describir las diferencias, ventajas, inconvenientes y criterios de selección del método para el diseño de un filtro digital.</li> <li>• Manejar herramientas matemáticas de análisis y diseño de sistemas de tiempo discreto.</li> </ul> |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>   |
|--|
| Señales y su representación. Análisis en frecuencia de señales y sistemas. Señales aperiódicas discretas en el tiempo. Muestreo y reconstrucción de señales. Diseño de filtros. Señales aleatorias. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales. |
| <b>Conocimientos previos necesarios</b>  |
| Cálculo, Sistemas lineales.  |

| <b>Programa de la asignatura</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tema 1. Introducción.<br/>Relación entre Señales y Sistemas.<br/>Señales: Tipos de señales, Operaciones con Señales. Señales básicas.<br/>Sistemas: Tipos de sistemas, Sistemas Lineales Temporalmente Invariantes (LTI). Transformada de Laplace, Transformada Z. Series y Transformadas de Fourier.</li> <li>• Tema 2. Señales Aleatorias<br/>Variables aleatorias: definición y propiedades estadísticas. Muestreo y análisis.<br/>Señales aleatorias: definición y propiedades estadísticas. Tipos de señales aleatorias. Análisis en el dominio del tiempo: autocorrelación y correlación cruzada. Análisis espectral de señales aleatorias: espectro de potencia y densidad espectral cruzada. Caracterización de sistemas LTI a través de la respuesta a una señal aleatoria.</li> <li>• Tema 3. Muestreo y reconstrucción de señales en el dominio del tiempo.<br/>Conversión analógica-digital y digital analógica. Muestreo de señales continuas. Teorema de muestreo. Reconstrucción continua de señales muestreadas. Cuantificación y codificación. Muestreo y reconstrucción de señales discretas.</li> <li>• Tema 4. La transformada de Fourier Discreta (DFT)<br/>Muestreo en el dominio de la frecuencia. Definición y propiedades de la DFT. Relación con las otras transformadas. Sistemas LTI discretos. Algoritmos para el cálculo eficiente de la DFT: la transformada rápida de Fourier (FFT).</li> <li>• Tema 5. Diseño de Filtros</li> </ul> |

Filtros Continuos: Filtros de Butterworth, Filtros de Chebyshev y Filtros elípticos.  
Filtros Discretos: Filtros IIR y Filtros FIR. Filtros paso-todas, de fase 0, de fase lineal, de fase mínima y máxima.

- Tema 6. Aplicaciones del procesamiento de señales digitales  
Análisis espectral de señales no estacionarias: La transformada de Fourier de corta duración. Introducción al análisis de señales mediante Wavelets.  
Introducción al procesamiento de imágenes. Filtros básicos FIR. Otros métodos de procesamiento de imágenes.

### Bibliografía

#### Básica

- V. Oppenheim, A.S. Willsky. *Signals and Systems*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall; 2 edition edition (1996).
- J. G. Proakis y D. K Manolakis. *Tratamiento digital de señales* (4º Edición). Pearson Prentice Hall. 2007.

#### Complementaria

- V.K. Ingle, J.G. Proakis, *Digital signal processing using Matlab*. CENAGE Learning, 3th edition, 2012.
- S. K. Mitra. *Digital signal processing, a computer based approach*. McGraw Hill. 3th edition. 2015.
- A. Gelb. *Applied Optimal Estimation*. The MIT Press. 1974.

#### Complementario

Curso: Signals and Systems del MIT Open Courseware:

<http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/>

### Recursos en internet

<http://ocw.mit.edu/resources/res-6-007-signals-and-systems-spring-2011/readings/>  
Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador.

En cada tema se proporcionará una hoja de problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de una selección de los problemas/ejercicios propuestos, y/o trabajos específicos.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Después de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor un informe de la práctica realizada.

El alumno utilizará el lenguaje Matlab-Simulink para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas. Además, hará uso de diferentes circuitos y elementos electrónicos en algunas de las prácticas del laboratorio.

### Evaluación

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex\#}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 50% |
| <p>Como parte de la evaluación continua se realizarán varios exámenes teórico-prácticos (<math>N_{exi}</math>) parciales liberatorios a lo largo del curso.</p> <p>También se realizará un examen final (<math>N_{exf}</math>) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del curso</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará tanto el correcto funcionamiento y la memoria de cada práctica, como la actitud y habilidades demostradas durante las sesiones de laboratorio.</p>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las tres puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.5 \cdot (N_{ex1} + N_{ex2} + \dots + N_{exV}) / V + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.25 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.5 \cdot N_{exf} + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.25 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.75 \cdot N_{exf} + 0.25 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex1}</math>, <math>N_{ex2}</math> y <math>N_{exV}</math> son las calificaciones correspondientes a los exámenes parciales, <math>V</math> es el número de exámenes parciales realizados a lo largo del curso, <math>N_{exf}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio.</p> <p>Para aprobar la asignatura, en el primer caso será necesario obtener un mínimo de 3,5 en cada uno de los exámenes parciales y en los dos casos restantes será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. También es necesario haber asistido y realizado las prácticas de laboratorio.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |





## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                             |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electromagnetismo II</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804574             |     |
| <b>Materia:</b>                | Electromagnetismo           |                 | <b>Módulo:</b> | Fundamental      |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                 |                 | <b>Curso:</b>  | 2º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                         |                 | 4              |                  | 2                | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                           | <b>Teóricos</b> | 33%            | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                             |                 | 33             |                  | 20               |                    | 26  |

|                                  |                           |       |               |  |        |
|----------------------------------|---------------------------|-------|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Sagrario Muñoz San Martín |       |               | <b>Dpto:</b>   | FA-III |
|                                  | <b>Despacho:</b>          | 112.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:smsm@fis.ucm.es">smsm@fis.ucm.es</a> |        |

| Grupo | Profesores                | T/P* | Dpto.  | e-mail   |
|-------|---------------------------|------|--------|--|
| único | Sagrario Muñoz San Martín | T/P  | FA-III | <a href="mailto:smsm@fis.ucm.es">smsm@fis.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)                                      |
|-------|--------------------|---------------|------|--|
|       | Día                | Horas         | Aula |  |
| único | M                  | 16:30 – 17:30 | 14   | Despacho 112.0-Módulo este-3ª planta.<br>X y J de 09.00 a 12.00. |
|       | X                  | 16:00 – 17:30 |      |  |
|       | J                  | 16:00 – 17:00 |      |  |

| Grupo | Laboratorio |               |  | Profesores                |
|-------|-------------|---------------|--|---------------------------|
|       | Días        | Horas         | Lugar  |                           |
| A     | L           | 11:30 – 14:00 | Laboratorio de Ingeniería<br>Electrónica Telecomuni-<br>caciones<br>(Planta Tercera) | Sagrario Muñoz San Martín |
| B     | M           | 11:30 – 14:00 |  |                           |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Comprensión de las fuerzas y energías asociadas a campos electromagnéticos y los correspondientes teoremas de conservación.</li><li>• Capacidad para comprender los mecanismos de propagación y transmisión de ondas electromagnéticas.</li><li>• Destreza en la resolución de problemas prácticos con campos electromagnéticos.</li></ul> |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>   |
|--|
| Energía y fuerza electromagnética. Ondas electromagnéticas. Ondas guiadas. Radiación |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b>  |
|--|
| Los adquiridos en Fundamentos de Física I y II en el primer curso y Electromagnetismo I. |

| <b>Programa de la asignatura</b>  |
|---|
| <p><b>1.- Energía y fuerzas en campos electrostáticos y magnetostáticos. Energía electromagnética</b><br/>Energía electrostática de una distribución de carga. Densidad de energía en el campo electrostático. Energía de un sistema de conductores. Fuerzas en sistemas electrostáticos. Energía magnetostática de un sistema de corrientes. Densidad de energía en el campo magnetostático. Fuerzas en sistemas magnetostáticos. Energía electromagnética. Teorema de Poynting.</p> <p><b>2.- Ondas electromagnéticas</b><br/>Ecuación de ondas. Potenciales electromagnéticos. Campos armónicos. Representación factorial. Ondas planas uniformes monocromáticas. Propagación en dieléctricos y conductores. Densidad y flujo de energía electromagnética.</p> <p><b>3.- Ondas guiadas.</b><br/>Modos de propagación: TEM, TE y TM. Análisis circuital y modelo equivalente de líneas de transmisión. Ecuaciones del telegrafista. Impedancia característica. Velocidad de fase y grupo. Línea coaxial. Guías de onda rectangular y cilíndrica.</p> <p><b>4.- Radiación</b><br/>Potenciales retardados. Potenciales de Liénard-Wiechert. Radiación emitida por una carga acelerada. Radiación dipolar: dipolo eléctrico y dipolo magnético. Parámetros característicos. Parámetros característicos de una antena.</p> <p><b>PRÁCTICAS DE LABORATORIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>P1. Capacidad y Dieléctricos.</li><li>P2. Ley de Biot y Savart.</li><li>P3. Ley de Faraday.</li><li>P4. Velocidad de grupo y caracterización de la impedancia característica de un cable coaxial.</li><li>P5. Relación de dispersión de una guía de ondas.</li><li>P6. Caracterización de un transformador.</li><li>P7. El motor como generador de alterna.</li><li>P8. Propagación de ondas en medios. Reflexión y refracción.</li></ul> |

| <b>Bibliografía</b> |
|---------------------|
|---------------------|

### **Básica**

- D. K. Cheng. "Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería" Addison Wesley Longman (1998).
- D. K. Cheng. "Fields and waves electromagnetics" Addison Wesley Longman (2000).
- Reitz, J. R.; Milford, F. J. y Christy, R. W. "Fundamentos de la Teoría Electromagnética". 4ª Ed. Addison-Wesley (1996).
- M. Sadiku. "Elementos de Electromagnetismo". Oxford University Press 2004.
- Zahn, M: "Teoría electromagnética". McGraw-Hill, México 1991.

### **Complementaria**

- E. López, F. Núñez: "100 problemas de electromagnetismo". Alianza Editorial, Madrid 1997.
- A.G. Fernandez, "Problemas de campos electromagnéticos ".McGraw-Hill (Serie Schaum), España, 2005
- J. A. Edminister: "Electromagnetismo". McGraw-Hill (Serie Schaum), México 1992.
- J. M. Miranda, J. L. Sebastián, M. Sierra, J. Margineda. "Ingeniería de Microondas". Prentice-Hall 2001.
- D. M. Pozar, "Microwave Engineering". John Wiley, 1998.

### **Recursos en internet**

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### **Metodología**

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones (3 horas por semana).
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas (1.5 horas por semana).
- Clases de laboratorio (27 horas).

En las lecciones de teoría se utilizará la pizarra y proyecciones con ordenador y transparencias. Ocasionalmente, estas lecciones se verán complementadas con simulaciones por ordenador y prácticas virtuales, que serán proyectadas en el aula.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el campus virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y trabajos específicos o exámenes en el Campus Virtual.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura.

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizará un examen parcial no liberatorio (a mediados del semestre) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, <math>N_{Final}</math>, se obtendrá de la mejor de las opciones:</p> $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$ $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$ <p>donde <math>N_{Ex\_Parc}</math> es la nota obtenida en el examen parcial y <math>N_{Ex\_Final}</math> es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10.</p> <p>Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas y ejercicios entregados a lo largo del curso de forma individual o en grupo, sobre los que se realizarán pruebas escritas individuales a través del Campus Virtual o en clase.</li> </ul>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</li> </ul> <p>La realización de todas las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria para aprobar la asignatura. Un mínimo de 4 en la calificación global del laboratorio es imprescindible para aprobar la asignatura.</p>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{Final} + 0.10 \cdot A_1 + 0.20 \cdot A_2$ $N_{Final}$ <p>donde <math>A_1</math>, <math>A_2</math> corresponden a las calificaciones de las actividades respectivas y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>No será posible superar la asignatura si <math>N_{Final}</math> es menor que 4.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> <p>Los alumnos repetidores que hubieran aprobado el laboratorio en cursos anteriores, no tendrán obligación de asistir de nuevo al Laboratorio. Bien entendido que en este caso la nota final <math>N_{Final}</math> tendrá un peso de 0.9 ya que la actividad <math>A_2</math> no contará.</p> |              |     |

#### 4. Fichas docentes de las asignaturas de 3º Curso



### Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones curso 2017-18

|                                |                                       |                 |     |                  |               |                    |    |
|--------------------------------|---------------------------------------|-----------------|-----|------------------|---------------|--------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Empresa y Gestión de Proyectos</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804565             |    |
| <b>Materia:</b>                | Empresa                               |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Fundamental   |                    |    |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                           |                 |     | <b>Curso:</b>    | 3º            | <b>Semestre:</b>   | 1º |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                     | <b>Teóricos</b> | 4   | <b>Problemas</b> | 2             | <b>Laboratorio</b> | -  |
| <b>Presencial</b>              | -                                     |                 | 33% |                  | 40%           |                    | -  |
| <b>Horas Totales</b>           |                                       |                 | 33  |                  | 20            |                    | -  |

|                                  |                                  |   |               |                          |
|----------------------------------|----------------------------------|---|---------------|--------------------------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Prof. José Ignacio López Sánchez |   | <b>Dpto:</b>  | Organización de Empresas |
|                                  | <b>Despacho:</b>                 | 2.05, Pabellón 3º, Facultad de Económicas y Empresariales | <b>e-mail</b> | jilopez@ucm.es           |

| Grupo | Profesores                                | T/P* | Dpto. | e-mail          |
|-------|---|------|-------|-----------------|
| único | Prof. Francisco Gustavo Bautista Carrillo | T/P  |       | franbaut@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|---------------|------|--|
|       | Día                | Horas         | Aula |  |
| único | L                  | 12:00 – 14:00 | 5B   | Primer Semestre: <ul style="list-style-type: none"> <li>Jueves de 13:30-14:30 (Facultad de Físicas, previa cita)</li> <li>Viernes de 13:00 a 14:00 (Facultad Turismo, previa cita)</li> <li>Miércoles de 08:30-10:30 y 12:30-14:30 (Facultad Económicas, previa cita)</li> </ul> Segundo Semestre (Consultar Campus virtual) |
|       | J                  | 12:00 – 13:30 |      |  |

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Empresa y empresario. Concepto y relación con su marco económico, institucional y jurídico. La dirección estratégica. Funciones y tareas en la empresa (producción, comercial y financiación). Organización y gestión de empresas. Los recursos humanos. Concepto y tipos de proyectos productivos. Programación y control de proyectos. Inversión y financiación de proyectos. |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento adecuado del concepto de empresa, marco institucional y jurídico de la empresa. Organización y gestión de empresas</li> <li>• Identificar el comportamiento de los agentes económicos. Explicar los efectos de la información en los comportamientos de los agentes económicos.</li> <li>• Conocimiento adecuado del concepto de empresa y su entorno, del marco institucional y jurídico de la empresa y de su estructura financiera.</li> <li>• Conocimientos básicos sobre organización y gestión de empresas, los factores económicos que intervienen en la gestión, decisión de inversiones, estimación de costes y rentabilidad.</li> <li>• Capacidad de diferenciar entre las diversas estructuras organizativas empresariales y de analizar los documentos financieros que se utilizan en la empresa.</li> <li>• Conocer los tipos de proyectos de ingeniería, sus ciclos de vida y fases.</li> <li>• Conocimiento de la organización, planificación, control y documentación precisas para la realización de proyectos, y para la evaluación de la calidad de los mismos.</li> <li>• Capacidad de realización de estudios económicos y presupuestos y de evaluar la viabilidad de un proyecto de ingeniería desde el punto de vista técnico, medioambiental, económico y financiero.</li> <li>• Comparar los diferentes tipos de estructura orgánica de una empresa orientada a la realización de proyectos.</li> <li>• Capacidad de planificar el desarrollo de un proyecto de ingeniería con el apoyo de herramientas informáticas.</li> </ul> |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b> |
|---|
| Los adquiridos en bachillerato          |

| <b>Programa de la asignatura</b>   |
|--|
| <p><b>TEMA 1. LA EMPRESA y EL EMPRESARIO</b></p> <p>La naturaleza y tipos de empresa<br/>           Los objetivos de la empresa<br/>           El entorno de la empresa<br/>           La propiedad, el empresario y la creación de empresas<br/>           El conocimiento y las tecnologías de la información en la dirección de la empresa</p> <p><b>TEMA 2. LA ESTRATEGIA DE LA EMPRESA</b></p> <p>La estrategia empresarial<br/>           Posicionamiento competitivo<br/>           Ámbito de la empresa<br/>           Formas de crecimiento empresarial</p> <p><b>TEMA 3. LA ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA</b></p> <p>La estructura organizativa<br/>           Parámetros de diseño organizativo<br/>           Factores contingentes del diseño organizativo<br/>           Modelos de estructura organizativa</p> <p><b>TEMA 4. LA DIRECCIÓN DE PERSONAS</b></p> <p>La motivación y el liderazgo en la empresa<br/>           Reclutamiento y selección</p> |

|   |
|---|
| Formación y desarrollo del personal<br>Sistemas de evaluación y retribución<br><b>TEMA 5. LA DIRECCIÓN COMERCIAL</b><br>La función comercial<br>Investigación de mercados y segmentación del consumidor<br>Decisiones de producto y precio<br>Decisiones de distribución y comunicación comercial<br><b>TEMA 6. LA DIRECCIÓN FINANCIERA</b><br>La función financiera<br>El entorno financiero<br>Las decisiones de inversión<br>Las decisiones de financiación<br><b>TEMA 7. LA DIRECCIÓN DE LAS OPERACIONES</b><br>La función de operaciones<br>Diseño de las operaciones: decisiones de producto y proceso productivo<br>Diseño de las operaciones: decisiones de capacidad, localización de la producción y distribución en planta<br>Planificación y control de las operaciones<br><b>TEMA 8. PLANIFICACIÓN, PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE PROYECTOS</b><br>Introducción a la Planificación de Proyectos<br>La Programación del Proyecto: El Diagrama de Gantt<br>La Técnica PERT versus el Método CPM<br>Principios y Construcción de un Grafo PERT<br>Programación de Proyectos. El Método PERT: Estudios de Tiempos y Camino Crítico<br>Análisis para Actividades con Duración Aleatoria<br>Consideración de los Costes en la Ejecución de un Proyecto<br>Análisis Crítico de los Métodos PERT y CPM |
|---|

#### Bibliografía ordenada alfabéticamente

DÍEZ VIAL, I.; MARTÍN DE CASTRO, G.; MONTORO SÁNCHEZ, M.A.(2012), "Fundamentos de Administración de Empresas", Segunda Edición, Thomson -Cívitas, Madrid  
HEIZER, J. y RENDER, B. (2007).- "Dirección de la Producción. Decisiones Estratégicas", Octava Edición, Pearson Prentice Hall, Madrid. Tema 3 "*Dirección de proyectos*", pp. 69-130

#### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

## Metodología

La metodología docente que se seguirá en la asignatura de Empresa y Gestión de Proyectos se divide en:

### 1. ACTIVIDADES PRESENCIAL EN CLASE

Todas las actividades que se realizan en clase están previstas para desarrollarse de manera preferentemente individual, con el fin de poder realizar una valoración continua al alumno de forma más precisa.

- **Exposición de la teoría de forma participativa.** El objetivo de estas clases es explicar y discutir los conceptos fundamentales de cada tema. Para asistir a estas clases se dispone previamente de la bibliografía donde se desarrollan algunas de las explicaciones de los conceptos así como de las transparencias que se utilizarán en clase.
- **Aplicaciones.** Como complemento a la teoría y para de afianzar los conceptos explicados, se intercalarán en la explicación teórica aplicaciones de la realidad empresarial. Son ejemplos concretos de empresas, sectores, acontecimientos, etc., acompañados de algunas preguntas que los alumnos deberán responder y discutir en clase.

### 2. ACTIVIDADES PRESENCIAL EN EL SEMINARIO (Casos de empresas y ejercicios)

La hora de seminario está orientada a profundizar en los conceptos estudiados en la clase desde un enfoque práctico. Se trata de aplicar lo aprendido en la teoría a una empresa, sector o decisión empresarial concreta. Asimismo, se pretende potenciar la capacidad de trabajo en grupo, por lo que todas las actividades del seminario están previstas para realizarse en grupo. Los seminarios se dividen en dos actividades: discusión de casos y actividades de reflexión y el debate. Se sugiere que se dedique la primera mitad del seminario a la discusión de casos y la otra mitad a las actividades de reflexión y el debate.

Los seminarios, en función del número de alumnos matriculados, se impartirán con la mitad de los alumnos, para que los grupos estén formados por 4 personas.

- **Discusión de casos de empresas y ejercicios.** Un grupo responsable tendrá que preparar y presentar un caso asignado por el profesor en 5 a 10 minutos. Posteriormente, todos los grupos tienen que participar activamente en la discusión del caso, siendo obligación de éstos intervenir, buscar otra información o cuestionar lo propuesto por el grupo responsable. Se propone que el profesor elija aleatoriamente un grupo para que realice la réplica en otros 5-10 minutos.
- **Actividades de reflexión y debate.** Con el objetivo de fomentar la discusión y el análisis crítico de los contenidos discutidos en el tema, hay diferentes actividades para discutir en el seminario, primero dentro de cada grupo, y luego de manera colectiva entre los diferentes grupos.

### 3. ACTIVIDADES NO PRESENCIALES

- **Individuales.** El alumno deberá realizar una preparación del tema con anterioridad a su exposición en clase por parte del profesor. De igual modo, deberán dedicar tiempo al estudio del temario de cara a la evaluación final, así como a preparar las diferentes aplicaciones, realizando exposiciones y preparando la discusión en clase.
- **En grupo.** Cada grupo deberá trabajar de manera conjunta los contenidos del seminario, para preparar la presentación de los casos y ejercicios asignados así como las respuestas que darían a los otros. Igualmente, y si el profesor lo considera adecuado, las actividades de reflexión y debate pueden haberse discutido previamente fuera del aula.



| <b>Evaluación</b>   |              |      |
|---|--------------|------|
| <b>Realización de examen final</b> ( $N_{\text{Examen}}$ )  | <b>Peso:</b> | 0,6  |
| El examen final constará de dos partes: parte teórica 6 puntos (preguntas cortas con espacio limitado) y parte práctica 4 puntos (resolución de problemas y/o casos de empresas). Para superar el examen los alumnos tendrán que aprobar las dos partes (3 y 2 puntos respectivamente).   |              |      |
| <b>Otras actividades</b> ( $A_{\text{casosyejercicios}}$ )  | <b>Peso:</b> | 0,35 |
| Realización, exposición y discusión de casos de empresas y ejercicios prácticos en grupos de trabajo.   |              |      |
| <b>Otras actividades</b> ( $A_{\text{participación}}$ )   | <b>Peso:</b> | 0,05 |
| Participación activa de los alumnos en clase, y realización de las aplicaciones requeridas por el profesor  |              |      |
| <b>Calificación final</b>   |              |      |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{\text{Final}} = 0,6 \cdot N_{\text{Examen}} + 0,35 \cdot A_{\text{casosyejercicios}} + 0,05 \cdot A_{\text{participación}}$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Final}}$ <p>donde <math>A_{\text{casosyejercicios}}</math> y <math>A_{\text{participación}}</math> corresponde a las calificaciones de las actividades de evaluación continua y <math>N_{\text{Examen}}</math> es la correspondiente a la realización del examen final. Para aprobar la asignatura el alumno deberá superar el examen final.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación. Se respetaran las notas de la evaluación continua y se tendrán en cuenta las calificaciones obtenidas durante el curso.</p> |              |      |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                               |                 |                                 |                  |                  |                    |   |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|------------------|--------------------|---|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Física de Dispositivos</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b>    | 804579             |   |
| <b>Materia:</b>                | Electrónica                   | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |                  |                    |   |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                   |                 | <b>Curso:</b>                   | 3º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                             |                 | 4                               |                  | 2                | -                  |   |
| <b>Presencial</b>              | -                             | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | - |
| <b>Horas Totales</b>           |                               |                 | 33                              |                  | 20               |                    | - |

|                                  |                            |     |               |                    |       |
|----------------------------------|----------------------------|-----|---------------|--------------------|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Ignacio Mártel de la Plaza |     |               | <b>Dpto:</b>       | FAIII |
|                                  | <b>Despacho:</b>           | 109 | <b>e-mail</b> | imartil@fis.ucm.es |       |

| Grupo | Profesores                 | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|----------------------------|------|-------|--|
| único | Ignacio Mártel de la Plaza | T/P  | FAIII | <a href="mailto:imartil@fis.ucm.es">imartil@fis.ucm.es</a> |

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| único | L                  | 09:00–10:30 | 5B   | Despacho 109.0-Módulo este-3ª planta.<br>L ,X y V de 10.30 a 12.30 h |
|       | X                  | 10:30-11:30 |      |  |
|       | V                  | 10:30-11:30 |      |  |

Simulaciones con programa PSpice en horario de clase en el aula de informática.  
Días: 03/11/17; 24/11/17; 15/12/17; 12/01/18

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Diodo Real. Modelo PSPICE. Transistor bipolar ideal e integrado. Modelo PSPICE. Modelos equivalentes de pequeña señal. Transistor de efecto campo de unión. Estructura MOS y transistor MOSFET. Modelo PSPICE. Polarización y ganancia de amplificadores con componentes discretos. |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y dominio de los dispositivos electrónicos y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</li> <li>• Comprensión del funcionamiento de los dispositivos bipolares y de efecto de campo poniendo de manifiesto sus diferencias características.</li> <li>• Capacidad para extraer modelos de gran señal (PSPICE) y de pequeña señal. Comprender los modelos de pequeña señal como linealizaciones del problema total.</li> </ul> |

### Conocimientos previos necesarios

Asignatura Electrónica Física.

### Programa de la asignatura

#### 0. Introducción a la Electrónica

Introducción. Breve historia de la Electrónica. Panorámica actual de la Electrónica. Perspectivas de futuro. Los dispositivos electrónicos

#### 1. Unión PN ideal

Introducción. La unión PN en equilibrio. La unión PN en polarización d.c. Características I-V de la unión PN ideal. El diodo corto. La unión PN en polarización a.c.

#### 2. Unión PN real

Corrientes de Gen./Rec. en la ZCE. Corrientes de alta inyección. Procesos de ruptura. Modelo PSpice del diodo. Dispositivos basados en la unión PN: Célula Solar, Diodo emisor de luz (LED)

#### 3. Transistor bipolar

Introducción. Estructura y principio de operación. Corrientes y parámetros característicos. Tecnología microelectrónica

#### 4. Aplicaciones del transistor bipolar

Modelos del Transistor: Ebers-Moll, PSpice. Características del transistor. Polarización del transistor. Nociones Básicas de Amplificación. Amplificadores monoetapa. Amplificadores Multietapa

#### 5. Transistor MOSFET

Introducción. La estructura MOS. El transistor MOSFET. Amplificadores MOSFET. Dispositivos MOS: Inversor CMOS, Memorias DRAM y Flash. Tecnología MOS. Conclusiones

#### 6. Tecnología Microelectrónica

Procesos básicos en Tecnología Microelectrónica. Fabricación de transistores bipolares. Tecnología MOS. Conclusiones

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- Li, S. S., "Semiconductor physical electronics", Springer, 2006
- Neamen, D.A., "Semiconductor Physics and Devices", Irwin 1997.
- Neudeck, G.W., "El transistor Bipolar de Unión", Addison-Wesley 1994.
- Pierret, R.F., "Dispositivos de Efecto Campo", Addison-Wesley 1994.
- Pierret, R. F. Unión PN Addison-Wesley 1994
- Pulfrey, D. L. "Understanding modern transistors and diodes", Cambridge, 2010
- Singh, J., "Semiconductor Devices", McGraw-Hill 1994.

|   |
|---|
| Sze, S.M., “Semiconductor Devices, Physics and Technology”, J. Wiley 2002.<br>Tyagi, M.S., “Introduction to Semiconductor Materials and Devices”, J. Wiley 1991 |
| <b>Recursos en internet</b>   |
| En Campus Virtual de la UCM: <a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a>  |

|   |
|---|
| <b>Metodología</b>  |
| Clases teórico-prácticas. Los problemas serán propuesto con antelación y serán resueltos en clase o entregados para su evaluación. Algunos serán resueltos mediante simulaciones. |

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Evaluación</b>   |              |     |
| <b>Realización de exámenes</b> ( $N_{Final}$ )  | <b>Peso:</b> | 70% |
| Examen Parcial eliminatorio 1ª parte en Diciembre. (Fuera del horario de clase)<br>Examen Final 1ª+2ª partes. La nota mínima requerida en esta parte es de 3,5/10.  |              |     |
| <b>Otras actividades</b> ( $A_1$ )  | <b>Peso:</b> | 30% |
| Resolución de problemas y prácticas   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| Se realizará un examen parcial en horario de clase (a mediados del semestre, tras finalizar la primera parte del Tema 4 del programa) y un examen final. El examen parcial tendrá una estructura similar al examen final. La calificación final, relativa a exámenes, $N_{Final}$ , se obtendrá de la mejor de las opciones:  |              |     |
| $N_{Final} = 0.3N_{Ex\_Parc} + 0.7N_{Ex\_Final}$  |              |     |
| $N_{Final} = N_{Ex\_Final}$   |              |     |
| donde $N_{Ex\_Parc}$ es la nota obtenida en el examen parcial y $N_{Ex\_Final}$ es la calificación obtenida en el examen final, ambas sobre 10. Los exámenes tendrán una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas. Durante el curso, se entregaran, de forma voluntaria, problemas al final de cada Tema del programa. La calificación de los mismos tendrá un peso en la calificación final del 30% del total.                                      |              |     |
| La calificación final será la mejor de las opciones siguientes:   |              |     |
| $C_{Final} = 0.7N_{Final} + 0.3N_{OtrasActiv.}$   |              |     |
| $C_{Final} = N_{Final.}$  |              |     |
| donde $N_{OtrasActiv}$ es la calificación correspondiente a Otras actividades (que incluirán los problemas entregados, las prácticas realizadas y un examen sobre las prácticas de simulación que se realizará en el Aula de informática en la sesión del día 12/01/2018 ) y $N_{Final}$ la obtenida de la realización de exámenes. La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación. |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |   |                 |                |                  |                  |                    |
|--------------------------------|---|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Redes y Servicios de Telecomunicación II</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804613             |
| <b>Materia:</b>                | Redes   |                 | <b>Módulo:</b> | Redes y Sistemas |                  |                    |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                                     |                 | <b>Curso:</b>  | 3º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6   |                 | 4              |                  | 2                |                    |
| <b>Presencial</b>              | -   | <b>Teóricos</b> | 33%            | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> |
| <b>Horas Totales</b>           |   |                 | 33             |                  | 20               |                    |

|                                      |                          |         |               |  |       |
|--------------------------------------|--------------------------|---------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | José Manuel Velasco Cabo |         |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>         | FIS-223 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:mvelascc@fis.ucm.es">mvelascc@fis.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesor                 | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|--------------------------|------------------|-------|--|
| único | José Manuel Velasco Cabo | T/P              | DACyA | <a href="mailto:mvelascc@fis.ucm.es">mvelascc@fis.ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)          |
|-------|--------------------|-------------|------|--------------------------------------|
|       | Día                | Horas       | Aula |                                      |
| único | L                  | 10:30-12:00 | 5B   | Despacho 223.o. L,M,X de 15:00-16:00 |
|       | M                  | 11:30-12:30 |      |                                      |
|       | J                  | 09:00-10:00 |      |                                      |

**Breve descripción de contenidos**

Introducción a las redes de telecomunicación. Arquitecturas de comunicación estratificadas en niveles. Arquitectura de los centros de conmutación. Señalización en redes de telecomunicación. Principios de ingeniería de tráfico. Tráfico y control de red. Normalización. Introducción a los servicios y a la Calidad de Servicio (QoS).

**Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)**

- Describir los niveles de una arquitectura de comunicación estratificada.
- Describir las arquitecturas básicas de un centro de conmutación.
- Describir la funcionalidad de las redes de señalización.
- Conocimiento de los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.
- Definir los principios y modelos básicos aplicados en ingeniería de tráfico.
- Comprensión de los aspectos fundamentales de la seguridad en redes.
- Conocimiento de la normativa y regulación aplicable a Redes.
- Capacidad de concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas e

infraestructuras de telecomunicación.

### Conocimientos previos necesarios

- Redes y Servicios de Telecomunicación I
- Probabilidad básica, procesos aleatorios
- Programación, diseño de objetos

### Programa de la asignatura

- Tema 1:** Introducción a las redes de Telecomunicación  
**Tema 2:** Arquitecturas de comunicación estratificadas en niveles  
**Tema 3:** Arquitectura de los centros de conmutación  
**Tema 4:** Señalización en redes de Telecomunicación  
**Tema 5:** Principios de ingeniería de tráfico  
**Tema 6:** Tráfico y control de red  
**Tema 7:** Principios de normalización. Organismos internacionales responsables de la normalización y la regulación.  
**Tema 8:** Introducción a los servicios y a la Calidad de Servicio

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Bibliografía Básica (disponible en el campus virtual)

- ETSI. **Quality of Service (QoS) Framework and Requirements**. 2005. [http://www.etsi.org/deliver/etsi\\_ts/185000\\_185099/185001/01.01.01\\_60/ts\\_185001v010101p.pdf](http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/185000_185099/185001/01.01.01_60/ts_185001v010101p.pdf)
- V. B. Iversen. **Teletraffic Engineering And Network Planning**. DTU Course. Technical University of Denmark 2010. [ftp://ftp.dei.polimi.it/users/Flaminio.Borgonovo/Teoria/teletraffic\\_Iversen.pdf](ftp://ftp.dei.polimi.it/users/Flaminio.Borgonovo/Teoria/teletraffic_Iversen.pdf)

#### Bibliografía Complementaria

- ETSI ITU IETF Forums. **Normas Internacionales**
- L. L. Peterson, B. S. Davie. **Computer Networks: A Systems Approach**, 5th edition. Morgan Kaufmann 2011.
- A. S. Tanenbaum. D.J. Wetherall. **Computer Networks**. 5th Edition. Pearson 2011.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.
- Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.

En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra. Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.

Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de

ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 80% |
| <p>Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = 0.8 \cdot N_{Final} + 0.2 \cdot A_1$ $C_{Final} = N_{Final}$ <p>donde <math>A_1</math> corresponde a las calificaciones de las actividades de evaluación continua y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |  |                 |                                 |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|--|-----------------|---------------------------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Compatibilidad Electromagnética</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b>    | 804585             |     |
| <b>Materia:</b>                | Radiofrecuencia                        | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                            |                 | <b>Curso:</b>                   | 3º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                      |                 | 3.5                             |                  | 1.5              | 1                  |     |
| <b>Presencial</b>              | -                                      | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |  |                 | 30                              |                  | 15               |                    | 18  |

|                                  |                            |       |               |                        |        |
|----------------------------------|----------------------------|-------|---------------|------------------------|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Luis Ángel Tejedor Álvarez |       |               | <b>Dpto:</b>           | FA III |
|                                  | <b>Despacho:</b>           | 242.0 | <b>e-mail</b> | luistejedor@fis.ucm.es |        |

|              |                            |             |              |                        |
|--------------|----------------------------|-------------|--------------|------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b>          | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b>          |
| único        | Luis Ángel Tejedor Álvarez | T/P         | FA III       | luistejedor@fis.ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |                            |      | Tutorías (lugar y horarios)                      |
|-------|--------------------|----------------------------|------|--|
|       | Día                | Horas                      | Aula |  |
| único | J<br>V             | 10:00-12:00<br>11:30-13:00 | 5B   | Despacho 242.0 (Módulo Central)<br>J:12.00-14.00 |

NOTA: Los alumnos que vayan a matricularse de Radiofrecuencia o Compatibilidad Electromagnética deben ponerse antes en contacto con el Coordinador del Título (jalo@ucm.es)

| Grupo    | Horarios de laboratorio |   |  |                            |
|----------|-------------------------|---|--|----------------------------|
|          | Día                     | Horas                                     | Lugar  | Profesor                   |
| L1<br>L2 | L<br>X<br>J             | 14:30-17:00<br>14:30-17:00<br>14:30-17:00 | Aula de Informática y<br>Lab Ingeniería Electrónica<br>(3º planta) | Luis Ángel Tejedor Álvarez |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales de alta frecuencia: propagación libre, líneas de transmisión y guías de onda.</li> <li>· Capacidad para aplicar la teoría clásica de análisis de circuitos a los sistemas multiconductores de transmisión de señales de alta frecuencia.</li> <li>· Capacidad de analizar y diseñar redes multipuerta de radiofrecuencia.</li> </ul> |  |



- Destreza y habilidad para el diseño de osciladores y amplificadores de RF de bajo ruido y multietapa.
- Análisis y diseño de apantallamientos para problemas de compatibilidad electromagnética.

### Breve descripción de contenidos

Líneas de transmisión, coeficientes de reflexión, pérdidas. Adaptación de impedancias. Carta de Smith. Redes de microondas y parámetros S. Componentes. Filtros. Dispositivos de control. Amplificadores. Instrumentación de RF.

### Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo II y teoría de circuitos.

### Programa de la asignatura

#### 1. Líneas de Transmisión

Ondas de voltaje y corriente en el dominio del tiempo y de la frecuencia. Parámetros característicos de una línea de transmisión. Potencia. Diagrama de onda estacionaria. Impedancia.

**2. Líneas de Transmisión con Pérdidas** Teorema de Poynting. Pérdidas en dieléctricos y en conductores. Expresión de las pérdidas en los parámetros de la línea. Modelo circuital de la línea con pérdidas. Aproximación de bajas pérdidas. Potencia, impedancia y diagrama de onda estacionaria en la línea con pérdidas.

#### 3. Adaptación de Impedancias

Concepto de adaptación de impedancias. Diagrama de Smith. Adaptación con elementos discretos. Adaptación con stubs. Transformadores de  $\lambda/4$ . Adaptación en banda ancha.

#### 4. Parámetros S

Tensiones y corrientes equivalentes en guías. Ondas de potencia. Matriz S. Propiedades. Parámetros S de cuadripolos. Relaciones entre matrices de parámetros.

#### 5. Tecnología

Líneas de transmisión: coaxial, guía, microstrip, stripline, coplanar. Fabricación de PCBs. Conectores para RF. Continuidad de la masa. Componentes y efectos parásitos. MMICs. Técnicas de montaje y soldadura. Precauciones.

#### 6. Acopladores, divisores y otros dispositivos pasivos

Acopladores direccionales: Parámetros y matriz S. T híbrida. Acoplador de ramas. Acoplador direccional en anillo. Acoplador de líneas acopladas paralelas. Acoplador de Lange. Divisor de Wilkinson. Circuitos equivalentes con elementos concentrados. Circuladores. Aisladores.

#### 7. Filtros

Diseño de filtros clásico. Prototipos paso bajo. Transformaciones de frecuencias. Síntesis con secciones cortas de línea. Transformación de Richards. Identidades de Kuroda. Síntesis con resonadores e inversores de admitancias e impedancias. Fil-

tros de líneas acopladas. Efecto de las pérdidas.

### 8. Conmutadores

Diodos Schottky y diodos PiN. Circuitos equivalentes. Pérdidas de inserción, aislamiento y tiempo de conmutación. Interruptores: topologías serie, paralelo y serie-paralelo. Conmutadores SPDT y SPMT. Drivers para diodos PiN. Conmutadores comerciales.

### 9. Amplificadores

Amplificadores de RF comerciales y amplificadores con transistores. Transistores para microondas: FET, BJT, HBT, HEMT. Definiciones de ganancia y coeficientes de reflexión en amplificadores. Máxima Ganancia Disponible (MAG). Estabilidad: concepto, círculos de estabilidad y técnicas de estabilización. Realimentación. Diseño para MAG. Diseño para una ganancia específica. Diseño para bajo ruido. Diseño para banda ancha. Estructuras multietapa. Tubos de Microondas.

### Laboratorio

1. Introducción a Microwave Office. Simulación.
2. Diseño de circuitos reales con MW Office. Optimización.
3. MW Office: Librerías, parásitos, análisis de tolerancias y medidas.
4. Introducción a la instrumentación de microondas.
5. Medidas de Impedancias y parámetros S con el analizador vectorial de redes
6. Medidas de distorsión no lineal del amplificador ADL5535
7. Caracterización de acopladores direccionales, divisores y conmutadores
8. Estructuras balanceadas
9. Línea de retardo variable

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

R. E. Collin, "Foundations for Microwave Engineering", Wiley-IEEE Press, 2000.

G.L. Matthaei, L. Young and E.M.T. Jones, "Microwave Filters, Impedance Matching Networks and Coupling Structures", Artech House, 1980

D. M. Pozar, Microwave engineering. 4th ed. John Wiley, 2012.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

Agilent Technologies, "S parameter Design AN-154",  
<http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5952-1087.pdf>

Minicircuits, "Application Notes and Webinars on RF components"  
[http://217.34.103.131/applications/applications\\_notes.html](http://217.34.103.131/applications/applications_notes.html)

Microsemi-Watertown, "The PiN diode circuit designers' handbook"  
[https://www.ieee.li/pdf/essay/pin\\_diode\\_handbook.pdf](https://www.ieee.li/pdf/essay/pin_diode_handbook.pdf)

### Metodología

En las lecciones de teoría y resolución de problemas se utilizará la pizarra y presentaciones de power point.

Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, publicados en el campus virtual. Los alumnos saldrán a la pizarra a resolverlos.

En algunos temas se propondrán trabajos individualizados de diseño de circuitos de microondas mediante las técnicas explicadas en clase.

Las prácticas de simulación se realizarán de forma individual, mientras que las de medidas en laboratorio serán por parejas. La organización de las prácticas se ajustará al volumen de matrícula.

### Evaluación

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>1 examen escrito (<math>N_{\text{Parcial}}</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 30% |
|---|--------------|-----|

Se realizará sin libros, y consistirá en:

- Un problema de líneas de transmisión
- Un problema de adaptación de impedancias con carta de Smith

Se puntúa de 0 a 10 puntos.

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>1 examen final (<math>N_{\text{final}}</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 25% |
|---|--------------|-----|

Constará de 2 partes:

- Un test o ejercicios cortos. Esta parte se realiza sin libros ni apuntes.
- Diseño de un circuito. En esta parte pueden utilizarse libros y apuntes.

Se puntúa de 0 a 10 puntos.

|  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Entrega de diseños propuestos (D)</b> | <b>Peso:</b> | 10% |
|--|--------------|-----|

|                                   |              |    |
|-----------------------------------|--------------|----|
| <b>Participación en clase (P)</b> | <b>Peso:</b> | 5% |
|-----------------------------------|--------------|----|

|                      |              |     |
|----------------------|--------------|-----|
| <b>Prácticas (R)</b> | <b>Peso:</b> | 30% |
|----------------------|--------------|-----|

Cada una se puntúa de 0 a 10 puntos. Se considerará la preparación previa, la calidad del informe, el envío del mismo dentro del plazo fijado, y el cumplimiento de los objetivos planteados. Se penalizará explícitamente la falta de puntualidad y el trato inadecuado del material.

### Calificación final

Si la nota de las prácticas y la media de los exámenes es superior a 3, la calificación final será:

$$C_{\text{Final}} = 0.3N_{\text{parcial}} + 0.25N_{\text{final}} + 0.1D + 0.05P + 0.3R$$

Para optar a Matrícula de Honor será imprescindible obtener una puntuación superior a 7 tanto en  $N_{\text{parcial}}$  como en  $N_{\text{final}}$  y en R.

En caso de que la nota de las prácticas o de los exámenes no llegue a 3, se aplicarán las fórmulas anteriores y posteriormente se dividirá el resultado por 2, dando lugar a un suspenso.

Las calificaciones del examen o de las prácticas que hayan sido superiores a 4 en la convocatoria de junio se guardan para septiembre. Excepcionalmente se habilitarán sesiones de recuperación de prácticas en septiembre para quienes las tengan suspensas y hayan superado el examen de la asignatura en alguna de las dos convocatorias.



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                        |                 |                                 |                  |               |                    |     |
|--------------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|---------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Radiofrecuencia</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b> | 804584             |     |
| <b>Materia:</b>                | Radiofrecuencia        | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |               |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio            | <b>Curso:</b>   | 3º                              | <b>Semestre:</b> | 2º            |                    |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                    |                 | 4                               |                  | 2             | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                      | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                        |                 | 33                              |                  | 20            |                    | 26  |

|                                  |                        |       |               |  |       |
|----------------------------------|------------------------|-------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Pedro Antoranz Canales |       |               | <b>Dpto:</b>   | FAIII |
|                                  | <b>Despacho:</b>       | 106.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:antoranz@fis.ucm.es">antoranz@fis.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesores             | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|------------------------|------------------|-------|--|
| único | Pedro Antoranz Canales | T/P              | FAIII | <a href="mailto:antoranz@fis.ucm.es">antoranz@fis.ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios) |       |               |
|-------|--------------------|---------------|------|-----------------------------|-------|---------------|
|       | Día                | Horas         | Aula |                             |       |               |
| único | M                  | 11:00 – 12:30 | 14   | Despacho 106.0              | J y V | 12:00 – 14:00 |
|       | J                  | 10:30 – 12:00 |      |                             |       |               |

NOTA: Los alumnos que vayan a matricularse de Radiofrecuencia o Compatibilidad Electromagnética deben ponerse antes en contacto con el Coordinador del Título ([jalo@ucm.es](mailto:jalo@ucm.es))

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |               |   | Profesores                 |
|-------|--------------------------|---------------|---|----------------------------|
|       | Días                     | Horas         | Lugar   |                            |
| L1    | M                        | 14:30 – 16:30 | Lab. de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. (Local 210) | Luis Ángel Tejedor Álvarez |
| L2    | J                        | 14:30 – 16:30 | Lab. de Ingeniería Electrónica de Comunicaciones. (Local 210) | Pedro Antoranz Canales     |

Se realizarán nueve sesiones de laboratorio. Los laboratorios comenzarán una semana después del comienzo de las clases.

### Breve descripción de contenidos

Terminología, Normativa y requisitos de la UE en Compatibilidad Electromagnética. Campos de radiación: Aproximaciones. Transmisión y absorción del campo electromagnético. Diseño de absorbentes. Interferencias radiadas. Interferencias conducidas y transitorios. Apantallamiento del campo electromagnético. Medidas de compatibilidad electromagnética.

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales de alta frecuencia: propagación libre, líneas de transmisión y guías de onda.
- Capacidad para analizar y diseñar antenas lineales, aberturas, y agrupaciones de antenas.
- Comprensión y dominio de la transmisión y absorción de campos electromagnéticos por estructuras multicapa.
- Comprensión de los conceptos básicos de inmunidad y susceptibilidad electromagnética.
- Análisis y diseño de apantallamientos para problemas de compatibilidad electromagnética.
- Destreza en la caracterización de campos EM, componentes y antenas específicos para compatibilidad electromagnética. Conocimiento de la normativa y directivas europeas vigentes en problemas de compatibilidad.

### Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo. Lenguajes de programación orientados a simulación.

### Programa de la asignatura

1. **Introducción y terminología:** Elementos de un problema de CEM. Fuentes de interferencias. Características. Normativa y requisitos de la UE.
2. **Campos de radiación: aproximaciones:** Campos de alta y baja impedancia. Ventanas dieléctricas. Recubrimientos de cuarto de longitud de onda.
3. **Transmisión y absorción del campo electromagnético.** Diseño de absorbentes: Impedancia intrínseca e impedancia de una onda en materiales con pérdidas. Efectividad de apantallamiento. Coeficiente de reflexión total de una estructura multicapa.
4. **Interferencias radiadas:** Acoplo entre conductores a baja y alta frecuencia. Diafonía (crosstalk). Apantallamiento de conductores.
5. **Interferencias conducidas y transitorios:** Modo diferencial y modo común. Transitorios en líneas de transmisión.
6. **Apantallamiento del campo electromagnético:** Apantallamiento del campo estático (o cuasiestático). Modelo equivalente. Modelo de onda plana. Aberturas. Cables y conectores.
7. **Medidas de CEM:** Interferencias conducidas. Interferencias radiadas. Medidas de susceptibilidad a EMI conducidas y EMI radiadas.

Breve descripción de las prácticas a realizar:

1. Medida de campos. Identificación de principales interferencias en el espectro electromagnético

2. Caracterización de antenas: diagramas de radiación. Caracterización de materiales (pantallas, absorbentes)
3. Transitorios en líneas de transmisión. Detección e identificación de fallos en cables.
4. Interferencias conducidas. Análisis mediante LISN (Line Impedance Stabilization Network)
5. Medida de crosstalk. Identificación de crosstalk far-end y near-end
6. Simulación de campos de radiación. Interfases entre medios, apantallamiento, reflexiones.

#### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- “Electromagnetic Compatibility. Principles and Applications”, D.A. Weston. Marcel Dekker Inc., 2ª Ed., 2001.
- “Engineering Electromagnetic Compatibility”, V. Prasad Kodali, IEE Press Marketing, 2ª Ed., 2001.
- “Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética”. José L. Sebastián, Addison Wesley, 1999.
- “Introduction to Electromagnetic Compatibility”, Clayton R. Paul, Willey Inter-Science, 2ª Ed., 2006.
- “Microwave Engineering”, D.M. Pozar, John Wiley, 4ª Ed., 2012.

#### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

#### Metodología

El trabajo desarrollado durante el curso se estructurará de la siguiente manera:

- Lecciones teóricas, en las cuales se explicará el contenido de la materia, incluyendo aplicaciones y ejemplos. Se destacarán los conceptos que el alumno necesita para la ejecución de la parte práctica de la asignatura.
- Resolución de ejercicios y simulaciones por ordenador, para mejor comprensión de los conceptos desarrollados en la parte teórica.
- Sesiones prácticas, en las cuales el alumno trabajará con instrumentación de laboratorio bajo la supervisión del profesor.
- Tutorías individualizadas para la resolución de dudas.

#### Evaluación

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 60% |
|---|--------------|-----|

Se realizará un examen final, que consistirá en una parte de teoría (cuestiones) y una parte de problemas similares a los resueltos en clase.

En la parte de cuestiones teóricas, no se permitirá el uso de apuntes ni libros. En la parte de problemas, se permitirá la utilización de un formulario entregado por el profesor.

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 20% |
|---|--------------|-----|

- $A_1$ : Entrega de problemas y ejercicios de simulación propuestos durante el curso

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 20% |
|---|--------------|-----|

- $A_2$ : Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas a lo largo del curso en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica. La

|   |
|---|
| asistencia a las sesiones de laboratorio será obligatoria.  |
| <b>Calificación final</b>   |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{\text{Final}} = 0.6 \cdot N_{\text{Final}} + 0.2 \cdot A_1 + 0.2 \cdot A_2$ $C_{\text{Final}} = 0.8 \cdot N_{\text{Final}} + 0.2 A_2$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones anteriormente mencionadas y <math>N_{\text{Final}}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                              |                 |                                 |                  |               |                    |     |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|---------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electrónica Analógica</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b> | 804580             |     |
| <b>Materia:</b>                | Electrónica                  | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |               |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                  | <b>Curso:</b>   | 3º                              | <b>Semestre:</b> | 2º            |                    |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                          |                 | 4                               |                  | 2             | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                            | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                              |                 | 33                              |                  | 20            |                    | 26  |

|                                  |                      |        |               |                    |       |
|----------------------------------|----------------------|--------|---------------|--------------------|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Germán González Díaz |        |               | <b>Dpto:</b>       | FAIII |
|                                  | <b>Despacho:</b>     | 120 3ª | <b>e-mail</b> | germang@fis.ucm.es |       |

| Grupo | Profesores           | T/P* | Dpto. | e-mail             |
|-------|----------------------|------|-------|--------------------|
| único | Germán González Díaz | T/P  | FAIII | germang@fis.ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)   |
|-------|--------------------|---------------|------|---|
|       | Día                | Horas         | Aula |   |
| único | L                  | 11:00 – 12:30 | 14   | Despacho 107.0-Módulo este-3ª planta.<br>L,M,X,J y V de 10.00 a 11.00 h |
|       | X                  | 10:30 – 12:30 |      |   |

| Grupo | Horarios de laboratorio |             |                       |                        |
|-------|-------------------------|-------------|-----------------------|------------------------|
|       | Día                     | Horas       | Lugar                 | Profesor               |
| L1    | L                       | 14:00-16:30 | 109.0 (planta sótano) | Germán González Díaz   |
| L2    | X                       | 16:30-19:00 | 109.0 (planta sótano) | Daniel Montero Álvarez |

| Breve descripción de contenidos  |
|--|
| Electrónica integrada: elementos constitutivos. Amplificadores operacionales: diseño interno y propiedades. Aplicaciones lineales y no lineales de circuitos integrados. |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y dominio de los circuitos electrónicos y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.</li> <li>• 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.</li> </ul> |

- Capacidad de diseñar circuitos de electrónica para aplicaciones de telecomunicación y computación
- Capacidad para comprender los amplificadores operacionales, la realimentación y sus posibilidades lineales y no lineales

### Conocimientos previos necesarios

Física de Dispositivos

### Programa de la asignatura

#### TEORÍA

##### 0.- Introducción

1. Amplificadores con transistores discretos. Respuesta en frecuencia. Espejos de corriente. Amplificadores diferenciales. Etapas de salida

2.- Amplificadores operacionales (A.O). A.O ideales. Estructura interna. A.O reales. Realimentación

3.- Aplicaciones lineales del amplificador operacional. Configuraciones básicas. Filtros activos.

4.- Aplicaciones no lineales del amplificador operacional. Amplificador logarítmico. Comparadores

5.- Osciladores sinusoidales y de relajación

#### PRÁCTICAS:

1.- Rectificación filtrado y regulación Zener

2.- Amplificación con transistores discretos

3.- Aplicaciones del amplificador operacional

4.- Filtros activos

5.- Amplificador diferencial

6.- Osciladores sinusoidales y de relajación

7.- Modulación en AM y con portadora suprimida

8.- Multiplicación en frecuencia con lazo de enganche de fase (PLL)

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

Gray P.R., Hurst P.J., Lewis S.H., Meyer R.G. "Analysis and design of analog integrated circuits". John Wiley and Sons 2010 (Esencial para la primera parte de la asignatura)

Soclof S. "Design and applications of analog integrated circuits" Prentice Hall International 1991

Peyton A.J., Walsh V. "Analog electronics with op Amps" Cambridge University Press 1993

Sedra A.S., Smith K.C. "Microelectronic circuits" Oxford University Press 2011

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se utilizará una mezcla proporcionada de los métodos explicativo (esencialmente la explicación oral y el estudio directo), demostrativo (simulación mediante software específico) y técnicas de descubrimiento (prácticas de laboratorio y resolución de problemas). Se favorecerán las técnicas de trabajo en grupo para la elaboración de las prácticas. También se usarán conceptos de e-learning dentro del campus virtual favoreciendo el foro como instrumento de comunicación asíncrona.</p> |

| <b>Evaluación</b>   |              |            |
|---|--------------|------------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <b>60%</b> |
| El examen constará de problemas y cuestiones y se realizará sin libros ni formularios   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <b>20%</b> |
| Realización de problemas  |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <b>20%</b> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</li> </ul> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.</p>  |              |            |
| <b>Calificación final</b>   |              |            |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = 0.6 \cdot N_{Final} + 0.2 \cdot A_1 + 0.2 \cdot A_2$ $C_{Final} = 0.8 \cdot N_{Final} + 0.2 \cdot A_2$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones anteriormente mencionada y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |            |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                                    |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Comunicaciones Inalámbricas</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804578             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas de Comunicación           |                 | <b>Módulo:</b> | Comunicaciones   |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                        |                 | <b>Curso:</b>  | 3º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                                |                 | 4              |                  | 2                | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                                  | <b>Teóricos</b> | 33%            | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                    |                 | 33             |                  | 20               |                    | 26  |

|                                  |                   |       |               |  |       |
|----------------------------------|-------------------|-------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Javier Olea Ariza |       |               | <b>Dpto:</b>   | FAIII |
|                                  | <b>Despacho:</b>  | 207.A | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:oleaariza@fis.ucm.es">oleaariza@fis.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesores        | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|-------------------|------|-------|--|
| único | Javier Olea Ariza | T/P  | FAIII | <a href="mailto:oleaariza@fis.ucm.es">oleaariza@fis.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |              |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|--------------|------|--|
|       | Día                | Horas        | Aula |  |
| único | M                  | 9:00 – 11:00 | 14   | Despacho 207.A 3ª planta-módulo central<br>L: 12.00 – 13.00 (Con posibilidad de concertar tutorías en horario alternativo) |
|       | J                  | 9:00 – 10:30 |      |  |

| Grupo | Laboratorio |             |                                  | Profesores        |
|-------|-------------|-------------|----------------------------------|-------------------|
|       | Días        | Horas       | Lugar                            |                   |
| L1    | X           | 14:00-16:30 | Lab. Electrónica (planta sótano) | Javier Olea Ariza |
| L2    | L           | 16:30-19:00 |                                  |                   |

**Breve descripción de contenidos**

Fundamentos del receptor de comunicaciones. Osciladores. Lazos enganchados en fase (PLL). Sintetizadores de frecuencia. Mezcladores. Moduladores y demoduladores lineales (AM, DBL, BLU, QAM y ASK). Moduladores y demoduladores angulares (PM, FM y PSK). Recuperadores de portadora. Estandarización en comunicaciones inalámbricas. WLAN, WMAN y WPAN.

**Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)**

- Conocer y comprender los módulos básicos integrantes del proceso de modulación, transmisión, recepción y demodulación de la señal.
- Conocer los organismos internacionales de estandarización en comunicaciones

- inalámbricas y sus medidas.
- Aplicar los procedimientos de medida de un laboratorio básico de Sistemas de Comunicaciones.
- Comprender y manejar las señales en banda base.
- Manejo de la instrumentación de un laboratorio básico de Sistemas de Comunicaciones: generador/modulador de RF, osciloscopio, analizador de espectros y software de simulación.

### Conocimientos previos necesarios

Electrónica analógica y digital básica: Dispositivos electrónicos. Circuitos amplificadores con transistores. Osciladores. Conmutadores. Puertas lógicas. Biestables y aestables.

Teoría de circuitos: Análisis de circuitos lineales. Respuesta en el tiempo y en la frecuencia. Transformadas de Laplace y de Fourier. Función de transferencia de una red. Circuitos RLC. Teoría de filtros.

Teoría de la comunicación: Modulación y demodulación. Modulaciones lineales y angulares. Modulación con señales digitales. Ruido y distorsión en sistemas de comunicaciones.

### Programa de la asignatura

#### Tema 1. Introducción

Justificación histórica de la importancia de la invención de la radio y la radiodifusión. Ventajas de las modulaciones. Tipos de modulaciones. El espectro radioeléctrico. Regulación internacional de las radiocomunicaciones.

#### Tema 2. Distorsión y ruido

Distorsión lineal y no lineal. Respuesta de un sistema no lineal a un tono puro y a una combinación de tonos. Generación de armónicos. Productos de intermodulación. Puntos de compresión a 1 dB y de intercepción de tercer orden. Ruido y su caracterización.

#### Tema 3. Osciladores

Elementos integrantes, condición de oscilación y estabilidad del oscilador. Caracterización: armónicos, rendimiento, sintonía, factor de calidad, etc. Ruidos de amplitud y de fase. Modelo de Leeson. Tipos de osciladores: LC, controlados por tensión (VCO), cristal de cuarzo.

#### Tema 4. Lazos enganchados en fase (PLL, Phase Locked Loop) y sintetizadores de frecuencia

Definiciones, estructura y función de transferencia del PLL. Tipos de PLLs. Funcionamiento del PLL. Detectores de fase. Aplicaciones del PLL. Sintetizador de frecuencia basado en PLL. Tipos de sintetizadores. Ruido de fase en sintetizadores.

#### Tema 5. Mezcladores y amplificadores

Componentes no lineales usados en mezcladores. Topologías de mezcladores. Amplificadores sintonizados. Amplificadores multietapa para banda estrecha y banda ancha. Amplificadores de potencia: clases A, B, C, D y E.

#### Tema 6. Moduladores y demoduladores lineales

Moduladores para AM, DBL, BLU (analógicos), ASK, QAM (digitales). Demodulación lineal: detección no coherente (detector de envolvente), detección

coherente, recuperación de portadora, errores de fase y de frecuencia.

### **Tema 7. Moduladores y demoduladores angulares**

Moduladores para PM, BPSK, QPSK. Distorsión en modulación de fase. Demodulación no coherente de FM y FSK: limitadores, discriminadores, detectores FM de cuadratura y con línea de retardo. Demodulación coherente basada en PLL para PM, BPSK, QPSK, FM y FSK.

### **Tema 8. Transmisores y receptores**

Características de transmisión. Transmisores homodinos y heterodinos. Características de recepción. Receptores homodinos, heterodinos y superheterodinos. Mezclas espurias. Banda imagen. Selección de frecuencia intermedia. Margen dinámico y control automático de ganancia. Planificación de potencia y frecuencia de un receptor.

### **Tema 9. Propagación atmosférica**

Elementos radiantes básicos. Ecuación general de la propagación en espacio libre. Influencia de la tierra en la propagación: reflexión, difracción, ondas de superficie. Propagación troposférica y ionosférica. Fuentes de ruido. Características de las bandas de transmisión de radiodifusión. Modelos de propagación.

### **PRÁCTICAS \***

Práctica 1. Introducción a GNU Radio Companion.

Práctica 2. PLLs.

Práctica 3. Modulación y demodulación AM.

Práctica 4. Modulación y demodulación FM.

Proyectos

*(\*) Con pequeños cambios no incluidos por error en la versión aprobada en J.F. 14/7/2017, pendiente de aprobación en Junta de Facultad.*

## **Bibliografía**

### **Básica**

- M. Sierra Pérez, *et al*, "Electrónica de Comunicaciones", Pearson Educación, Prentice Hall, 1ª edición, España, 2003. ISBN: 8420536741, 9788420536743.
- H.L. Krauss, *et al*, "Estado sólido en ingeniería de radiocomunicación", Editorial Limusa, 1ª edición, México, 1993. ISBN: 968181729X, 9789681817299.
- J.R. Smith, "Modern Communication Circuits", McGraw-Hill, 2ª edición, 1997.
- ISBN:0070592837, 9780070592834.

### **Complementaria**

- L.W. Couch, "Digital and analog communication systems", Prentice Hall, 5ª edición, USA, 1997. Bib. Físicas UCM: 621.391 COU.
- H. Taub, D.L. Schilling, "Principles of communication systems", McGraw-Hill, 2ª edición, 1986. Bib. Físicas UCM: 621.391 TAU.
- A.B. Carlson, "Communication systems", Prentice Hall, 3ª edición, NY, USA, 1986. Bib. Físicas UCM: F621.391 CAR.
- G.M. Miller, J.S. Beasley, "Modern Electronic Communication", Prentice Hall, 7ª edición, 2002.
- F.M. Gardner, "Phaselock Techniques", Wiley-Interscience, 3ª edición, 2005.
- J.G. Proakis, M. Salehi, "Communication Systems Engineering", Prentice Hall,

2002. Bib. Físicas UCM: F621.39 PRO.

- J.M. Hernando, *et al*, "Transmisión por radio", Editorial Universitaria Ramón Areces, 7ª edición, 2013.
- A. Cardama, *et al*, "Antenas", Ediciones Universidad Politécnica de Cataluña, colección Politecnos, 2ª edición, 2002. Bib. Físicas UCM: 621.396.67 ANT.

#### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

#### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Lecciones teóricas donde se explicarán los principales conceptos de la asignatura, incluyendo ejemplos, aplicaciones y resolución de dudas y errores frecuentes.
- Clases prácticas de análisis, diseño y problemas.
- Sesiones prácticas de laboratorio.

Todo el material docente necesario para el desarrollo del curso será puesto a disposición de los alumnos a través del Campus Virtual y con antelación suficiente a su tratamiento en clase.

Las lecciones teóricas estarán soportadas con apuntes y/o transparencias. Para las clases prácticas de problemas se contará con colecciones de problemas propuestos y, en algunos casos, con sus soluciones detalladas. Los alumnos dispondrán de un manual de laboratorio en el que se describirán los instrumentos generales y específicos a utilizar en las prácticas y los procedimientos recomendados para su ejecución.

Como parte de la evaluación continua los estudiantes podrán hacer entrega voluntaria de problemas o ejercicios de análisis y/o diseño propuestos por el profesor.

Las prácticas de laboratorio se centrarán en el diseño, implementación, verificación de funcionamiento y caracterización de circuitos de comunicaciones. Se propondrá la realización de mediciones que permitan evaluar el funcionamiento del sistema y llevar a cabo un análisis crítico de los resultados obtenidos en comparación con las previsiones teóricas.

| <b>Evaluación</b>  |              |      |
|--|--------------|------|
| <b>Realización de exámenes</b> ( $N_{\text{examen}}$ )   | <b>Peso:</b> | 60 % |
| <p>Se realizará un único examen final que dará cabida a toda la materia vista en la asignatura, ya sea en las clases teóricas, las clases de problemas o las sesiones de laboratorio. El examen podrá incluir cuestiones cortas de razonamiento y relación de conceptos, así como problemas de dificultad similar a los propuestos durante el curso. Para la realización del examen no se podrán utilizar apuntes ni libros. Si se considera necesario, se proporcionará un formulario junto con el enunciado del examen. El único equipo electrónico permitido en el examen será una calculadora científica. El uso de teléfonos móviles, tabletas o dispositivos similares está totalmente prohibido. Para poder aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación del examen final.</p>   |              |      |
| <b>Otras actividades</b> ( $N_{\text{ejercicios}}$ )   | <b>Peso:</b> | 10 % |
| <p>A lo largo del curso los alumnos podrán entregar ejercicios y/o problemas propuestos por el profesor. Se establecerá una fecha límite de presentación de cada ejercicio, no siendo considerado ninguno que sea entregado en plazo posterior. Se podrán entregar todos, solo algunos o ninguno de los ejercicios propuestos.* El alumno que no entregue ningún ejercicio tendrá un techo de nota final en la asignatura de 9 sobre 10.</p>   |              |      |
| <b>Otras actividades</b> ( $N_{\text{laboratorio}}$ )  | <b>Peso:</b> | 30 % |
| <p>La asistencia a las sesiones de laboratorio y la realización efectiva de las prácticas es obligatoria. Los alumnos que asistan, sin causa justificada, a menos del 80% de las sesiones prácticas no podrán aprobar la asignatura. La nota otorgada al alumno en relación con las prácticas de laboratorio tendrá en cuenta todos y cada uno de los siguientes aspectos: asistencia a las sesiones de laboratorio; atención y actitud mostradas en el laboratorio; capacidad de diálogo y trabajo en grupo; desarrollo ordenado, sistemático y eficaz de las prácticas; grado de funcionamiento de los esquemas implementados; número y calidad de las memorias de prácticas entregadas; grado de análisis de los resultados obtenidos. Se establecerá una fecha límite de presentación de cada memoria, no siendo considerada si se entrega fuera de plazo. La entrega de las memorias se realizará a través del Campus Virtual y no se admitirán si están escritas a mano.* Para poder aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al laboratorio.</p> |              |      |

*(\*) Con pequeños cambios no incluidos por error en la versión aprobada en J.F. 14/7/2017, pendiente de aprobación en Junta de Facultad.*



### Calificación final

La calificación final de la asignatura en convocatoria ordinaria responderá a la siguiente fórmula:

$$C_{\text{Final}} = 0.6 \cdot N_{\text{examen,ordinario}} + 0.1 \cdot N_{\text{ejercicios}} + 0.3 \cdot N_{\text{laboratorio}}$$

donde  $N_{\text{examen,ordinario}}$  corresponde a la calificación obtenida en el examen final (convocatoria ordinaria),  $N_{\text{ejercicios}}$  corresponde a la calificación de evaluación continua asociada con la entrega de ejercicios y  $N_{\text{laboratorio}}$  corresponde a la nota global correspondiente al trabajo de laboratorio. Para poder aprobar la asignatura en convocatoria ordinaria será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación del examen final ( $N_{\text{examen,ordinario}}$ ), un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al laboratorio ( $N_{\text{laboratorio}}$ ) y haber asistido al menos al 80% de las sesiones de laboratorio.

La calificación final de la asignatura en convocatoria extraordinaria responderá a la siguiente fórmula solo en caso de que el alumno haya obtenido un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al laboratorio ( $N_{\text{laboratorio}}$ ) y haya asistido al menos al 80% de las sesiones de laboratorio.

$$C_{\text{Final}} = 0.6 \cdot N_{\text{examen,extraordinario}} + 0.1 \cdot N_{\text{ejercicios}} + 0.3 \cdot N_{\text{laboratorio}}$$

donde  $N_{\text{examen,extraordinario}}$  corresponde a la calificación obtenida en el examen final (convocatoria extraordinaria),  $N_{\text{ejercicios}}$  corresponde a la calificación de evaluación continua asociada con la entrega de ejercicios durante el desarrollo del curso (no en periodo extraordinario) y  $N_{\text{laboratorio}}$  corresponde a la nota global correspondiente al trabajo de laboratorio durante el desarrollo del curso (no en periodo extraordinario). En caso contrario, la calificación final de la asignatura en convocatoria extraordinaria responderá a la fórmula:

$$C_{\text{Final}} = N_{\text{examen,extraordinario}}$$

donde  $N_{\text{examen,extraordinario}}$  corresponde a la calificación obtenida en el examen final (convocatoria extraordinaria).

En convocatoria extraordinaria solo se podrá actualizar la nota correspondiente al examen final.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                             |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Control de Sistemas</b>  |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804588             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas Lineales y Control |                 | <b>Módulo:</b> | Fundamental      |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                 |                 | <b>Curso:</b>  | 3º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                         |                 | 4              |                  | 2                | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                           | <b>Teóricos</b> | 33%            | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                             |                 | 33             |                  | 20               | 26                 |     |

|                                  |                                    |     |               |                         |       |
|----------------------------------|------------------------------------|-----|---------------|-------------------------|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Juan Francisco Jiménez Castellanos |     |               | <b>Dpto:</b>            | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>                   | 222 | <b>e-mail</b> | juan.jimenez@fis.ucm.es |       |

| Grupo | Profesores                         | T/P* | Dpto. | e-mail                  |
|-------|------------------------------------|------|-------|-------------------------|
| único | Juan Francisco Jiménez Castellanos | T/P  | DACyA | juan.jimenez@fis.ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |                          |      | Tutorías (lugar y horarios)                       |
|-------|--------------------|--------------------------|------|---|
|       | Día                | Horas                    | Aula |   |
| único | L<br>X             | 9:00-11:00<br>9:00-10:30 | 14   | Despacho 222.<br>L: 12:00-13:30<br>X: 12:00-13:30 |

| Grupo  | Laboratorio <sup>2</sup> |                            |                                       | Profesores   |
|--------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|--|
|        | Días                     | Horas                      | Lugar                                 |  |
| A<br>B | M <sup>3</sup><br>J      | 14:30-17:00<br>14:30-17:00 | Laboratorio<br>108<br>(Planta Sótano) | Juan Francisco Jiménez Castellanos<br>Eva Besada Portas (ebesada@ucm.es) |

<sup>2</sup>: Se realizará, dentro del horario de laboratorio correspondiente, las sesiones necesarias para cubrir las 26 horas de laboratorio.

<sup>3</sup>: Sólo se creará esta sesión en caso de que sea necesario desdoblar el grupo de laboratorio.

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión y dominio de la realimentación de sistemas, y de los efectos de dicha realimentación.
- Iniciarse en la realimentación lineal de los sistemas. Saber manejar la realimentación de estados.
- Aplicación de la controlabilidad y observabilidad de estado en el diseño de sistemas.

- Saber y dominar los conceptos de error en los sistemas realimentados, lugar de la raíces y saber aplicar la respuesta en frecuencia para el modelado de sistemas reales.
- Dominio de la estabilidad: condiciones y criterios
- Saber manejar en sistemas reales el diseño y control de PID y Redes de adelanto y retardo de fase.

#### Breve descripción de contenidos

Estudio y efecto de los sistemas realimentados. Sensibilidad. Respuesta transitoria y estacionaria. Criterios de estabilidad. Control realimentado en el espacio de estados. Teoremas de la controlabilidad y observabilidad. Respuesta en frecuencia de un sistema realimentado. Reguladores PID.

#### Objetivos de la asignatura

- Comprensión y dominio de la realimentación de sistemas, y de los efectos de dicha realimentación.
- Estabilidad de sistemas: condiciones y criterios
- Saber y dominar los conceptos de error en los sistemas realimentados, lugar de la raíces y saber aplicar la respuesta en frecuencia para el modelado de sistemas reales.
- Saber manejar en sistemas reales el diseño de controladores de entrada y salida: PIDs, redes de adelanto y retardo de fase.
- Iniciarse en la realimentación lineal de los sistemas. Saber manejar la realimentación de estados.
- Aplicación de la controlabilidad y observabilidad de estado en el diseño de sistemas.

#### Conocimientos previos necesarios

Sistemas Lineales

#### Programa de la asignatura

- Tema 1. Introducción.  
Conceptos generales. Objetivos del control. Revisión histórica
- Tema 2. Control y realimentación  
Control en lazo abierto. Control en lazo cerrado. Señales del sistema de control. Funciones de transferencia entre las señales del sistema. Sensibilidad y Sensibilidad Complementaria.
- Tema 3. Respuesta temporal y estacionaria  
Caracterización de la respuesta temporal: constante de tiempo, frecuencia natural, coeficiente de amortiguamiento, sobre-elongación.  
Caracterización de los errores en el estado estacionario.
- Tema 4. Estabilidad  
Concepto de estabilidad. Criterio de Routh-Hurwitz. Lugar de las raíces. Diagrama de Nyquist. Margen de ganancia, margen de fase, margen de estabilidad.
- Tema 5. Control con modelos de entrada-salida  
Diseño de PIDs: control con acción Proporcional (P), Integral (I) y Derivativa (D).  
Redes Adelanto y Retraso.  
Diseño óptimo: Integral del cuadrado del error, Integral de la magnitud absoluta del error. Integral del tiempo multiplicado por el error absoluto. Integral de los errores con la señal de control.
- Tema 6. Control en variables de estado

Representación en variables de estado: formas canónicas de representación.  
Control con realimentación de estado. Control con observador de estado. Controles con acción integral. Filtro de Kalman.  
Diseño óptimo: Regulador cuadrático lineal y gaussiano.

- Tema 7. Controladores discretos.  
Proceso de digitalización de controladores continuos.  
Diseño discreto de controladores.  
Aspectos prácticos de la implementación de controladores discretos.

### Bibliografía

#### Básica

- R.C. Dorf. R.H. Bishop. *Sistemas de Control Moderno*. Pearson- Prentice Hall. 10ª Edición. 2005.
- K. Ogata. *Ingeniería de Control Moderna*. Prentice Hall. 7º Edición. 2007
- B.C. Kuo. *Automatic Control Systems*. Prentice Hall. 3ª Edición. 1975.

#### Complementaria

- G. F. Franklin. *Digital Control of Dynamic Systems*. Addison-Wesley. Third Edition. 1998
- K.J. Aström & R.M. Murray. *Feedback Systems. An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2008.
- B. Wittenmark, K. J. Åström, K. E. Årzén. *Computer Control: An Overview*. IFAC professional brief.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### Metodología

En las lecciones de teoría y problemas se utilizarán la pizarra y proyecciones con ordenador.

En cada tema se proporcionarán hojas de problemas/ejercicios similares/complementarios a los resueltos en clase durante las sesiones de teoría y problemas.

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. Después de cada sesión, el alumno deberá presentar al profesor un informe de la práctica realizada.

El alumno utilizará el lenguaje Matlab-Simulink para la resolución de ejercicios, problemas y prácticas. Además, se hará uso, de forma remota y presencial, del sistema de control en tiempo real TwinCAT de Beckhoff para realizar las prácticas de control sobre dispositivos reales (circuitos, motores de continua, un cuatrirrotor)

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex\#}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 60% |
| <p>Como parte de la evaluación continua se realizará al menos un examen teórico-práctico parcial liberatorio a lo largo del curso.</p> <p>También se realizará un examen final (<math>N_{exf}</math>) en el que se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 15% |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará tanto el correcto funcionamiento y la memoria de cada práctica, como la actitud y habilidades demostradas durante las sesiones de laboratorio.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.6 \cdot (N_{exm} + N_{exf}) / 2 + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.15 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{exf} + 0.3 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{exm}</math> indica la media de los exámenes parciales, <math>N_{exf}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio.</p> <p>Para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 en cada uno de los exámenes parciales y obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final. También es necesario haber realizado las prácticas de laboratorio.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |

## 5. Fichas docentes de las asignaturas de 4º Curso



### Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones curso 2017-18

|                                |                                    |                 |                                 |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Instrumentación Electrónica</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b>    | 804583             |     |
| <b>Materia:</b>                | Electrónica                        | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                        |                 | <b>Curso:</b>                   | 4º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                                |                 | 4                               |                  | 2                | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                                  | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                    |                 | 33                              |                  | 20               |                    | 26  |

|                                  |                                |       |               |                     |        |
|----------------------------------|--------------------------------|-------|---------------|---------------------|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Francisco Javier Franco Peláez |       |               | <b>Dpto:</b>        | FA-III |
|                                  | <b>Despacho:</b>               | 206.0 | <b>e-mail</b> | fjfranco@fis.ucm.es |        |

| Grupo | Profesores                     | T/P* | Dpto.   | e-mail              |
|-------|--------------------------------|------|---------|---------------------|
| único | Francisco Javier Franco Peláez | T/P  | FTA-III | fjfranco@fis.ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)                                   |
|-------|--------------------|-------------|------|---|
|       | Día                | Horas       | Aula |   |
| único | M                  | 15:00-16:30 | 12   | Dep. Física Aplicada III, Despacho 206.0,<br>M: 09:30 – 11:30 |
|       | J                  | 15:00-17:00 | 12   |   |

| Grupo | Horarios de laboratorio |             |                       |                            |
|-------|-------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------|
|       | Día                     | Horas       | Lugar                 | Profesor                   |
| L1    | M                       | 11:30-14:00 | 109.0 (planta sótano) | Francisco J. Franco Peláez |
| L2    | X                       | 9:00-11:30  | 109.0 (planta sótano) | Francisco J. Franco Peláez |

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| <i>Sensores, detectores, emisores, y moduladores de luz, fibras ópticas y aplicaciones. Acondicionamiento de la señal. Conversores analógico digital y digital analógico. Circuitos de capacidades conmutadas. Instrumentación analógica y digital. Interconexiones. Protocolos convencionales de comunicación.</i> |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprender las limitaciones de los sensores incluyendo la sensibilidad, linealidad,</li> </ul> |

limitaciones por el ruido etc. Capacidad para encontrar el sensor necesario para una aplicación dada.

- Capacidad de diseñar circuitos de acondicionamiento de la señal, de conversión analógico-digital y digital-analógica.
- Capacidad de decidir la estructura de la instrumentación necesaria para resolver un determinado problema, realizar un estudio de viabilidad y diseñar el equipo completo.
- Conocer los principios físicos, funcionamiento, características y limitaciones de los principales dispositivos de generación, modulación, transmisión y detección de la luz, con especial orientación hacia el área de las comunicaciones ópticas.

### Conocimientos previos necesarios

*En esta asignatura, es vital el conocimiento adecuado de los conceptos expuestos en la asignatura "Electrónica Analógica", impartida en el segundo cuatrimestre del tercer año de la titulación. Dado que la instrumentación electrónica hace uso de microcontroladores, el alumno debe haber cursado la asignatura "Estructura de computadores", o al menos disponer de conocimientos en la materia. Asimismo, es recomendable haber cursado las asignaturas "Compatibilidad Electromagnética", "Física de Dispositivos", "Sistemas Lineales", y "Procesado de la Señal".*

*Paralelamente, es juicioso tener conocimientos en el uso de entornos de desarrollo tipo Arduino, Raspberry Pi, etc.*

### Programa de la asignatura

#### TEORÍA

*La asignatura se organizará en los siguientes temas:*

1. Introducción a la instrumentación. Nociones elementales y repaso de aspectos básicos.
2. Acondicionamiento de la señal.
3. Sensores resistivos
4. Sensores generadores y detectores ópticos.
5. Sensores capacitivos.
6. Circuitos Sample & Hold e introducción a los circuitos de capacidades conmutadas
7. Conversión D/A y A/D.
8. Protocolos de comunicación habituales en instrumentación electrónica. Sistemas de control por ordenador.
9. Interconexión

#### LABORATORIO

*En las sesiones de laboratorio, el alumno realizará prácticas destinadas a afianzar los conocimientos teóricos expuestos en el aula. En particular, las prácticas de laboratorio abordarán los siguientes puntos:*

1. Repaso del amplificador operacional: Circuitos no triviales (1 sesión) (3/X/2017).
2. Fuente de corriente controlada por tensión (2 sesiones) (10-17/X/2017).
3. Sensores resistivos (1 sesión) (31/X/2017).
4. Sensores de luz y comunicación por infrarrojos (1 sesión).
5. Sensores capacitivos (1 sesión).

6. Conversión A/D y D/A (1 sesión).
7. Diseño de placas impresas (*Printed Circuit Boards, PCB*) (2 sesiones)

Las prácticas de laboratorio tendrán lugar a partir del segundo martes de curso. La fecha exacta de realización de las prácticas dependerá del desarrollo de la parte teórica de la asignatura pues deben ir ambas partes en armonía temporal.

#### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- J. Peyton and V. Walsh, "Analog Electronics with Op Amps. A Source Book of Practical Circuits", Cambridge University Press.
- T. C. Carusone, D. Johns, K. Martin, "Analog Integrated Circuit Design", John Wiley & sons (En Ediciones antiguas, T. C. Carusone no figuraba como autor).
- Miguel Á. Pérez García, et al., "Instrumentación Electrónica", Editorial Paraninfo (Anteriormente, Thomson Reuters).  
*Este texto será de referencia en la asignatura.*

#### Recursos en internet

Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es//campusvirtual>

Por otra parte, las compañías fabricantes de circuitos integrados ofrecen "application notes", "user guides", etc. de gran interés para el desarrollador de sistemas de instrumentación.

#### Metodología

*La asignatura posee dos aspectos claramente diferenciados: Teórico y Práctico. Las clases teóricas se organizan como clases magistrales donde el alumno recibirá información pormenorizada acerca de los temas incluidos en el programa. Dado que, por otro lado, se considera que el alumno ya ha alcanzado un grado de madurez significativo, se fomentará la interacción profesor-alumno, alumno-alumno con el objeto de dinamizar las clases y favorecer el aprendizaje. Asimismo, dado que la instrumentación electrónica evoluciona rápidamente de año en año, se pretende que el alumno aprenda a estar al tanto de las novedades e innovaciones que aparezcan en esta disciplina.*

*Con el objeto de fomentar el aprendizaje autónomo, se ofrece al alumno la posibilidad de realizar exposiciones orales en clase sobre temas de actualidad que formarán parte de la evaluación.*

*Las clases teóricas se completarán en el laboratorio de alumnos con la realización de prácticas en las que se aplicarán los conocimientos adquiridos en clase. El alumno se enfrentará, en algún caso, a condiciones de trabajo similares a las que se puede encontrar en la vida real con el objeto de desarrollar competencias genéricas de la titulación.*

#### Evaluación

|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b> | <b>Peso:</b> | 70% |
|---|--------------|-----|

*Es necesario haber realizado las prácticas de laboratorio y entregado los informes para tener derecho a examen.*



|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| <i>Realización de trabajo sobre temas de actualidad y exposición en clase.</i>  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 20% |
| <i>Prácticas de laboratorio e informes correspondientes.<br/>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.</i>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{\text{Final}} = 0.7 \cdot N_{\text{Final}} + 0.1 \cdot A_1 + 0.2 \cdot A_2$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Final}}$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones anteriormente mencionadas y <math>N_{\text{Final}}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                                     |                 |     |                  |                  |                        |
|--------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----|------------------|------------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Diseño de Sistemas Digitales</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>    | 804587                 |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas                            |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Redes y Sistemas |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                         |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º               | <b>Semestre:</b> 1º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                                 |                 | 4   |                  | 2                | 1.5                    |
| <b>Presencial</b>              | -                                   | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                     |                 | 33  |                  | 20               | 26                     |

|                                  |                         |       |               |                 |      |
|----------------------------------|-------------------------|-------|---------------|-----------------|------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | José Luis Imaña Pascual |       |               | <b>Dpto:</b>    | ACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>        | 226.0 | <b>e-mail</b> | jluimana@ucm.es |      |

| Grupo | Profesores              | T/P* | Dpto. | e-mail          |
|-------|-------------------------|------|-------|-----------------|
| único | José Luis Imaña Pascual | T/P  | ACyA  | jluimana@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |                                |      | Tutorías (lugar y horarios)   |
|-------|--------------------|--------------------------------|------|---|
|       | Día                | Horas                          | Aula |   |
| único | L<br>X             | 15:00 – 16:30<br>15:00 – 17:00 | 12   | Despacho 226.0 (2ª planta).<br>M de 11:00 – 12:00h. y de 15:00 – 16:00h<br>J de 10:30 – 11:30h. |

| Grupo | Laboratorio |               |  | Profesores              |
|-------|-------------|---------------|--|-------------------------|
|       | Días        | Horas         | Lugar                                      |                         |
| único | L           | 11:30 – 14:00 | Laboratorio Sistemas Digitales (2ª Planta) | José Luis Imaña Pascual |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer la aritmética del computador, así como ser capaz de diseñar e implementar distintos circuitos aritméticos.</li> <li>• Comprender y dominar las distintas técnicas de optimización de los circuitos digitales, tanto combinacionales como secuenciales, así como dominar el diseño modular de dichos sistemas.</li> <li>• Capacidad de analizar y diseñar circuitos full-custom combinacionales y secuenciales basados en CMOS.</li> <li>• Capacidad de realizar descripciones en lenguaje VHDL sintetizable de distintos sis-</li> </ul> |

temas digitales.

### Breve descripción de contenidos

Circuitos aritméticos. Optimización de circuitos combinacionales y secuenciales. Redes modulares. VHDL para síntesis. Diseño full-custom.

### Conocimientos previos necesarios

Circuitos Digitales. Física de Dispositivos.

### Programa de la asignatura

#### 1.- Introducción.

**2.- Diseño full-custom.** Flujo de diseño y herramientas CAD. Familias lógicas. Lógica CMOS. Lógica estática. Lógica dinámica. Circuitos combinacionales y secuenciales. Memorias. Reglas de diseño.

**3.- Lenguajes de descripción de hardware.** VHDL. Sintaxis. Estructura de un modelo VHDL. Elementos básicos de VHDL. VHDL para síntesis. Test-bench de simulación.

**4.- Diseño combinacional avanzado.** Conocimientos previos. Módulos combinacionales. Redes combinacionales modulares. Diseño de redes iterativas unidimensionales y bidimensionales.

**5.- Diseño secuencial avanzado.** Sistemas secuenciales equivalentes. Reducción y asignación de estados. Particionamiento. Módulos secuenciales. Redes secuenciales modulares.

**6.- Aritmética.** Sumadores. Multiplicadores. Otros circuitos aritméticos. Representación IEEE-754. Operaciones en punto flotante.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- P.J. Ashenden. "The designer's guide to VHDL". Morgan Kaufmann, 2008.
- S. Brown, Z. Vranesic. "Fundamentos de lógica digital con diseño VHDL", McGraw-Hill, 2000.
- D.D. Gajski, "Principios de Diseño Digital". Prentice Hall, 1997.
- A.R. Omondi. "Computer Arithmetic Systems". Prentice Hall, 1994.
- B. Parhami. "Computer arithmetic: algorithms and hardware designs". Oxford University Press, 2000.
- J.M. Rabaey, A. Chandrakasan, B. Nikolic. "Circuitos Integrados Digitales: una perspectiva de diseño ", Prentice Hall, 2004.
- L. Terés, Y. Torroja, S. Locos, E. Villar. "VHDL Lenguaje estándar de diseño Electrónico". McGraw-Hill, 1997.
- J.F. Wakerly. "Diseño Digital. Principios y Prácticas", Prentice Hall, 2001.
- N. Weste, K. Eshraghian. "Principles of CMOS VLSI Design, A System Perspective", Addison-Wesley, 2004.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li> <li>• Sesiones de laboratorio (durante las últimas 10 semanas).</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.</p> <p>Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura, cuyos enunciados se suministrarán con antelación. Se utilizará software de diseño electrónico automatizado para la realización de diseños full-custom y para la realización de diseños con el lenguaje de descripción hardware VHDL. Entre las prácticas a realizar en el laboratorio se encuentra la implementación full-custom de circuitos combinatoriales y el diseño e implementación de distintos circuitos combinatoriales, secuenciales y aritméticos descritos en VHDL.</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 65% |
| <p>Se realizará un examen final. El examen tendrá una parte de cuestiones teórico-prácticas y otra parte de problemas (de nivel similar a los resueltos en clase).</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a cuestiones teórico-prácticas, no se podrán utilizar apuntes ni libros.</p> <p>Para la realización de la parte del examen correspondiente a problemas, se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| <p>Como evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entrega de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorarán la preparación y el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.</p>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:</p> $C_{Final} = 0.65 \cdot N_{ex} + 0.25 \cdot N_{lab} + 0.1 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.75 \cdot N_{ex} + 0.25 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex}</math> es la calificación correspondiente al examen final, <math>N_{ec}</math> es la calificación correspondiente a la evaluación continua y <math>N_{lab}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio. En cualquiera de los casos, para aprobar la asignatura será necesario obtener un mínimo de 4 sobre 10 en la calificación correspondiente al examen final.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                                |                 |                                 |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electrónica de Potencia</b> |                 |                                 |                  | <b>Código</b>    | 804581             |     |
| <b>Materia:</b>                | Electrónica                    | <b>Módulo:</b>  | Electrónica y Electromagnetismo |                  |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                    |                 | <b>Curso:</b>                   | 4º               | <b>Semestre:</b> | 1º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                            |                 | 4                               |                  | 2                | 1.5                |     |
| <b>Presencial</b>              | -                              | <b>Teóricos</b> | 33%                             | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                |                 | 33                              |                  | 20               |                    | 26  |

|                                  |                         |     |               |  |        |
|----------------------------------|-------------------------|-----|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Álvaro del Prado Millán |     |               | <b>Dpto:</b>                                       | FA-III |
|                                  | <b>Despacho:</b>        | 205 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:alvarop@ucm.es">alvarop@ucm.es</a> |        |

| Grupo | Profesores              | T/P/L* | Dpto.  | e-mail   |
|-------|-------------------------|--------|--------|--|
| único | Álvaro del Prado Millán | T/P/L  | FA-III | <a href="mailto:alvarop@ucm.es">alvarop@ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas, L: Laboratorio

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)  |
|-------|--------------------|-------------|------|--|
|       | Día                | Horas       | Aula |  |
| único | L                  | 16:30-18:30 | 12   | Despacho 205.0; L y X 10:30 -13:00 (con posibilidad de concertar tutorías en horario alternativo). |
|       | X                  | 17:00-18:30 | 12   |  |

| Grupo | Horarios de laboratorio |             |                       |   |
|-------|-------------------------|-------------|-----------------------|---|
|       | Día                     | Horas       | Lugar                 | Profesores  |
| L1    | M                       | 09:00-11:30 | 109.0 (planta sótano) | Álvaro del Prado Millán<br>M <sup>a</sup> Ángela Pampillón Arce |
| L2    | J                       | 11:30-14:00 |                       |   |

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Diseño de bobinas y transformadores para fuentes conmutadas. Dispositivos de conmutación. Convertidores DC/DC. Fuentes conmutadas: forward y flyback. Inversores y sus aplicaciones. Control de potencia mediante SCR y TRIACS. |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de electrotecnia y de electrónica de potencia.</li> <li>• Capacidad de diseñar circuitos de alimentación y conversión de energía eléctrica para aplicaciones de telecomunicación y computación.</li> <li>• Capacidad de conectar generadores, particularmente fotovoltaicos, a la red</li> </ul> |

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos de Física de Dispositivos.  
Conocimientos de Análisis de Circuitos.  
Conocimientos de Electromagnetismo.  
Conocimientos de Electrónica Analógica.

### Programa de la asignatura

Tema 1. Conversores DC-DC e inversores: Conversores *buck*, *boost*, *buck-boost*, Cúk y SEPIC (*single-ended primary inductor converter*). Conversores de medio puente y de puente completo y aplicación como inversores.

Tema 2. Dispositivos de conmutación: Diodos, transistores MOSFET, IGBT. Controladores (*drivers*) de interruptor. Disipación de calor.

Tema 3. Controladores de fuentes conmutadas: Control en modo de tensión. Control en modo de corriente.

Tema 4. Conversores con aislamiento galvánico: Modelo del transformador. Conversores *flyback*, *forward*, *push pull*, de medio puente (*half bridge*) y de puente completo (*full bridge*).

Tema 5. Diseño de inductancias y transformadores: Circuitos magnéticos. Diseño de inductancias. Diseño de transformadores.

Tema 6. Control de potencia en AC: Rectificadores (AC-DC) básicos. Tiristores. Dispositivos de disparo. Rectificadores controlados.

#### Prácticas:

Práctica 1. Conmutación de dispositivos y conversor *boost*.

Práctica 2. Conversores *buck* y *buck-boost*.

Práctica 3. Conversor de puente completo. Control de un motor DC.

Práctica 4. Control de medio puente síncrono. Control en modo de tensión.

Práctica 5. Conversor DC-DC con circuito integrado de generación de señal de anchura de pulsos modulada (PWM).

Práctica 6. Fuente *flyback*.

Práctica 7. Control de potencia con DIAC y TRIAC.

| <b>Bibliografía</b>   |
|---|
| <p>1. "Power Electronics: Converters, Applications and Design". N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. John Willey and Sons, 2003.</p> <p>2. "Power Electronics: A First Course". N. Mohan. Wiley, 2012.</p> <p>3. "Fundamentals of Power Electronics, second edition". R. W: Erickson, D. Maksimovic. Springer (Kluwer Academic Press), 2001.</p> <p>4. "Principles of Power Electronics". J. G. Kassakian, M. F. Schlecht, G. C. Verghese. Pearson (Addison-Wesley), 1991.</p> <p>5. "Electrónica de Potencia". D. W. Hart. Prentice Hall, 1997.</p> <p>6. "Electrónica de Potencia: Dispositivos". L. Esquiroz, C. Álvarez, J. A. Martínez, J. C. Álvarez. Servicio de Publicaciones, Universidad de Oviedo, 1999.</p> <p>7. "Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems". R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodríguez. John Willey and Sons, 2011.</p> |
| <b>Recursos en internet</b>   |
| <p>En Campus Virtual de la UCM: <a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a></p>   |

| <b>Metodología</b>  |
|---|
| <p>Lecciones de teoría: Se explicarán los conceptos de la asignatura, ilustrándolos con ejemplos y resultados de simulaciones. Se facilitará material docente de apoyo para estas clases de teoría a través del campus virtual.</p> <p>Clases prácticas de problemas: Incluirán ejemplos de resolución de problemas. Por otro lado, se facilitará a los alumnos una relación de problemas propuestos y las clases de problemas también se dedicarán a resolver las dudas que hayan podido surgir a los alumnos al tratar de realizar los problemas.</p> <p>Se propondrán ejercicios específicos a lo largo del curso cuya realización se tendrá en cuenta en la evaluación.</p> <p>Prácticas de laboratorio: Se realizarán individualmente o en grupos de 2 alumnos. Se propondrán montajes prácticos para complementar las explicaciones teóricas y para analizar posibles efectos reales. Se entregará un informe de cada práctica.</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (Ex)</b>  | <b>Peso:</b> | 60% |
| Examen final de cuestiones y problemas. En caso de ser necesario se facilitará un formulario.  |              |     |
| <b>Otras actividades (Ej) Ejercicios</b>   | <b>Peso:</b> | 15% |
| Entrega de ejercicios propuestos que pueden implicar la utilización de software de simulación.   |              |     |
| <b>Otras actividades (Lab) Laboratorio</b>   | <b>Peso:</b> | 25% |
| Se valorará la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los informes presentados de cada práctica. |              |     |

|   |
|---|
| La realización de las prácticas es obligatoria.   |
| <b>Calificación final</b>   |
| La calificación final $C_{FINAL}$ (en las dos convocatorias) se obtendrá como la suma de las calificaciones de cada actividad, teniendo en cuenta el peso de cada una:<br>$C_{Final} = 0,6 \cdot Ex + 0,15 Ej + 0,25 Lab$ Se requerirá una calificación mínima del 40% con respecto a la calificación máxima en el examen final, en el laboratorio y en la actividad de realización de ejercicios, como condición necesaria para poder aprobar la asignatura. |





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                              |                 |     |                  |                  |                        |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------|-----|------------------|------------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Redes de Computadores</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>    | 804600                 |
| <b>Materia:</b>                | Redes                        |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Redes y Sistemas |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                  |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º               | <b>Semestre:</b> 1º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 7.5                          |                 | 4   |                  | 2                | 1.5                    |
| <b>Presencial</b>              | -                            | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                              |                 | 33  |                  | 20               | 26                     |

|                                  |                             |       |               |  |       |
|----------------------------------|-----------------------------|-------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Francisco Daniel Igual Peña |       |               | <b>Dpto:</b>                                     | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>            | 223.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:figual@ucm.es">figual@ucm.es</a> |       |

|              |                      |             |              |  |
|--------------|----------------------|-------------|--------------|--|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b>    | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b>                                    |
| único        | Francisco Igual Peña | T/P         | DACyA        | <a href="mailto:figual@ucm.es">figual@ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |             |      | Tutorías (lugar y horarios)   |
|-------|--------------------|-------------|------|-------------------------------|
|       | Día                | Horas       | Aula |                               |
| Único | M                  | 16:30-18:30 | 12   | Despacho 223.0. L 11:30-14:00 |
| Único | J                  | 17:00-18:30 | 12   | Despacho 223.0. X 9:30-11:30  |

| Grupo | Laboratorio* |             |                   | Profesores           |
|-------|--------------|-------------|-------------------|----------------------|
|       | Día          | Horas       | Lugar             |                      |
| Único | X            | 11:30-14:00 | Lab. 109 (sótano) | Francisco Igual Peña |

\*: Se realizarán diez sesiones de laboratorio.

| Breve descripción de contenidos  |
|--|
| <p>Introducción a Internet. Direccionamiento y protocolos de resolución de direcciones. Protocolo IPv4. Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP). Protocolo de gestión de grupos (IGMP).<br/>Protocolos IPv6 e ICMPv6. Protocolo de datagramas de usuario (UDP). Protocolo de control de la transmisión (TCP). Encaminamiento de datagramas IP. Programación de aplicaciones de red.<br/>Aplicaciones de Internet. Seguridad en Internet. Redes Privadas Virtuales.</p> |

| Objetivos de la asignatura  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.</li> </ul> |

- Conocimiento de los principios, fundamentos y principales protocolos existentes en la pila TCP/IP.
- Conocimiento y aplicación de los algoritmos de control de tráfico y congestión.
- Conocimiento y utilización de los fundamentos de la programación en redes, sistemas y servicios de telecomunicación.
- Comprensión de los aspectos fundamentales de la seguridad en redes.
- Conocimiento de herramientas de gestión y configuración de red bajo distintos sistemas operativos (GNU/Linux y CISCO IOS).

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos adquiridos en las asignaturas Redes y Servicios de Telecomunicación I y II.

### Programa de la asignatura

#### Módulo 1. Introducción y conceptos básicos

1. Introducción.
2. Modelos OSI y TCP/IP. Relación y diferencias.
3. Aspectos tecnológicos.

#### Módulo 2. Capa de red.

1. Introducción a la capa de red.
2. Direccionamiento IPv4.
3. Reparto y forwarding de paquetes IP.
4. El protocolo de Internet, versión 4 (IPv4).
5. Protocolo de Resolución de Direcciones (ARP).
6. Protocolo de Control de Mensajes de Internet (ICMPv4).
7. El protocolo IPv6. ICMPv6.
8. Protocolos de enrutamiento unicast (RIP, OSPF, BGP, EIGRP).
9. Protocolos de enrutamiento multicast. IGMP.
10. IP móvil.

#### Módulo 3. Capa de transporte.

1. Introducción a la capa de transporte.
2. Transporte no orientado a conexión. El protocolo UDP.
3. Transporte orientado a conexión. El protocolo TCP.
4. Principios de control de congestión.
5. SCTP (Stream Control Transmission Protocol).

#### Módulo 4. Capa de aplicación.

1. Introducción. El paradigma cliente/servidor.
2. Configuración del host. DHCP.

3. Sistema de nombres de dominio (DNS).
4. Gestión de red: SNMP.
5. Logins remotos: TELNET y SSH.
6. Transferencia de ficheros: FTP y TFTP.
7. El protocolo HTTP.

#### **Módulo 5. Seguridad en Internet.**

1. Seguridad en capa de red. Redes privadas virtuales.
2. Seguridad en capa de transporte. SSL.
3. Seguridad en capa de aplicación.
4. Firewalls y listas de control de acceso. Conceptos y configuración.

#### **Bibliografía ordenada alfabéticamente**

##### **Bibliografía básica:**

- Behrouz A. Forouzan. TCP/IP Protocol Suite, 4ª ed. McGraw-Hill, 2010.
- J. F. Kurose, K. W. Ross. Computer Networking. A Top-Down Approach. 6ª ed. Pearson, 2012.

##### **Bibliografía complementaria:**

- Behrouz A. Forouzan. Transmisión de datos y redes de comunicaciones. 4ª ed, McGraw Hill, 2007.
- W. Stallings. Comunicaciones y Redes de Computadores", 7ª ed. Pearson/Prentice-Hall, 2004.
- A.Tanenbaum. "Redes de Computadores", 5ª ed. Pearson, 2012.

#### **Recursos en internet**

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

| <b>Metodología</b>  |
|---|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría en aula donde se desarrollarán los principales conceptos de la materia, incluyendo ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Sesiones de problemas y otras actividades dirigidas.</li> <li>• Sesiones prácticas en laboratorio.</li> </ul> <p>En las lecciones teóricas y sesiones de problemas se utilizarán proyecciones con ordenador y pizarra. Se suministrará a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en clase a través de Campus Virtual. Se propondrá la solución de una selección de problemas por parte de los propios alumnos en las sesiones dedicadas a tal fin.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes realizarán entregas de ejercicios propuestos. Se propondrá un trabajo relacionado con algún punto de la asignatura, que deberá ser desarrollado, resuelto y defendido de forma individual por cada alumno.</p> <p>Las prácticas consistirán en desarrollos prácticos con equipamiento de redes, simuladores (GNS3, CISCO PacketTracer y máquinas virtuales Linux) y herramientas software de gestión de redes, y reforzarán de un modo práctico los conocimientos introducidos teóricamente. La asistencia a las sesiones de laboratorio es obligatoria; el alumno deberá presentar un informe con los resultados obtenidos tras la finalización de cada sesión.</p> <p>Las prácticas a desarrollar en laboratorio serán las siguientes:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Introducción al entorno de laboratorio. Configuración de dispositivos de red bajo GNU/Linux y CISCO IOS. Analizadores de protocolos y comandos de depuración.</li> <li>2. Conmutadores LAN. Comunicación de redes a través de conmutadores. Redes virtuales (VLANs).</li> <li>3. Direccionamiento IP (versiones 4 y 6). Encaminamiento estático. ICMP.</li> <li>4. Encaminamiento dinámico unicast. RIP. OSPF, BGP.</li> <li>5. Seguridad en redes. Firewalls y ACLs.</li> <li>6. Seguridad en redes. Configuración y gestión de redes privadas virtuales.</li> <li>7. Desarrollo de aplicaciones de red. Programación con sockets.</li> </ol> |

| <b>Evaluación</b>   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (Nex)</b>  | <b>Peso:</b> | 60% |
| Se realizará un examen final. El examen constará de una serie de problemas de nivel similar a los resueltos en clase.   |              |     |
| <b>Otras actividades (Nec)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que realizar entregas de ejercicios propuestos y/o trabajos específicos de carácter individual. |              |     |
| <b>Otras actividades (Nlab)</b>   | <b>Peso:</b> | 20% |

Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia es obligatoria. Se valorará tanto la actitud como el interés mostrado durante el desarrollo de la sesión. Al término, se solicitará un informe del desarrollo y resultados obtenidos durante la sesión.

#### Calificación final

La calificación final será la mejor de las opciones

$$N_{final} = 0.6 * N_{ex} + 0.2 * N_{ec} + 0.2 * N_{lab}$$

$$N_{final} = 0.8 * N_{ex} + 0.2 * N_{lab}$$

donde Nex es la calificación correspondiente al examen final, Nec es la calificación correspondiente a evaluación continua y Nlab es la calificación de las prácticas de laboratorio.

Para aprobar la asignatura será necesario, en todo caso, obtener una nota mínima de 4 sobre 10 en la calificación del examen final (Nex).

La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |  |                 |     |                  |                  |                        |
|--------------------------------|--|-----------------|-----|------------------|------------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Arquitectura de Sistemas Integrados</b> |                 |     |                  | <b>Código</b>    | 804586                 |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas                                   |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Redes y Sistemas |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio                                |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º               | <b>Semestre:</b> 2º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6  |                 | 3.5 |                  | 1.5              | 1                      |
| <b>Presencial</b>              | -  | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |  |                 | 30  |                  | 15               | 18                     |

|                                  |                           |     |               |  |       |
|----------------------------------|---------------------------|-----|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Daniel A. Chaver Martínez |     |               | <b>Dpto:</b>                                     | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>          | 236 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:dani02@ucm.es">dani02@ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesores                | T/P <sup>1</sup> | Dpto. | e-mail   |
|-------|---------------------------|------------------|-------|--|
| único | Daniel A. Chaver Martínez | T/P              | DACyA | <a href="mailto:dani02@ucm.es">dani02@ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |               |      | Tutorías (lugar y horarios)       |
|-------|--------------------|---------------|------|-----------------------------------|
|       | Día                | Horas         | Aula |                                   |
| único | M                  | 15:00 – 16:30 | 5A   | Despacho 236. L y X de 15 a 16:30 |
|       | X                  | 10:30 - 12:00 | 11   |                                   |

| Grupo              | Laboratorio <sup>2</sup> |            |                                   | Profesores                |
|--------------------|--------------------------|------------|-----------------------------------|---------------------------|
|                    | Días                     | Horas      | Lugar                             |                           |
| Único <sup>3</sup> | M                        | 9:00-11:00 | Laboratorio de Sistemas Digitales | Daniel A. Chaver Martínez |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a los largo del semestre.

<sup>3</sup>: Si por las obras no estuviese disponible el laboratorio previsto podría cambiarse el horario del laboratorio a 9:30-11:30.

### Breve descripción de contenidos

Sistemas empotrados, microprocesadores, microcontroladores, procesadores digitales de señal (DSP). Optimización de prestaciones, consumo de energía y fiabilidad.

### Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)

- Comprensión de la organización interna de un sistema empotrado y de los subsistemas que lo constituyen.

- Comprensión de la arquitectura de procesadores, microcontroladores y procesadores de señales digitales.
- Comprensión de principales técnicas de diseño arquitectónico orientadas a la optimización de prestaciones, consumo y fiabilidad.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos en las asignaturas “Estructura de Computadores”, “Sistemas Operativos y de Tiempo Real” y “Diseño de Sistemas Digitales”.

### Programa de la asignatura

1. Introducción.
  - Repaso general a la organización de un computador.
  - Tipos de computadores. Computadores empotrados.
  - Prestaciones, consumo y fiabilidad.
2. Microarquitectura.
  - Repaso arquitectura del repertorio de instrucciones.
  - Segmentación.
  - Técnicas avanzadas de explotación del paralelismo a nivel de instrucción (ILP) y a nivel de thread (TLP).
3. Sistema de memoria, E/S y buses.
  - Repaso de la jerarquía de memoria y del sistema de E/S.
  - Técnicas avanzadas de gestión Cache, DRAM y disco.
  - Buses: Bus AMBA.
4. DSPs, SoC y sistemas empotrados.
  - Introducción a los procesadores digitales de señal.
  - Introducción a los sistemas en chip y al diseño de sistemas empotrados.

#### Prácticas:

Se realizarán prácticas basadas en la infraestructura MIPSfpga, disponible a través de la Web de la empresa Imagination Technologies (<https://community.imgtec.com/university/resources/>) previa firma de un acuerdo. Dichas prácticas cubrirán muchos de los aspectos vistos en la parte teórica de la asignatura y detallados en el programa anterior.

| <b>Bibliografía</b>  |
|--|
| <p><b>Básica:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Computer Organization and Design: the Hardware/Software Interface. David A. Patterson, John L. Hennessy. Ed. Morgan Kaufmann, 2013.</li> <li>• Computer Architecture: A Quantitative Approach. John L. Hennessy, David A. Patterson. Ed. Morgan Kaufmann, 2012.</li> <li>• Digital Design and Computer Architecture, David M. Harris, Sarah L. Harris. Ed. Morgan Kaufmann, 2013.</li> </ul> <p><b>Complementaria:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Memory Systems Cache, DRAM, Disk. Bruce Jacob, Spencer Ng, David Wang. Ed. Morgan Kaufmann, 2007.</li> <li>• Embedded DSP Processor Design: Application Specific Instruction Set Processors. Dake Liu, Ed. Morgan Kaufmann, 2008.</li> <li>• Computers as Components: Principles of Embedded Computing System Design. Marilyn Wolf. Ed. Morgan Kaufmann, 2012.</li> <li>• Modern Embedded Computing Designing Connected, Pervasive, Media-Rich Systems. Peter Barry, Patrick Crowley. Ed. Morgan Kaufmann, 2012.</li> </ul> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| <p>En Campus Virtual de la UCM: <a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a></p>  |

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lecciones de teoría donde se explicarán los principales conceptos de la materia, incluyéndose ejemplos y aplicaciones.</li> <li>• Clases prácticas de problemas y actividades dirigidas.</li> <li>• Sesiones de laboratorio (9 en total).</li> </ul> <p>En las lecciones de teoría se utilizarán proyecciones con ordenador y en las clases de problemas se utilizará la pizarra.</p> <p>Se suministrarán a los estudiantes series de enunciados de problemas con antelación a su resolución en la clase, que los encontrarán en el Campus Virtual.</p> <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos.</p> <p>En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con el contenido de la asignatura empleando el código Verilog MIPSfpga de Imagination Technologies, que implementa una configuración del microcontrolador MIPS Micro Aptiv, sobre una plataforma basada en una FPGA Artix 7 de Xilinx.</p> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 50% |
| <p>Se realizará un examen final con cuestiones teórico-prácticas y problemas (de nivel similar a los resueltos en clase) en el que se podrán utilizar los apuntes de clase disponibles en el Campus Virtual así como los libros recomendados en la bibliografía.</p> |              |     |



|   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Otras actividades (<math>N_{ec}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 20% |
| Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas resueltos y/o trabajos específicos de carácter individual.  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 30% |
| Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria. Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión así como las respuestas a las preguntas formuladas. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones. |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| La calificación final será la mayor de las dos puntuaciones siguientes:   |              |     |
| $C_{Final} = 0.5 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab} + 0.2 \cdot N_{ec}$ $C_{Final} = 0.7 \cdot N_{ex} + 0.3 \cdot N_{lab}$  |              |     |
| donde $N_{ex}$ es la calificación correspondiente al examen final, $N_{ec}$ es la calificación correspondiente a la evaluación continua y $N_{lab}$ es la calificación de las prácticas de laboratorio.   |              |     |
| La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.   |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2016-17

|                                |                      |                             |  |                  |                      |                    |        |
|--------------------------------|----------------------|-----------------------------|--|------------------|----------------------|--------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> |                      | <b>Trabajo Fin de Grado</b> |  |                  |                      | <b>Código</b>      | 804601 |
| <b>Materia:</b>                | Trabajo Fin de Grado |                             |  | <b>Módulo:</b>   | Trabajo Fin de Grado |                    |        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatorio          |                             |  | <b>Curso:</b>    | 4º                   | <b>Semestre:</b>   | 2º     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 12                   | <b>Teóricos</b>             |  | <b>Problemas</b> |                      | <b>Laboratorio</b> | -      |
| <b>Presencial</b>              | -                    |                             |  |                  |                      |                    | -      |
| <b>Horas Totales</b>           | 300                  |                             |  |                  |                      |                    | -      |

|                                      |                    |       |               |  |       |
|--------------------------------------|--------------------|-------|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Luis Piñuel Moreno |       |               | <b>Dpto:</b>                                       | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>   | 216.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:lpinuel@ucm.es">lpinuel@ucm.es</a> |       |

| Profesores                 | Dpto.                          | e-mail   |
|----------------------------|--------------------------------|--|
| Enrique San Andrés Serrano | Física Aplicada III            | <a href="mailto:esas@fis.ucm.es">esas@fis.ucm.es</a>         |
| Pedro Antoranz Canales     | Física Aplicada III            | <a href="mailto:antoranz@fis.ucm.es">antoranz@fis.ucm.es</a> |
| Luis Piñuel Moreno         | Arq. Computadores y Automática | <a href="mailto:lpinuel@ucm.es">lpinuel@ucm.es</a>           |
| José Antonio López Orozco  | Arq. Computadores y Automática | <a href="mailto:jalo@dacya.ucm.es">jalo@dacya.ucm.es</a>     |

| Suplentes                  | Dpto.                          | e-mail   |
|----------------------------|--------------------------------|--|
| Luis Angel Tejedor Alvarez | Física Aplicada III            | <a href="mailto:luistejedor@fis.ucm.es">luistejedor@fis.ucm.es</a> |
| Daniel Chaver Martínez     | Arq. Computadores y Automática | <a href="mailto:dani02@ucm.es">dani02@ucm.es</a>                   |

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| El Trabajo Fin de Grado versará sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de la Ingeniería Electrónica de Comunicaciones y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Grado. Un profesor tutor deberá aprobar el tema del trabajo y asesorar al estudiante en su realización. |

| Objetivos de la asignatura   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir evaluar las competencias del Grado.</li> <li>• Los relacionados con el tema del trabajo concreto que realice cada estudiante.</li> <li>• Estudiar en profundidad, analizar y desarrollar un tema concreto basándose en los contenidos y el nivel de las materias del Grado.- Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios de Grado a situaciones concretas y nuevas.</li> </ul> |

- Ser capaz de presentar un Proyecto con las implicaciones normativas, económicas y de gestión que garanticen su buen desarrollo y hacer una defensa oral de éste.

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Realización de un trabajo.
- Elaboración y exposición pública de una memoria sobre el trabajo realizado.

La distribución en créditos ECTS para las dos actividades formativas anteriores se estima en 10 y 2 ECTS respectivamente.

### Relación de Temas y número de plazas ofrecidos para cada uno

| Departamento de Física Aplicada III   |        |
|---|--------|
| Temas   | Plazas |
| Estudio de la situación actual del estándar 5G para telefonía móvil                         | 1      |
| Velocímetro y cuentakilómetros para bicicletas basado en Arduino                            | 1      |
| Detección de carga estática   | 1      |
| Situación actual y perspectivas de futuro de los dispositivos fotovoltaicos                 | 2      |
| Diseño de software de control para instrumentación de laboratorio mediante LabView y Python | 2      |
| Detectores de movimiento  | 1      |
| Fiabilidad de diversas placas populares (Arduino, Raspberry Pi, etc.) según FIDES           | 1      |
| Sistemas Fotovoltaicos para el cambio del paradigma energético                              | 2      |
| Píxel central del telescopio MAGIC-I  | 1      |
| Rayos atmosféricos: generación y técnicas de protección                                     | 1      |
| Modelado de sensores típicos en SPICE   | 1      |
| Simulación TCAD de dispositivos electrónicos  | 1      |
| Tecnologías de Fabricación de Dispositivos CMOS   | 1      |
| Diseño, construcción y análisis de un convertor DC-DC "up" de 6 a 12V y 200W de potencia    | 1      |
| Diseño, construcción y análisis de un amplificador de audio en clase A                      | 1      |
| Eficiencia Energética   | 1      |

| <b>Departamento de Arquitectura de Ordenadores y Automática</b>  |               |
|--|---------------|
| <b>Temas</b>   | <b>Plazas</b> |
| Uso del Interfaz CorExtend en MIPSfpga 2.0   | 1             |
| Implementación de una centralita VoIP mediante software libre  | 4             |
| Diseño de prácticas de Control de Sistemas y su conexión como planta Remota                                      | 2             |
| Diseño de prácticas de Procesamiento de Señales Reales   | 1             |
| Modelado, simulación y control de un cuatrirrotor  | 2             |
| Implementación reconfigurable de algoritmos criptográficos   | 1             |
| Adaptación y configuración de un firmware abierto de router (OpenWRT) para satisfacer las necesidades de cliente | 4             |

| <b>Calificación final</b>  |
|--|
| <p>Una Comisión Evaluadora, nombrado ad hoc, valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y de su exposición y defensa oral.</p> <p>De acuerdo a las directrices del TFG de la UCM para ser presentado ante una Comisión evaluadora, el TFG deberá contar, al menos, con el visto bueno del profesor o profesores encargados de su supervisión.</p> <p>La calificación final estará comprendida entre 0 y 10.</p> <p>Nota: En la convocatoria extraordinaria, la defensa de los TFG será el día 12 de febrero de 2018.</p> |

| <b>Composición de la Comisión Evaluadora</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- José A. López Orozco</li> <li>- Luis Piñuel Moreno</li> <li>- Pedro Antoranz Canales</li> </ul> <p>Suplentes:<br/>Enrique San Martín Serrano; Luis Angel Tejedor Alvarez y Daniel Chaver Martínez</p> |

## **6. Fichas docentes de las asignaturas Optativas**

Las optativas ofertadas se han distribuido en un horario que es compatible con los horarios de las asignaturas de tercer curso y de cuarto. Para lograr esta compatibilidad su horario está comprendido en la franja de 10:30 a 16:00 horas.

Si alguna optativa coincide con un laboratorio de tercero, existe otro turno en el que se podrá realizar y tendrá preferencia en la formación de los grupos.



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                                 |                 |     |                  |               |                        |
|--------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----|------------------|---------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Optimización de Sistemas</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804602                 |
| <b>Materia:</b>                |                                 |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                        |                 |     | <b>Curso:</b>    | 3º            | <b>Semestre:</b> 1º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                               |                 | 3.5 |                  | 1.5           | 1                      |
| <b>Presencial</b>              | -                               | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                                 |                 | 30  |                  | 15            | 18                     |

|                                  |                         |     |               |  |       |
|----------------------------------|-------------------------|-----|---------------|--|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | José María Girón Sierra |     |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                  | <b>Despacho:</b>        | 228 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:gironsi@dacya.ucm.es">gironsi@dacya.ucm.es</a> |       |

| Grupo | Profesores              | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|-------------------------|------|-------|--|
| único | José María Girón Sierra | T/P  | DACyA | <a href="mailto:gironsi@dacya.ucm.es">gironsi@dacya.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |            |      | Tutorías (lugar y horarios)                          |
|-------|--------------------|------------|------|--|
|       | Día                | Horas      | Aula |  |
| único | X                  | 9:00-10:30 | 5B   | Despacho 228<br>M: 10:00 – 11:00<br>J: 10:00 – 12:00 |
|       | V                  | 9:00-10:30 |      |  |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |             |                                 | Profesores   |
|-------|--------------------------|-------------|---------------------------------|--|
|       | Días                     | Horas       | Lugar                           |  |
| único | V                        | 14:30-16:30 | Laboratorio 108 (Planta Sótano) | José María Girón Sierra.<br><a href="mailto:gironsi@dacya.ucm.es">gironsi@dacya.ucm.es</a> |

<sup>2</sup>: Se realizarán 9 sesiones de laboratorio.

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>  |
|---|
| Comprensión y dominio del concepto de optimización.<br>Capacidad para aplicar estos conocimientos a los problemas que puedan plantearse en la ingeniería. |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>   |
|--|
| Concepto de optimización. Optimización: sin restricciones y con restricciones. Métodos heurísticos. Empleo de Matlab |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b> |
|---|
| Programación en Matlab                  |

| <b>Programa de la asignatura</b>   |
|--|
| 1- Introducción. Ejemplos básicos de optimización<br>2- Problemas sin restricciones: optimización analítica. Ejemplos<br>3- Problemas sin restricciones: métodos iterativos<br>4- Problemas con restricciones: métodos analíticos<br>5- Programación lineal<br>6- Problemas de ruta óptima<br>7- Métodos heurísticos |

| <b>Bibliografía ordenada alfabéticamente</b>  |
|---|
| Nonlinear Optimization in Electrical Engineering with Applications in MATLAB, M. Bakr, Editorial IET<br>Optimización Matemática Aplicada, Cánovas, Navarro, Orts, Editorial ECU |
| <b>Recursos en internet</b>   |
| En Campus Virtual de la UCM: <a href="https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp">https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp</a>  |

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| Se realizarán bastantes ejercicios de optimización empleando MATLAB. Estos ejercicios se corresponden con ejemplos de interés para Ingeniería Electrónica. El alumno irá elaborando un documento personal con resultados comentados de los ejercicios (un informe de prácticas). |

| <b>Evaluación</b>   |              |                |
|---|--------------|----------------|
| <b>Realización de exámenes</b>  | <b>Peso:</b> | 50%<br>(o 70%) |
| Examen final opcional   |              |                |
| <b>Prácticas y ejercicios</b>   | <b>Peso:</b> | 50%<br>(o 30%) |
| La realización de los ejercicios y prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.   |              |                |
| <b>Otras actividades (A<sub>2</sub>)</b>  | <b>Peso:</b> |                |
| <b>Calificación final</b>   |              |                |
| A lo largo del curso cada alumno irá resolviendo varios ejercicios, prácticas de laboratorio y preparando documentos de resultados. Al final, cada alumno hará un examen oral, a modo de defensa de esos resultados, y responderá a preguntas por parte del profesor. En este caso, |              |                |

la nota total del curso será la alcanzada con el promedio de la nota de las actividades realizadas y el examen oral.

Existirá también, como alternativa, un examen final escrito para quienes lo prefieran al examen de defensa antes citado. En tal caso, se valorará con un 70% el examen y con un 30% el documento de resultados de los ejercicios y prácticas.

Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                           |                 |                |                  |                  |                    |     |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------|----------------|------------------|------------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Sistemas Radiantes</b> |                 |                |                  | <b>Código</b>    | 804609             |     |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas Radiantes        |                 | <b>Módulo:</b> | Avanzado         |                  |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                  |                 | <b>Curso:</b>  | 4º               | <b>Semestre:</b> | 2º                 |     |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                         |                 | 3.5            |                  | 1.5              | 1                  |     |
| <b>Presencial</b>              | -                         | <b>Teóricos</b> | 33%            | <b>Problemas</b> | 40%              | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                           |                 | 30             |                  | 15               | 18                 |     |

|                                      |                             |       |               |                |       |
|--------------------------------------|-----------------------------|-------|---------------|----------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Jose Miguel Miranda Pantoja |       |               | <b>Dpto:</b>   | FAIII |
|                                      | <b>Despacho:</b>            | 108.0 | <b>e-mail</b> | miranda@ucm.es |       |

| Grupo | Profesores          | T/P* | Dpto. | e-mail         |
|-------|---------------------|------|-------|----------------|
| único | Jose Miguel Miranda | T/P  | FAIII | miranda@ucm.es |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |                            |      | Tutorías (lugar y horarios)                                    |
|-------|--------------------|----------------------------|------|--|
|       | Día                | Horas                      | Aula |  |
| único | J<br>V             | 12:30-14:00<br>09:00-11:00 | 14   | Despacho 108.0-3ª Planta, módulo este<br>M, X y J: 15.00-17.00 |

| Grupo | Horarios de laboratorio |                             |   |                             |
|-------|-------------------------|-----------------------------|---|-----------------------------|
|       | Día                     | Horas                       | Lugar                                     | Profesor                    |
| único | V                       | 11:00-14:00<br>(6 sesiones) | Lab Ingeniería Electrónica<br>(3ª planta) | Jose Miguel Miranda Pantoja |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)                      |
|--|
| Capacidad de diseñar y caracterizar antenas a través de la medida de sus parámetros fundamentales. |

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Geometría de antenas para bandas anchas e independientes de la frecuencia. Medidas de parámetros y diagramas de radiación. Caracterización de sistemas radiantes de amplio uso. |

### Conocimientos previos necesarios

Se requieren conocimientos sólidos de Electromagnetismo y Radiofrecuencia

### Programa de la asignatura

#### 1. Fundamentos

Revisión de ondas. Polarización y difracción. Efectos del plano de tierra. Pérdidas. Ecuación fundamental de la radiopropagación.

#### 2. Análisis de antenas

Radiación de fuentes infinitesimales. Diagrama de radiación. Parámetros básicos de una antena. Caracterización circuital. Radiación por aperturas. Ranuras radiantes. Seminario de técnicas numéricas.

#### 3. Diseños de antenas

Antenas de hilo. Antenas de alta direccionalidad. Antenas impresas en circuitos integrados. Miniaturización.

#### 4. Agrupaciones de antenas

Campos radiados por agrupaciones. Agrupación lineal. Agrupación plana. Antena de Yagi-Uda. Diseños en banda ancha. Barrido electrónico.

#### 5. Introducción al radar

Ecuación del radar. Secciones eficaces de radar. Radar de efecto Doppler. Radares de pulsos. Radares de banda ancha. Georadares. Radares de apertura sintética. Radares laser (Lidar).

#### PRÁCTICAS OBLIGATORIAS

1. Elipse de polarización (1 sesión de 2 h)
2. Fenómenos de difracción (1 sesión de 2 h)
3. Diagrama de radiación (1 sesión de 2 h)
4. Diseño, construcción y caracterización completa de una antena en circuito impreso (3 sesiones de 2 h)
5. Diseño, construcción y verificación completa de un sistema de radar (3 sesiones de 2 h)

#### PRÁCTICAS OPTATIVAS

6. Montaje de un detector de movimiento (1 sesión de 2 h)
7. Montaje de un detector de metales (1 sesión de 2 h)
8. Radar de frecuencia modulada (1 sesión de 2 h)

| <b>Bibliografía ordenada alfabéticamente</b>   |
|--|
| [1] C. A. Balanis, "Antenna Theory, Analysis and Design", 3ª ed, Wiley, 2005.  |
| [2] A. Cardama, L. Jofre, JM Rius, J Romeu, S Blanch, M Ferrando, "Antenas", Ediciones UPC, 2ª ed (reimpresión), 2005. |
| [3] Joseph Carr, George Hippisley, "The practical antenna handbook", 5ª ed, McGraw-Hill, 2011.                         |
| [4] W.L. Stutzman, G.A. Thiele, "Antenna Theory and Design", Wiley, 3ª ed., 2013.                                      |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| Se detallan en el espacio virtual de la asignatura.  |

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| Las primeras semanas de clase utilizarán las horas de laboratorio para avanzar la teoría, de modo que las prácticas se realicen siempre después de haber impartido la teoría correspondiente. Se podrán por tanto impartir más horas de clase en las primeras semanas, pero sin modificar las horas totales establecidas por los créditos de la asignatura. Se impartirán clases de teoría con ejemplos y aplicaciones, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Se ofrecerán actividades adicionales para complementar la formación y valorar tanto las iniciativas personales como el trabajo grupal. |

| <b>Evaluación</b>   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización del examen (<math>N_{\text{Examen}}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 60% |
| Examen final de la asignatura. Se realizará sin libros, con un formulario que facilita el profesor. Puede incluir cuestiones sobre las prácticas de laboratorio.  |              |     |
| <b>Realización del examen (<math>Lab</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 30% |
| Prácticas de laboratorio.   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 10% |
| Se valorarán las siguientes actividades: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajos monográficos por grupos.</li> <li>• Entrega de problemas resueltos.</li> <li>• Prácticas optativas</li> </ul>  |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| La calificación final se obtendrá a partir de la mejor de las siguientes opciones: $C_{\text{Final}} = 0.6 \cdot N_{\text{Examen}} + 0.3 \cdot Lab + 0.1 \cdot A$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Examen}}$ En caso de que la nota de las prácticas o del examen no llegue a 4, se aplicarán las fórmulas anteriores y posteriormente se dividirá el resultado por 2, dando lugar a un suspenso. Las calificaciones de las prácticas y las actividades se guardan para septiembre. Excepcionalmente se habilitarán sesiones de recuperación de prácticas en septiembre para quienes las tengan suspensas y hayan superado el examen de la asignatura en alguna de las dos convocatorias. Para la convocatoria de septiembre se admitirán actividades realizadas durante el verano. |              |     |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                 |                 |     |                  |               |                    |     |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|---------------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Robótica</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804604             |     |
| <b>Materia:</b>                |                 |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo        |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º            | <b>Semestre:</b>   | 2º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6               |                 | 3.5 |                  | 1.5           |                    | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -               | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                 |                 | 30  |                  | 15            |                    | 18  |

|                                  |                           |     |               |                   |       |  |
|----------------------------------|---------------------------|-----|---------------|-------------------|-------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | José Antonio López Orozco |     |               | <b>Dpto:</b>      | DACYA |  |
|                                  | <b>Despacho:</b>          | 234 | <b>e-mail</b> | jalo@dacya.ucm.es |       |  |

| Grupo | Profesores  | T/P* | Dpto. | e-mail   |
|-------|---|------|-------|--|
| único | María Guijarro Mata-García<br>José Antonio López Orozco | T/P  | DACYA | <a href="mailto:mguijarro@ucm.es">mguijarro@ucm.es</a><br><a href="mailto:jalo@dacya.ucm.es">jalo@dacya.ucm.es</a> |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |                                |      | Tutorías (lugar y horarios)  |   |
|-------|--------------------|--------------------------------|------|--|---|
|       | Día                | Horas                          | Aula |  |   |
| único | M<br>X             | 12:30 - 14:00<br>12:30 - 14:00 | 14   | Despacho:<br>230 (CC. Físicas)<br>L de 12:00 - 14:00<br>J de 12:00 - 14:00 | 234 (CC. Físicas)<br>M de 11:30 - 13:00<br>J de 11:30 - 13:00 |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |             |                            | Profesores   |
|-------|--------------------------|-------------|----------------------------|--|
|       | Días                     | Horas       | Lugar                      |  |
| único | X                        | 14:30-16:30 | Lab 108<br>(Planta Sótano) | Lab Sis-temas Digitales<br>(2ª Planta)<br>María Guijarro Mata-García<br>José A. López Orozco |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a los largo del semestre. Se utilizarán uno o dos laboratorios dependiendo del número de alumnos.

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Robótica industrial. Cinemática y dinámica de manipuladores, programación y control de robots, sensores, percepción y planificación, motores y efectores finales, robots móviles autónomos. |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Conocer los principios básicos de los robots, las aplicaciones de la robótica y ser capaz de plantear proyectos y soluciones a problemas con robots.</li><li>• Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre la cinemática de los manipuladores.</li><li>• Conocer los distintos tipos de sensores utilizados en robótica: de proximidad, contacto, detección de obstáculos y de posicionamiento.</li></ul> |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b> |
|---|
|   |

| <b>Programa de la asignatura</b>  |
|---|
| <p>Tema 1.- Introducción<br/>Qué es robótica y qué se entiende por robot. Desarrollo histórico de los robots. Análisis de diferentes aplicaciones de robots manipuladores y móviles autónomos y qué tareas pueden observarse en robótica. Por último se estudiará cómo se aplica la inteligencia artificial en robótica.</p> <p>Tema 2.- Robótica industrial<br/>Introducción a la robótica industrial y su problemática. Se aprenderá a utilizar las coordenadas homogéneas, que tipos de manipuladores existen y cómo obtener los parámetros necesarios para su modelado (algoritmo de Denavit-Hatenberg). Se trabajará con manipuladores desde el punto de vista cinemático, ya sea directo o inverso. Lenguajes de programación de manipuladores.</p> <p>Tema 3.- Detección y percepción<br/>Se estudiarán los diferentes sensores necesarios para navegación de robots tanto de obtención de la posición (internos y externos) como detectores de obstáculos. Se hará mención especial al uso de la visión artificial en robótica.</p> <p>Tema 4.- Planificación de trayectorias<br/>Se realizarán consideraciones generales sobre planificación de trayectorias y se mostrará cómo planificar trayectorias en un manipulador para llevar a cabo el movimiento deseado. Así mismo se realizara la planificación de trayectorias en robots móviles autónomos.</p> <p>Tema 5.- Robots autónomos y navegación<br/>Revisión de los conceptos más utilizados y relacionados con robots autónomos. Así se estudiarán las diferentes arquitecturas de control y sus modelos cinemáticos (de ruedas independientes, de patas, aéreos, ...). Se estudiarán las particularidades de cada uno de ellos y cómo programarlos para realización de tareas de percepción y navegación.</p> <p>Sesiones de laboratorio<br/>Se realizarán las siguientes prácticas (serán realizadas en una o varias sesiones de laboratorio):<br/>P1: Programación y uso de un manipulador industrial</p> |

P2: Uso de motores en robótica: motores de continua, servomotores y motores paso a paso.

P3: Construcción de una plataforma para un robot móvil.

P4: Uso de sensores en robótica: sensores de ultrasonidos, infrarrojos, LDR, acelerómetros, inclinómetros, ...

P5: Programación básica de un robot: movimiento y percepción. Programación de tareas sencillas.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

#### Bibliografía básica:

- Robótica, Control, Detección, Visión e Inteligencia; Fu, K.S., González, R.C. y Lee, C.S.G. Mc Graw-Hill, 1988.
- Ollero, A. Robótica, Manipuladores y Robots Móviles. Marcombo, 2002.
- Sensors for mobile robots. Theory and application. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995.
- Introduction to Robotics. P.J. McKerrow. Addison-Wesley, 1991.

#### Bibliografía complementaria:

- Introducción a la robótica. Principios teóricos, construcción y programación de un robot educativo. J.M. Angulo Usategui, S.romero, I. A. Martínez. Ed. Thomson, 2005.
- Fundamentos de Robótica A. Barrientos, L.F. Peñin, C. Balaguer, R. Aracil. Mc. Graw-Hill, 1997.
- Robots y Sistemas sensoriales. Fernando Torres, Jorge Pomares y otros. Prentice Hall, 2002.
- Robot motion planning. J.C. Latombe. Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Introductory Computer Vision and Image Processing. A. Low. Mc. Graw-Hill, 1991.
- Visión por computador: imágenes digitales y aplicaciones. 2ª edición. G. Pajares y J. M. de la Cruz. RA-MA, 2008.
- Ejercicios resueltos de visión por computador. G. Pajares y J. M. de la Cruz. RA-MA, 2007.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

### Metodología

Se utilizará la evaluación continua. La nota total se irá obteniendo a lo largo del curso donde se evaluarán los conocimientos teóricos y prácticos.

Se realizarán distintos trabajos para profundizar en los temas propuestos.

La asistencia a las prácticas es obligatoria para la obtención de la nota correspon-

diente a las prácticas.

| <b>Evaluación</b>  |              |            |
|--|--------------|------------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Co}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <i>50%</i> |
| <p>Se realizarán controles de conocimientos teóricos y prácticos, mediante la resolución de test y ejercicios de problemas, a lo largo del curso.</p> <p>Si no se obtiene una puntuación media equivalente a un 4 sobre 10 se deberá realizar un examen final (<math>N_{Final}</math>).</p>  |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | <i>20%</i> |
| <p>Como parte de la evaluación continua, los estudiantes tendrán que hacer entregas de ejercicios tales como problemas propuestos y/o trabajos de profundización. Estas entregas serán de carácter individual.</p> <p>También se tendrá en cuenta la participación en clase y en el Campus Virtual.</p>  |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | <i>30%</i> |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio, cuya asistencia será obligatoria.</p> <p>Se valorará el correcto funcionamiento de la práctica realizada en cada sesión así como las respuestas a las preguntas formuladas, la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</p> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.</p>   |              |            |
| <b>Calificación final</b>  |              |            |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = \alpha_1 \cdot N_{Co} + \alpha_2 \cdot A_1 + \alpha_3 \cdot A_2$ $C_{Final} = 0.7 N_{Final} + \alpha_3 \cdot A_2$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones anteriormente mencionadas, <math>N_{Co}</math> corresponde a la nota teórica obtenida en la evaluación continua y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización del examen final teórico.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |            |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                             |                 |  |                  |               |                     |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|--|------------------|---------------|---------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Prácticas en Empresa</b> |                 |  |                  | <b>Código</b> | 804611              |
| <b>Materia:</b>                |                             |                 |  | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                    |                 |  | <b>Curso:</b>    | 4º            | <b>Semestre:</b> 2º |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                           | <b>Teóricos</b> |  | <b>Problemas</b> |               | <b>Laboratorio</b>  |
| <b>Presencial</b>              | -                           |                 |  |                  |               |                     |
| <b>Horas Totales</b>           | 150                         |                 |  |                  |               |                     |

|                                  |                    |     |               |                      |       |
|----------------------------------|--------------------|-----|---------------|----------------------|-------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> | Luis Piñuel Moreno |     |               | <b>Dpto:</b>         | DACYA |
|                                  | <b>Despacho:</b>   | 216 | <b>e-mail</b> | lpinuel@dacya.ucm.es |       |

| Grupo | Profesores            | T/P* | Dpto. | e-mail |
|-------|-----------------------|------|-------|--------|
| único | Tribunal a determinar | T/P  |       |        |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |       |      | Tutorías (lugar y horarios) |
|-------|--------------------|-------|------|-----------------------------|
|       | Día                | Horas | Aula |                             |
| único |                    |       |      |                             |

### Breve descripción de contenidos

Realización de prácticas en empresas. Todos los detalles sobre el procedimiento de matrícula, ofertas de prácticas, evaluación, etc, están fijados en el reglamento aprobado por junta de facultad el 13 de julio de 2015 y disponible en: <http://fisicas.ucm.es/practicas-externas-y-tutorias>

### Objetivos de la asignatura

Familiarizarse con el entorno profesional, poniendo en práctica las capacidades adquiridas y acercándose al mundo laboral.

### Conocimientos previos necesarios

No requiere

### Programa de la asignatura



### **PRÁCTICAS EN EMPRESA:**

La realización de esta actividad tendrá lugar en una empresa o institución externa de entre aquellas que tengan convenio establecido con la titulación. Un profesor de la Facultad actuará como tutor del estudiante. La asignación del mismo correrá a cargo del coordinador.

El tutor actuará como persona de contacto con el estudiante y con la institución externa, supervisando que las prácticas se realizan con normalidad y que se ajustan a la temática y carga de trabajo establecidas previamente, siendo también el encargado de verificar que la formación adquirida por el estudiante es adecuada para la realización del programa de prácticas programado.

El periodo de prácticas podrá realizarse durante el curso académico en el que se somete a evaluación la asignatura, o en los meses de verano del curso inmediatamente anterior.

Más información en el siguiente enlace:

<http://fisicas.ucm.es/practiclas-externas-y-tutorias>

### **Bibliografía ordenada alfabéticamente**

### **Recursos en internet**

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### **Metodología**

La metodología de trabajo será definida por la empresa o institución donde se realicen las prácticas y con el acuerdo del tutor del alumno.

### **Calificación final**

Se presentará un informe del trabajo realizado con el visto bueno del tutor en la empresa.

- El tutor en la empresa rellenará un cuestionario de evaluación de las actividades del estudiante.
- El tribunal nombrado al efecto, a la vista de los informes anteriores, determinará la calificación del estudiante.

Informe del trabajo: (1) El responsable en la institución externa emitirá un informe valorando diferentes aspectos del trabajo del estudiante, como puntualidad, responsabilidad, iniciativa, actitud, interés, integración en el grupo de trabajo, orden, asimilación del uso de tecnología, interpretación y evaluación de datos. En dicho informe deberá figurar expresamente el número de horas realizadas. (2) El estudiante deberá presentar además un informe detallado, cuyas características establecerá el tribunal evaluador, sobre el trabajo realizado.

Como parte de la evaluación, los tribunales organizarán una sesión en la que cada estudiante realice una breve exposición sobre el trabajo realizado.

La calificación final estará comprendida entre 0 y 10.

El sistema de calificaciones se atenderá a lo establecido en el Real Decreto 1125/2003. Las Matrículas de Honor permitidas por la normativa se asignarán por orden de calificación en esta asignatura, de entre aquellas calificaciones mayores o iguales que 9.0. En caso de empate, se utilizará como criterio de desempate la nota media del expediente académico.



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                 |                 |     |                  |               |                        |
|--------------------------------|-----------------|-----------------|-----|------------------|---------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Fotónica</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804582                 |
| <b>Materia:</b>                |                 |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo        |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º            | <b>Semestre:</b> 1º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6               |                 | 3.5 |                  | 1.5           | 1                      |
| <b>Presencial</b>              | -               | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                 |                 | 30  |                  | 15            | 18                     |

|                                  |                  |  |               |              |        |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--------|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> | Óptica |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |        |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

|              |                           |              |             |                                    |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

|              |                                |              |              |                   |
|--------------|--------------------------------|--------------|--------------|-------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Laboratorio<sup>2</sup></b> |              |              | <b>Profesores</b> |
|              | <b>Días</b>                    | <b>Horas</b> | <b>Lugar</b> |                   |
| único        |                                |              |              |                   |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.

| <b>Breve descripción de contenidos</b>  |
|---|
| Fibras ópticas, óptica integrada, fotomicrolitografía y nanolitografía, comunicaciones ópticas. |

| <b>Objetivos de la asignatura</b>  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.</li> <li>• Comprensión y dominio de los conceptos básicos de dispositivos fotónicos y su aplicación para en ingeniería.</li> </ul> |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.</li> </ul> |

- Comprensión y dominio de los conceptos básicos de dispositivos fotónicos y su aplicación para en ingeniería.

### Conocimientos previos necesarios

Conceptos generales de Electromagnetismo y Óptica (Física II).

### Programa de la asignatura

**Tema 1. Propagación de la luz.** Conceptos y parámetros característicos. Propagación en la materia.

**Tema 2. Óptica guiada.** Guías de onda y fibras ópticas. Tipos: salto de índice, cilíndricas, rectangulares, medios GRIN. Modos. Acoplamiento. Atenuación: absorción, esparcimiento. Curvaturas dispersión-distorsión: modal y cromática.

**Tema 3: Dispositivos fotónicos I.** Fuentes de luz térmicas y de descarga. Diodos emisores de luz (LED). Láseres: emisión estimulada, bombeo, inversión de población, umbral. Tipos: láseres de estado sólido, láser de diodo, láseres de fibra.

**Tema 4: Dispositivos fotónicos II.** Detectores de luz. Detectores fotoeléctricos. Fotoconductores. Fotodiodos. Detección coherente. Cámaras CCD y CMOS. Registro de imágenes.

**Tema 5. Dispositivos fotónicos III.** Moduladores electro-ópticos, magneto-ópticos y acusto-ópticos. Cristales líquidos.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- ♦ S. O. Kasap, *Optoelectronics and photonics*, Prentice Hall 2001
- ♦ B. E. A. Saleh y M. C. Teich, *Fundamentals of Photonics*, John Wiley & Sons 2007
- ♦ T. P. Pearsall, *Photonics Essentials*, McGraw-Hill 2003
- ♦ J. Wilson y J. Hawkes, *Optoelectronics*, Prentice Hall 1998
- ♦ J. Capmany, F. J. Fraile-Peláez y J. Martí, *Fundamentos de Comunicaciones Ópticas*, Síntesis 1999

#### Otros textos

- ♦ J. M. Cabrera, F. Agulló y F. J. López, *Óptica electromagnética Vol. II: Materiales y Aplicaciones*, Addison Wesley/Universidad Autónoma de Madrid 2000
- ♦ G. D. Boreman, *Fundamentos de Electro-Óptica para Ingenieros*, SPIE 1999
- ♦ J. M. Senior, *Optical Fiber Communications*, Prentice Hall 1992
- ♦ K. M. Booth y S. L. Hill, *The Essence of Optoelectronics*, Prentice Hall 1998

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

| <b>Metodología</b>   |
|--|
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.</li> <li>- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas y se podrán realizar también experiencias de cátedra, discusiones dirigidas, exposiciones de trabajos, experimentos caseros, etc.</li> <li>- Clases de laboratorio: Realización de experimentos en el laboratorio donde se observarán diversos fenómenos y se medirán distintas magnitudes relacionados con el contenido de la materia.</li> </ul> |

| <b>Evaluación</b>   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 70% |
| <p>Se realizarán un examen parcial (en horario de clase) y un examen final.</p> <p>1.- Examen parcial que versará sobre los contenidos explicados hasta esa fecha (EP).<br/>2.- Examen final (EF)</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades</b>  | <b>Peso:</b> | 30% |
| <p>En este apartado (A) se valorarán algunas de las siguientes actividades:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, que podrán realizarse o ser resueltos durante las clases.</li> <li>- Prácticas de laboratorio. Se realizarán dos prácticas de laboratorio al final del cuatrimestre que se realizarán y discutirán en grupos.</li> </ul>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final C será la máxima entre:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La nota del examen final, EF (en una escala de 0 a 10).</li> <li>- La obtenida aplicando los porcentajes a las diferentes partes evaluadas, es decir, <math>C = 0.50 EF + 0.20 EP + 0.30 A</math>, siendo A (en una escala de 0 a 10) la nota de las actividades complementarias. Sólo se podrán aplicar los porcentajes anteriores cuando la nota EF sea igual o superior a 4. Para superar la asignatura será necesario obtener una puntuación C mayor o igual a 5.</li> </ul> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |     |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |   |                 |     |                  |               |                        |
|--------------------------------|---|-----------------|-----|------------------|---------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Energía y Dispositivos Fotovoltaicos</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> | 804608                 |
| <b>Materia:</b>                |   |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                                    |                 |     | <b>Curso:</b>    | 3º            | <b>Semestre:</b> 1º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6   |                 | 3.5 |                  | 1.5           | 1                      |
| <b>Presencial</b>              |   | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |   |                 | 30  |                  | 15            | 18                     |

|                                  |                  |  |               |              |  |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   |             |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

| Grupo | Horarios de clases |       |      | Tutorías (lugar y horarios) |
|-------|--------------------|-------|------|-----------------------------|
|       | Día                | Horas | Aula |                             |
| único |                    |       |      |                             |

| Grupo | Laboratorio <sup>2</sup> |       |       | Profesores |
|-------|--------------------------|-------|-------|------------|
|       | Días                     | Horas | Lugar |            |
| único |                          |       |       |            |

<sup>2</sup>: Se realizarán nueve sesiones de laboratorio de 2 h de duración a lo largo del curso.

| Breve descripción de contenidos   |
|---|
| Efecto fotovoltaico y células solares. Tecnología de fabricación de células solares. Elementos de un sistema fotovoltaico. Producción de energía eléctrica. Sistemas fotovoltaicos. |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Comprensión y dominio de los conceptos básicos de dispositivos fotovoltaicos y su aplicación para la ingeniería.</li> </ul> |

- Capacidad de utilizar distintas fuentes de energía y en especial la solar fotovoltaica y térmica.
- Conocer las tecnologías de fabricación de células y paneles fotovoltaicos.
- Aprendizaje del funcionamiento de los elementos de un sistema fotovoltaico completo.
- Capacidad de comprender y diseñar una planta fotovoltaica de un modo básico.

#### Conocimientos previos necesarios

Electrónica Física. Análisis de circuitos. Electromagnetismo I y II.

#### Programa de la asignatura

TEMA 1. Introducción a la Energía Solar Fotovoltaica.  
TEMA 2. Física de los Dispositivos Fotovoltaicos.  
TEMA 3. Tecnologías de Fabricación de Células Solares.  
TEMA 4. Introducción a los sistemas fotovoltaicos. Componentes. Distribución de la energía eléctrica.  
TEMA 5. Paneles fotovoltaicos.  
TEMA 6. Conversores DC-DC. Inversores.  
TEMA 7. Seguimiento solar.  
TEMA 8. Sistemas fotovoltaicos: diseño y dimensionado

#### Bibliografía

- *Semiconductor Physics and devices. Basic principles.* D. A. Neamen, Irwin, 1992
- *Optical Properties of Solids.* M. Fox, Oxford, Inglaterra, 2010
- *Handbook of Photovoltaic Science and Engineering.* A. Luque y S. Hegedeus (editores). J. Wiley, Chichester, Inglaterra, 2003
- *Crystalline Silicon Solar Cells.* A. Goetzberger, J. Knobloch and B. Voss. J. Wiley, Chichester, Inglaterra, 1998
- *Photovoltaic manufacturing: Present status, future prospects, and research needs.* Colin A. Wolden, Juanita Kurtin, Jason B. Baxter, Ingrid Repins, Sean E. Shaheen. J. Vac. Sci. Technol. A 29, 030801 (2011).
- *Photovoltaic Systems Engineering.* 3<sup>rd</sup> ed. R. A. Messenger and J. Ventre. CRC Press, 2012.
- *Planning & Installing Photovoltaic Systems* 2<sup>nd</sup> ed. Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V. 2008.
- *Modelling Photovoltaic Systems using PSPICE* 1<sup>st</sup> Ed. L. Castañer, S. Silvestre. John Wiley & Sons. 2002.
- *Power Electronics.* 3<sup>rd</sup> ed. N. Mohan, T. M. Undeland, W. P. Robbins. John Wiley & Sons. 2003.
- *Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems* 1<sup>st</sup> Ed. R. Teodorescu, M. Liserre, P. Rodríguez. John Wiley & Sons. 2011
- *Ingeniería Fotovoltaica.* E. Lorenzo. Progensa, 2014.
- *Energía Solar Fotovoltaica.* O. Perpiñán. 2012. Libro disponible bajo licencia Crea-

|  |
|--|
| <p>tive Commons en <a href="http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf">http://procomun.wordpress.com/documentos/libroesf</a></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="http://www.pveducation.org/pvcdrom/instructions">http://www.pveducation.org/pvcdrom/instructions</a></li> </ul> |
| <b>Recursos en internet</b>  |
| En el Campus Virtual de la UCM: <a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a>  |

|   |
|---|
| <b>Metodología</b>  |
| <p>Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.</li> <li>- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos.</li> <li>- Clases de laboratorio, en los que los alumnos realizarán prácticas sobre los temas presentados en las clases de teoría. Dichas prácticas se realizarán con la supervisión del profesor.</li> </ul> |

|  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Evaluación</b>  |              |     |
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 60% |
| Se realizarán un examen final que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.  |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 25% |
| <p>Se evaluará entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, que podrán realizarse o ser resueltos durante las clases, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.</p> <p>La realización de estas actividades es obligatoria para la superación de la asignatura.</p>   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 15% |
| <p>Se evaluará la asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio, así como la calidad de los breves informes presentados de cada práctica.</p> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.</p>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>Para superar la asignatura será necesario obtener una nota mínima de 4.0 puntos en el examen final, así como haber realizado todas las actividades <math>A_1</math> y <math>A_2</math>.</p> <p>La calificación final será:</p> $C_{Final} = 0.6 \cdot N_{Final} + 0.25 \cdot A_1 + 0.15 \cdot A_2$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones de las actividades anteriormente mencionadas y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |     |





**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                              |                 |     |                  |          |                    |     |
|--------------------------------|------------------------------|-----------------|-----|------------------|----------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Programación Avanzada</b> |                 |     |                  |          | <b>Código</b>      |     |
| <b>Materia:</b>                |                              |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                     |                 |     | <b>Curso:</b>    | 3º       | <b>Semestre:</b>   | 1º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                            |                 | 3.5 |                  | 1.5      |                    | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -                            | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%      | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                              |                 | 30  |                  | 15       |                    | 18  |

|                                  |                  |  |               |              |  |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

|              |                           |              |             |                                    |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>  |
|---|
| Abstracción de datos. Orientación a objetos. Programación basada en eventos e interfaces gráficas de usuario. |

| <b>Objetivos de la asignatura</b>  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de las técnicas avanzadas de programación.</li> <li>• Comprensión de la abstracción de datos en los programas.</li> <li>• Iniciación en las técnicas de desarrollo de algoritmos.</li> <li>• Comprensión y manejo de un lenguaje de programación orientada a objetos.</li> <li>• Manejo de un entorno de programación para el desarrollo de programas con interfaz gráfica de usuario.</li> </ul> |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión de las técnicas avanzadas de programación.</li> <li>• Comprensión de la abstracción de datos en los programas.</li> <li>• Iniciación en las técnicas de desarrollo de algoritmos.</li> <li>• Comprensión y manejo de un lenguaje de programación orientada a objetos.</li> <li>• Manejo de un entorno de programación para el desarrollo de programas con interfaz</li> </ul> |

gráfica de usuario

### Conocimientos previos necesarios

Conocimientos de programación estructurada.

### Programa de la asignatura

- Introducción a la programación orientada a objetos.
- Clases y objetos. Construcción y destrucción, memoria dinámica.
- Herencia
- Polimorfismo y vinculación dinámica.
- Excepciones
- Entrada / salida
- Genericidad y colecciones
- Componentes visuales

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- Timothy Budd: An introduction to object-oriented programming. Addison Wesley. 2002.
- David J. Barnes, Michael Kolling: Programación orientada a objetos con Java. Tercera Edición. Pearson Educación, 2007
- Bruce Eckel: Thinking in Java. Cuarta Edición. Prentice Hall, 2006.
- Bruce Eckel: Thinking in C++. Segunda Edición. Prentice Hall, 2000.
- Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John M. Vlissides: Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software. AddisonWesley, 1994.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <http://www.ucm.es/campusvirtual>

### Metodología

Durante este curso se impartirán clases teórico/prácticas con el fin de que los alumnos adquieran conocimientos de programación orientada a objetos avanzada.

Para demostrar los conocimientos adquiridos los alumnos realizarán una serie de prácticas durante el curso. Las prácticas se realizan en grupos de dos personas, son obligatorias, tienen carácter eliminatorio y su defensa es individual. Durante el curso se irá indicando tras cada entrega si la práctica supera los mínimos exigidos o no. La creación de grupos se realizará según el criterio del profesor. Las prácticas se entregarán en el plazo y forma que disponga el profesor y siempre dentro de los plazos establecidos. La defensa se realizará en el laboratorio. Para la convocatoria de septiembre se especificará un nuevo plazo de entrega.

| <b>Evaluación</b>   |              |           |
|---|--------------|-----------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <i>60</i> |
| Examen teórico/práctico individual en los ordenadores de los laboratorios a realizar al final de la asignatura.                       |              |           |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <i>30</i> |
| Prácticas entregadas en plazo en el periodo de clases.  |              |           |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | <i>10</i> |
| Participación activa en el proceso de aprendizaje, la realización de ejercicios y la realización de otras actividades dirigidas.      |              |           |
| <b>Calificación final</b>   |              |           |
| En el examen final será necesario obtener como mínimo un 4 sobre 10 para poder hacer media con las prácticas y las otras actividades: |              |           |
| $C_{Final} = 0,6 \cdot N_{Final} + 0,3 \cdot A_1 + 0,1 \cdot A_2$   |              |           |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |  |                 |     |                  |          |                    |     |
|--------------------------------|--|-----------------|-----|------------------|----------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Óptica Integrada y Comunicaciones</b> |                 |     |                  |          | <b>Código</b>      |     |
| <b>Materia:</b>                |  |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                                 |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º       | <b>Semestre:</b>   | 2º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6  |                 | 3.5 |                  | 1.5      |                    | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -  | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%      | <b>Laboratorio</b> | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |  |                 | 30  |                  | 15       |                    | 18  |

|                                  |                  |  |               |              |  |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

**Breve descripción de contenidos**

Propagación de luz en guías de onda. Fibras ópticas. Elementos pasivos y activos de las redes. Técnicas de multiplexado. Topologías de sistemas de comunicaciones ópticas. Características y parámetros de diseño..

**Objetivos de la asignatura**

- Dar una visión global de las técnicas de comunicaciones utilizando la fibra óptica como medio de transmisión.
- Describir las particularidades tanto del medio de transmisión como de los emisores y detectores utilizados.
- Descripción de los sistemas de comunicaciones ópticas, sus topologías y los diferentes elementos que los componen.

**Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)**

- Comprensión y dominio de sistemas de transmisión de señales y guías de onda.
- Conocer los principios físicos, funcionamiento, características de las fibras ópticas comúnmente utilizadas en aplicaciones de ingeniería.

### Conocimientos previos necesarios

### Programa de la asignatura

1. Introducción a los sistemas de comunicación óptica.
2. Propagación en guías de onda. Óptica integrada.
3. Propagación en fibras ópticas. Fabricación, cableado y conexión.
4. Propiedades de transmisión en fibras ópticas. Atenuación y dispersión.
5. Elementos ópticos pasivos de las redes de comunicación.
6. Elementos ópticos activos: amplificadores.
7. Sistemas de comunicaciones ópticas: topologías y parámetros de diseño.
8. Sistemas de multiplexación.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- G. Keiser, "Optical Fiber Communicatons", 2º ed., McGraw-Hill, 1991.
  - A. Ghatak, K. Thyagarajan, "Introduction to Fiber Optics", Cambridge University Press, 1998.
  - J. Capmany, J. Fraile-Peláez, J. Martí, "Fundamentos de Comunicaciones Ópticas", ed. Síntesis, 1998.
  - J. Capmany, J. Fraile-Peláez, J. Martí, "Fundamentos de Comunicaciones Ópticas", ed. Síntesis, 1998.
  - J.A. Martín Pereda, "Sistemas y redes de comunicaciones ópticas", ed. Pearson, 2004.
  - A. Saleh, M. Teich, "Fundamentals of Photonics", John Willey & Sons, 1991
  - G. P. Agrawal, "Lightwave Technology: Telecommunication Systems", Wiley-Interscience, 2005.
- G. P. Agrawal, "Lightwave Technology: Components and Devices", WileyInterscience, 2004.

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases de teoría, donde se presentarán y comentarán los contenidos, ilustrados con ejemplos y aplicaciones. En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.
- Clases prácticas, en las que se resolverán problemas y se comentarán tecnologías recientes.
- Seminarios en los que se expondrán tecnologías de vanguardia.
- Laboratorios. Se realizaran una serie de prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura.

Cualquier modificación en la metodología debida a necesidades docentes será anunciada con suficiente antelación suficiente tanto en el Campus Virtual como por correo electrónico.

| <b>Evaluación</b>  |              |            |
|--|--------------|------------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_1$ |
| $0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_2$ |
| $0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_3$ |
| $0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$   |              |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y calidad de los informes presentados de cada práctica.</li> </ul> <p>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.</p>   |              |            |
| <b>Calificación final</b>  |              |            |
| <p>La calificación final será la mejor de las opciones</p> $C_{Final} = \alpha_1 \cdot N_{Final} + \alpha_2 \cdot A_1 + \alpha_3 \cdot A_2$ $C_{Final} = N_{Final}$ <p>donde <math>A_1</math> y <math>A_2</math> corresponde a las calificaciones anteriormente mencionada y <math>N_{Final}</math> es la correspondiente a la realización de exámenes.</p> <p>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación.</p> |              |            |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |                      |                 |     |                  |          |                    |     |
|--------------------------------|----------------------|-----------------|-----|------------------|----------|--------------------|-----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Bioingeniería</b> |                 |     |                  |          | <b>Código</b>      |     |
| <b>Materia:</b>                |                      |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado |                    |     |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo             |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º       | <b>Semestre:</b>   | 2º  |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                    | <b>Teóricos</b> | 3.5 | <b>Problemas</b> | 1.5      | <b>Laboratorio</b> | 1   |
| <b>Presencial</b>              | -                    |                 | 33% |                  | 40%      |                    | 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |                      |                 | 30  |                  | 15       |                    | 18  |

|                                  |                  |  |               |              |  |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

|              |                           |              |             |                                    |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>  |
|---|
| Instrumentación biomédica, sistemas de imagen médica y sistemas médicos de información. |

| <b>Objetivos de la asignatura</b>  |
|--|
| Comprensión y manejo de los fundamentos de la instrumentación biomédica, de los conceptos de señales bioeléctricas, transductores y sensores y de los sistemas médicos de monitorización.<br>Comprensión y manejo de los sistemas de imagen médica 2D y 3D. Conocimiento de los sistemas médicos de información. |

| <b>Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)</b>   |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprensión y manejo de los fundamentos de la instrumentación biomédica, de los conceptos de señales bioeléctricas, transductores y sensores y de los sistemas médicos de monitorización.</li> <li>• Comprensión y manejo de los sistemas de imagen médica 2D y 3D. Conocimiento de los sistemas médicos de información.</li> </ul> |

| Conocimientos previos necesarios |
|----------------------------------|
|                                  |

| Programa de la asignatura  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Principios de fisiología humana</li> <li>2. Introducción a la fisiopatología</li> <li>3. Señales biomédicas</li> <li>4. Bioinstrumentación y biosensores</li> <li>5. Desarrollo de dispositivos médicos</li> <li>6. Interfaces hombre-máquina</li> </ol> |

| Bibliografía ordenada alfabéticamente   |
|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tortora, G.H. &amp; Evans, R.L. (2006). "Principles of human physiology". Harper and Row. New York. 11Ed</li> <li>2. Porth Fisiopatología salud enfermedad un enfoque conceptual editorial panamericana (7ª edición) 2010</li> <li>3. Rangaraj M. Rangayyan, Biomedical Signal Analysis, 2nd Ed. IEEE Press/Wiley (2015).</li> <li>4. Denis Enderle, Joseph D. Bronzino, Introduction to Biomedical Engineering, Elsevier 2012</li> <li>5. Jeong-Yeol Yoon, Introduction to Biosensors, Springer 2013</li> <li>6. Diaz Lantada, A. Handbook on Advanced Design and Manufacturing Technologies for Biomedical Devices, Springer 2013.</li> <li>7. User interface design and evaluation. Debbie Stone et al. Morgan Kaufmann, 2005</li> </ol> |
| Recursos en internet  |
| En Campus Virtual de la UCM: <a href="https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp">https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp</a>  |

| Metodología |
|-------------|
|             |

| Evaluación   |              |            |
|--|--------------|------------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_1$ |
| 0.5 $\leq$ $\alpha_1$ $\leq$ 0.7   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_2$ |
| 0.1 $\leq$ $\alpha_2$ $\leq$ 0.2   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_3$ |
| 0.1 $\leq$ $\alpha_3$ $\leq$ 0.2   |              |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y</li> </ul> |              |            |



|   |
|---|
| calidad de los informes presentados de cada práctica.<br>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.   |
| <b>Calificación final</b>   |
| La calificación final será la mejor de las opciones<br>$C_{\text{Final}} = \alpha_1 \cdot N_{\text{Final}} + \alpha_2 \cdot A_1 + \alpha_3 \cdot A_2$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Final}}$ donde $A_1$ y $A_2$ corresponde a las calificaciones anteriormente mencionada y $N_{\text{Final}}$ es la correspondiente a la realización de exámenes.<br>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación. |



**Grado en Ingeniería  
Electrónica de Comunicaciones** curso 2017-18

|                                |  |                 |     |                  |               |                        |
|--------------------------------|--|-----------------|-----|------------------|---------------|------------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Tecnología<br/>Microelectrónica</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> |                        |
| <b>Materia:</b>                |  |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                               |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º            | <b>Semestre:</b> 2º    |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                                      |                 | 3.5 |                  | 1.5           | 1                      |
| <b>Presencial</b>              | -                                      | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> 70% |
| <b>Horas Totales</b>           |  |                 | 30  |                  | 15            | 18                     |

|                                      |                  |  |               |              |  |
|--------------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                      | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

|              |                           |              |             |                                    |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

|  |
|--|
| <b>Breve descripción de contenidos</b>                                 |
| Técnicas básicas de microelectrónica y técnicas de integración: LOCOS. |

|   |
|---|
| <b>Objetivos de la asignatura</b>   |
| Comprensión y dominio de los conceptos básicos de tecnología de materiales y micro-electrónica para la resolución de problemas propios de ingeniería. |

|   |
|---|
| <b>Conocimientos previos necesarios</b> |
|   |

|  |
|--|
| <b>Programa de la asignatura</b>   |
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Procesos básicos de fabricación             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Descripción general de los procesos.</li> <li>b. Vacío</li> <li>c. Fabricación de sustratos.</li> <li>d. Procesos litográficos.</li> </ol> </li> </ol> |

|  |
|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>e. Técnicas de dopado (difusión, implantación iónica).</li> <li>f. Procesos térmicos y oxidación.</li> <li>g. Depósito de capas delgadas. Epitaxia.</li> <li>h. Ataque húmedo y seco. Pulido químico-físico.</li> <li>i. Herramientas de simulación: suprem y piscas.</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Rutas de fabricación             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Rutas bipolares.</li> <li>b. Rutas CMOS.</li> <li>c. Ruta de fabricación de células solares de Si multicristalino.</li> </ol> </li> <li>3. Técnicas de aislamiento entre dispositivos.</li> <li>4. Tecnologías de Interconexión.</li> </ol> |
|--|

| <b>Bibliografía ordenada alfabéticamente</b>  |
|---|
| <p>Bibliografía general:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. S. Wolf . “Microchip manufacturing”</li> <li>2. S. Wolf. “Si processing for the VLSI era” volúmenes 1 a 4.</li> <li>3. R. Doering, Y. Nishi “Handbook of semiconductor manufacturing technology”</li> <li>4. S. M. Sze. “Physics of semiconductor devices”</li> <li>5. M. Gad-el-Hak. “The MEMS Handbook”</li> </ol> <p>Bibliografía complementaria (historia de la tecnología microelectrónica):</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. B. Lojek. “History of semiconductor engineering”</li> <li>2. L. Berlin. “The man behind the microchip. Robert Noyce and the invention of silicon valley”.</li> </ol> |
| <b>Recursos en internet</b>   |
| <p>En Campus Virtual de la UCM: <a href="http://www.ucm.es/campusvirtual">http://www.ucm.es/campusvirtual</a></p>   |

| <b>Metodología</b> |
|--------------------|
|                    |

| <b>Evaluación</b>  |              |            |
|--|--------------|------------|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{Final}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_1$ |
| $0.5 \leq \alpha_1 \leq 0.7$   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_1</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_2$ |
| $0.1 \leq \alpha_2 \leq 0.2$   |              |            |
| <b>Otras actividades (<math>A_2</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | $\alpha_3$ |
| $0.1 \leq \alpha_3 \leq 0.2$   |              |            |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Asistencia, actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones de laboratorio y</li> </ul> |              |            |

|   |
|---|
| calidad de los informes presentados de cada práctica.<br>La realización de las prácticas de laboratorio y la correspondiente presentación de los informes es obligatoria.   |
| <b>Calificación final</b>   |
| La calificación final será la mejor de las opciones<br>$C_{\text{Final}} = \alpha_1 \cdot N_{\text{Final}} + \alpha_2 \cdot A_1 + \alpha_3 \cdot A_2$ $C_{\text{Final}} = N_{\text{Final}}$ donde $A_1$ y $A_2$ corresponde a las calificaciones anteriormente mencionada y $N_{\text{Final}}$ es la correspondiente a la realización de exámenes.<br>La calificación de la convocatoria extraordinaria de septiembre se obtendrá siguiendo exactamente el mismo procedimiento de evaluación. |



## Grado en Ingeniería Electrónica de Comunicaciones

curso 2017-18

|                                |                             |                 |     |                  |               |                    |
|--------------------------------|-----------------------------|-----------------|-----|------------------|---------------|--------------------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Ampliación de Física</b> |                 |     |                  | <b>Código</b> |                    |
| <b>Materia:</b>                |                             |                 |     | <b>Módulo:</b>   | Avanzado      |                    |
| <b>Carácter:</b>               | Optativo                    |                 |     | <b>Curso:</b>    | 4º            | <b>Semestre:</b>   |
| <b>Créditos (ECTS)</b>         | 6                           |                 | 3.5 |                  | 1.5           | 1                  |
| <b>Presencial</b>              | -                           | <b>Teóricos</b> | 33% | <b>Problemas</b> | 40%           | <b>Laboratorio</b> |
| <b>Horas Totales</b>           |                             |                 | 30  |                  | 15            | 18                 |

|                                  |                  |  |               |              |  |
|----------------------------------|------------------|--|---------------|--------------|--|
| <b>Profesor/a Coordinador/a:</b> |                  |  |               | <b>Dpto:</b> |  |
|                                  | <b>Despacho:</b> |  | <b>e-mail</b> |              |  |

|              |                   |             |              |               |
|--------------|-------------------|-------------|--------------|---------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Profesores</b> | <b>T/P*</b> | <b>Dpto.</b> | <b>e-mail</b> |
| único        |                   | T/P         |              |               |

\*: T:teoría, P:prácticas

|              |                           |              |             |                                    |
|--------------|---------------------------|--------------|-------------|------------------------------------|
| <b>Grupo</b> | <b>Horarios de clases</b> |              |             | <b>Tutorías (lugar y horarios)</b> |
|              | <b>Día</b>                | <b>Horas</b> | <b>Aula</b> |                                    |
| único        |                           |              |             |                                    |

| Breve descripción de contenidos                  |
|--|
| Fundamentos físicos de la ingeniería electrónica |

| Objetivos de la asignatura   |
|--|
| Intensificar conceptos básicos de física en materias de interés para Ingeniería Electrónica. |

| Conocimientos previos necesarios  |
|---|
| Conocimientos básicos de Física, fundamentalmente electromagnetismo, electrónica y teoría de la comunicación. |

### Programa de la asignatura

#### 1. Metrología fundamental

Sistema internacional de unidades. Concepto de trazabilidad y procesos de calibración. Patrones de magnitudes básicas. Técnicas de medida de precisión.

#### 2. Acústica

Ondas mecánicas y de superficie. Transductores de sonido. Piezoelectricidad. Dispositivos piezoeléctricos. Dispositivos acustoópticos. Ecógrafos. Radares de ultrasonidos.

#### 3. Termodinámica y física estadística

Revisión de leyes de la Termodinámica física y estadística. Ecuación del calor. Termometría y calorimetría. Termoelectricidad. Entropía y cantidad de información. Entropía y sistemas de codificación. Principio de Equipartición. Orígenes físicos del ruido electrónico.

#### 4. Relatividad

Tensores y cuadvectores. Transformaciones de Lorentz. Relatividad Especial. Invariancia relativista de la carga. Relatividad General. Límites a la velocidad de transmisión de información. Límites a la sincronización de objetos distantes.

#### 5. Física Cuántica

Fundamentos matemáticos. Principio de incertidumbre. Ecuación de Schrödinger. Entrelazamiento cuántico y comunicaciones. Teoría cuántica de la información. Computación cuántica. Criptografía cuántica.

#### 6. Física Nuclear

Núcleo atómico. Potencial de Yukawa. Interacciones nucleares. Fisión nuclear. Fusión nuclear. Medidas de radiación ionizante y Seguridad nuclear. Resonancia magnética nuclear. Generación de energía nuclear.

### Bibliografía ordenada alfabéticamente

- [5] 1 International Bureau of Weights and Measures (2006), [The International System of Units \(SI\)](#) (PDF) (8th ed.), ISBN 92-822-2213-6
- [6] Czichos, Horst; Smith, Leslie, eds. (2011). [Springer Handbook of Metrology and Testing](#) (2nd ed.). 1.2.2 Categories of Metrology. . ISBN 978-3-642-16640-2.
- [7] Ensminger, Dale, [Ultrasonics: Fundamentals, Technologies, and Applications](#). CRC Press, (2012).
- [8] Gautschi, G. , [Piezoelectric Sensorics: Force, Strain, Pressure, Acceleration and Acoustic Emission Sensors, Materials and Amplifiers](#). Springer (2002).
- [9] P. K. Nag, [Engineering Thermodynamics](#), McGrawHill (2008).
- [10] Yu, Francis T.S, [Entropy and Information Optics](#). CRC Press . (2000).
- [11] D. J. Griffiths, [Introduction to Electrodynamics](#), Prentice Hall, 1999.
- [12] S. Imre, Laszlo Gyongyosi, [Advanced Quantum Communications: an engineering approach](#), IEEE Press, (2013).
- [13] J. B. Garg, [Basic Concepts of Nuclear Physics](#), Xlibris, (2009).

### Recursos en internet

En Campus Virtual de la UCM: <https://cv.ucm.es/CampusVirtual/jsp/index.jsp>

### Metodología

Se impartirán clases de teoría con ejemplos y aplicaciones, clases de problemas y prácticas de laboratorio. Se ofrecerán actividades adicionales para complementar la formación y valorar tanto las iniciativas personales como el trabajo grupal.

### Evaluación

**Realización de exámenes** ( $N_{Final}$ )

**Peso:**

60%

Examen final de la asignatura. Se realizará sin libros, con un formulario que facilita el profesor. Puede incluir cuestiones sobre las prácticas de laboratorio.

**Otras actividades** ( $A$ )

**Peso:**

40%

Se realizarán, entre otras, las siguientes actividades de evaluación continua:

- Trabajos monográficos por grupos.
- Entrega de problemas resueltos.

### Calificación final

La calificación final se obtendrá a partir de la mejor de las siguientes opciones:

$$C_{Final} = 0.6 \cdot N_{Examen} + 0.4 \cdot A$$

$$C_{Final} = N_{Examen}$$

Para la convocatoria de septiembre se admitirán actividades realizadas durante el verano.

Para la convocatoria de septiembre se admitirán actividades realizadas durante el verano.

## 7. Horarios de Clases

### Primer Curso

| 1 <sup>er</sup> Semestre | 1 <sup>er</sup> Curso |                              | AULA 8        |               |                     |               |                              |                      |                        |               |               |  |
|--------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|------------------------------|----------------------|------------------------|---------------|---------------|--|
|                          | 9                     | 10                           | 11            | 12            | 13                  | 14            | 15                           | 16                   | 17                     | 18            | 19            |  |
|                          | 8:30 - 9:30           | 9:30 - 10:30                 | 10:30 - 11:30 | 11:30 - 12:30 | 12:30 - 13:30       | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30                | 15:30 - 16:30        | 16:30 - 17:30          | 17:30 - 18:30 | 18:30 - 19:30 |  |
| Lunes                    |                       | Lab Informática (Gr A)       |               | Física I      | Cálculo             |               |                              |                      | Lab Informática (Gr B) |               |               |  |
| Martes                   |                       |                              | Cálculo       | Física I      | Circuitos Digitales |               |                              | Laboratorio Física I |                        |               |               |  |
| Miércoles                |                       | Lab. Circ. Digitales (Gr L1) | Informática   |               |                     |               |                              |                      |                        |               |               |  |
| Jueves                   |                       | Circuitos Digitales          | Cálculo       | Física I      |                     |               | Lab. Circ. Digitales (Gr L2) |                      |                        |               |               |  |
| Viernes                  |                       | Lab. Circ. Digitales (Gr L3) | Informática   | Física I      | Cálculo             |               |                              |                      |                        |               |               |  |

Los laboratorios empezarán una semana despues del comienzo de las clases.

| 2 <sup>o</sup> Semestre | 1 <sup>er</sup> Curso |              | AULA 8        |                  |                  |               |               |                       |               |               |               |  |
|-------------------------|-----------------------|--------------|---------------|------------------|------------------|---------------|---------------|-----------------------|---------------|---------------|---------------|--|
|                         | 9                     | 10           | 11            | 12               | 13               | 14            | 15            | 16                    | 17            | 18            | 19            |  |
|                         | 8:30 - 9:30           | 9:30 - 10:30 | 10:30 - 11:30 | 11:30 - 12:30    | 12:30 - 13:30    | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30 | 15:30 - 16:30         | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 | 18:30 - 19:30 |  |
| Lunes                   |                       | Física II    | Ampl. Mat.    | Álgebra          |                  |               |               |                       |               |               |               |  |
| Martes                  |                       | Anal. Circ.  | Álgebra       | Lab. Anal. Circ. |                  |               |               | Laboratorio Física II |               |               |               |  |
| Miércoles               |                       |              | Álgebra       | Ampl. Mat.       | Lab. Anal. Circ. |               |               |                       |               |               |               |  |
| Jueves                  |                       | Ampl. Mat.   | Física II     | Anal. Circ.      |                  |               |               |                       |               |               |               |  |
| Viernes                 |                       |              | Física II     | Álgebra          | Lab. Anal. Circ. |               |               |                       |               |               |               |  |

### Segundo Curso

| 1 <sup>er</sup> Semestre | Curso 2 <sup>o</sup> |                            | AULA 14                    |               |               |               |                   |                     |                    |               |  |  |
|--------------------------|----------------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------|---------------------|--------------------|---------------|--|--|
|                          | 9                    | 10                         | 11                         | 12            | 13            | 14            | 15                | 16                  | 17                 | 18            |  |  |
|                          | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30               | 10:30 - 11:30              | 11:30 - 12:30 | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30     | 15:30 - 16:30       | 16:30 - 17:30      | 17:30 - 18:30 |  |  |
| Lunes                    |                      | Lab. Sistemas lineales     | Lab. Estr. Computadores    |               |               |               | ELM I             | Elect. Física       | Estr. Computadores |               |  |  |
| Martes                   |                      | Lab. Redes y Serv. teleco. | Lab. Sistemas lineales     |               |               |               | Sistemas Lineales | ELM I               | Estr. Computadores |               |  |  |
| Miércoles                |                      |                            |                            |               |               |               | ELM I             | Redes y Servicios T | Electrónica Física |               |  |  |
| Jueves                   |                      | Lab. Estr. Computadores    | Lab. Redes y Serv. teleco. |               |               |               | Sistemas Lineales | Redes y Servicios T | Elect. Física      |               |  |  |
| Viernes                  |                      |                            |                            |               |               |               |                   |                     |                    |               |  |  |

Para cada asignatura:

Habrá 18 horas de Laboratorio en el semestre

| 2 <sup>o</sup> Semestre | Curso 2 <sup>o</sup> |                                | AULA 14                        |                                     |               |               |                  |               |                  |               |  |  |
|-------------------------|----------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|------------------|---------------|------------------|---------------|--|--|
|                         | 9                    | 10                             | 11                             | 12                                  | 13            | 14            | 15               | 16            | 17               | 18            |  |  |
|                         | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30                   | 10:30 - 11:30                  | 11:30 - 12:30                       | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30    | 15:30 - 16:30 | 16:30 - 17:30    | 17:30 - 18:30 |  |  |
| Lunes                   |                      |                                |                                | Lab. Sist. Operativos y tiempo real |               |               | S.O. t. real     | T. Comunicac. | Proc. de Señales |               |  |  |
| Martes                  |                      |                                |                                | Lab. Electromagnetismo II           |               |               | S.O. tiempo real | ELM II        | P. Señales       |               |  |  |
| Miércoles               |                      | Lab. Teoría de la Comunicación | Lab. Procesamiento de Señales  |                                     |               |               | T. Comunicac.    | ELM II        | P. Señales       |               |  |  |
| Jueves                  |                      | Lab. Procesamiento de Señales  | Lab. Teoría de la Comunicación |                                     |               |               | S.O. t. real     | ELM II        | T. Comunicación  |               |  |  |
| Viernes                 |                      |                                |                                |                                     |               |               |                  |               |                  |               |  |  |

Para cada asignatura:

Habrá 26 horas de Laboratorio en el semestre



## Tercer curso

| 1 <sup>er</sup> Semestre  | Curso 3 <sup>o</sup> |                  | AULA 5B            |                       |               |               |                             |                         |               |               |               |
|---|----------------------|------------------|--------------------|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|
|   | 9                    | 10               | 11                 | 12                    | 13            | 14            | 15                          | 16                      | 17            | 18            | 19            |
|   | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30     | 10:30 - 11:30      | 11:30 - 12:30         | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30               | 15:30 - 16:30           | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 | 18:30 - 19:30 |
| Lunes   |                      | 5. de dispositiv | Redes Serv Tel II  | Empresa y Gest. Proy. |               |               | Lab. Compatibilidad ELM *** |                         |               |               |               |
| Martes  |                      |                  |                    |                       |               |               |                             |                         |               |               |               |
| Miércoles   |                      |                  | Fis. Disposit      | ed.Serv.Tel           |               |               |                             | Lab. Compatibilidad ELM |               |               |               |
| Jueves  |                      | Red.Serv.        | Compatibilidad ELM | Empresa y Gest.       |               |               |                             | Lab. Compatibilidad ELM |               |               |               |
| Viernes   |                      |                  | Fis. Disposit      | Compatibilidad ELM    |               |               |                             |                         |               |               |               |
| Para cada asignatura: Habrá 18 o 26 horas de Laboratorio en el semestre según corresponda<br>*** Laboratorio en caso de que el número de alumnos exceda el puesto de las prácticas. |                      |                  |                    |                       |               |               |                             |                         |               |               |               |

  

| 2 <sup>o</sup> Semestre   | Curso 3 <sup>o</sup> |                 | AULA 14         |               |               |               |                             |                            |               |               |               |
|---|----------------------|-----------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|---------------|
|   | 9                    | 10              | 11              | 12            | 13            | 14            | 15                          | 16                         | 17            | 18            | 19            |
|   | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30    | 10:30 - 11:30   | 11:30 - 12:30 | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30               | 15:30 - 16:30              | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 | 18:30 - 19:30 |
| Lunes   |                      | Ctrol. de Sist. | Electró.Analóg  |               |               |               | Lab. Electrónica Analógica  | Lab. Comunicaciones Inalám |               |               |               |
| Martes  |                      | Com. Inalámb.   | Radiofrecuencia |               |               |               | Lab. Control de Sistemas*** |                            |               |               |               |
| Miércoles   |                      |                 |                 |               |               |               | Lab. Radiofrecuencia        |                            |               |               |               |
| Jueves  |                      | Ctrol. de Sist. | Electró.Analóg  |               |               |               |                             | Lab. Electrónica Analógica |               |               |               |
| Jueves  |                      | Com. Inalámb.   | Radiofrecuencia |               |               |               | Lab. Control de Sistemas    |                            |               |               |               |
| Viernes   |                      |                 |                 |               |               |               | Lab. Radiofrecuencia        |                            |               |               |               |
| Para cada asignatura: Habrá 18 o 26 horas de Laboratorio en el semestre según corresponda<br>*** Laboratorio en caso de que el número de alumnos exceda el puesto de las prácticas. |                      |                 |                 |               |               |               |                             |                            |               |               |               |

NOTA: Los alumnos que vayan a matricularse de Radiofrecuencia o Compatibilidad Electromagnética deben ponerse antes en contacto con el Coordinador del Título (jalo@ucm.es)

## Cuarto curso

| 1 <sup>er</sup> Semestre   | Curso 4 <sup>o</sup> |                              | AULA 12       |                                |               |               |                  |                |               |               |  |
|--|----------------------|------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|---------------|------------------|----------------|---------------|---------------|--|
|  | 9                    | 10                           | 11            | 12                             | 13            | 14            | 15               | 16             | 17            | 18            |  |
|  | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30                 | 10:30 - 11:30 | 11:30 - 12:30                  | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30    | 15:30 - 16:30  | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 |  |
| Lunes  |                      |                              |               | Lab. Diseño Sistemas Digitales |               |               | Diseño Sis. Dig. | Elec. Potencia |               |               |  |
| Martes   |                      | Lab. Electrónica de Potencia |               | Lab. Instrument. Electrónica   |               |               | Instrum. Elect.  | Redes de Comp. |               |               |  |
| Miércoles  |                      | Lab. Instrument. Electrónica |               | Lab. Redes de computadores     |               |               | Diseño Sis. Dig. | Elec. Potencia |               |               |  |
| Jueves   |                      |                              |               | Lab. Electrónica de Potencia   |               |               | Instrum. Elect.  | Redes de Comp. |               |               |  |
| Viernes  |                      |                              |               |                                |               |               |                  |                |               |               |  |
| Para cada asignatura: Habrá 26 horas de Laboratorio en el semestre |                      |                              |               |                                |               |               |                  |                |               |               |  |

  

| 2 <sup>o</sup> Semestre  | Curso 4 <sup>o</sup> |                      | AULAS 11 y 5A        |               |               |               |               |                      |               |               |  |
|--|----------------------|----------------------|----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------------|---------------|---------------|--|
|  | 9                    | 10                   | 11                   | 12            | 13            | 14            | 15            | 16                   | 17            | 18            |  |
|  | 8:30 - 9:30          | 9:30 - 10:30         | 10:30 - 11:30        | 11:30 - 12:30 | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30 | 14:30 - 15:30 | 15:30 - 16:30        | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 |  |
| Lunes  |                      |                      |                      |               |               |               |               |                      |               |               |  |
| Martes   |                      | Lab. Arq. Sist. Int. |                      |               |               |               |               | Arq. Sist. Int. (5A) |               |               |  |
| Miércoles  |                      |                      | Arq. Sist. Int. (11) |               |               |               |               |                      |               |               |  |
| Jueves   |                      |                      |                      |               |               |               |               |                      |               |               |  |
| Viernes  |                      |                      |                      |               |               |               |               |                      |               |               |  |
| Para cada asignatura: Habrá 18 horas de Laboratorio en el semestre<br>El resto de asignaturas del 2 <sup>o</sup> semestre son optativas (o el TFG) |                      |                      |                      |               |               |               |               |                      |               |               |  |

## Optativas

| 1 <sup>er</sup> Semestre |                       | AULA 5B              |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
|--------------------------|-----------------------|----------------------|---------------|-----------------------------------|---------------|-----------------|--|----------------------------|---------------|---------------|--|
|                          | 9                     | 10                   | 11            | 12                                | 13            | 14              | 15   | 16                         | 17            | 18            |  |
|                          | 8:30 - 9:30           | 9:30 - 10:30         | 10:30 - 11:30 | 11:30 - 12:30                     | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30   | 14:30 - 15:30                                | 15:30 - 16:30              | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 |  |
| Lunes                    |                       |                      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| Martes                   |                       |                      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| Miércoles                |                       | Optimización de      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| Jueves                   |                       |                      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| Viernes                  |                       | Optimización de      |               |                                   |               |                 |  | Lab. Optimización de sist. |               |               |  |
|                          | Para cada asignatura: |                      |               |                                   |               |                 | Habrá 18 horas de Laboratorio en el semestre |                            |               |               |  |
|                          |                       |                      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| 2 <sup>o</sup> Semestr   |                       | Curso 4 <sup>o</sup> |               | AULA 14                           |               |                 |  |                            |               |               |  |
|                          | 9                     | 10                   | 11            | 12                                | 13            | 14              | 15   | 16                         | 17            | 18            |  |
|                          | 8:30 - 9:30           | 9:30 - 10:30         | 10:30 - 11:30 | 11:30 - 12:30                     | 12:30 - 13:30 | 13:30 - 14:30   | 14:30 - 15:30                                | 15:30 - 16:30              | 16:30 - 17:30 | 17:30 - 18:30 |  |
| Lunes                    |                       |                      |               |                                   |               |                 |  |                            |               |               |  |
| Martes                   |                       |                      |               |                                   |               | Robótica        |  |                            |               |               |  |
| Miércoles                |                       |                      |               |                                   |               | Robótica        |  | Lab. Robótica              |               |               |  |
| Jueves                   |                       |                      |               |                                   |               | Sist. Radiantes |  |                            |               |               |  |
| Viernes                  |                       | Sist. Radiantes      |               | Lab. Sist. Radiantes (6 sesiones) |               |                 |  |                            |               |               |  |
|                          | Para cada asignatura: |                      |               |                                   |               |                 | Habrá 18 horas de Laboratorio en el semestre |                            |               |               |  |

## **8. Calendarios de Exámenes**

Ver en <http://fisicas.ucm.es/examenes>

## 9. Calendario Académico y Festividades

| Periodos de clases y exámenes              |  |
|--|--|
| Clases Primer Semestre:                    | del 25* de septiembre al 21 de diciembre de 2017 y del 8 de enero al 19 de enero de 2018 |
| Exámenes Primer Semestre (febrero):        | del 22 de enero al 12 de febrero de 2018   |
| Clases Segundo Semestre:                   | del 13 de febrero al 22 de marzo de 2018 y del 3 de abril al 1 de junio de 2018          |
| Exámenes Segundo Semestre (junio):         | del 4 al 26 de junio de 2018   |
| Exámenes Segunda Convocatoria (septiembre) | Del 6 al 13 de julio y del 3 al 11 de septiembre de 2018                                 |

\*La apertura del curso académico se celebrará el día 29 de septiembre, siendo día lectivo.

| Festividades y días no lectivos   |                                   |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 12 de octubre                     | Fiesta Nacional                   |
| 1 de noviembre                    | Festividad de Todos los Santos    |
| 9 de noviembre                    | Madrid, festividad de La Almudena |
| 10 de noviembre                   | San Alberto Magno                 |
| 6 de diciembre                    | Día de la Constitución Española   |
| 8 de diciembre                    | Festividad Inmaculada Concepción  |
| 26 de enero                       | Santo Tomás de Aquino             |
| 1 de mayo                         | Día del Trabajo                   |
| 2 de mayo                         | Festividad Comunidad de Madrid    |
| 15 de mayo                        | Madrid, festividad de San Isidro  |
| Del 22 de diciembre al 5 de enero | Vacaciones de Navidad             |
| Del 23 de marzo al 2 de abril     | Vacaciones de Semana Santa        |
| Del 23 de julio al 31 de agosto   | Vacaciones de Verano              |

Calendario aprobado por la Comisión Permanente del Consejo de Gobierno en su sesión de 2 de junio de 2017, sin perjuicio de lo que el calendario laboral establezca en relación con los días inhábiles. Los periodos no lectivos han sido establecidos en el calendario de organización docente oficial del curso académico 2017-2018, aprobado por Acuerdo del Consejo de Gobierno en su sesión de 28 de febrero de 2017.



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS**  
 Calendario Académico del Curso 2017/2018

**2017**

| Septiembre-Octubre |    |    |    |    |    |    |  |
|--------------------|----|----|----|----|----|----|--|
| L                  | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
| 25                 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 1  |  |
| 2                  | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |  |
| 9                  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| 16                 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |  |
| 23                 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |  |
| 30                 | 31 |    |    |    |    |    |  |

| Noviembre |    |    |    |    |    |    |   |
|-----------|----|----|----|----|----|----|---|
| L         | M  | X  | J  | V  | S  | D  |   |
|           |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 |
| 6         | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |   |
| 13        | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |   |
| 20        | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |   |
| 27        | 28 | 29 | 30 |    |    |    |   |

| Diciembre |    |    |    |    |    |    |  |
|-----------|----|----|----|----|----|----|--|
| L         | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|           |    |    |    | 1  | 2  | 3  |  |
| 4         | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |  |
| 11        | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |  |
| 18        | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |  |
| 25        | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |  |

**2018**

| Enero |    |    |    |    |    |    |  |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|
| L     | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|       |    |    |    |    |    | 7  |  |
| 8     | 9  | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |  |
| 15    | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 |  |
| 22    | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 |  |
| 29    | 30 | 31 |    |    |    |    |  |

| Febrero |    |    |    |    |    |    |  |
|---------|----|----|----|----|----|----|--|
| L       | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|         |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  |  |
| 5       | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |  |
| 12      | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |  |
| 19      | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |  |
| 26      | 27 | 28 |    |    |    |    |  |

| Marzo |    |    |    |    |    |    |  |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|
| L     | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|       |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  |  |
| 5     | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 |  |
| 12    | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |  |
| 19    | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |  |
| 26    | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 |    |  |

| Abril |    |    |    |    |    |    |  |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|
| L     | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|       |    |    |    |    |    | 1  |  |
| 2     | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |  |
| 9     | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| 16    | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |  |
| 23    | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |  |
| 30    |    |    |    |    |    |    |  |

| Mayo |    |    |    |    |    |    |   |
|------|----|----|----|----|----|----|---|
| L    | M  | X  | J  | V  | S  | D  |   |
|      |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 |
| 6    | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |   |
| 13   | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |   |
| 20   | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |   |
| 27   | 28 | 29 | 30 | 31 |    |    |   |

| Junio |    |    |    |    |    |    |  |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|
| L     | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|       |    |    |    | 1  | 2  | 3  |  |
| 4     | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  | 10 |  |
| 11    | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |  |
| 18    | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |  |
| 25    | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |    |  |

| Julio |    |    |    |    |    |    |  |
|-------|----|----|----|----|----|----|--|
| L     | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|       |    |    |    |    |    | 1  |  |
| 2     | 3  | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  |  |
| 9     | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |  |
| 16    | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |  |
| 23    | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 |  |
| 30    | 31 |    |    |    |    |    |  |

| Agosto |    |    |    |    |    |    |   |
|--------|----|----|----|----|----|----|---|
| L      | M  | X  | J  | V  | S  | D  |   |
|        |    |    | 1  | 2  | 3  | 4  | 5 |
| 6      | 7  | 8  | 9  | 10 | 11 | 12 |   |
| 13     | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |   |
| 20     | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 |   |
| 27     | 28 | 29 | 30 | 31 |    |    |   |

| Septiembre |    |    |    |    |    |    |  |
|------------|----|----|----|----|----|----|--|
| L          | M  | X  | J  | V  | S  | D  |  |
|            |    |    |    |    | 1  | 2  |  |
| 3          | 4  | 5  | 6  | 7  | 8  | 9  |  |
| 10         | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |  |
| 17         | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 |  |
| 24         | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |  |

25/9/2017 y 12/9/2018 Inicio clases

26 Sto. Tomás de Aquino 10 S. Alberto Magno

- Periodos de exámenes
- Periodos no lectivos
- Fin plazo entrega actas
- Exámenes parciales de 1º Grado en Física
- Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física / Ingenierías

Dado que el Rectorado ha decidido aplicar el nuevo calendario para 2018-19, este ya incluye los traslados de periodos de examen (septiembre a julio) previstos para tal caso en Junta de Facultad del 14/7/2017.

Aprobado en Junta de Facultad del 14-7-2017. Una vez que se publiquen en el BOE y en el BOCM las correspondientes normas sobre días festivos para el próximo año 2018, tanto de ámbito nacional, autonómico y local, se reflejarán en este calendario

## 10. ANEXO. Enlaces de interés

A continuación se muestran algunos enlaces que pueden ser de utilidad para los alumnos de la titulación. La mayoría de ellos se pueden consultar en la página web de la secretaría de Físicas <https://fisicas.ucm.es/secretaria-de-estudiantes>. También puede consultarse la normativa general de la UCM en los enlaces [www.ucm.es/normativa](http://www.ucm.es/normativa), <https://www.ucm.es/estudiar> y <https://www.ucm.es/grado>.

### Normas de matrícula y de permanencia

Normativa general de la UCM:

Instrucciones de gestión de la Matrícula (estudios oficiales de Grado y Máster 2016-17) <http://pendientedemigracion.ucm.es/bouc/pdf/2430.pdf>

Anulación de matrícula <https://www.ucm.es/anulacion-de-matricula-1>

Tribunales de Compensación <https://fisicas.ucm.es/estudios-de-grado>

Normas de permanencia <https://www.ucm.es/permanencia-en-la-universidad->

Normativa específica de la Facultad de CC Físicas:

Alumnos de nuevo acceso <https://fisicas.ucm.es/matriculanuevoingreso>

Resto de alumnos <https://fisicas.ucm.es/matricula-resto-de-alumnos>

**Reconocimiento de créditos** <http://fisicas.ucm.es/reconocimiento-creditos-grado>

Dicho reconocimiento puede obtenerse por:

Realización de actividades universitarias culturales, deportivas, de representación estudiantil, solidarias y de cooperación de la UCM (BOUC no.18 del 8/9/2016) <http://pendientedemigracion.ucm.es/bouc/pdf/2470.pdf>

Asignaturas superadas en otros estudios

<https://www.ucm.es/continuar-estudios-iniciados-en-el-extranjero>

### Adaptación de los estudios de Licenciatura, a los de Grado

Los procedimientos, normativa y tablas de equivalencia para alumnos que iniciaron sus estudios en la Licenciatura y desean continuarlos en el grado pueden consultarse en <https://fisicas.ucm.es/adaptaciones>