

Curso

2016-2017

# Guía Docente del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas



Facultad de Ciencias Físicas.  
Universidad Complutense de Madrid

## Contenido

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.   | Presentación.....                                  | 2  |
| 2.   | Requisitos de acceso y criterios de admisión ..... | 3  |
| 3.   | Estructura del Plan de Estudios.....               | 4  |
| 3.1. | Estructura general.....                            | 4  |
| 3.2. | Asignaturas del Plan de Estudios .....             | 9  |
| 3.3. | Prácticas en Empresa .....                         | 9  |
| 3.4. | Trabajo de Fin de Máster .....                     | 9  |
| 4.   | Fichas de las Asignaturas.....                     | 11 |
|      | Dispositivos Fotónicos .....                       | 11 |
|      | Electrónica para la Instrumentación .....          | 14 |
|      | Sistemas Empotrados.....                           | 18 |
|      | Procesado de Señales.....                          | 22 |
|      | Diseño de Circuitos Integrados.....                | 26 |
|      | Compatibilidad Electromagnética .....              | 30 |
|      | Robótica y Mecatrónica .....                       | 33 |
|      | Láseres y Metrología Óptica.....                   | 37 |
|      | Prácticas en Empresa.....                          | 40 |
|      | Trabajo Fin de Máster.....                         | 42 |
| 5.   | Reconocimiento de Créditos .....                   | 45 |
| 6.   | Coordinación y Control de Calidad del Máster.....  | 45 |
| 7.   | Cuadros Horarios.....                              | 46 |
| 8.   | Calendario Académico.....                          | 47 |

## 1. Presentación

La implantación de nuevas tecnologías es esencial para el progreso de las sociedades. Sin duda estamos en la actualidad en una época de cambios tecnológicos sucesivos y en progresiva aceleración que están modificando los modos de vida en las sociedades tecnológicamente avanzadas.

La mayor parte de los dispositivos, productos, máquinas, procesos y sistemas actuales requieren del uso de tecnologías tales como el uso de sensores, actuadores, controladores, microprocesadores, óptica, software, comunicaciones, etc. Esto implica que la actual tecnología de diseño de dispositivos y sistemas requiere la integración de partes ópticas, mecánicas y electrónicas. Existen infinidad de ejemplos a este respecto, desde elementos de consumo (cámaras fotográficas y de vídeo, telefonía, televisión, proyectores, lectores de código de barras, impresoras, sistemas de registro de información, etc.) y en sectores industriales y equipamiento científico (aviación y aeroespacial, máquina-herramienta, sistemas robotizados, láseres industriales, instrumentación médica, telescopios, “remote sensing”, sistemas de comunicaciones por fibra óptica, sistemas de seguridad avanzada, microscopios AFM y confocal, etc.) .

Es en este ámbito donde se enmarca el Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (MNTEF), que presenta un carácter aplicado y está dirigido a una audiencia amplia que desee mejorar sus conocimientos en el ámbito de las aplicaciones tecnológicas y/o científicas de la Electrónica y la Fotónica.

Los **objetivos fundamentales** del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas son:

- Preparar profesionales para el trabajo en las nuevas áreas tecnológicas relacionadas con la Física, tanto en la investigación y desarrollo como en la producción, mediante la formación en competencias específicas de las áreas de la instrumentación, la óptica, la electrónica, los microsistemas y la nanotecnología, y en competencias transversales relacionadas con el trabajo profesional.
- Ofrecer a estudiantes graduados una formación altamente profesionalizante que les permita un mejor acceso al mercado de las nuevas tecnologías, con gran demanda tanto a nivel local como internacional.
- Ofrecer al mundo profesional una vía para ampliar sus conocimientos en los aspectos más relevantes de la electrónica y la fotónica.
- Sentar, en los alumnos interesados en la realización de una tesis doctoral, las bases necesarias para su integración en las líneas de trabajo de los Departamentos de Física Aplicada III, Óptica y Arquitectura de Computadores y Automática.
- Promover el espíritu emprendedor así como la investigación y el desarrollo tecnológico.

Para conseguir estos objetivos se propone un Máster, basado en un grupo de asignaturas obligatorias básicas, un grupo de asignaturas optativas de carácter avanzado en el que se realicen distintas prácticas que corresponden a contenidos de las asignaturas cursadas por los alumnos y unas Prácticas Externas en empresas, obligatorias, que refuerzan el **carácter profesionalizante del Máster**.

## 2. Requisitos de acceso y criterios de admisión

Para solicitar admisión a las enseñanzas de máster será necesario encontrarse en alguna de las siguientes situaciones:

- a) Estar en posesión de un título universitario oficial español (título de grado o equivalente, título de Licenciado, Ingeniero o Arquitecto, o título de Diplomado o Ingeniero Técnico).
- b) Estar en posesión de un título expedido por una institución del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y que faculte en el país de expedición para acceder a las enseñanzas de máster.
- c) Los titulados de sistemas educativos ajenos al EEES podrán solicitar admisión sin necesidad de homologación de sus títulos, previa comprobación por parte de esta Universidad de que estos estudios acreditan un nivel de formación equivalente a los títulos universitarios oficiales españoles y que facultan, en el país que expidió el título, para acceder a estudios de postgrado.

Dicho título universitario deberá contener conocimientos previos de Óptica, Electrónica, Control Automático y Programación con un nivel similar al que se adquiere en el grado en Físicas. En el caso de titulados que no cumplan este requisito, la comisión coordinadora del máster decidirá sobre la conveniencia o no de admitirlos al máster.

El idioma oficial del máster es el español, pero los alumnos deben estar preparados para recibir puntualmente charlas o seminarios en inglés. También deben ser capaces de leer con facilidad literatura en inglés.

El proceso de admisión lo llevará a cabo la Comisión coordinadora del Máster. La comisión baremará a los candidatos teniendo en cuenta los conocimientos previos de Óptica, Electrónica, Control Automático y Programación con un nivel similar a los adquiridos en el Grado en Física así como el expediente académico de los candidatos. Si fuera necesario, dicha Comisión recomendará a cada alumno, a la vista de su expediente, ampliar sus conocimientos en una u otra materia. Sin perjuicio de lo dicho anteriormente, para un aprovechamiento óptimo de este Máster, se recomienda que el alumno tenga conocimientos previos de óptica, electrónica, control automático y programación con un nivel similar a los adquiridos en el Grado en Físicas. La Comisión Coordinadora del Máster, a la vista del historial académico de los candidatos, podría recomendar cursar, a alguno de los candidatos, alguna de las siguientes asignaturas: Fotónica, Electrónica Física, Instrumentación Electrónica, Electrónica Analógica y Digital, Dispositivos de Instrumentación Óptica, Dispositivos Electrónicos y Nanoelectrónica, Sistemas Dinámicos y Realimentación, todas ellas pertenecientes al grado en Física (itinerario de Física Aplicada) de la UCM. La metodología, actividades formativas y criterios de evaluación de estas asignaturas serán las que corresponden al grado de Física.

Los criterios de valoración que serán utilizados por la Comisión del Máster en el proceso de admisión, en caso de que la demanda supere a la oferta, serán:

- Expediente académico en la titulación de acceso: hasta 60 puntos.
- Curriculum vitae: hasta 20 puntos.
- Adecuación del perfil del candidato a los objetivos y contenidos del programa: hasta 20 puntos.

### 3. Estructura del Plan de Estudios

#### 3.1. Estructura general

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 Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas se organiza en un curso académico, desglosado en 2 semestres. Cada semestre tiene 30 créditos ECTS para el estudiante (se ha supuesto que 1 ECTS equivale a 25 horas de trabajo del estudiante).

Las enseñanzas se estructuran en 4 módulos: un primer módulo obligatorio de formación básica que se cursa en el primer semestre, un módulo optativo con materias alternativas (de Tecnología Electrónica y de Tecnología Fotónica) que constituye el núcleo de la titulación, un módulo de prácticas externas en empresa obligatorio y un último módulo obligatorio de Trabajo Fin de Master.

El alumno podrá elegir libremente entre las asignaturas optativas de cualquiera de las dos materias del módulo optativo. Se considerará que ha realizado la materia de Electrónica o la de Fotónica cuando haya cursado al menos 3 asignaturas de la materia correspondiente.

A continuación se describen brevemente los diferentes módulos:

- **Módulo de Formación Básica: Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas** (obligatorio, 24 ECTS). Se cursa durante el primer semestre. Las asignaturas obligatorias incluidas en este módulo proporcionan los conocimientos necesarios en Electrónica, Fotónica, Sistemas y Señales para poder abordar los módulos más avanzados del siguiente semestre. Las materias y asignaturas de este módulo se muestran en la siguiente tabla:

| <b>Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Obligatorio)</b> |                                     |           |          |
|---|-------------------------------------|-----------|----------|
| Materia   | Asignatura                          | ECTS      | Semestre |
| Fotónica  | Dispositivos Fotónicos              | 6         | S1       |
| Electrónica   | Electrónica para la Instrumentación | 6         | S1       |
| Sistemas  | Sistemas Empotrados                 | 6         | S1       |
| Señales   | Procesado de Señales                | 6         | S1       |
| <b>Total:</b>   |                                     | <b>24</b> |          |

- **Módulo Optativo: Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas.** El alumno tendrá que cursar obligatoriamente 4 asignaturas (24 ECTS). Se imparte durante el primero y segundo semestres y consta de dos itinerarios: **Tecnología Electrónica (TE)** y **Tecnología Fotónica (TF)**. Las asignaturas de

este módulo que se ofertarán en el presente curso se muestran en la siguiente tabla:

| <b>Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas (Optativo)</b> |             |                                 |             |
|---|-------------|---------------------------------|-------------|
| <b>Tecnología Electrónica (TE)</b>                            | <b>ECTS</b> | <b>Tecnología Fotónica (TF)</b> | <b>ECTS</b> |
| Diseño de Circuitos Integrados                                | 6           | Láseres y Metrología Óptica     | 6           |
| Compatibilidad Electromagnética                               | 6           |                                 |             |
| Robótica y Mecatrónica  | 6           |                                 |             |

El alumno podrá elegir libremente entre las asignaturas optativas de cualquiera de los dos itinerarios. Sin embargo, se debe tener en cuenta que para la **realización de las Prácticas en Empresa**, habitualmente **se necesitarán al menos dos días libres en el segundo semestre**. Por este motivo, se deberán **observar detenidamente los horarios de las asignaturas optativas elegidas a la hora de formalizar la matrícula** de modo que se puedan **compatibilizar con la realización de dichas Prácticas**.

- **Módulo de Prácticas Externas en Empresa** (obligatorio, 6 ECTS). En este módulo el estudiante deberá adquirir experiencia en el mundo laboral y mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas.
- **Módulo de Trabajo Fin de Máster** (obligatorio, 6 ECTS), donde el estudiante deberá mostrar su capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Master.

La planificación temporal, esquemáticamente, sería:

|            |                              |                              |                              |                                     |                                      |
|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Semestre 1 | Fotónica<br>(6 ECTS)         | Electrónica<br>(6 ECTS)      | Sistemas<br>(6 ECTS)         | Señales<br>(6 ECTS)                 | Optativa TE 1<br>(6 ECTS)            |
| Semestre 2 | Optativa<br>TE 2<br>(6 ECTS) | Optativa<br>TE 3<br>(6 ECTS) | Optativa<br>TF 1<br>(6 ECTS) | Prácticas en<br>Empresa<br>(6 ECTS) | Trabajo Fin de<br>Máster<br>(6 ECTS) |

|              |           |
|--------------|-----------|
| Obligatorias | Optativas |
|--------------|-----------|

En la siguiente tabla se indica en qué materias se adquieren las diferentes competencias generales y específicas (disciplinares y profesionales) del Máster:

| MATERIA  | COMPETENCIAS GENERALES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    | COMPETENCIAS ESPECÍFICAS |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
|--|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|--------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|-----|
|  | 1                      | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 1                        | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | TFM |
| <b>MÓDULO DE FORMACIÓN BÁSICA</b>              |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Electrónica                                    | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |                          | X | X |   | X | X |   |   |   | X  |    |    |    |    | X  | X  | X   |
| Fotónica                                       | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X                        | X |   |   | X | X |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Sistemas                                       | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |                          |   |   |   |   |   |   | X | X |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Señales  | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    | X  | X  | X  |    |    |    |     |
| <b>MÓDULO OPTATIVO</b>                         |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Tecnología Electrónica                         | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |                          |   | X | X |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Tecnología Fotónica                            | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X                        | X |   |   | X | X |   |   |   |    |    |    | X  | X  |    |    |     |
| <b>MÓDULO DE PRÁCTICAS EXTERNAS EN EMPRESA</b> |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Prácticas en Empresa                           | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  |                          |   |   | X |   |   |   |   | X | X  |    |    |    |    |    |    |     |
| <b>MÓDULO DE TRABAJO DE FIN DE MÁSTER</b>      |                        |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |                          |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |     |
| Trabajo Fin de Máster                          | X                      | X | X | X | X | X | X | X | X | X  | X  | X                        | X | X | X |   |   |   |   |   | X  |    |    |    |    |    |    | X   |

Las Competencias Básicas del Máster son la siguientes:

- Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
- Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
- Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
- Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
- Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

Estas competencias, dado su carácter básico, se adquieren en todas las asignaturas del máster.

Las competencias transversales del máster son:

- Desarrollar un pensamiento y un razonamiento crítico, la capacidad de análisis y de síntesis y el pensamiento científico y sistémico.
- Trabajar de forma autónoma y saber desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.
- Gestionar el tiempo y los recursos disponibles. Trabajar de forma organizada.
- Capacidad para prevenir y solucionar problemas, adaptándose a situaciones imprevistas y tomando decisiones propias.
- Capacidad para trabajar en entornos complejos o inciertos y con recursos limitados.
- Evaluar de forma crítica el trabajo realizado.
- Capacidad para trabajar cooperativamente asumiendo y respetando el rol de los diversos miembros del equipo, así como los distintos niveles de dependencia del mismo.
- Adaptarse a entornos multidisciplinarios e internacionales.
- Comunicar eficientemente de forma oral y/o escrita conocimientos, resultados y habilidades, tanto en entornos profesionales como ante públicos no expertos.
- Utilizar el inglés como idioma de comunicación y relación profesional de referencia.

Estas competencias transversales se adquieren en todas las materias del máster, exceptuando las Prácticas en Empresa y el Trabajo Fin de Máster.

Las Competencias Generales del Máster son:

1. Capacidad de análisis, de síntesis y de razonamiento crítico.
2. Capacidad de organización y planificación.
3. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio.
4. Capacidad para concebir, diseñar, implementar y adoptar un procedimiento de investigación con seriedad y rigor académicos.
5. Capacidad de gestión de la información y de realizar y dirigir proyectos.
6. Capacidad creativa e innovadora.
7. Capacidad de liderazgo y de trabajo en equipos multidisciplinarios.
8. Capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida: habilidad para seguir estudiando de forma autónoma y para la formación continuada.
9. Capacidad para elaborar y transmitir documentación científico-técnica tanto a la comunidad académica en su conjunto como a la sociedad en general sobre sus áreas de conocimiento.
10. Capacidad para realizar contribuciones mediante la investigación original que amplíe las fronteras del conocimiento y que merezca la publicación referenciada a nivel nacional o internacional.



11. Capacidad de fomentar tanto en contextos académicos como profesionales el avance tecnológico, social o cultural en una sociedad basada en el conocimiento.

Las Competencias Específicas del Máster son:

1. Capacidad para una comprensión sistemática de las distintas disciplinas involucradas en la fotónica y de los distintos métodos de investigación y habilidades relacionados con dicho campo.
  2. Entender el proceso de diseño de dispositivos electrónicos y fotónicos atendiendo a sus respectivas propiedades electrónicas y ópticas.
  3. Diseñar experimentos científicos en el ámbito de la electrónica, optoelectrónica y fotónica.
  4. Elaborar y defender en público trabajos científicos en el ámbito de la electrónica de la óptica aplicada y de la fotónica.
  5. Capacidad para identificar, formular y resolver problemas en los ámbitos de las tecnologías electrónicas y fotónicas.
  6. Capacidad para adaptarse a la rápida evolución de las tecnologías electrónicas, ópticas y a sus aplicaciones.
  7. Conocer los sistemas empotrados, sus aplicaciones en tiempo real y su optimización de prestaciones.
  8. Capacidad de utilizar los microprocesadores y microcontroladores.
  9. Aplicar los conocimientos adquiridos en aplicaciones nuevas, siendo capaces de integrar conocimientos.
  10. Capacidad para resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares.
  11. Capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales.
  12. Conocer las técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales.
  13. Conocer las técnicas de visión por computador.
  14. Competencias para elegir el sensor o transductor más adecuado a un problema en función de especificaciones de linealidad sensibilidad y precisión.
  15. Competencia para diseñar un sistema específico y a medida de adquisición y registro de datos escogiendo el conversor analógico digital adecuado en función de criterios como velocidad de conversión, precisión de la medida etc.
  16. Competencia para resolver problemas de alimentación de circuitos electrónicos diseñando fuentes de alimentación lineales o conmutadas teniendo en cuenta criterios como son eficiencia del proceso, estabilidad y ruido de la tensión, tamaño del conversor y temperaturas de trabajo.
- TFM. 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 Electrónica y Fotónica de

naturaleza profesional en el que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.

### 3.2. Asignaturas del Plan de Estudios

| Código                  | Primer semestre                     | Materia                | Módulo   | Tipo | ECTS |
|-------------------------|-------------------------------------|------------------------|--|------|------|
| 606871                  | Dispositivos Fotónicos              | Fotónica               | Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas | OB   | 6    |
| 606872                  | Electrónica para la Instrumentación | Electrónica            |  | OB   | 6    |
| 606873                  | Sistemas Empotrados                 | Sistemas               |  | OB   | 6    |
| 606874                  | Procesado de Señales                | Señales                |  | OB   | 6    |
| 606877                  | Diseño de Circuitos Integrados      | Tecnología Electrónica | Tecnologías Electrónicas y Fotónicas                     | OP   | 6    |
| <b>Segundo semestre</b> |                                     |                        |  |      |      |
| 606878                  | Compatibilidad Electromagnética     | Tecnología Electrónica | Tecnologías Electrónicas y Fotónicas                     | OP   | 6    |
| 606879                  | Robótica y Mecatrónica              |                        |  | OP   | 6    |
| 606882                  | Metrología Óptica                   | Tecnología Fotónica    |  | OP   | 6    |
| 606884                  | Prácticas en Empresa                | Prácticas en Empresa   | Prácticas Externas                                       | OB   | 6    |
| 606885                  | Trabajo Fin de Máster               | Trabajo Fin de Máster  | Trabajo Fin de Máster                                    | OB   | 6    |

OB = Asignatura obligatoria

OP = Asignatura optativa

### 3.3. Prácticas en Empresa

Durante el segundo semestre el estudiante debe realizar obligatoriamente unas Prácticas Externas de 6 ECTS. Dichas prácticas versarán sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. El objetivo formativo de las Prácticas en Empresa es familiarizarse con el entorno profesional, realizando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral.

### 3.4. Trabajo de Fin de Máster

Durante el segundo semestre el estudiante debe realizar obligatoriamente un Trabajo de Fin de Máster de 6 ECTS. Dicho trabajo consistirá en la realización de un trabajo individual y original de iniciación a la investigación bajo la dirección de alguno de los profesores del Máster.

Se podrá desarrollar dicho Trabajo en otros centros o empresas, siempre y cuando el alumno lo solicite previamente a la Comisión Coordinadora del Máster y ésta dé su conformidad.

Los temas de investigación generales en que se realizarán los Trabajos serán los siguientes:

- Diseño de circuitos integrados.
- Sistemas empotrados.
- Sistemas-en-Chip (SOC).
- Computación reconfigurable.

- Arquitectura de procesadores.
- Redes de sensores.
- Modelado y control.
- Robots autónomos.
- Visión por computador.
- Control inteligente.
- Implantación iónica.
- Pulverización catódica.
- Células solares de banda intermedia.
- Dieléctricos de alta permitividad.
- Determinación de campos electromagnéticos en medios biológicos.
- Efectos acumulados de la radiación en circuitos electrónicos (Daño por desplazamiento y por dosis ionizante).
- Fiabilidad de circuitos digitales frente a la radiactividad natural.
- Inducción de sucesos aislados en circuitos electrónicos por láser pulsado.
- Estudio de sensores de estado sólido para gases.
- Fotodetectores de alta velocidad y bajo ruido.
- Electrónica de alta frecuencia y alta fiabilidad.
- Láser y tecnología Láser.
- Formación y procesado de imágenes.
- Metrología óptica.
- Generación y caracterización de haces luminosos.
- Dispositivos y materiales fotónicos.
- Nanoóptica y microóptica.
- Óptica no lineal y ultrarrápida.
- Fotomateriales holográficos.
- Biofotónica.
- Óptica cuántica

Independientemente de la lista de temas anteriores, cualquier profesor del Máster podrá dirigir Trabajos de Fin de Máster. Se podrán además establecer contactos con investigadores de otros centros para la dirección de Trabajos.

## 4. Fichas de las Asignaturas



### Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                               |                |  |                  |    |
|--------------------------------|-------------------------------|----------------|--|------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Dispositivos Fotónicos</b> |                | <b>Código</b>  | 606871           |    |
| <b>Materia:</b>                | Fotónica                      | <b>Módulo:</b> | Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |    |
| <b>Carácter:</b>               | Formación Básica              | <b>Curso:</b>  | 1º   | <b>Semestre:</b> | 1º |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |   |        |               |  |        |
|--------------------------------------|---|--------|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | M <sup>a</sup> Cruz Navarrete Fernández |        |               | <b>Dpto:</b>                                       | Óptica |
|                                      | <b>Despacho:</b>                        | O1-D08 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:mnavarr@ucm.es">mnavarr@ucm.es</a> |        |

| Grupo | Profesor                                | T/P/S/L <sup>1</sup> | Dpto.  | e-mail   |
|-------|---|----------------------|--------|--|
| único | Julio Serna Galán                       | T/P/S/L              | Óptica | <a href="mailto:azul@ucm.es">azul@ucm.es</a>       |
|       | M <sup>a</sup> Cruz Navarrete Fernández | T/P/S/L              | Óptica | <a href="mailto:mnavarr@ucm.es">mnavarr@ucm.es</a> |

<sup>1</sup>: T: teoría, P: prácticas o problemas, S: seminarios, L: Laboratorios

#### Teoría - Detalle de horarios y profesorado

| Aula | Día | Horario     | Profesor                                | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto.  |
|------|-----|-------------|---|--------------------|-------|--------|
| 4B   | L   | 12:30-14:00 | Julio Serna Galán                       | 26/09-22/12        | 37.5  | Óptica |
|      | J   | 12:30-14:00 | M <sup>a</sup> Cruz Navarrete Fernández | 09/01-19/01        | 6     |        |

#### Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

| Grupo     | Lugar          | Sesiones                    | Profesor                          | Horas                | Dpto.  |
|-----------|----------------|-----------------------------|-----------------------------------|----------------------|--------|
| <b>A1</b> | Lab. de Óptica | J 15:00-18:00<br>6 sesiones | María Cruz Navarrete<br>Fernández | 6 sesiones<br>de 3 h | Óptica |

| <b>Tutorías - Detalle de horarios y profesorado</b> |                      |  |                 |
|---|----------------------|--|-----------------|
| <b>Profesor</b>                                     | <b>horarios</b>      | <b>e-mail</b>                                      | <b>Lugar</b>    |
| Julio Serna Galán                                   | L, X, J: 16:00-18:00 | <a href="mailto:azul@ucm.es">azul@ucm.es</a>       | Despacho O1-D12 |
| María Cruz Navarrete                                | J, V: 10.30-13.30    | <a href="mailto:mnavarr@ucm.es">mnavarr@ucm.es</a> | Despacho O1-D08 |

| <b>Resultados del Aprendizaje (según documento de verificación)</b>   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprender y conocer distintos sistemas de emisión y detección de luz, en particular los basados en semiconductores.</li> <li>• Entender las características y propagación en guías de onda, fibras ópticas y cristales fotónicos.</li> <li>• Comprender el significado de la modulación de una señal y estudiar los distintos fenómenos en los que se basan los moduladores.</li> <li>• Conocer los distintos tipos de sensores fotónicos.</li> <li>• Entender los dispositivos de conmutación y comunicación.</li> </ul> |

| <b>Breve descripción de contenidos</b>   |
|--|
| Estudio de sistemas de emisión y detección. Óptica guiada y fibras ópticas. Cristales fotónicos. Moduladores y amplificadores. Sensores. Introducción a la conmutación, codificación y comunicaciones ópticas. |

| <b>Conocimientos previos necesarios</b>             |
|---|
| Es aconsejable haber cursado asignaturas de Óptica. |

| <b>Programa de la asignatura</b>  |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introducción. Nociones básicas de óptica electromagnética.</li> <li>• Cristales fotónicos: óptica en capas dieléctricas, cristales fotónicos unidimensionales, cristales fotónicos bi- y tridimensionales.</li> <li>• Guías de onda y fibras ópticas: modos, dispersión, atenuación, acopladores ópticos.</li> <li>• Sistemas de emisión y detección. Emisores y detectores basados en semiconductores.</li> <li>• Moduladores, amplificadores y sensores. Principios, técnicas y componentes. Aplicaciones.</li> <li>• Dispositivos de conmutación, codificación y comunicación ópticos.</li> </ul> <p><b>Prácticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Familiarización y manejo de fibras ópticas.</li> <li>• Medida de la apertura numérica de una fibra óptica.</li> <li>• Pérdidas en una fibra óptica.</li> </ul> |

- Medida de la atenuación espectral en una fibra óptica.
- Observación de modos de propagación en una fibra óptica.
- Medida de la longitud de onda de corte de una fibra óptica.
- Sensores de fibra óptica.
- Sensor de temperatura basado en una fibra óptica estrechada.
- Detectores PSD/CCD

### Bibliografía

- Photonic Devices. Jia-Ming Liu. Cambridge University Press 2005.
- Fundamentals of Photonics, 2nd edition. B.E.A. Saleh, M. C. Teich. Wiley 2007.

### Recursos en internet

Se utilizará el Campus virtual

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

1. Clases de teoría
2. Clases prácticas, en las que se harán y resolverán problemas y se podrán realizar también experiencias de cátedra, discusiones dirigidas, exposiciones de trabajos, etc.
3. Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos.
4. Prácticas de laboratorio.

En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador o transparencias, simulaciones por ordenador, etc.

### Evaluación

|                                |              |     |
|--------------------------------|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes</b> | <b>Peso:</b> | 70% |
|--------------------------------|--------------|-----|

Se realizará un examen final sobre los contenidos de teoría.

|                          |              |     |
|--------------------------|--------------|-----|
| <b>Otras actividades</b> | <b>Peso:</b> | 30% |
|--------------------------|--------------|-----|

Ejercicios individuales y ejercicios entregables y prácticas de laboratorio.

### Calificación final

La calificación final será  $N_{Final} = 0.7 N_{Exámen} + 0.3 N_{OtrasActiv}$ , donde  $N_{Exámen}$  y  $N_{OtrasActiv}$  son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores.



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |  |                |  |                  |        |
|--------------------------------|--|----------------|--|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Electrónica para la Instrumentación</b> |                |  | <b>Código</b>    | 606872 |
| <b>Materia:</b>                | Electrónica                                | <b>Módulo:</b> | Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Formación Básica                           | <b>Curso:</b>  | 1º   | <b>Semestre:</b> | 1º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |                                |                      |               |  |        |
|--------------------------------------|--------------------------------|----------------------|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Francisco Javier Franco Peláez |                      |               | <b>Dpto:</b>   | FA-III |
|                                      | <b>Despacho:</b>               | 206.0<br>(3ª Planta) | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:fjfranco@fis.ucm.es">fjfranco@fis.ucm.es</a> |        |

### Teoría - Detalle de horarios y profesorado

| Aula | Día    | Horario                        | Profesor                          | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto.  |
|------|--------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-------|--------|
| 4B   | X<br>J | 12:30 – 14:00<br>09:30 – 11:00 | Francisco Javier<br>Franco Peláez | Todo el curso      | 43    | FA-III |

### Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

| Grupo | Lugar   | Sesiones                        | Profesor                   | Horas | Dpto.  |
|-------|---|---------------------------------|----------------------------|-------|--------|
| A1    | Laboratorio de<br>Electrónica<br>(109.0, Planta Sótano) | L 15:00-<br>18:00<br>6 sesiones | Francisco J. Franco Peláez | 18    | FA-III |

### Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

| Profesor                       | horarios                                 | e-mail   | Lugar                      |
|--------------------------------|--|--|----------------------------|
| Francisco Javier Franco Peláez | L y J: 14:00 – 15:00<br>X: 10:30 – 11:30 | <a href="mailto:fjfranco@fis.ucm.es">fjfranco@fis.ucm.es</a> | Despacho 206.0 (3ª Planta) |

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

El alumno sabrá enfrentarse a problemas de instrumentación electrónica en el futuro desarrollo de su profesión, tanto si es industrial como si se realiza en un laboratorio de investigación. Sabrá desarrollar pequeños circuitos de alimentación y en general circuitos de pequeña potencia teniendo en cuenta los condicionantes reales como temperatura y otros efectos. El alumno comprenderá las interfaces de medida entre los diversos instrumentos que forman un experimento complejo y comprenderá los protocolos habituales de comunicación. El alumno comprenderá los problemas de conexión entre un sensor y un amplificador, en particular las implicaciones de las impedancias y del ruido.

### Resumen

Señales y ruido. Transductores: sensores y actuadores. Temperatura, luz, campo magnético, presión etc. Acondicionamiento de la señal (DC y AC). . Circuitos de muestreo y retención. Conversores digital analógico y analógico digital. Sistemas multicanal. Sistemas de adquisición de datos con ordenador. Buses de comunicación entre equipos (IEE 488, etc). Dispositivos de potencia (BJT, MOS y SCR). Control del calentamiento de los dispositivos. Nociones de electrotecnia. Reguladores lineales. Fuentes de alimentación conmutada: convertidores DC/DC, AC/DC e inversores. Motores.

### Conocimientos previos necesarios

Técnicas de Cálculo y fundamentos de teoría de circuitos, electrónica analógica y digital, conocimiento de física de estado sólido y de semiconductores.

### Programa de la asignatura

- Señales y ruido
- Transductores: sensores y actuadores. Temperatura, luz, campo magnético, presión etc.
- Acondicionamiento de la señal
- Circuitos de muestreo y retención. Conversores digital analógico y analógico digital. Sistemas multicanal.
- Sistemas de adquisición de datos con ordenador. Buses de comunicación entre equipos (IEE 488, etc.)
- Dispositivos de potencia (BJT, MOS y SCR). Control del calentamiento de los dispositivos
- Nociones de electrotecnia: PCB, diseño de bobinas y transformadores. Motores
- Fuentes de alimentación: Reguladores lineales y fuentes conmutadas (convertidores DC/DC, AC/DC e inversores)

#### Prácticas:

Circuitos para la medida de variables físicas:

Amplificador diferencial y amplificador de instrumentación.

Medida de temperatura con PTC, diodos y termopares



|   |
|---|
| <p>Medida de iluminación con amplificador de transresistencia<br/>Rechazo al modo común: circuitos en puente<br/>Medida de campo magnético con sensor Hall</p> <p>Adquisición de datos con Labview<br/>Manejo de conversores analógico digitales y digitales analógicos<br/>Generación de señales y adquisición de datos</p> <p>Control de potencia con SCR y TRIACS y PWM<br/>Circuitos de disparo de relajación y de paso por cero<br/>Control de la potencia sobre una resistencia<br/>Control de temperatura: mini-horno con Pt-sensor<br/>Control de corriente de bobina con sensor Hall</p> <p>Convertor DC/DC elevador de tensión<br/>Diseño y cálculo de los componentes<br/>Cálculo de los disipadores<br/>Montaje y comprobación del circuito</p> |
|---|

| <b>Bibliografía</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| Miguel Á. Pérez García, et al., "Instrumentación Electrónica", Editorial Paraninfo (Anteriormente, Thomson Reuters). Este texto será de referencia en la asignatura.   |              |     |
| Modern instrumentation for scientists and engineers. James Blackburn. Springer 2001  |              |     |
| Digital and analog instrumentation, testing and measurement. Nihal Kularatna.  |              |     |
| The Institution of Engineering and technology. 2008  |              |     |
| Power electronics: Converters, applications and design. N. Mohan, T. Undeland, W. Robbins. Wiley 2002  |              |     |
| Keithley Handbooks   |              |     |
| SR830 lock-in manual   |              |     |
| CRC Temperature Handbook   |              |     |
| <b>Recursos en internet</b>  |              |     |
| Campus virtual de la Universidad Complutense de Madrid   |              |     |
| <b>Metodología</b>   |              |     |
| Metodología de evaluación continua basada en clases de teoría y problemas, que se complementarán con actividades adicionales debidamente adecuadas al volumen de matrícula: prácticas de simulación y experimentales |              |     |
| <b>Evaluación</b>  |              |     |
| <b>Realización de exámenes</b>   | <b>Peso:</b> | 60% |
| Se realizarán examen teórico en las convocatorias de febrero y septiembre.   |              |     |
| <b>Otras actividades de evaluación</b>   | <b>Peso:</b> | 40% |
| Este apartado se desglosará de la siguiente manera:  |              |     |

1. Evaluación de prácticas de laboratorio e informes correspondientes (15%)
2. Presentación en clase sobre tema propuesto por el profesor (10%)
3. Tareas propuestas por el profesor (15%)

#### **Calificación final**

Se obtendrá la nota final siguiendo el criterio mostrado en el apartado anterior. Debe tenerse en cuenta, por otro lado, que se exige un mínimo de 4 puntos en el examen teórico para poder aprobar la asignatura.

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



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                            |                |  |                  |    |
|--------------------------------|----------------------------|----------------|--|------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Sistemas Empotrados</b> |                | <b>Código</b>  | 606873           |    |
| <b>Materia:</b>                | Sistemas                   | <b>Módulo:</b> | Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |    |
| <b>Carácter:</b>               | Formación Básica           | <b>Curso:</b>  | 1º   | <b>Semestre:</b> | 1º |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Problemas | Laboratorio |
|---------------------------|-------|------------------------|-----------|-------------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1         | 1           |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10        | 18          |

|                                      |                          |       |               |                |       |
|--------------------------------------|--------------------------|-------|---------------|----------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | José Ignacio Gómez Pérez |       |               | <b>Dpto:</b>   | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>         | 229.0 | <b>e-mail</b> | jigomez@ucm.es |       |

| Teoría - Detalle de horarios y profesorado |        |                                |                          |                          |       |       |
|--|--------|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------|-------|
| Aula                                       | Día    | Horario                        | Profesor                 | Periodo/<br>Fechas       | Horas | Dpto. |
| 4B   | M<br>X | 12:30 – 14:00<br>09:30 – 11:00 | José Ignacio Gómez Pérez | 1 <sup>er</sup> semestre | 43    | DACyA |

| Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado |                                       |                                 |                                       |       |       |
|--|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|
| Grupo  | Lugar                                 | Sesiones                        | Profesor                              | Horas | Dpto. |
| único  | Laboratorio<br>108<br>(Planta Sótano) | X (15:00 – 17:00)<br>9 sesiones | Christian Tenllado van der<br>Reijden | 18    | DACyA |

| Tutorías - Detalle de horarios y profesorado |                      |                 |                |
|--|----------------------|-----------------|----------------|
| Profesor                                     | horarios             | e-mail          | Lugar          |
| José Ignacio Gómez Pérez                     | V (15:30-17)         | jigomez@ucm.es  | Despacho 229.0 |
| Christian Tenllado van der<br>Reijden        | L (11-13), M (15-16) | tenllado@ucm.es | Despacho 229.0 |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento de los sistemas empotrados y sus diferentes aplicaciones en tiempo real.</li> <li>• Comprensión de la organización interna de un sistema empotrado y de los</li> </ul> |

subsistemas que lo constituyen, así como las principales alternativas de integración.

- Capacidad de utilización de microprocesadores y microcontroladores.
- Comprensión de las principales técnicas orientadas a la optimización de prestaciones, consumo y fiabilidad de sistemas empotrados.

### Resumen

Sistemas empotrados. Ámbitos de aplicación y flujo de diseño. Microprocesadores, microcontroladores y procesadores de señal digital. Subsistema de memoria en sistemas empotrados. Buses industriales. Periféricos: sensores y actuadores. Optimización e integración. Introducción a los sistemas de tiempo real. Casos prácticos. Introducción al diseño basado en microcontroladores.

### Conocimientos previos necesarios

### Programa de la asignatura

1. Introducción a los computadores
  - 1.1. Introducción a los sistemas empotrados
  - 1.2. Arquitectura von Neumann
  - 1.3. Repertorio de instrucciones
  - 1.4. Métricas de rendimiento
2. Introducción a programación C
  - 2.1. Estructuras básicas de programación
  - 2.2. Gestión de memoria dinámica
  - 2.3. Manejo de ficheros
  - 2.4. Temporización
3. Arquitectura HW de un sistema empotrado
  - 3.1. Procesadores para Sistemas Empotrados
  - 3.2. Sistema de memoria
4. Sistemas de E/S en sistemas empotrados
  - 4.1. Acceso a dispositivos
  - 4.2. Gestión de interrupciones
  - 4.3. Buses estándar: UART, I2C, SPI.
5. Arquitectura SW de un sistema empotrado
  - 5.1. Estructura básica de aplicaciones: *super-loop architecture*
  - 5.2. Programación mediante FSMs  
Programación multi-hilo

### Laboratorios

Se realizarán prácticas en entornos de desarrollo habituales de sistemas empotrados utilizando una placa Raspberry Pi. Los alumnos integrarán diversos sensores (infrarrojos, giróscopos, ultrasónicos...) y actuadores (tales como servo-motores) para realizar pequeños proyectos.

Se emplearán diferentes entornos de desarrollo: desde un entorno de desarrollo

cruzado C/C++ y la librería WiringPi hasta la generación de código desde Matlab/Simulink para Raspberry Pi.

### Bibliografía

#### Básica

- Patterson, D. A. and Hennessy, J. L., "Computer Organization and Design The Hardware/Software Interface", Morgan Kaufmann, 2013.
- Tammy Noergaard. "Embedded Systems Architecture. A Comprehensive Guide for Engineers and Programmers". Elsevier. 2005.
- Barry, P. and Crowley, P., "Modern Embedded Computing: Designing Connected, Pervasive, Media-Rich Systems", Elsevier Science, 2012.

#### Complementaria

- W. Wolf. "Computers as components: principles of embedded computing system design". San Francisco, CA. Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- J. Ganssle, T. Noergaard, F. Eady, L. Edwards, D.J. Katz. "Embedded hardware, know it all". Amsterdam, Elsevier/Newnes, cop. 2008.
- J.K. Peckol. "Embedded Systems: A Contemporary Design Tool". Wiley, 2008.
- J.W. Valvano. "Embedded Microcomputer Systems: Real Time Interfacing". CL Engineering, 3rd. edition, 2000.
- S. Siewert. "Real-Time Embedded Components and Systems". Charles River Media, 2006.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### Metodología

- Actividades presenciales: Estas actividades podrán incluir:
  - Clases teóricas magistrales.
  - Clases de problemas.
  - Laboratorios.
- Trabajo personal: Trabajo personal no dirigido (estudio, preparación de exámenes, realización de ejercicios y prácticas en turno libre)

### Evaluación

| Realización de exámenes ( $N_{ex}$ )  | Peso: | 50% |
|---|-------|-----|
| Se realizará un examen final (oral de defensa de un proyecto final o escrito).  |       |     |
| Otras actividades ( $N_{lab}$ )   | Peso: | 50% |
| Realización de prácticas en el laboratorio. Se valorará el correcto funcionamiento del trabajo solicitado en cada sesión. También se tendrán en cuenta la actitud y otras habilidades demostradas en las sesiones.<br>En este apartado también se podrá valorar la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, así como la exposición de temas monográficos por |       |     |

|   |
|---|
| parte del alumno.   |
| <b>Calificación final</b>   |
| <p>La calificación final será la siguiente:</p> $C_{\text{Final}} = 0.5 \cdot N_{\text{ex}} + 0.5 \cdot N_{\text{lab}}$ <p>donde <math>N_{\text{ex}}</math> es la calificación correspondiente al examen oral, a modo de defensa de los resultados de un proyecto final, en el que responderá a preguntas por parte del profesor. Existirá también, como alternativa, un examen final escrito para quienes lo prefieran al examen de defensa antes citado.</p> <p><math>N_{\text{lab}}</math> es la calificación de las prácticas de laboratorio y otras actividades que pueda establecer el profesor.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                             |                |  |                  |        |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------|--|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Procesado de Señales</b> |                |  | <b>Código</b>    | 606874 |
| <b>Materia:</b>                | Señales                     | <b>Módulo:</b> | Bases de las Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Formación Básica            | <b>Curso:</b>  | 1º   | <b>Semestre:</b> | 1º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |                         |       |               |                      |       |
|--------------------------------------|-------------------------|-------|---------------|----------------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | José María Girón Sierra |       |               | <b>Dpto:</b>         | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>        | 228.0 | <b>e-mail</b> | gironsi@dacya.ucm.es |       |

| Teoría - Detalle de horarios y profesorado |     |             |                         |                    |       |        |
|--|-----|-------------|-------------------------|--------------------|-------|--------|
| Aula                                       | Día | Horario     | Profesor                | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto.  |
| 4B   | M   | 11:00-12:30 | Tatiana Alieva          | 27 sep – 17 nov    | 24    | Óptica |
|  | J   | 11:00-12:30 |                         |                    |       |        |
|  | M   | 11:00-12:30 | José María Girón Sierra | 22 nov – 19 ene    | 19    | DACyA  |
|  | J   | 11:00-12:30 |                         |                    |       |        |

| Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado |                                   |  |                         |       |        |
|--|-----------------------------------|--|-------------------------|-------|--------|
| Grupo  | Lugar                             | Sesiones <sup>1</sup>                              | Profesor                | Horas | Dpto.  |
| A1   | Laboratorio de Óptica Estadística | M 15:00-18:00<br>8 nov, 15 nov                     | Tatiana Alieva          | 6.5   | Óptica |
|  | Laboratorio 108 (planta sótano).  | M 15:00-18:00<br>22 nov, 13 dic, 20 dic,<br>10 ene | José María Girón Sierra | 11.5  | DACyA  |

<sup>1</sup>Se realizarán seis sesiones de laboratorio a lo largo del semestre.

| <b>Tutorías - Detalle de horarios y profesorado</b> |  |                      |                 |
|---|--|----------------------|-----------------|
| <b>Profesor</b>                                     | <b>horarios</b>                            | <b>e-mail</b>        | <b>Lugar</b>    |
| Tatiana Alieva                                      | X de 14:00 – 17:00,<br>J de 16:30 – 19:30. | talieva@fis.ucm.es   | Despacho O1-D10 |
| José María Girón Sierra                             | X de 10:00 – 12:00,<br>V de 10:00 – 14:00  | gironsi@dacya.ucm.es | Despacho 228.0  |

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

El alumno aprenderá los fundamentos de descripción de las señales y de los sistemas de adquisición y tratamiento de señales. Adquirirá destreza en el uso de técnicas de filtrado y análisis de señales multidimensionales y tratamiento de imagen utilizadas en instrumentación biomédica. Obtendrá los conocimientos básicos de informática relativos al ámbito de estudio. Desarrollará la capacidad para analizar, evaluar y sintetizar algoritmos de tratamiento de señales e imágenes.

### **Resumen**

Transformada de Fourier de señales continuas y discretas. Caracterización de sistemas de adquisición de señales. Procesos aleatorios. Filtros continuos y discretos. Transformada de wavelet. Representación en el espacio de fases. Transformada de Radon. Sistemas y señales ópticas. Procesado óptico de la información. Procesado digital de imágenes.

### **Conocimientos previos necesarios**

Es aconsejable tener conocimientos de Óptica, Estadística, Programación.

### **Programa de la asignatura**

- Tipos de señales y su descripción.
- Transformada de Fourier de señales continuas y sus propiedades: señales periódicas; teoremas de escala y de desplazamiento; principio de incertidumbre; teorema de Parseval. Esquemas ópticos y electrónicos para realización de la transformada de Fourier.
- Convolución y correlación. Filtrado.
- Sistemas lineales y su caracterización. Respuesta impulsional del sistema. Sistemas invariantes con respecto de desplazamiento. Función de transferencia de un sistema. Función de transferencia de modulación.
- Procesado óptico de la información: formación de imágenes; filtrado; reconocimiento de patrones; encriptación.
- Proyecciones. Transformada de Radon. Principios de tomografía.
- Transformaciones relacionadas con la transformada de Fourier.
- Transformada de Fourier discreta. Teorema de muestreo. Frecuencia de Nyquist. Aliasing.
- Procesos aleatorios. Diversos tipos de ruido y sus características estadísticas.
- Procesado digital de imágenes.
- Análisis de señales no estacionarias. Transformada de Fourier con ventana. Espectrogramas. Transformada de wavelet. Escalogramas. Representación en el espacio de fases.
- Análisis basado en componentes.

Laboratorios:



1. Laboratorio de caracterización de un sistema de formación de imagen.
2. Laboratorio de procesamiento óptico de la información: Sistemas ópticos para análisis de Fourier; Filtrado óptico de frecuencias espaciales.
3. Laboratorios de procesamiento digital de señales basado en ordenadores y MATLAB:
  - a) Análisis básico de señales.
  - c) Aspectos de estadística y señales aleatorias
  - d) Ejemplos de filtrado de señales
  - e) Tratamiento de imagen (Programa: Image J)
  - f) Ejemplos de análisis de señales no estacionarias
  - g) Ejemplos de análisis PCA e ICA

### Bibliografía

#### Básica

1. J. F. James *A Student's Guide to Fourier Transforms*, Cambridge University Press, (2002).
2. W. van Dronghen, *Signal Processing for Neuroscientists: Introduction to the Analysis of Physiological Signals*, Academic Press, (2007).
3. J. W. Goodman, *Introduction to Fourier Optics*, Third Edition, Roberts & Company, Englewood, (2005).
4. J. W. Hoboken, *Digital signal processing using MATLAB for students and researchers*, NJ, Wiley, (2011)
5. J.G. Proakis, D.G. Manolakis, *Digital Signal Processing*, Prentice Hall, (2006).
6. S. Mitra, *Digital Signal Processing*, McGraw-Hill (2005).
7. S. Qian, *Introduction to Time-Frequency and Wavelet Transform*, Prentice Hall, (2001).

#### Complementaria

8. O. K. Ersoy, *Diffraction, Fourier Optics, and Imaging*, Wiley Interscience, NJ, USA, (2007).
9. A.V. Oppenheim, A.S. Willsky, *Signals and Systems*, Prentice Hall, (1996)
10. H. H. Barrett, K. J. Myers, *Foundations of Image Science*, Wiley-Interscience, USA (2004).

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

Enlaces a portales universitarios de procesamiento de señales e imágenes.

### Metodología

Se desarrollarán las siguientes actividades formativas:

- Clases de teoría
- Clases prácticas (problemas y laboratorios).
- Tutorías, en las que se discutirán y resolverán dudas de forma personalizada o en pequeños grupos.

En las clases se utilizarán, a discreción del profesor, la pizarra, proyecciones con ordenador, simulaciones por ordenador, etc.

### Evaluación

|  |              |              |
|--|--------------|--------------|
| <b>Realización de exámenes</b>         | <b>Peso:</b> | 50% ó<br>70% |
| Examen (oral de defensa o escrito)     |              |              |
| <b>Otras actividades de evaluación</b> | <b>Peso:</b> | 50% ó        |

|  |  |     |
|--|--|-----|
|  |  | 30% |
| Documentos de resultados de ejercicios y prácticas de laboratorio.   |  |     |
| <b>Calificación final</b>  |  |     |
| <p>A lo largo del curso cada alumno irá resolviendo varios ejercicios, prácticas de laboratorio y preparando documentos de resultados. Al final, cada alumno hará una examen oral, a modo de defensa de esos resultados, en el que 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.</p> <p>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.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |  |     |



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                                       |                |   |                  |        |
|--------------------------------|---------------------------------------|----------------|---|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Diseño de Circuitos Integrados</b> |                |   | <b>Código</b>    | 606877 |
| <b>Materia:</b>                | Tecnología electrónica                | <b>Módulo:</b> | Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativa                              | <b>Curso:</b>  | 1º  | <b>Semestre:</b> | 1º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Problemas | Laboratorio |
|---------------------------|-------|------------------------|-----------|-------------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1         | 1           |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10        | 18          |

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

### Teoría - Detalle de horarios y profesorado

| Aula | Día | Horario       | Profesor                | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto. |
|------|-----|---------------|-------------------------|--------------------|-------|-------|
| 4B   | M   | 9:30 – 11:00  | José Luis Ayala Rodrigo | 17/10 – 20/01      | 15    | DACyA |
|      | X   | 11:00 – 12:30 | José Luis Imaña Pascual | 17/10 – 20/01      | 19    | DACyA |
|      |     |               | Enrique San Andrés      | 26/09 – 13/10      | 9     | FAIII |

### Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado

| Grupo | Lugar                              | Sesiones                       | Profesor   | Horas   | Dpto. |
|-------|------------------------------------|--------------------------------|--|---------|-------|
| único | Laboratorio 108<br>(Planta Sótano) | L (9:30 – 12:30)<br>6 sesiones | José Luis Ayala Rodrigo<br>José Luis Imaña Pascual | 15<br>3 | DACyA |

### Tutorías - Detalle de horarios y profesorado

| Profesor                | horarios                | e-mail          | Lugar   |
|-------------------------|-------------------------|-----------------|---|
| José Luis Ayala Rodrigo | L (13-14), M (13-15)    | jlayalar@ucm.es | Despacho INF-314<br>(Fac. de Informática)<br>Despacho 226.0<br>Despacho 205.0 |
| José Luis Imaña Pascual | M, J (11-12), J (15-16) | jluimana@ucm.es |   |
| Enrique San Andrés      | M, J (14:30-16:00)      | esas@ucm.es     |   |

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

1. Conocimiento de los principios de la fabricación microelectrónica.
2. Conocimiento de las familias lógicas y de los distintos procesos y estilos de diseño de circuitos integrados.
3. Conocimiento de distintas herramientas CAD de diseño de circuitos integrados.
4. Conocimiento de puertas lógicas a nivel CMOS y capacidad de realizar diseños full-custom de pequeños circuitos.
5. Conocimiento de distintos dispositivos de lógica programable.
6. Conocimiento de los lenguajes de descripción de hardware.
7. Capacidad de diseñar circuitos combinacionales y secuenciales utilizando VHDL.

### Resumen

Fabricación microelectrónica. Introducción al diseño de circuitos. Estilos de diseño de circuitos. Circuitos digitales básicos. Diseño y caracterización de circuitos full-custom. Dispositivos lógicos programables. Lenguajes de descripción de hardware. Diseño de circuitos con VHDL.

### Conocimientos previos necesarios

Electrónica Analógica y Digital.

### Programa de la asignatura

- **Tecnologías de fabricación microelectrónica.**
- **Introducción al diseño de circuitos.** Qué es un circuito integrado. Entornos de diseño. Métricas en el diseño de CI. Alternativas y tendencias actuales
- **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.
- **Estimación y optimización de parámetros de diseño.** Temporización y sincronización. Cross-talk e interferencias. Consumo energético. Rutado de la señal de reloj.
- **Diseño semi-custom.** Flujo de diseño y herramientas CAD. Estilos de diseño. Arquitectura de dispositivos programables y reconfigurables: FPGAs.
- **Lenguajes de descripción de hardware.** VHDL. Sintaxis. Estructuras básicas. VHDL para síntesis.
- **Diseño de circuitos multimódulo.** Diseño de circuitos combinacionales y secuenciales complejos. Interfaces. Sincronización. Reglas y flujo de diseño.

#### **Programa de prácticas:**

En el laboratorio, el alumno realizará prácticas relacionadas con los contenidos de la asignatura. 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 desarrollar en el laboratorio se encuentran las siguientes:

- Diseño semi-custom de circuitos secuenciales.
- Diseño semi-custom de circuitos con memorias.
- Diseño semi-custom de sistemas aritméticos.

| <b>Bibliografía</b>   |
|---|
| <p><b>Básica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• S. Wolf. "Silicon Processing for the VLSI Era" vols. 1-4. Lattice Press.</li> <li>• J.M. Rabaey. "Digital Integrated Circuits: A Design Perspective", Prentice Hall, 2003.</li> <li>• N. Weste, K. Eshraghian. "Principles of CMOS VLSI Design, A System Perspective", Addison-Wesley, 2004.</li> <li>• J.F. Wakerly. "Diseño Digital. Principios y Prácticas", Prentice Hall, 2001.</li> <li>• S. Brown, Z. Vranesic. "Fundamentos de lógica digital con diseño VHDL", McGraw-Hill, 2000.</li> <li>• P. J. Ashenden. "The designer's guide to VHDL". Morgan Kaufmann, 2008.</li> </ul> |

| <p><b>Complementaria</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• L. Terés, Y. Torroja, S. Locos, E. Villar. "VHDL Lenguaje estándar de diseño Electrónico". McGraw-Hill, 1997.</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>• El temario de diseño full-custom se desarrollará siguiendo una metodología basada en proyecto, donde los alumnos irán adquiriendo los conocimientos de la asignatura mientras se enfrentan a una implementación de un circuito integrado modular.</li> <li>• Prácticas de laboratorio distribuidas durante el curso</li> </ul> |

| <b>Evaluación</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes (<math>N_{ex}</math>)</b>   | <b>Peso:</b> | 50% |
| Se realizará un examen final que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.   |              |     |
| <b>Otras actividades (<math>N_{lab}</math>)</b>  | <b>Peso:</b> | 50% |
| <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> <p>En este apartado también se podrá valorar la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.</p> |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| <p>La calificación final será la siguiente:</p> $C_{Final} = 0.5 \cdot N_{ex} + 0.5 \cdot N_{lab}$ <p>donde <math>N_{ex}</math> es la calificación correspondiente al examen final y <math>N_{lab}</math> es la calificación de</p>  |              |     |

las prácticas de laboratorio y otras actividades que pueda establecer el profesor.  
Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.



**Máster en Nuevas Tecnologías  
Electrónicas y Fotónicas** curso 2016-17

|                                |  |                |   |                  |        |
|--------------------------------|--|----------------|---|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Compatibilidad Electromagnética</b> |                |   | <b>Código</b>    | 606878 |
| <b>Materia:</b>                | Tecnología electrónica                 | <b>Módulo:</b> | Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Optativa                               | <b>Curso:</b>  | 1º  | <b>Semestre:</b> | 2º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |                        |       |               |  |        |
|--------------------------------------|------------------------|-------|---------------|--|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Pedro Antoranz Canales |       |               | <b>Dpto:</b>   | FA-III |
|                                      | <b>Despacho:</b>       | 104.0 | <b>e-mail</b> | <a href="mailto:antoranz@fis.ucm.es">antoranz@fis.ucm.es</a> |        |

| Teoría - Detalle de horarios y profesorado |        |                                |                        |                    |       |        |
|--|--------|--------------------------------|------------------------|--------------------|-------|--------|
| Aula                                       | Día    | Horario                        | Profesor               | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto.  |
| 4B   | L<br>X | 11:00 - 12:30<br>09:30 - 11:00 | Pedro Antoranz Canales |                    | 43    | FA-III |

| Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado |              |                               |                        |       |        |
|--|--------------|-------------------------------|------------------------|-------|--------|
| Grupo  | Lugar        | Sesiones                      | Profesor               | Horas | Dpto.  |
| A1   | 104.0<br>210 | L 15:00 – 18:00<br>6 sesiones | Pedro Antoranz Canales | 18    | FA-III |

| Tutorías - Detalle de horarios y profesorado |                       |  |       |
|--|-----------------------|--|-------|
| Profesor                                     | horarios              | e-mail   | Lugar |
| Pedro Antoranz Canales                       | M, J, V 12:00 - 13:00 | <a href="mailto:antoranz@fis.ucm.es">antoranz@fis.ucm.es</a> | 104.0 |

| Resultados del aprendizaje (según Documento de Verificación de la Titulación)  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Que el alumno conozca los distintos problemas que surgen por la interferencia mutua de equipos electrónicos.</li> <li>• Que sea capaz de clasificar dichos problemas y de solucionarlos con las técnicas más apropiadas.</li> </ul> |

- Que el alumno se familiarice con los protocolos establecidos para la caracterización de las interferencias más usuales.
- Que sea capaz de diseñar un sistema de apantallamiento a partir de unas determinadas especificaciones.

### Resumen

Introducción, 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 CEM.

### Conocimientos previos necesarios

Electromagnetismo. Lenguajes de programación (preferiblemente Matlab).

### Programa de la asignatura

- Introducción y terminología: Elementos de un problema de CEM. Fuentes de interferencias. Características. Normativa y requisitos de la UE.
- Campos de radiación: aproximaciones: Campos de alta y baja impedancia. Ventanas dieléctricas. Recubrimientos de cuarto de longitud de onda.
- 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.
- Interferencias radiadas: Acoplo entre conductores a baja y alta frecuencia. Diafonía (crosstalk). Apantallamiento de conductores.
- Interferencias conducidas y transitorios: Modo diferencial y modo común. Transitorios en líneas de transmisión.
- Apantallamiento del campo electromagnético: Apantallamiento del campo estático (o cuasiestático). Modelo equivalente. Modelo de onda plana. Aberturas. Cables y conectores.
- Medidas de CEM: Interferencias conducidas. Interferencias radiadas. Medidas de susceptibilidad a EMI conducidas y EMI radiadas.

#### Prácticas:

1. Medida y caracterización de interferencias radiadas.
2. Análisis de materiales para apantallamiento.
3. Medida y caracterización de crosstalk.
4. Transitorios en líneas de transmisión.
5. Análisis de interferencias conducidas mediante LISN.
6. Simulación: propagación y apantallamiento de campos EM.



| <b>Bibliografía</b>  |       |     |
|--|-------|-----|
| <b>Básica</b>  |       |     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Introduction to Electromagnetic Compatibility”, Clayton R. Paul, Willey Inter-Science, 2ª Ed., 2006.</li> <li>• “Engineering Electromagnetic Compatibility”, V. Prasad Kodali, IEE Press Marketing, 2ª Ed., 2001.</li> <li>• “Electromagnetic Compatibility. Principles and Applications”, D. A. Weston. Marcel Dekker Inc., 2ª Ed., 2001.</li> <li>• “Fundamentos de Compatibilidad Electromagnética”. José L. Sebastián, Addison-Wesley, 1999.</li> </ul>  |       |     |
| <b>Complementaria</b>  |       |     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Microwave Engineering”, D.M. Pozar, John Wiley, 4ª Ed., 2012.</li> </ul>   |       |     |
| <b>Recursos en internet</b>  |       |     |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.   |       |     |
| <b>Metodología</b>   |       |     |
| <p>Se impartirán clases de teoría para el desarrollo del temario.<br/>                     Se simularán situaciones reales utilizando Matlab. Se llevarán a cabo medidas de la radiación emitida en un experimento de descarga para un amplio rango de frecuencias (1 ECTS).<br/>                     Se visitarán centros en los que se desarrollan y utilizan sistemas de apantallamiento.<br/>                     Se empleará la herramienta interactiva Moodle para aprendizaje y foro de discusión</p>   |       |     |
| <b>Evaluación</b>  |       |     |
| Realización de exámenes  | Peso: | 60% |
| El alumno realizará un examen final puntuable de 0 a 10 puntos.  |       |     |
| Otras actividades de evaluación  | Peso: | 40% |
| Además de la actitud y entrega de memoria de las prácticas de laboratorio, se realizarán actividades tales como ejercicios entregables, prácticas de simulación o trabajos propuestos al alumno.   |       |     |
| <b>Calificación final</b>  |       |     |
| <p>La calificación final C será la obtenida aplicando los porcentajes anteriores a las diferentes partes evaluadas, es decir:</p> $C = 0.6 E + 0.4 P$ <p>Siendo E y P, respectivamente (en una escala de 0 a 10), la nota del examen y la nota de las actividades complementarias. <b>Es necesario superar el examen final E con una nota igual o superior a 4 para poder aprobar la asignatura, (siempre que al aplicar los porcentajes anteriores se alcance una calificación C mínima de 5).</b></p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |       |     |



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                               |                |   |                  |    |
|--------------------------------|-------------------------------|----------------|---|------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Robótica y Mecatrónica</b> |                | <b>Código</b>                               | 606879           |    |
| <b>Materia:</b>                | Tecnología electrónica        | <b>Módulo:</b> | Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |    |
| <b>Carácter:</b>               | Optativa                      | <b>Curso:</b>  | 1º  | <b>Semestre:</b> | 2º |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |                           |       |               |                   |       |
|--------------------------------------|---------------------------|-------|---------------|-------------------|-------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | José Antonio López Orozco |       |               | <b>Dpto:</b>      | DACyA |
|                                      | <b>Despacho:</b>          | 234.0 | <b>e-mail</b> | jalo@dacya.ucm.es |       |

| Teoría - Detalle de horarios y profesorado |        |                                |                           |                    |       |       |
|--|--------|--------------------------------|---------------------------|--------------------|-------|-------|
| Aula                                       | Día    | Horario                        | Profesor                  | Periodo/<br>Fechas | Horas | Dpto. |
| 4B   | L<br>X | 09:30 – 11:00<br>11:00 – 12:30 | José Antonio López Orozco | 2º semestre        | 43    | DACyA |

| Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado |                                    |                               |                   |       |       |
|--|------------------------------------|-------------------------------|-------------------|-------|-------|
| Grupo  | Lugar                              | Sesiones <sup>1</sup>         | Profesor          | Horas | Dpto. |
| <b>A1</b>  | Laboratorio 108<br>(Planta Sótano) | L,X 15:00-18:00<br>6 sesiones | Juan Bonache Seco | 18    | DACyA |

<sup>1</sup>Se realizarán 6 sesiones de 3 horas

| Tutorías - Detalle de horarios y profesorado |  |                   |                 |
|--|--|-------------------|-----------------|
| Profesor                                     | horarios                                 | e-mail            | Lugar           |
| José Antonio López Orozco                    | L de 11:00 – 12:30,<br>X de 9:30 – 11:00 | jalo@dacya.ucm.es | Despacho 234.0. |

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

- Introducir los principios de la robótica y de la mecatrónica.
- Como mecatrónica se refiere a la integración de la mecánica, la electrónica, el control y la

informática para el diseño de sistemas inteligentes,  
Utilizar como campo de aplicación la robótica móvil donde se pondrá de manifiesto la interrelación de todos estos aspectos.

### Resumen

Sensores y actuadores. Microcontroladores. Robótica móvil. Computadores y programación de robots. Sistemas mecánicos y electrónicos.

### Conocimientos previos necesarios

### Programa de la asignatura

A lo largo del curso se construirá un robot móvil donde poner en práctica los distintos aspectos de la mecatrónica. Para ello se estudiará:

#### 1.- Introducción a la Mecatrónica

Se especifica qué es la mecatrónica y las disciplinas que aúna: la ingeniería mecánica, ingeniería electrónica, ingeniería de control e ingeniería informática. Se destaca la importancia de la mecatrónica como innovación en el sector industrial, comercial y de servicios y ejemplos donde se aplica, destacando la importancia del diseño y del control y su apoyo en sensores y transductores, sistemas de medición, actuadores, microprocesadores, microcontroladores, etc.

#### 2.- Introducción a la Robótica

Una aplicación de la mecatrónica es la robótica móvil. Así, en este tema se estudia qué es la robótica y qué se entiende por robot. Se verá la evolución de los robots hasta nuestros días y se distinguirá entre robots manipuladores y robots móviles. Se diseñará la estructura del robot móvil que se utilizará a lo largo del curso.

#### 3.- Actuadores

Los actuadores son elementos fundamentales en Mecatrónica. Se revisarán los distintos tipos de actuadores más habituales entre los que se encuentran los destinados a producir movimiento (motores y cilindros), los destinados al trasiego de fluidos (bombas) y los de tipo térmico. Se realizará hincapié en motores estudiando y aprendiendo a controlar los distintos tipos de motores utilizados en robótica. Se incorporarán algunos de estos motores al robot diseñado.

#### 4. Sensores

La percepción es un elemento esencial en la mecatrónica y en la robótica. 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 visión artificial. Se dotará el robot de varios sensores.

#### 5.- Diseño y arquitectura de robots

Se revisarán los conceptos más utilizados y relacionados con robots autónomos. Así se

estudiarán las diferentes arquitecturas de control (reactivas, jerárquicas e híbridas), ejemplos de tipos de robots (de ruedas independientes, de patas, aéreos, ...) y los modelos de comportamiento (individuales, colectivos, cooperantes, ...). Como ejemplo práctico se estudiarán diferentes microcontroladores. Se utilizará un microcontrolador para dotar al robot móvil de cierta inteligencia y procesar la información recibida por los sensores.

## 6.- Control y programación de robots

El control de un dispositivo electromecánico es fundamental en la mecatrónica, se mostrará cómo se controla y se dota de inteligencia a un robot. Así se estudiarán aspectos tales como la representación del entorno, la planificación de tareas y la navegación. Se realizará una introducción a la fusión e integración multisensorial para la construcción de mapas. Como ejemplo práctico se procurará realizar un modelo sencillo del entorno del robot construido para tareas complejas.

### Prácticas:

Los aspectos que se van a tratar en las prácticas son:

- Construcción de una plataforma móvil para el robot
- Uso de motores en robótica
- Tipos de sensores y caracterización
- Movimiento y localización del robot
- Planificación de trayectorias y tareas complejas
- Construcción de mapas

### Bibliografía

- Robótica. Control, detección, visión e inteligencia. K.S. Fu, R.C. Gonzalez y C.S.G. Lee. Mc. Graw-Hill, 1988.
- Sensors for mobile robots. Theory and application. H.R. Everett. A.K. Peters. Wellesley, 1995.
- Robot motion planning. J.C. Latombe. Kluwer Academic Publishers, 1991.
- Mechatronic Systems, Sensors, and Actuators: Fundamentals and Modeling (The Mechatronics Handbook, Second Edition). Robert H. Bishop. CRC Press, 2007.
- Robotics, mechatronics, and artificial intelligence: experimental circuit blocks for designers. Newton C. Braga. Newnes, 2002.

### Recursos en internet

Asignatura en el Campus Virtual de la UCM.

### 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, se comentarán trabajos recientes y se realizarán exposiciones monográficas por parte de los alumnos.
- Se diseñará y construirá un robot móvil donde poner en práctica los distintos aspectos estudiados en teoría.

| <b>Evaluación</b>   |              |     |
|---|--------------|-----|
| <b>Realización de exámenes</b>  | <b>Peso:</b> | 50% |
| <p>Se realizarán un examen final (E) que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.<br/>Se podrá sustituir este examen por una evaluación continua, con la que se evalúen a lo largo del curso los conocimientos adquiridos (Ec).</p>  |              |     |
| <b>Otras actividades de evaluación</b>  | <b>Peso:</b> | 50% |
| <p>Realización de prácticas en el laboratorio. 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> <p>En este apartado también se valorarán la entrega de problemas, ejercicios y trabajos, individuales o en grupo, que se proponen durante el curso y que podrán realizarse o ser resueltos durante las clases, así como la exposición de temas monográficos por parte del alumno.</p>   |              |     |
| <b>Calificación final</b>   |              |     |
| <p>La calificación final C será la obtenida en una de estas dos opciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación continua de los conocimientos teóricos Ec (en escala de 0 a 10):<br/> <math display="block">C = 0.5 E_c + 0.5 A</math> <p>Sólo se podrán aplicar estos porcentajes cuando se hubiera obtenido en Ec una nota igual o superior a 3.5, en caso contrario deberá realizar el examen final.</p> </li> <li>- Examen final, E (en una escala de 0 a 10):<br/> <math display="block">C = 0.5 E + 0.5 A</math> <p>Sólo se podrán aplicar los porcentajes anteriores cuando se hubiera superado el examen final E con una nota igual o superior a 3.5.</p> </li> </ul> <p>Siendo A, la nota de las actividades de evaluación (en escala de 0 a 10): prácticas de laboratorio y otras actividades propuestas durante el curso.</p> <p>Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.</p> |              |     |



**Máster en Nuevas Tecnologías  
Electrónicas y Fotónicas** curso 2016-17

|                                |                                    |                |   |                  |    |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------|---|------------------|----|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Láseres y Metrología Óptica</b> |                | <b>Código</b>                               | 606882           |    |
| <b>Materia:</b>                | Tecnología fotónica                | <b>Módulo:</b> | Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas |                  |    |
| <b>Carácter:</b>               | Optativa                           | <b>Curso:</b>  | 1º  | <b>Semestre:</b> | 2º |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     | 4                      | 1     | 1    |
| <b>Horas presenciales</b> | 61    | 33                     | 10    | 18   |

|                                      |                          |        |               |                    |        |
|--------------------------------------|--------------------------|--------|---------------|--------------------|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Luis Miguel Sánchez Brea |        |               | <b>Dpto:</b>       | Óptica |
|                                      | <b>Despacho:</b>         | O1-D09 | <b>e-mail</b> | optbrea@fis.ucm.es |        |

| Teoría - Detalle de horarios y profesorado |     |                  |                          |                          |       |        |
|--|-----|------------------|--------------------------|--------------------------|-------|--------|
| Aula                                       | Día | Horario          | Profesor                 | Periodo/<br>Fechas       | Horas | Dpto.  |
| 4B   | L X | 12:30 -<br>14:30 | Juan Antonio Quiroga     | 13/02/2017<br>01/03/2017 | 14    | Óptica |
| 4B   | L X | 12:30 -<br>14:30 | Luis Miguel Sánchez Brea | 06/03/2017<br>22/03/2017 | 14    | Óptica |
| 4B   | L X | 12:30 -<br>14:30 | Rosa Weigand Talavera    | 27/03/2017<br>24/04/2017 | 14    | Óptica |

| Prácticas/Laboratorios - Detalle de horarios y profesorado |                    |   |                                 |       |        |
|--|--------------------|---|---------------------------------|-------|--------|
| Grupo  | Lugar              | Sesiones                                      | Profesor                        | Horas | Dpto.  |
| Único  | Laboratorio Óptica | En horario de clase.<br>26 abril; 10, 24 mayo | Juan Antonio Quiroga<br>Mellado | 6     | Óptica |
|  | Laboratorio Óptica | 3, 17, 29 mayo                                | Luis Miguel Sánchez Brea        | 6     | Óptica |
|  | Laboratorio Óptica | 8, 22, 31 mayo                                | Rosa Weigand Talavera           | 6     | Óptica |

| <b>Tutorías - Detalle de horarios y profesorado</b> |                       |  |                 |
|---|-----------------------|--|-----------------|
| <b>Profesor</b>                                     | <b>horarios</b>       | <b>e-mail</b>                                      | <b>Lugar</b>    |
| Juan Antonio Quiroga Mellado                        | L,X – 10:00 – 12:00   | <a href="mailto:aq@fis.ucm.es">aq@fis.ucm.es</a>   | Despacho O1-D07 |
| Luis Miguel Sánchez Brea                            | L,X – 10:00 – 12:00   | <a href="mailto:optbrea@ucm.es">optbrea@ucm.es</a> | Despacho O1-D09 |
| Rosa Weigand Talavera                               | L, M, X 15:00 - 17:00 | <a href="mailto:weigand@ucm.es">weigand@ucm.es</a> | Despacho O1-D13 |

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

- Conocer conceptos metrológicos fundamentales y su incidencia en la ciencia y la industria.
- Comprender que los fenómenos ópticos proporcionan mecanismos para medir multitud de parámetros físicos.
- Conocer instrumentación óptica habitualmente utilizada en metrología científica e industrial mediante el uso de métodos ópticos.
- Conocer las principales aplicaciones científicas y tecnológicas del láser.

#### **Resumen**

Conceptos metrológicos. Metrología moire. Sistemas de medida de desplazamientos. Sistemas interferométricos. Fotoelasticidad digital. Interferometría digital. Láseres y sus aplicaciones.

#### **Conocimientos previos necesarios**

Conceptos generales de Instrumentación Óptica y Óptica Física.

#### **Programa de la asignatura**

1. Conceptos metrológicos fundamentales. Metrología industrial y metrología legal. Errores metrológicos.
2. Metrología Moiré.
3. Fotoelasticidad digital.
4. Interferometría digital.
5. Sistemas de medida de desplazamientos. Codificadores ópticos de la posición.
6. Sistemas interferométricos.
7. Principios y conceptos básicos del láser.
8. Aplicaciones de los láseres.
9. Láseres en metrología.

#### **Prácticas**

- Uso de Moduladores Espaciales de luz en metrología óptica
- Práctica de Metrología óptica dimensional mediante interferometría
- Práctica de metrología óptica dimensional mediante difracción
- Deflectometría moire
- Fotoelasticidad digital

| <b>Bibliografía</b>  |              |     |
|--|--------------|-----|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• T. Yoshizawa “Handbook of Optical Metrology: Principles and Applications “CRC Press” (2009)</li> <li>• K. J. Gasvik “Optical Metrology” 3 Ed. John Wiley &amp; sons (2002)</li> <li>• G. Cloud “Optical methods of engineering analysis” Cambridge University press (1998)</li> <li>• Centro Español de Metrología “Metrología Abreviada” 2ed (2008).</li> <li>• M.L. Calvo (Coord.), <i>Óptica Avanzada</i>, Capítulo 8. Editorial Ariel Ciencia, Barcelona, (2002).</li> <li>• O. Svelto, <i>Principles of Lasers</i>. 5th edition. Springer (2010)</li> <li>• Apuntes del profesor.</li> </ul>   |              |     |
| <b>Recursos en internet</b>  |              |     |
| Asignatura en el Campus Virtual de la UCM:<br><a href="https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php">https://www.ucm.es/campusvirtual/CVUCM/index1.php</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>- Laboratorios. Se asignarán una serie de proyectos para su realización y los alumnos harán una presentación pública con los objetivos a alcanzar en el proyecto asignado. Al finalizar el periodo de laboratorio cada grupo hará una presentación del trabajo realizado y de los resultados alcanzados.</li> </ul> <p>Cualquier modificación en la metodología debida a necesidades docentes será anunciada con suficiente antelación suficiente tanto en el Campus Virtual como por correo electrónico.</p> |              |     |
| <b>Evaluación</b>  |              |     |
| <b>Realización de exámenes</b>   | <b>Peso:</b> | 60% |
| Se realizará un examen final escrito sobre los contenidos de la teoría que será evaluado hasta un máximo de 10 puntos.   |              |     |
| <b>Otras actividades de evaluación</b>   | <b>Peso:</b> | 40% |
| Las actividades relacionadas con el laboratorio supondrá el 40% de la nota.  |              |     |
| <b>Calificación final</b>  |              |     |
| La calificación final será $N_{Final} = 0.6N_{Exámen} + 0.4N_{OtrasActiv}$ , donde $N_{Exámen}$ y $N_{OtrasActiv}$ son (en una escala 0-10) las calificaciones obtenidas en los dos apartados anteriores. La nota mínima del examen final para aprobar la asignatura será de 4.  |              |     |
| Este criterio de puntuación es válido para las dos convocatorias del curso académico.  |              |     |





## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                             |                |                    |                  |        |
|--------------------------------|-----------------------------|----------------|--------------------|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Prácticas en Empresa</b> |                |                    | <b>Código</b>    | 606884 |
| <b>Materia:</b>                | Prácticas en Empresa        | <b>Módulo:</b> | Prácticas Externas |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatoria                 | <b>Curso:</b>  | 1º                 | <b>Semestre:</b> | 2º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     |                        | 6     |      |
| <b>Horas presenciales</b> | 150   |                        | 150   |      |

|                                      |                            |     |               |              |        |
|--------------------------------------|----------------------------|-----|---------------|--------------|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Enrique San Andrés Serrano |     |               | <b>Dpto:</b> | FA-III |
|                                      | <b>Despacho:</b>           | 205 | <b>e-mail</b> | esas@ucm.es  |        |

### Resultados del aprendizaje (según el documento de verificación de la titulación)

- Evaluar alguna de las competencias del Máster, dando como resultados del aprendizaje los relacionados con el tema de trabajo concreto que realice cada estudiante.
- Estudiar en profundidad, analizar y desarrollar un tema concreto basándose en los contenidos y el nivel de las materias del Máster.
- Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster a situaciones concretas y nuevas.
- 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.

### Resumen

Las Prácticas en Empresa versarán sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. Un profesor tutor asesorará al estudiante en su realización.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos durante el presente curso de máster

### Metodología

El objetivo formativo de las Prácticas en Empresas es familiarizarse con el entorno profesional, realizando las capacidades adquiridas a la vez que el estudiante se acerca al mundo laboral. Cada alumno en prácticas tendrá un tutor en la institución externa. También se le asignará un profesor de la titulación que actuará como tutor e informará

sobre la adecuación de las tareas asociadas con las prácticas a los objetivos formativos del Máster.

#### **Evaluación**

El alumno deberá elaborar una memoria que será evaluada por una Comisión. Dicha Comisión valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y su exposición y defensa oral. La Comisión de evaluación solicitará al profesor tutor un informe en el que valore el trabajo realizado por el estudiante. Asimismo, el tutor en la empresa elaborará un informe evaluando el rendimiento del alumno. Este informe debe ser aportado por el alumno ante la Comisión, en sobre cerrado y firmado.

#### **Prácticas ofertadas**

Una vez comenzado el curso se publicará la lista de prácticas ofertadas.



## Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas curso 2016-17

|                                |                              |                |                       |                  |        |
|--------------------------------|------------------------------|----------------|-----------------------|------------------|--------|
| <b>Ficha de la asignatura:</b> | <b>Trabajo Fin de Máster</b> |                |                       | <b>Código</b>    | 606885 |
| <b>Materia:</b>                | Trabajo Fin de Máster        | <b>Módulo:</b> | Trabajo Fin de Máster |                  |        |
| <b>Carácter:</b>               | Obligatoria                  | <b>Curso:</b>  | 1º                    | <b>Semestre:</b> | 2º     |

|                           | Total | Teóricos<br>Seminarios | Práct | Lab. |
|---------------------------|-------|------------------------|-------|------|
| <b>Créditos ECTS:</b>     | 6     |                        | 6     |      |
| <b>Horas presenciales</b> | 150   |                        | 150   |      |

|                                      |                            |     |               |              |        |
|--------------------------------------|----------------------------|-----|---------------|--------------|--------|
| <b>Profesor/a<br/>Coordinador/a:</b> | Enrique San Andrés Serrano |     |               | <b>Dpto:</b> | FA-III |
|                                      | <b>Despacho:</b>           | 205 | <b>e-mail</b> | esas@ucm.es  |        |

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

- Evaluar las competencias del Máster, dando como resultados del aprendizaje los relacionados con el tema de trabajo concreto que realice cada estudiante.
- Estudiar en profundidad, analizar y desarrollar un tema concreto basándose en los contenidos y el nivel de las materias del Máster.
- Mostrar capacidad para aplicar las habilidades y competencias adquiridas durante los estudios del Máster a situaciones concretas y nuevas.
- 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.

### Resumen

El Trabajo Fin de Máster versará sobre un tema bien definido de interés para el estudiante dentro del ámbito de las tecnologías Electrónicas y/o Fotónicas y a un nivel que pueda ser abordado con los conocimientos y competencias del Máster. Un profesor tutor deberá aprobar el tema del trabajo y asesorar al estudiante en su realización.

### Conocimientos previos necesarios

Los adquiridos durante el presente curso de máster

### Metodología

Tutorías periódicas con el tutor para analizar el desarrollo del Trabajo Fin de Máster.

### Evaluación

El alumno deberá elaborar una memoria que será evaluada por una Comisión. Dicha Comisión valorará la precisión, estructuración y presentación de la memoria del trabajo y su exposición y defensa oral. La Comisión de evaluación solicitará al profesor tutor un informe en el que valore el trabajo realizado por el estudiante.

### Líneas de investigación

El Trabajo de Fin de Máster consistirá en la realización de un trabajo individual y original de iniciación a la investigación bajo la dirección de alguno de los profesores del Máster. Se podrá desarrollar dicho Trabajo en otros centros o empresas, siempre y cuando el alumno lo solicite previamente a la Comisión Coordinadora del Máster y ésta dé su conformidad.

Los temas de investigación generales en que se realizarán los Trabajos serán:

- Diseño de circuitos integrados.
- Sistemas empotrados.
- Sistemas-en-Chip (SOC).
- Computación reconfigurable.
- Arquitectura de procesadores.
- Redes de sensores.
- Modelado y control.
- Robots autónomos.
- Visión por computador.
- Control inteligente.
- Implantación iónica.
- Pulverización catódica.
- Células solares de banda intermedia.
- Dieléctricos de alta permitividad.
- Determinación de campos electromagnéticos en medios biológicos.
- Efectos acumulados de la radiación en circuitos electrónicos (Daño por desplazamiento y por dosis ionizante).
- Fiabilidad de circuitos digitales frente a la radiactividad natural.
- Inducción de sucesos aislados en circuitos electrónicos por láser pulsado.
- Estudio de sensores de estado sólido para gases.
- Fotodetectores de alta velocidad y bajo ruido.
- Electrónica de alta frecuencia y alta fiabilidad.
- Láser y tecnología Láser.
- Formación y procesado de imágenes.
- Metrología óptica.

- Generación y caracterización de haces luminosos.
- Dispositivos y materiales fotónicos.
- Nanoóptica y microóptica.
- Óptica no lineal y ultrarrápida.
- Fotomateriales holográficos.
- Biofotónica.
- Óptica cuántica

Independientemente de la lista de temas anteriores, cualquier profesor del Máster podrá dirigir Trabajos de Fin de Máster. Se podrán además establecer contactos con investigadores de otros centros para la dirección de Trabajos.

### **Trabajos de Fin de Máster ofertados**

Una vez comenzado el curso se publicará la lista de Trabajos fin de Máster ofertados.

## 5. Reconocimiento de Créditos

La Universidad Complutense tiene publicado el Reglamento de Reconocimiento de Créditos en Grados y Másteres en la siguiente dirección web: <http://www.ucm.es/normativa>.

## 6. Coordinación y Control de Calidad del Máster

La Comisión Coordinadora del Máster, entre otras funciones, es la encargada de analizar y revisar tanto la planificación de las enseñanzas del título como la ordenación temporal de los diferentes módulos y materias. Esta comisión está constituida por dos profesores de cada uno de los tres Departamentos que participan en la Docencia del Master (Física Aplicada III, Arquitectura de Computadores y Automática y Óptica).

La composición de la Comisión Coordinadora es la siguiente:

- D. Enrique San Andrés Serrano (Coordinador del Máster)  
Dpto. de Física Aplicada III (Electricidad y Electrónica).  
Despacho 205.0 (3ª planta, módulo central).  
Tfno: 91 394 4533. E-mail: [esas@ucm.es](mailto:esas@ucm.es)
- José Luis Imaña Pascual  
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
- Luis Miguel Sánchez Brea  
Dpto. Óptica
- Germán González Díaz  
Dpto. de Física Aplicada III (Electricidad y Electrónica)
- Jesús Manuel de la Cruz García  
Dpto. Arquitectura de Computadores y Automática
- Dña. Mª Cruz Navarrete Fernández  
Dpto. Óptica

El Sistema de garantía interna de calidad del Máster en Nuevas Tecnologías Electrónicas y Fotónicas se puede encontrar en la siguiente dirección web: <http://fisicas.ucm.es/estudios/2016-17/master-electronicayfotonica-estudios-sgc>.

## 7. Cuadros Horarios

|             |   | 1º SEMESTRE                         |                                    | Aula 4B                               |         |
|-------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|---------|
|             | Lunes   | Martes                              | Miércoles                          | Jueves                                | Viernes |
| 09:00-09:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 09:30-10:00 | Laboratorio de Diseño de Circuitos Ingegrados   | Diseño de Circuitos Integrados      | Sistemas Empotrados                | Electrónica para Instrumentación      |         |
| 10:00-10:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 10:30-11:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 11:00-11:30 |   | Procesado de Señales                | Diseño de Circuitos Integrados     | Procesado de Señales                  |         |
| 11:30-12:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 12:00-12:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 12:30-13:00 | Dispositivos Fotónicos                          | Sistemas Empotrados                 | Electrónica para Instrumentación   | Dispositivos Fotónicos                |         |
| 13:00-13:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 13:30-14:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 14:00-14:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 14:30-15:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 15:00-15:30 | Laboratorio de Electrónica para Instrumentación | Laboratorio de Procesado de Señales | Laboratorio de Sistemas Empotrados | Laboratorio de Dispositivos Fotónicos |         |
| 15:30-16:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 16:00-16:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 16:30-17:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 17:00-17:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 17:30-18:00 |   |                                     |                                    |                                       |         |
| 18:00-18:30 |   |                                     |                                    |                                       |         |

|             |                                       | 2º SEMESTRE |                                       | Aula 4B |         |
|-------------|---------------------------------------|-------------|---------------------------------------|---------|---------|
|             | Lunes                                 | Martes      | Miércoles                             | Jueves  | Viernes |
| 09:00-09:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 09:30-10:00 | Robótica y Mecatrónica                |             | Compatibilidad Electromagnética       |         |         |
| 10:00-10:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 10:30-11:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 11:00-11:30 | Compatibilidad Electromagnética       |             | Robótica y Mecatrónica                |         |         |
| 11:30-12:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 12:00-12:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 12:30-13:00 | Láseres y Metrología Óptica           |             | Láseres y Metrología Óptica           |         |         |
| 13:00-13:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 13:30-14:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 14:00-14:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 14:30-15:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 15:00-15:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 15:30-16:00 | Laboratorio de Tecnología Electrónica |             | Laboratorio de Tecnología Electrónica |         |         |
| 16:00-16:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 16:30-17:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 17:00-17:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 17:30-18:00 |                                       |             |                                       |         |         |
| 18:00-18:30 |                                       |             |                                       |         |         |
| 18:30-19:00 |                                       |             |                                       |         |         |

## 8. Calendario Académico

| Periodos de clases y exámenes       |  |
|-------------------------------------|--|
| Clases Primer Semestre:             | del 26* de septiembre al 22 de diciembre de 2016 y del 9 de enero al 20 de enero de 2017 |
| Exámenes Primer Semestre (febrero): | del 23 de enero al 13 de febrero de 2017   |
| Clases Segundo Semestre:            | del 14 de febrero al 6 de abril de 2017 y del 18 de abril al 2 de junio de 2017          |
| Exámenes Segundo Semestre (junio):  | del 5 al 27 de junio de 2017   |
| Exámenes Septiembre                 | del 1 al 19 de septiembre de 2017  |

*\*La apertura del curso académico se celebrará el día 26 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              |
| 14 de noviembre                   | San Alberto Magno                              |
| 6 de diciembre                    | Día de la Constitución Española                |
| 8 de diciembre                    | Festividad Inmaculada Concepción               |
| 27 de enero                       | Santo Tomás de Aquino                          |
| 20 de marzo                       | Festividad S.José (trasladada desde el día 19) |
| 2 de mayo                         | Festividad Comunidad de Madrid                 |
| 15 de mayo                        | Madrid, festividad de San Isidro               |
| Del 23 de diciembre al 6 de enero | Vacaciones de Navidad                          |
| Del 7 al 17 de abril              | Vacaciones de Semana Santa                     |
| Del 17 de julio al 31 de agosto   | Vacaciones de Verano                           |





## UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Calendario Académico del Curso 2016/2017

**2016**

| Septiembre- Octubre |    |    |    |    |    |    |
|---------------------|----|----|----|----|----|----|
| L                   | M  | X  | J  | V  | S  | D  |
| 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 |    |

**2017**

| Enero |    |    |    |    |    |    |
|-------|----|----|----|----|----|----|
| 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 |    |    |    |    |    |

| 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 |    |

(26sep) Apertura del curso    27    Santo Tomás de Aquino    14    San Alberto Magno

Periodos de exámenes     Periodos no lectivos    O Fin plazo entrega actas

Exámenes parciales de 1º Grado en Física

Tribunales Trabajos Fin de Grado en Física