

# **Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado**

## **Máster Universitario en Ingeniería Industrial**

**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA :**

**Tratamiento de Señales  
(2018 - 2019)**

## 1. Datos descriptivos de la asignatura

Asignatura: Tratamiento de Señales	Código: 335662125
<ul style="list-style-type: none"><li>- Centro: <b>Escuela de Doctorado y Estudios de Postgrado</b></li><li>- Lugar de impartición: <b>Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología. Sección de Ingeniería Industrial</b></li><li>- Titulación: <b>Máster Universitario en Ingeniería Industrial</b></li><li>- Plan de Estudios: <b>2017 (Publicado en 2017-07-31)</b></li><li>- Rama de conocimiento: <b>Ingeniería y Arquitectura</b></li><li>- Itinerario / Intensificación:</li><li>- Departamento/s: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área/s de conocimiento: <b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b></li><li>- Curso: <b>2</b></li><li>- Carácter: <b>Obligatoria especialidad</b></li><li>- Duración: <b>Segundo cuatrimestre</b></li><li>- Créditos ECTS: <b>4,5</b></li><li>- Modalidad de impartición: <b>Presencial</b></li><li>- Horario: <b>Enlace al horario</b></li><li>- Dirección web de la asignatura: <b><a href="http://www.campusvirtual.ull.es">http://www.campusvirtual.ull.es</a></b></li><li>- Idioma: <b>Castellano e Inglés (Decreto 168/2008: un 5% será impartido en Inglés)</b></li></ul>	

## 2. Requisitos para cursar la asignatura

No se han establecido

## 3. Profesorado que imparte la asignatura

<b>Profesor/a Coordinador/a: JOSE GIL MARICHAL HERNANDEZ</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Grupo: <b>Teoría, Problemas</b></li><li>- Departamento: <b>Ingeniería Industrial</b></li><li>- Área de conocimiento: <b>Teoría de la Señal y Comunicaciones</b></li></ul>	
Tutorías Primer cuatrimestre:	
<b>Horario:</b>  Lunes, Martes y Miércoles de 9:30 a 11:30	<b>Lugar:</b>  Despacho 22, 4a planta del edificio de Física y Matemáticas o Lab. Ingeniería Biomédica, 1a planta, Edif. Agustín Arévalo
Tutorías Segundo cuatrimestre:	

**Horario:**

Lunes, Martes y Miércoles de 9:30 a 11:30

- Teléfono (despacho/tutoría): **922318231**
- Correo electrónico: **jmariher@ull.es**
- Web docente: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

**Lugar:**

Despacho 22, 4a planta del edificio de Física y Matemáticas  
o Lab. Ingeniería Biomédica, 1a planta, Edif. Agustín Arévalo

**Profesor/a: FERNANDO LUIS ROSA GONZALEZ**

- Grupo: **Prácticas**
- Departamento: **Ingeniería Industrial**
- Área de conocimiento: **Teoría de la Señal y Comunicaciones**

Tutorías Primer cuatrimestre:

**Horario:**

Lunes, Martes y Miércoles de 10:30 a 12:30

**Lugar:**

Despacho 22, 4a planta del edificio de Física y Matemáticas  
o Laboratorio Comunicaciones planta 0

Tutorías Segundo cuatrimestre:

**Horario:**

Lunes, Martes y Miércoles de 10:30 a 12:30

**Lugar:**

Despacho 22, 4a planta del edificio de Física y Matemáticas  
o Laboratorio Comunicaciones planta 0

- Teléfono (despacho/tutoría): **922318231 / 922316502 ext. 6035**
- Correo electrónico: **frosa@ull.es**
- Web docente: **<http://www.campusvirtual.ull.es>**

#### 4. Contextualización de la asignatura en el plan de estudio

Bloque formativo al que pertenece la asignatura: **Ingeniería Electrónica**  
Perfil profesional: **Ingeniería Industrial**

#### 5. Competencias

**Específicas: Instalaciones, plantas y construcciones complementarias**

**IP4** - Conocimiento y capacidades para proyectar y diseñar instalaciones eléctricas y de fluidos, iluminación, climatización y ventilación, ahorro y eficiencia energética, acústica, comunicaciones, domótica y edificios inteligentes e instalaciones de seguridad

**IP6** - Conocimientos y capacidades para realizar verificación y control de instalaciones, procesos y productos.

**IP7** - Conocimientos y capacidades para realizar certificaciones, auditorías, verificaciones, ensayos e informes.

#### Específicas: Tecnologías industriales

**TI7** - Capacidad para diseñar sistemas electrónicos y de instrumentación industrial.

#### Específicas: Ingeniería electrónica

**IE2** - Comprender los diferentes aspectos relacionados con el tratamiento de señales e imágenes, así como ser capaz de seleccionar las técnicas de procesado a aplicar para lograr un objetivo determinado.

#### Generales

**CG12** - Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Industrial.

#### Básicas

**CB6** - 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.

**CB7** - 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

**CB8** - 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.

**CB9** - 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

**CB10** - 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.

## 6. Contenidos de la asignatura

### Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura

- Profesor de teoría: José Gil Marichal Hernández

- Temas:

Introducción. Definiciones básicas de señales.

Sinusoides discretas: Aliasing, frecuencias armónicas, aperiodicidad

Señales y vectores. Espacios. Normas. Ortogonalidad. Desigualdad de Cauchy-Schwarz.

Transformadas de dominio y bases generadoras. Transformada discreta de Fourier.

Propiedades de la DFT. Resolución y zero-padding. Leakage. Transformada corta: STFT.

Transformada rápida de Fourier. Algoritmo radix-2. Variantes.

Sistemas. Linealidad e invarianza en el tiempo. Matrices de Toeplitz y circulantes.

Respuesta impulsiva. Convolución y sus propiedades. Convolución circular mediante FFT.

Estabilidad BIBO.

Autovalores y autovectores de los S. LTI. Diagonalización y relación con la DFT.

DTFT y transformada Z. Estabilidad y región de convergencia. Polos y ceros. Función de transferencia racional.  
Filtros digitales: tipos, IIR vs FIR. Distorsión de fase y retardo de grupo.  
Filtros IIR: Butterworth, Chebyshev I y II, Cauer. Filtros resonador y supresor.  
Filtros FIR: ventanas, Parks-MacLellan.  
Filtros inversos, adaptados, bilateral y bilateral cruzado.  
Esquemas de modulación digital y filtros.  
Cambios de tasa de muestreo. Aliasing digital. Interpolación y decimación. Filtros polifásicos.  
Bases ortogonales para compresión: DCT y Wavelet.  
Compactación de energía y compresión perceptual. El formato JPEG y el JPEG2000.  
Compresión en video: características de H.264 y H.265.

Profesores de prácticas: Jose Gil Marichal Hernández y Fernando Luis Rosa González

Práctica 1: Introducción Python.

Práctica 2: DFT

Práctica 3: STFT

Práctica 4: FFT 1D y 2D

Práctica 5: Convolución lineal, circular y rápida

Práctica 6: Convolución 2D. Extensión simétrica.

Práctica 7: Filtros IIR

Práctica 8: Filtros FIR

Práctica 9: Demodulación digital y filtros (I)

Práctica 10: Demodulación digital y filtros (II)

Práctica 11: Interpolación y decimación de imágenes. Transformaciones de coordenadas de imagen

Práctica 12: Wavelet y filtrado perceptual

#### Actividades a desarrollar en otro idioma

La mayoría de la bibliografía estará en Inglés. Así como los materiales de consulta en la web, incluyendo las especificaciones de uso de equipos y librerías, manuales y estándares. El informe de prácticas deberá estar redactado en inglés.

## 7. Metodología y volumen de trabajo del estudiante

### Descripción

La asignatura presenta un enfoque práctico, "hands-on", de tratamiento de señales.

La metodología seguida está basada en el aprendizaje por módulos de objetivos. En ese sentido, el contenido de la materia esta dividido en cuatro grandes epígrafes teóricos y en torno a ellos se desarrollan doce prácticas que se presentarán secuencialmente.

Las clases teóricas aportarán los conocimientos fundamentales sobre los que se apoyan las clases prácticas de laboratorio (12 horas). Éstas permitirán ahondar en todas las competencias generales del título desarrolladas en esta signatura, especialmente en lo referente al razonamiento crítico, análisis lógico y capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica, entre otros.

Los alumnos dispondrán en el entorno virtual de la ULL de los apuntes, guía de lectura básica y complementaria.

Para las prácticas de laboratorio, los alumnos dispondrán en el mismo entorno virtual de los correspondientes manuales y guiones con suficiente antelación, con el fin de que practiquen y preparen el material antes de su puesta en común ante el profesor y resto de alumnos en las horas de laboratorio.

La metodología a seguir para atender las sesiones prácticas y su funcionamiento se expondrán en una de las primeras tutorías grupales.

Para la preparación de las prácticas (lectura de guiones y generación de código) los alumnos deben prever unas 18 horas de trabajo autónomo, a unir a las 36 que les permitirán comprender los aspectos teóricos que cubren esas prácticas.

Se destinarán 3 horas presenciales a efectuar evaluación del aprovechamiento de las clases teóricas.

**Actividades formativas en créditos ECTS, su metodología de enseñanza-aprendizaje y su relación con las competencias que debe adquirir el estudiante**

Actividades formativas	Horas presenciales	Horas de trabajo autónomo	Total horas	Relación con competencias
Clases teóricas	28,00	0,00	28,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Clases prácticas (aula / sala de demostraciones / prácticas laboratorio)	12,00	0,00	12,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Estudio/preparación de clases teóricas	0,00	36,00	36,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Estudio/preparación de clases prácticas	0,00	18,00	18,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Preparación de exámenes	0,00	13,50	13,5	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Realización de exámenes	3,00	0,00	3,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Asistencia a tutorías	2,00	0,00	2,0	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]
Total horas	45.0	67.5	112.5	
Total ECTS			4,50	

## 8. Bibliografía / Recursos

### Bibliografía Básica

Understanding digital signal processing / Richard G. Lyons

Tratamiento digital de señales / John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis

### Bibliografía Complementaria

Digital filters / R.W. Hamming

Discrete-time signal processing / Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer

Sparse image and signal processing : wavelets and related geometric multiscale analysis / Jean-Luc Starck

### Otros Recursos

Apuntes del profesor, disponibles en el aula virtual de la asignatura

## 9. Sistema de evaluación y calificación

### Descripción

La asignatura distinguirá una primera convocatoria basada en evaluación continua, de las sucesivas, basadas en evaluación única.

La evaluación continua de la actividad desarrollada por el estudiante se evalúa con dos tipos de prueba:

- A) Pruebas de desarrollo y pruebas de respuesta corta; y
- B) Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas.

La calificación se valorará de acuerdo con los siguientes criterios:

A) Pruebas de desarrollo y respuesta corta (50% de la nota final, 5 puntos): dispuestas en 3 fechas durante el curso, y consistentes en una pregunta a desarrollar y el resto de preguntas de respuesta corta. En cada una de esas fechas se evalúan los objetivos de aprendizaje relativos a la materia vista desde el inicio del curso o el anterior examen.

Se considerará como superada cuando se alcance un mínimo de 2,5 puntos sobre 5 entre las 3 pruebas (asignando como peso de cada prueba, la parte proporcional de temario que se evalúe en ellas).

B) Pruebas de ejecución de tareas reales y/o simuladas (50% de la nota final, 5 puntos). Al finalizar cada sesión práctica el estudiante deberá ir confeccionando una ficha o informe parcial con los resultados obtenidos que agregará a su informe final que debe entregar al final del curso. La asistencia con aprovechamiento a las actividades junto con el informe final, redactado en inglés, serán evaluados por el profesor de prácticas. Esta parte se considerará aprobada cuando el estudiante

asista, y muestre aprovechamiento en, como mínimo el 75% (9 de 12) sesiones prácticas de laboratorio. Si el estudiante no asiste o no demuestra aprovechamiento en como mínimo 9 de las 12 sesiones prácticas de laboratorio, la calificación de este apartado será de 0 puntos.

La calificación final, si se supera el apartado A será la suma de las calificaciones obtenidas en A y en B. Sin embargo si no se supera el apartado A, ésta será la calificación final en la convocatoria regida por la evaluación continua: no se entrará a valorar la nota del apartado B, si bien se guardará para sucesivas convocatorias.

Durante las sucesivas convocatorias se usará una evaluación única. Se propondrá una prueba donde el estudiante se examinará de preguntas de teoría y se le planteará la resolución de un ejercicio práctico que evalúen las mismas capacidades que en la evaluación continua cubrían los designados como apartado A) y B); en esta evaluación, igual que antes, el peso final de cada apartado será de 50% - 50%. Si el alumno hubiese superado en la fase de evaluación continua el apartado A) puede solicitar que se conserve su nota en esa parte; e idénticamente en el caso de haber superado el apartado B).

#### Estrategia Evaluativa

Tipo de prueba	Competencias	Criterios	Ponderación
Pruebas de respuesta corta	[CB6], [CB7], [CB8], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]	* Demostrar conocimientos sobre tratamiento de señales. * Aplicar conocimientos adquiridos en entornos nuevos mediante resolución de problemas	25 %
Pruebas de desarrollo	[CB6], [CB9], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]	* Demostrar conocimientos sobre tratamiento de señales. * Expresarse con concreción y corrección al comunicar ideas por escrito.	25 %
Informes memorias de prácticas	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]	* Demostrar conocimientos sobre tratamiento de señales. * Saber resolver problemas con originalidad en entornos donde la información puede ser parcial. * Demostrar capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión. * D	25 %
Pruebas de ejecuciones de tareas reales y/o simuladas	[CB6], [CB7], [CB8], [CB9], [CB10], [CG12], [IP4], [IP6], [IP7], [TI7], [IE2]	* Desarrollar habilidades de aprendizaje autónomo. * Manejar conocimientos para diseñar, implantar, verificar, certificar e informar acerca de sistemas de tratamiento de señales. * Demostrar soltura en el manejo en laboratorio de sistemas de tratamie	25 %

## 10. Resultados de Aprendizaje

El estudiante, al superar esta asignatura, tiene que:

- \* Ser capaz de elegir y/o adecuar sistemas que implementen, o interactuen con otros sistemas que implementen, técnicas básicas de tratamiento de señales e imágenes.
- \* Haber implementado por sus propios medios, y en sistemas heterogéneos, las técnicas básicas de tratamiento de señales e imágenes.
- \* Estar en condiciones de afrontar con garantías el diseño, implementación, evaluación, verificación o informe acerca de sistemas de tratamiento avanzado de señales e imágenes.

## 11. Cronograma / calendario de la asignatura

### Descripción

\* La distribución de los temas por semana es orientativo, puede sufrir cambios según las necesidades de organización docente.

Segundo cuatrimestre					
Semana	Temas	Actividades de enseñanza aprendizaje	Horas de trabajo presencial	Horas de trabajo autónomo	Total
Semana 1:	Introducción. Señales básicas	Presentación de asignatura. Asistencia a clases teóricas.	3.00	3.00	6.00
Semana 2:	Sinusoides discretas. Señales y vectores	Asistencia a clases teóricas. Tutoría grupal de inicio de prácticas.	3.00	3.00	6.00
Semana 3:	Señales y vectores. Transformadas	Práctica 1 - Introdutoria, no requiere preparación. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 4:	Transformadas. DFT	Práctica 2. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 5:	DFT. FFT	Práctica 3. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana. Prueba 1.	3.00	5.50	8.50
Semana 6:	Sistemas. Respuesta impulsiva.	Práctica 4. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 7:	Estabilidad. Autovalores y autovectores.	Práctica 5. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50

Semana 8:	Transformada Z	Práctica 6. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 9:	Filtros	Práctica 7. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 10:	Filtros	Práctica 8. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana. Prueba 2.	3.00	5.50	8.50
Semana 11:	Filtros. Modulación.	Práctica 9. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 12:	Tasa de muestreo.	Práctica 10. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 13:	Compresión	Práctica 11. Asistencia a clases teóricas. Preparación de práctica siguiente semana.	3.00	4.50	7.50
Semana 14:	Vídeo	Práctica 12. Asistencia a clases teóricas.	3.00	4.00	7.00
Semana 15:	Todos los temas	Tutoría grupal de final de curso. Prueba 3	3.00	3.50	6.50
Semana 16 a 18:	Todos los temas	Revisar informe final de prácticas. (La fecha de examen de la convocatoria de junio debería ser usada tan solo por los que se acojan a casos excepcionales de evaluación no continua.)	0.00	2.50	2.50
Total			45.00	67.50	112.50