

**Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	SEÑALES Y SISTEMAS AUDIOVISUALES		
<b>Materia</b>	SEÑALES Y SISTEMAS		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN (MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN)		
<b>Plan</b>	512	<b>Código</b>	46634
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA DE LA MENCIÓN
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	4º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	MARÍA JESÚS GONZÁLEZ MORALES JULIO SÁNCHEZ CURTO		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONOS: 983 423000 exts. 5535, 5684 E-MAIL: <a href="mailto:gonmor@tel.uva.es">gonmor@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:julsan@tel.uva.es">julsan@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase: <a href="http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativa/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-Especificas-de-Telecomunicacion/">www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativa/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-Especificas-de-Telecomunicacion/</a>		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E ING. TELEMÁTICA		

## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

---

### 1.1 Contextualización

---

Entre las actividades profesionales del ingeniero/ingeniero técnico de telecomunicación destaca el desarrollo de proyectos que involucren la generación, propagación y manipulación de señales audiovisuales a distintos niveles, desde el procesado de las mismas para su acondicionamiento, hasta el diseño de sistemas y la realización de proyectos para su distribución. Existe por tanto una necesidad de formar profesionales que sean capaces de acometer estas tareas de forma eficaz. La asignatura “Señales y Sistemas Audiovisuales” proporciona los conocimientos básicos sobre este tipo de señales, estableciendo los fundamentos para la formación específica en actividades que involucren su procesado.

Teniendo en cuenta este contexto, la asignatura se divide en dos bloques fundamentales:

- El primer bloque se dedica a la señal de voz, analizándose en primer lugar los fundamentos de la generación y percepción de la voz por el ser humano. A partir de ahí se estudian los fundamentos del análisis, síntesis, codificación y reconocimiento de voz.
- En el segundo bloque se estudian los conceptos relativos al tratamiento de imágenes y vídeo. Comenzando con una introducción a la imagen digital que incluye elementos de percepción visual y colorimetría, se revisan después conceptos de análisis de señales y sistemas para extenderlos a los casos de múltiples dimensiones que representan las imágenes. Una vez afianzado este marco teórico y conceptual, se estudian varias técnicas de procesado de imagen, desde realce y restauración hasta reconstrucción, compresión y análisis.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura se encuentra enmarcada en la materia “Señales y Sistemas” dentro del Bloque “Materias Específicas de la Mención en Sistemas de Telecomunicación”. Este bloque consta de cuatro asignaturas: “Tratamiento de Señales” en el segundo cuatrimestre del tercer curso, “Tratamiento Avanzado de Señales” en el primer cuatrimestre del cuarto curso, “Señales y Sistemas Audiovisuales” en el primer cuatrimestre del cuarto curso, y “Tratamiento de Señales Biomédicas” en el segundo cuatrimestre del cuarto curso. Dentro de esta materia, la asignatura mantiene una estrecha relación con “Tratamiento de Señales” y “Tratamiento Avanzado de Señales”, que constituyen el punto de partida para las técnicas de procesado de audio e imagen. Además, la asignatura “Tratamiento de Señales Biomédicas” complementa a la asignatura “Señales y Sistemas Audiovisuales” al tratar aplicaciones específicas de tratamiento de imágenes y señales unidimensionales.

Por otra parte, esta materia se apoya en las competencias generales y específicas básicas fomentadas en el Bloque de Materias Instrumentales para facilitar la adquisición de competencias específicas básicas en el ámbito de la imagen y el sonido. Así, los conceptos introducidos en las materias “Matemáticas” y “Física” resultan fundamentales para una correcta comprensión de la asignatura.

La asignatura Sistemas Lineales, incluida en la materia “Fundamentos de Señales y Sistemas” proporciona los fundamentos básicos sobre el tratamiento de señal y sus herramientas, centrándose fundamentalmente en los



sistemas lineales e invariantes en el tiempo y en las operaciones en los dominios temporal y frecuencial. El conocimiento de estos fundamentos es de vital importancia de cara a la comprensión de los conceptos sobre procesamiento de sonido e imagen introducidos en las asignaturas de la materia “Señales y Sistemas” en general y esta asignatura en particular. Algunos conceptos de interés sobre la caracterización de señales aleatorias se presentan con más detalle en la asignatura Señales Aleatorias y Ruido, incluida en la misma materia.

### 1.3 Prerrequisitos

---

Si bien no existe formalmente ningún requisito previo para cursar esta asignatura, es altamente recomendable cursar o haber cursado las asignaturas de las materias “Matemáticas” del “Bloque de materias instrumentales” y la materia “Fundamentos de Señales y Sistemas” del “Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones”. Por último, resulta importante dominar los contenidos de la asignatura Tratamiento de Señales, enmarcada en la misma materia que la asignatura.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- GB1 Capacidad de razonamiento, análisis y síntesis.
- GBE2 Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- GBE3 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4 Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- GC1 Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2 Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### 2.2 Específicas

- ST6 Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
- T5 Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.
- ST1 Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesamiento, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- ST6 Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
- SS1 Capacidad para simular, modelar e implementar sistemas de Comunicaciones mediante lenguajes de programación y arquitecturas de procesamiento de señal en tiempo real.

## 3. Objetivos

Objetivos conceptuales:

- Conocer y comprender la naturaleza y los fundamentos de las señales asociadas a la voz, la imagen y el video
- Comprender y aplicar los fundamentos del tratamiento de señales a señales de voz, imagen y vídeo.
- Conocer y entender las técnicas básicas de procesamiento de voz, tales como el análisis y síntesis, la codificación y el reconocimiento.
- Conocer y comprender las técnicas básicas de procesamiento de imagen y vídeo, tales como el realce, restauración, reconstrucción, compresión y análisis.
- Conocer y evaluar los principios de funcionamiento de los estándares de compresión y codificación de voz, imagen y video.

Objetivos transversales:



- Lograr una capacidad para la resolución de problemas nuevos a partir de los conocimientos previos y las herramientas a su alcance (toma de decisiones).
- Adquirir una capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico (intuición matemática).
- Lograr una capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como para analizar e interpretar datos.

#### 4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas (T/M)	20	Estudio y trabajo autónomo individual	90
Clases prácticas en el aula (A)	10		
Laboratorios (L)	30		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	0		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
<b>Total presencial</b>	<b>60</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>90</b>





## 5. Bloques temáticos

### Bloque 1: Procesado de la Señal de Voz

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.5

#### a. Contextualización y justificación

El primer bloque, Procesado de Señal de Voz, consta de 4 temas donde se analizan los fundamentos del análisis, modelado, síntesis, codificación y reconocimiento de la señal de voz.

En el primer tema se introduce el sonido y su propagación, para a continuación particularizar en la señal de voz, estudiando el sistema de producción de voz y los fundamentos psicoacústicos de la audición. En el segundo tema se introducen los conceptos de análisis y síntesis de audio de la señal de voz. El tercer tema está dedicado a la codificación de voz, comenzando por técnicas inmediatas de codificación de forma de onda para llegar a codificaciones espectrales. En el cuarto tema se presentan los conceptos fundamentales de los sistemas de reconocimiento de voz.

#### b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer los principios de la propagación de una onda de sonido.
- Comprender las peculiaridades de la señal de voz a partir del conocimiento del mecanismo de producción de sonidos en el ser humano.
- Conocer y comprender el proceso de percepción de sonidos en el ser humano.
- Comprender la necesidad de los mecanismos de análisis de la señal de voz como parte fundamental de los sistemas de procesado de voz.
- Tener una noción de las principales técnicas de análisis y síntesis de la señal de voz.
- Comprender la complejidad del problema de la codificación de voz y la necesidad de búsqueda de soluciones adecuadas como compromiso entre múltiples parámetros.
- Conocer los principios del reconocimiento del habla en sus dos vertientes: reconocimiento del habla y reconocimiento del locutor.

#### c. Contenidos

##### TEMA 1: La voz humana y la audición

Características de la señal de voz. Producción, percepción y caracterización fonoacústica

##### TEMA 2: Análisis y síntesis de señales de voz

Técnicas de procesado en el dominio temporal y espectral

##### TEMA 3: Codificación de voz

Cuantificación. Codificación de forma de onda. Codificación en el dominio de la frecuencia.

##### TEMA 4: Reconocimiento de voz

Principios de reconocimiento de voz y de locutores



## PRÁCTICAS DE LABORATORIO

### Prácticas sobre tratamiento de señales de voz y audio

#### d. Métodos docentes

---

- Clases magistrales.
- Prácticas de laboratorio.

#### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

#### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final de la asignatura
- Evaluación de las prácticas de laboratorio

#### g. Bibliografía básica

---

- L.R. Rabiner and R.W. Schafer, *Introduction to Digital Speech Processing*. Now Publishers Inc. 2007
- L.R. Rabiner and R.W. Schafer, *Digital Processing of Speech Signals*, Prentice-Hall, 1978.
- L.R. Rabiner and R.W. Schafer, *Theory and Applications of Digital Speech Processing*, Pearson Education 2011.
- Ken C. Pohlmann. *Principios de Audio Digital*. McGraw-Hill, Madrid 2002.

#### h. Bibliografía complementaria

---

- Alan V. Oppenheim and Ronald W. Schafer, *Discrete-Time Signal Processing*, Prentice-Hall 1989-2010.
- J. Deller, J. Proakis, J. Hansen, *Discrete-Time Processing of Speech Signals*. John Wiley & Sons, 1999.
- L.R. Rabiner and Biing-Hwang Juang, *Fundamentals of Speech Recognition*, Prentice-Hall, 1993.

#### i. Recursos necesarios

---

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Laboratorio docente basado en Matlab
- Material bibliográfico
- Documentación de apoyo
- Enunciado de las prácticas

**Bloque 2: Procesado de imagen y vídeo**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3.5

**a. Contextualización y justificación**

Este bloque consta de cinco temas y abarca los conceptos relativos al procesado, realce, restauración, reconstrucción, compresión y análisis de imagen.

El tema 5 introduce el concepto de imagen digital y revisa fundamentos básicos de luz, colorimetría y el sistema visual humano.

En el tema 6 se plantea una extensión a múltiples dimensiones de las herramientas básicas de análisis de señales y sistemas, con especial énfasis en la transformada de Fourier. En base a esta herramienta se describen problemas como el muestreo y sus efectos, o se explica la importancia de la información de fase en reconstrucción de imágenes. A la transformada del coseno se le dedica especial atención por su importancia en los estándares más habituales de compresión de imágenes.

El tema 7 plantea los fundamentos de realce de imágenes. Se distinguirá claramente entre los métodos basados en operaciones punto a punto y los basados en el filtrado espacial mediante la aplicación de máscaras. Una breve reseña sobre los métodos en el dominio frecuencial sirve para aplicar los conceptos vistos en el tema anterior.

Por su parte, el tema 8 se centra en la restauración de imágenes. Se describe el modelo lineal de degradación y restauración, para pasar al estudio del degradado y posterior restauración cuando sólo está involucrado el ruido. Posteriormente, se considera la distorsión y se plantean los modelos de restauración basados en los filtros inverso, pseudoinverso y de Wiener. Finalmente, se introduce el problema de la reconstrucción de imagen basada en proyecciones.

El tema 9 se dedica al color. Una descripción de las leyes básicas del color precede a la descripción de los sistemas de representación de color. Especial énfasis se da a la carta de cromaticidad, objeto de una descripción detallada. El procesamiento de color se explica con ayuda de las diversas funciones que la toolbox de imagen de Matlab posee para tal fin.

El tema 10 está dedicado a la compresión de imagen y vídeo, revisándose técnicas basadas en la codificación de pixel, de forma de onda y en el dominio transformado. El estándar JPEG se introduce como caso particular de este último grupo de técnicas, y se presenta después una visión general de su evolución, JPEG2000. Por último, se presenta el problema de la compresión de vídeo, y los elementos básicos del estándar MPEG.

**b. Objetivos de aprendizaje**

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer las características principales de la luz como radiación electromagnética y de las magnitudes asociadas a la percepción de la misma.





- Entender el funcionamiento del sistema visual humano y su influencia en la interpretación de imágenes estáticas y en movimiento.
- Conocer y manejar las herramientas básicas de procesamiento lineal para imágenes de dos o más dimensiones, especialmente el análisis de Fourier.
- Conocer las diferentes técnicas empleadas en el realce de imágenes.
- Entender el modelo de degradación y restauración de imágenes.
- Comprender las diferencias técnicas empleadas en la restauración de imágenes.
- Comprender los fundamentos de la teoría del color en lo referente a la representación de imágenes.
- Reconocer las técnicas y los estándares más usados en la compresión de imagen y video.

### c. Contenidos

#### TEMA 5. Sistema visual humano

- Sistema visual humano
- Modelo para la visión humana
- La imagen digital
- Introducción a la toolbox de imagen de Matlab

#### TEMA 6. Imágenes en el dominio transformado

- Del dominio temporal 1D al espacial en 2D
- Aliasing en imágenes
- Transformadas de Fourier de imágenes rotadas
- La fase en el procesamiento de imágenes
- La transformada del coseno

#### TEMA 7. Realce de imágenes

- Transformaciones punto a punto: modificación de contraste e histogramas
- El filtrado espacial: filtros paso-bajo y paso-alto
- El filtrado homomórfico

#### TEMA 8. Restauración de imágenes

- Modelo de degradación y restauración
- El ruido: tipos y estimación
- Filtros para la reducción de ruido y promediado de imágenes
- Reconstrucción en presencia de distorsión y ruido
- Filtros inverso, pseudo-inverso y de Wiener
- Reconstrucción basada en proyecciones: transformada de Radón

#### TEMA 9. El color

- Introducción
- Leyes de Grassman
- Sistemas de representación del color: el diagrama de cromaticidad
- Procesamiento del color

#### TEMA 10: Compresión de imagen y vídeo

- Introducción
- Cuantificación
- Codificación de pixel, forma de onda y por transformadas
- Los estándares JPEG y JPEG2000
- El estándar de compresión de vídeo MPEG



#### **d. Métodos docentes**

---

- Clases magistrales.
- Clases de problemas y resolución de casos de interés práctico.
- Prácticas de laboratorio.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final de la asignatura
- Evaluación de las prácticas de laboratorio

#### **g. Bibliografía básica**

---

- R. C. Gonzales, P. Wintz, *Digital Image Processing*, 3ª Ed., Addison Wesley, 2007.
- A. K. Jain, *Fundamentals of digital image processing*, Englewood Cliffs (New Jersey): Prentice-Hall, 1989.
- *Image Processing Toolbox User's Guide R2016a*, The MathWorks, Inc., 2016.

#### **h. Bibliografía complementaria**

---

- A. Bovik (ed.), *Handbook of image & video processing*, 2ª Ed., Elsevier Academic Press, 2005.
- J. C. Russ, *The Image Processing Handbook*, 2ª Ed., IEEE Press, 1995.
- J. Watkinson, *The MPEG Handbook*, 2ª Ed., Elsevier, 2004.
- I. E. Richardson, *The H.264 advanced video compression standard*, 2ª Ed., Wiley, 2010.
- D. S. Taubman, M. W. Marcellin (eds.), *JPEG 2000: Image compression fundamentals, standards, and practice*, Kluwer Academic Publishers, 2002.
- J. Keith, *Video Demystified. A Handbook for the Digital Engineer*, 4ª Ed, Elsevier, 2005.

#### **i. Recursos necesarios**

---

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Material bibliográfico
- La toolbox de imagen de Matlab
- Documentación de apoyo
- Enunciado de las prácticas
- Material de ayuda para las prácticas
- Página Web de la asignatura
- Material de laboratorio



## 6. Temporalización (por bloques temáticos)

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Procesado de la señal de voz	2.5 ECTS	Semanas 1 a 6
Bloque 2: Procesado de imagen y vídeo	3.5 ECTS	Semanas 7 a 15

## 7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Resolución de prácticas de laboratorio	30%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura realizar todas las prácticas de laboratorio. La entrega se realizará en una entrevista personal con el profesor.
Examen final escrito	70%	El contenido del examen incluye la teoría y el laboratorio. Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 3 en cada uno de los dos bloques de la asignatura.

En la segunda convocatoria se permitirá hacer la entrega de prácticas en las mismas condiciones que en la primera convocatoria. La evaluación de las dos convocatorias se realizará en las mismas condiciones.

## 8. Consideraciones finales

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.