

**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 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>	RODRIGO DE LUIS GARCÍA ALBERTO IZQUIERDO FUENTE MARCOS MARTÍN FERNÁNDEZ		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONOS: 983 423000 exts. 5533, 5801, 5551 E-MAIL: <a href="mailto:rod Lui@tel.uva.es">rod Lui@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:alberto.izquierdo@tel.uva.es">alberto.izquierdo@tel.uva.es</a> , <a href="mailto:marcma@tel.uva.es">marcma@tel.uva.es</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Véase <a href="http://www.uva.es">www.uva.es</a> → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
<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:

- En el primer 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.
- El segundo 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.

### 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 vídeo
- 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 vídeo.



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 teórico-prácticas (T/M)	30	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula (A)	10	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios (L)	20		
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 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 1 introduce el concepto de imagen digital y revisa fundamentos básicos de luz, colorimetría y el sistema visual humano.

En el tema 2 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. Además, se estudia el problema del muestreo en dos o más dimensiones.

El tema 3 plantea los fundamentos de realce, restauración y reconstrucción de imágenes. Partiendo de métodos básicos de realce con operaciones punto a punto y en el dominio espacial, se evoluciona después a métodos en el dominio de la frecuencia. A continuación, se distingue el concepto de restauración del de realce mediante el estudio del modelo general de degradación de imágenes. Como aproximaciones sencillas para el modelo de degradación lineal se estudian los filtros inverso, pseudoinverso y de Wiener. Finalmente, se introduce el problema de reconstrucción de imagen y los fundamentos de la transformada de Radón.

El tema 4 está dedicado a la compresión de imagen de 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.

En el tema 5 se introduce el concepto de sistemas de más alto nivel para el análisis de imagen. Se define el problema de segmentación de imágenes y se revisan algunas técnicas básicas. Finalmente, se presentan varias técnicas de representación y descripción de imágenes como ejemplos de la última etapa de un esquema completo de procesado de imágenes.

#### 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.
- Comprender los fundamentos de la teoría del color en lo referente a la representación de imágenes.
- Conocer y manejar las herramientas básicas de procesado lineal para imágenes de dos o más dimensiones, especialmente el análisis de Fourier.



- Comprender las diferencias entre el realce y la restauración de imágenes.
- Conocer y saber emplear las técnicas básicas de realce y restauración.
- Identificar los tipos de redundancia presentes en las señales de imagen y video y comprender su explotación en los procesos de compresión de este tipo de señales.
- Reconocer y explicar las técnicas de predicción y compensación de movimiento y su aplicación a la compresión de video.
- Comprender y describir los estándares más utilizados en la compresión de imagen y video.
- Entender las técnicas de análisis de imagen como etapa final de los esquemas de procesado.
- Comprender los problemas de segmentación, descripción y representación de imágenes y describir las técnicas fundamentales.

### c. Contenidos

---

#### **TEMA 1: Introducción al procesado de imagen y vídeo**

- 1.1 La imagen digital.
- 1.2 Características de la luz y del sistema visual humano
- 1.3 Colorimetría aplicada a la representación de imágenes
- 1.3 Adquisición de imagen y video
- 1.4 Resolución, muestreo y cuantificación. Formatos de imagen

#### **TEMA 2: Procesado lineal bidimensional y multidimensional**

- 2.1 Señales y sistemas 2D y nD. Sistemas LSI
- 2.2 Transformada de Fourier bidimensional y multidimensional
- 2.3 Muestreo bidimensional

#### **TEMA 3: Realce, restauración y reconstrucción de imagen**

- 3.1 Realce de imágenes
- 3.2 Operaciones punto a punto
- 3.3 Operaciones espaciales
- 3.4 Operaciones en el dominio frecuencial
- 3.5 Filtros basados en PDEs
- 3.6 Restauración de imágenes
- 3.7 Modelos de degradación. Ruido
- 3.8 Filtros inverso y semiinverso
- 3.9 El filtro de Wiener
- 3.10 Reconstrucción de imagen

#### **TEMA 4: Compresión de imagen y vídeo**

- 4.1 Introducción
- 4.2 Codificación de pixel
- 4.3 Cuantificación
- 4.4 Codificación de forma de onda
- 4.5 Codificación por transformadas



4.6 JPEG y JPEG2000.

4.7 Compresión de vídeo. MPEG

### TEMA 5: Análisis de imagen

5.1 Introducción

5.2 Segmentación de imagen

5.3 Representación y descripción

### d. Métodos docentes

---

- Clases magistrales participativas.
- 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
- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas

### 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.
- 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.

### h. Bibliografía complementaria

---

- 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:

- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid o en servidor alternativo





- Laboratorio docente basado en Matlab con toolkits de imagen
- Material bibliográfico
- Documentación de apoyo
- Enunciado de las prácticas
- Material de ayuda para las prácticas
- Página Web de la asignatura
- Material de laboratorio

## Bloque 2: 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. Partiendo del análisis en el dominio temporal, se estudian a continuación técnicas de análisis espectral. Finalmente, se presentan los fundamentos de la síntesis de la señal de voz y se revisan los métodos principales.

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 y técnicas específicas como GSM y VoIP.

Finalmente, 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 6: El sonido y su propagación. La voz humana y la audición**

- 6.1 Introducción
- 6.2 El sonido. Características dinámicas y espectrales de los sonidos
- 6.3 El sistema productor de voz
- 6.4 La audición. Fundamentos psicoacústicos

#### **TEMA 7: Análisis y síntesis de la señal de voz**

- 7.1 Introducción
- 7.2 Análisis localizado
- 7.3 Análisis espectral
- 7.4 Cepstrum
- 7.5 Estimación de la frecuencia fundamental
- 7.6 Predicción lineal
- 7.7 Principios de síntesis de voz
- 7.8 Métodos de síntesis

#### **TEMA 8: Codificación de voz**

- 8.1 Cuantificación
- 8.2 Codificación de forma de onda
- 8.3 Cuantificación escalar y vectorial
- 8.4 Codificación en el dominio de la frecuencia
- 8.5 Codificadores híbridos. GSM y VoIP
- 8.6 Codificadores de baja y muy baja velocidad

#### **TEMA 9: Reconocimiento de voz**

- 9.1 Principios de reconocimiento de voz y de locutores
- 9.2 Medidas de distancia
- 9.3 Estructura de los reconocedores de palabras aisladas
- 9.4 Programación dinámica (DTW)
- 9.5 Modelos de Markov
- 9.6 Redes neuronales. 7 Reconocimiento de palabras concatenadas y habla continua

### **d. Métodos docentes**

---

- Clases magistrales participativas.
- 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
- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas

#### **g. Bibliografía básica**

---

- W. Holmes, *Speech Synthesis and Recognition*, CRC Press, 2ª Ed, 2001.
- J. Deller, J. Proakis, J. Hansen, *Discrete-Time Processing of Speech Signals*. John Wiley & Sons, 1999.
- L. E. Kinsler, *Fundamentos de Acústica*, Limusa, México, 1990.
- L. E. Kinsler: A.R. Frey, A.B. Coppens, J.V. Sanders, *Fundamentals of acoustics*, 4ª Ed., John Wiley and Sons, 2000.

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

---

- 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*, Prentice-Hall, 2010.
- L.R. Rabiner and Biing-Hwang Juang, *Fundamentals of Speech Recognition*, Prentice-Hall, 1993.
- A. Pereira, *Procesado digital de la señal sonora utilizando MATLAB*, Lulu Enterprises, UK, 2007.

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

---

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

- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid o en servidor alternativo
- Laboratorio docente basado en Matlab con toolkits de voz
- Material bibliográfico
- Documentación de apoyo
- Enunciado de las prácticas
- Material de ayuda para las prácticas
- Material de laboratorio

**6. Temporalización (por bloques temáticos)**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Procesado de imagen y vídeo	3.5 ECTS	Semanas 1 a 8 (23 sep. – 15 nov.)
Bloque 2: Procesado de la señal de voz	2.5 ECTS	Semanas 9 a 15 (19 nov. – 25 ene.)

**7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas	5%	
Resolución de prácticas de laboratorio	55%	Es condición necesaria para superar la asignatura realizar todas las prácticas de laboratorio. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y 4.5.
Examen final escrito	40%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4 para superar la asignatura. En caso contrario, la calificación final de la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y 4.5.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria de Julio se realizará exclusivamente mediante un examen escrito, que supondrá el 100% de la calificación.

**8. Consideraciones finales**

- El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.
- La matriculación en esta asignatura estará limitada a un máximo de 30 estudiantes.