

**Guía docente de la asignatura**

<b>Asignatura</b>	FUNDAMENTOS DE SONIDO E IMAGEN		
<b>Materia</b>	TRATAMIENTO DE SEÑALES, SONIDO E IMAGEN		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
<b>Plan</b>	460	<b>Código</b>	45030
<b>Periodo de impartición</b>	1 <sup>er</sup> . CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OBLIGATORIA
<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>	JUAN IGNACIO ARRIBAS		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5546 E-MAIL: <a href="mailto:jarribas@tel.uva.es">jarribas@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.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-de-Telecomunicacion/">http://www.uva.es/export/sites/uva/2.docencia/2.01.grados/2.01.02.ofertaformativagrados/2.01.02.01.alfabetica/Grado-en-Ingenieria-de-Tecnologias-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 “Fundamentos de Sonido e Imagen” proporciona los conocimientos básicos sobre este tipo de señales, estableciendo los fundamentos para la formación específica en actividades que involucren su tratamiento, y distribución.

Teniendo en cuenta este contexto, la asignatura se desarrolla como sigue:

- En el primer bloque, se analizan los fundamentos de la generación, propagación, amplificación, escucha, adquisición, codificación y compresión del sonido. Incluye tanto los modelos teóricos de propagación del sonido, pasando por los sistemas electro-acústicos de amplificación de sonido, hasta el estudio de los efectos psicoacústicos del oído humano y su utilización para codificar y comprimir sonidos.
- El segundo bloque se centra en los conceptos relativos a la adquisición, representación, modelado, codificación y compresión de imágenes entendidas como señales definidas en un espacio de coordenadas bidimensional y de vídeo como una secuencia de imágenes definida a lo largo del tiempo. El bloque abarca desde los conceptos físicos y fisiológicos fundamentales asociados a la percepción de imágenes estáticas y en movimiento, hasta los sistemas de representación y modelado de imagen, incluyendo técnicas de tratamiento digital aplicables a distintos ámbitos con especial atención a la compresión de imagen y vídeo.

### 1.2 Relación con otras materias

---

La asignatura se encuentra enmarcada en la materia “Tratamiento de Señal, Sonido e Imagen” dentro del Bloque de Materias Específicas de Tecnologías de Telecomunicación. Consta de tres asignaturas: Tratamiento Digital de la Señal (obligatoria, impartida el 2º cuatrimestre del 3er curso), Fundamentos de Sonido e Imagen (obligatoria, 4º curso, 1er cuatrimestre) y Aplicaciones audiovisuales (optativa de 4º curso). Dentro de esta materia, la asignatura mantiene una estrecha relación con Tratamiento Digital de la Señal pues en ella se introduce la base matemática del tratamiento digital de la señal y del procesado de señales uni o bidimensionales como punto de partida para el tratamiento de imágenes estáticas y en movimiento. Del mismo modo, la asignatura Aplicaciones Audiovisuales complementa a Fundamentos de Sonido e Imagen al tratar conceptos sobre producción, difusión y distribución de material multimedia, así como en lo referente al análisis, control y cancelación de ruido y vibraciones.

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. Además, dentro del Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones, existe una relación importante con las asignaturas Circuitos Eléctricos, Circuitos Electrónicos Analógicos y Campos Electromagnéticos, tanto en lo referente a la generación y propagación de ondas, como a la utilización de circuitos eléctricos para la amplificación de sonidos.



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 procesado de sonido e imagen introducidos en las asignaturas de la materia “Tratamiento de Señal, Sonido e Imagen”, especialmente en lo que a esta asignatura y Tratamiento Digital de la Señal se refiere. Algunos conceptos de interés sobre la caracterización de las señales y sistemas en el dominio de la frecuencia se presentan con más detalle en la asignatura Teoría de la Comunicación, incluida en el “Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones” dentro de la materia “Fundamentos de Comunicaciones”.

### 1.3 Prerrequisitos

---

Si bien no existe formalmente ningún requisito previo para cursar esta asignatura, es altamente recomendable cursar o haber cursado la asignatura Física (materia del mismo nombre dentro del Bloque de Materias Instrumentales). Por otra parte, resultan también importantes los contenidos impartidos en las asignaturas Circuitos Eléctricos y Campos Electromagnéticos (materia “Fundamentos de Ingeniería Electromagnética”), Circuitos Electrónicos Analógicos (materia “Electrónica Analógica”) y Sistemas Lineales (materia “Fundamentos de Señales y Sistemas”), todas ellas dentro del Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones. Por último, resulta fundamental dominar los contenidos de la asignatura Tratamiento Digital de la Señal, enmarcada en la misma materia que la asignatura. Los contenidos impartidos en las mencionadas asignaturas resultan imprescindibles para cursar con garantías la asignatura de Fundamentos de Sonido e Imagen.



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- GBE1 Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- 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 empleando técnicas de procesamiento analógico y digital de señal.
- SI1 Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesamiento, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.
- SI4 Capacidad para realizar proyectos de ingeniería acústica sobre: aislamiento y acondicionamiento acústico de locales; instalaciones de megafonía; especificación, análisis y selección de transductores electroacústicos; sistemas de medida, análisis y control de ruido y vibraciones; acústica medioambiental; sistemas de acústica submarina.
- SI5 Capacidad para crear, codificar, gestionar, difundir y distribuir contenidos multimedia, atendiendo a criterios de usabilidad y accesibilidad de los servicios audiovisuales, de difusión e interactivos.



### 3. Objetivos

#### Objetivos Conceptuales

- Comprender los conceptos fundamentales tras la teoría ondulatoria del sonido así como los mecanismos de generación y propagación de ondas de sonido en fluidos.
- Comprender los principios de buen funcionamiento de los amplificadores de potencia de audio y ser capaces de asegurar la estabilidad de su funcionamiento
- Identificar y reconocer las especificaciones técnicas de los dispositivos de captura y reproducción de imagen y vídeo de cara a su selección para aplicaciones específicas.
- Conocer y comprender los fundamentos de las señales asociadas al sonido, la imagen y el vídeo
- Comprender y aplicar los fundamentos del tratamiento digital del sonido, la imagen y el vídeo con aplicación directa a la compresión de estas señales.
- Conocer y evaluar los estándares de compresión y codificación de sonido, 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)	32	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula (A)	8	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: Fundamentos de Sonido

Carga de trabajo en créditos ECTS: 4.0

#### a. Contextualización y justificación

El primer bloque, Fundamentos de sonido, consta de tres temas donde se analizan los fundamentos de la generación, propagación, amplificación, escucha, adquisición, codificación y compresión del sonido.

En el primer tema se estudia la teoría ondulatoria del sonido, partiendo de las 3 ecuaciones básicas de conservación de la masa, de conservación de la cantidad de movimiento y las relaciones presión-densidad. Seguidamente se aplica la aproximación acústica lineal y se deduce la ecuación de ondas. Se analizan los parámetros fundamentales de la onda, como por ejemplo las velocidades del sonido en gases y líquidos bajo distintas condiciones, y se estudian con detenimiento los casos particulares de ondas planas y de ondas de simetría esférica. Por último, a partir del corolario de la energía acústica se definen los conceptos de energía e intensidad acústicas.

En el segundo tema, se estudian los amplificadores de audio, entendidos como circuitos electro-acústicos para amplificar la potencia de las señales de sonido. Se parte de las especificaciones típicas de potencia, se plantea el modelo amplificador al detalle, incluyendo el efecto de la realimentación, la función de transferencia en lazo abierto y cerrado, el producto ganancia-ancho de banda, la tasa de  $slew$ , la respuesta transitoria y el ancho de banda de potencia máxima y se presentan las técnicas de seguimiento de señal. Por último se presenta el teorema de estabilidad de Bode, y se analizan 4 técnicas de compensación de amplificadores realimentados: reducción constante ganancia, compensación por retraso primer polo, por adelanto segundo polo y por realimentación hacia delante.

El tercer tema trata sobre el estudio de los fenómenos psicoacústicos, para lo cual se prevé la realización de escuchas en laboratorio incluyendo: análisis frecuencia y bandas críticas, presión sonora y *loudness*, enmascaramiento, tono, timbre, batidos distorsión y ecos.

#### 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
- Conocer el significado físico de los conceptos básicos y las definiciones relacionados con los fenómenos de generación, propagación, amplificación, captación, codificación y compresión de sonido
- Tener una noción de la cronología e identificar la autoría de los sucesivos descubrimientos relativos al desarrollo de la disciplina acústica a lo largo de la historia
- Entender los conceptos y el significado físico de las figuras y representaciones gráficas presentadas
- Comprender, saber deducir razonadamente y utilizar en problemas de interés práctico las ecuaciones básicas de la teoría ondulatoria del sonido entre las que cabe destacar las ecuaciones que conducen, bajo



la aproximación acústica, a la ecuación de ondas para el sonido, las ecuaciones sobre la velocidad de propagación en fluidos y las ecuaciones derivadas de la aplicación del corolario de la energía acústica.

- Conocer las hipótesis o simplificaciones que se estén asumiendo de partida en cada fenómeno acústico que haya sido estudiado
- Conocer el significado y la repercusión de la hipótesis de Laplace
- Conocer el concepto de entropía y su relación con la hipótesis de Laplace
- Saber cómo introducir la conducción de calor a la dinámica de fluidos
- Entender el significado del potencial del vector velocidad y su correspondiente ecuación de ondas
- Entender el concepto y significado de onda plana
- Conocer la representación de las ondas de frecuencia constante
- Entender y saber aplicar el corolario de la energía acústica
- Conocer los conceptos de intensidad acústica y fuente de potencia
- Conocer la solución de expansión en simetría esférica
- Comprender, saber deducir razonadamente y utilizar en problemas de índole práctico, las ecuaciones matemáticas involucradas en el modelado de la amplificación del sonido
- Entender y saber cómo aplicar el modelo de amplificador de audio a problemas de interés práctico
- Entender las diferencias entre amplificador realimentado y sin realimentar
- Saber enunciar el criterio de estabilidad de Bode y poder aplicarlo a casos de interés en amplificadores de uno y dos polos
- Enunciar el criterio alternativo de estabilidad de Bode
- Conocer y saber aplicar las técnicas de compensación de amplificadores realimentados
- Conocer las distintas topologías de los circuitos de las etapas de salida
- Entender los principios físicos básicos tras los fenómenos psicoacústicos estudiados
- Conocer el concepto de banda crítica, enmascaramiento, loudness, umbral de pulsación y presión sonora
- Definir tono de señales puras y complejas
- Conocer el concepto de tono virtual
- Conocer el concepto de ruido enmascarador y su influencia en el juicio del tono
- Conocer el concepto tras el término JND o limen
- Diferenciar el tono analítico frente al sintético
- Entender el concepto y la definición de timbre
- Conocer los efectos del espectro y la envolvente en el timbre
- Entender la combinación de tonos, los batidos, los fenómenos de distorsión y el eco
- Conocer los sistemas de codificación y así como los estándares de compresión de sonido

### c. Contenidos

#### TEMA 1: Modelado de señales acústicas y su propagación: Teoría Ondulatoria del Sonido

- 1.1 Una pequeña historia de la acústica
- 1.2 La conservación de la masa
- 1.3 Ecuación del movimiento de Euler para un fluido
- 1.4 Relaciones Presión-Densidad
  - hipótesis de Laplace
  - entropía
  - incorporación de la conducción de calor





- 1.5 Ecuaciones de la acústica lineal
- 1.6 La ecuación de ondas: el potencial del vector velocidad
- 1.7 Ondas planas: aproximación lineal
- 1.8 Ondas de frecuencia constante
  - ecuaciones campo para amplitudes espaciales complejas
- 1.9 Velocidad del sonido y densidad ambiente
  - velocidad sonido en gases
  - propiedades acústicas de los líquidos
- 1.10 Velocidad del sonido adiabática frente a isoterma
- 1.11 Energía acústica, intensidad y fuente de potencia
  - corolario de la energía acústica
  - conservación de la energía en fluidos
  - potencia de las fuentes acústicas
- 1.12 Ondas esféricas
  - expansión esférica de la energía acústica
  - solución ecuación ondas simetría esférica
  - velocidad fluido
  - intensidad y energía
- 1.13 Problemas

## TEMA 2: Amplificadores de potencia de audio

- 2.1 Especificaciones de potencia
- 2.2 Efectos de la realimentación
  - En la distorsión
  - En el ruido
  - En la resistencia de salida
- 2.3 Modelo amplificador
  - Función transferencia en lazo abierto y cerrado
  - Producto ganancia-ancho de banda
  - La tasa de  $slew$
  - Respuesta transitoria
  - Sobrecarga
  - Ancho de banda de potencia máxima
  - Filtro paso bajo de entrada
  - Amplificadores diferenciales JFET y con espejo de corriente
- 2.4 Seguimiento de señal
- 2.5 Criterio de estabilidad
  - Teorema de estabilidad de Bode
  - Amplificadores de uno y dos polos
  - Criterio de estabilidad alternativo
- 2.6 Técnicas de compensación de amplificadores realimentados
  - Reducción de la constante de ganancia
  - Compensación por retraso en primer polo
  - Compensación por adelanto de segundo polo



- Compensación por realimentación hacia delante
- 2.7 Topologías de la etapa de salida
  - Etapa en colector común
  - Emisor común
  - Etapa de salida cuasi-complementaria
  - Etapa de salida MOSFET
- 2.8 Problemas

### TEMA 3: Fenómenos psicoacústicos: estudio por audiciones en laboratorio

- 3.1 Análisis frecuencial y bandas críticas:
  - Cancelación de armónicos,
  - Bandas críticas y enmascaramiento,
  - *Loudness*,
- 3.2 Presión sonora, potencia y *loudness*
  - La escala de decibelios
  - Ruido filtrado
  - Respuesta en frecuencia del oído
  - Escala de *loudness* e integración temporal
- 3.3 Enmascaramiento
  - Enmascaramiento hacia delante y hacia atrás
  - Por tonos pulsados
  - Umbral de pulsación
- 3.4 Tono de señales puras
  - Variación tono con duración
  - Influencia ruido enmascarador en el tono
  - Ajuste de octavas
  - Escalas alargadas y comprimidas
  - Diferencia de frecuencias (límen ó JND)
  - Corrientes de tonos
- 3.5 Tono de señales complejas
  - Tono virtual
  - Cambio tono virtual
  - Enmascaramiento espectral y tono virtual
  - Tono virtual con armónicos aleatorios
  - Tono analítico versus sintético
  - Circularidad en el juicio del tono
- 3.6 Timbre
  - Efecto del espectro en el timbre
  - Efecto de la envolvente en el timbre
  - Tono y afinado con componentes estiradas
- 3.7 Batidos, combinación de tonos, distorsión y ecos



#### **d. Métodos docentes**

---

- Clases magistrales participativas.
- Clases de problemas y resolución casos de interés práctico.
- 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 del bloque
- Pruebas escritas al final del cuatrimestre
- Evaluación de la realización de las prácticas de laboratorio a partir examen o de informes/entregables asociados

#### **g. Bibliografía básica**

---

- 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.
- W. Marshall Leach, *Introduction to Electroacoustics and Audio Amplifier Design*, 2ª Ed., Kendall/Hunt Publishing Co., Dubuque, Iowa, 1999.
- Thomas D. Rossing, *The Science of sound*, 2ª Ed. Addison-Wesley, 1990.

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

---

- W. W. Seto, *Acústica*, McGraw-Hill, Méjico, 1973.
- M. Recuero, *Ingeniería Acústica*, Paraninfo, Madrid, 2000.
- R. Boulanger (Editor), *The CSOUND book: Perspectives in software synthesis, sound design, signal processing, and programming*, the MIT Press, 2000.

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

---

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

- Material bibliográfico
- Documentación de apoyo
- Recursos de la página web de la asignatura en servidor web de la ETSIT/UVa, Campus Virtual u otros alternativos



- Material de laboratorio

## Bloque 2: Fundamentos de imagen

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.0

### a. Contextualización y justificación

Este bloque consta de tres temas y comprende los conceptos relativos a la adquisición, representación, modelado, codificación y compresión de imágenes entendidas como señales definidas en un espacio de coordenadas bidimensional y de vídeo como una secuencia de imágenes definida a lo largo del tiempo.

En el cuarto tema se presentan las características fundamentales de la luz y el comportamiento del sistema visual humano de cara a la percepción de imágenes estáticas y en movimiento. Se presentan además los conceptos fundamentales de la teoría del color aplicable a la representación de imágenes y los principales sistemas de adquisición y visualización.

El quinto tema presenta los conceptos relativos al modelado de imágenes, describiendo las principales señales utilizadas para la representación de las mismas junto con los procedimientos y normas fundamentales para la digitalización de imágenes estáticas y de vídeo. Además, se lleva a cabo una introducción a técnicas de tratamiento digital bidimensional aplicables a distintos ámbitos

Por último, el sexto tema presenta los fundamentos de codificación y compresión de sonido, imágenes y vídeo, desarrollando los principios fundamentales de compresión para este tipo de señales y profundizando en los diferentes estándares y normas de compresión existentes.

### 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.
- Identificar y reconocer las especificaciones técnicas de los sensores de adquisición de imagen y vídeo.
- Conocer y manejar los diferentes esquemas y señales para la representación de imágenes y vídeo.
- Conocer las diferentes señales que pueden utilizarse para la generación, representación y transmisión de imágenes estáticas y en movimiento.
- Comprender el proceso de digitalización de imágenes e identificar sus parámetros.
- Identificar y reconocer los formatos básicos de digitalización de señales de vídeo.
- Conocer y manejar las técnicas fundamentales de procesamiento digital de imagen para la compactación de la información.
- Programar mediante ordenador algoritmos de procesamiento de imagen orientados a la compactación de la información.

- Enumerar los tipos de redundancia presentes en las señales de sonido, imagen y vídeo 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 vídeo.
- Describir los estándares más utilizados en la compresión de imagen y vídeo.
- Comprender y manejar las herramientas de procesado más comunes en los procesos de compresión de imágenes estáticas y vídeo.
- Programar mediante ordenador algoritmos básicos de compresión de imagen y vídeo y evaluar la calidad de la compresión.

### c. Contenidos

---

#### TEMA 4: Adquisición de imagen y vídeo

##### 4.1 Características de la luz y magnitudes asociadas

- Luminancia y brillo
- Modelo conceptual en radiometría y fotometría
- Espectro EM
- Ángulo sólido. Intensidad radiante
- Magnitudes radiométricas (independientes del observador)
- Magnitudes radiométricas versus fotométricas
- Eficiencia luminosa espectral fotópica – escotópica: Commission Internationale de l'Eclairage (CIE)
- Magnitudes fotométricas
- Unidades fotométricas S.I. (ISO-UNE): definiciones

##### 4.2 Colorimetría aplicada a la representación de imágenes

- Teoría clásica representación color
- Adaptación y reproducción color
- Valores tri-estímulo color
- Colorímetro
- Leyes adaptación del color: Grassmann -Maxwell
- Sistema color RGB
- Coordenadas de cromaticidad
- Diagrama cromaticidad CIE
- Mezcla de color: aditiva y sustractiva
- Sistemas coordenadas color
- Sistema coordenadas HSV

##### 4.3 Sistema visual humano y su influencia en la percepción de imagen y vídeo

- SVH y su influencia en la percepción imagen y brillo
- SVH: esquema gráfico
- El ojo humano





- Fisiología del ojo
- Retina: conos y bastones
- Respuesta del SVH: retina
- Umbrales diferencia luminancia. Sensibilidad al contraste del SVH
- Umbral diferencial de crominancia
- ¿Qué es el contraste?
- Contraste simultáneo relativo
- Efectos visuales: oclusión parcial bordes
- Respuesta espectral ojo:

#### 4.4 Adquisición de imagen y vídeo

- Bandas de Mach
- Filtrado paso banda espacial: Mexican hat
- Filtrado espacial: Gabor
- Filtros: Laplacian of Gaussian (LoG): detección de bordes. Ejemplos
- Agudeza visual: filtrado espacial
- Respuesta del SVH: efectos visuales
- Ilusiones ópticas de movimiento por variación contraste simultáneo
- Ilusión óptica movimiento Betha Phi
- Modelo global monocromo SVH

### TEMA 5: Modelado de las señales de imagen

#### 5.1 Señales utilizadas para la representación de imágenes

- Señales para representación de imagen
- Señal videofrecuencia  $v(t)$ : exploración progresiva y entrelazada 2:1
- Exploración progresiva vs. entrelazada
- Espectro y parámetros calidad señal videofrecuencia  $v(t)$
- Descomposición  $v(t)$  en serie Fourier 2D
- Espectro videofrecuencia  $V(t)$
- Parámetros de calidad imagen: resolución
- Cálculo ancho banda videofrecuencia
- Señales de luminancia y crominancia: YCrCb
- Luminancia y crominancia
- Multiplexación color tiempo

#### 5.2 Digitalización de imágenes y vídeo

- Digitalización imagen y vídeo: muestreo
- Muestreo
- Muestreo 2D
- Muestreo Bidimensional ortogonal
- Muestreo periódico arbitrario
- Muestreo 2D



- Muestreo señal TV analógica

### 5.3 Introducción al tratamiento digital de imagen

- Transformada Discreta de Fourier (DFT), DFT-bidimensional: definición
- Ejemplos DFT imágenes
- ejemplos DFT-bidimensional
- propiedades DFT
- propiedades DFT-bidimensional
- Problema de la DFT
- Transformada Discreta del Coseno (DCT)
- DFT versus DCT
- Transformadas unitarias (ortogonales)
- Transformada unitaria del coseno: DCT
- Relación DCT-DFT

## TEMA 6: Codificación y compresión de sonido, imagen y vídeo

- 6.1 Fundamentos de codificación de sonido, imagen y vídeo
- 6.2 Principios básicos de compresión información: sonido, imagen
- 6.3 Compresión de sonido: norma mp3
- 6.4 Compresión de imágenes. Normas JPEG y JPEG2000: comparación
- 6.5 Compresión de vídeo: normas MPEG
- 6.6 Estándares de codificación y compresión de información avanzados

### d. Métodos docentes

---

Se empleará:

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en el laboratorio:
  1. Interfaz gráfico de análisis y procesamiento de señales de sonido en MatLab.
  2. Manipulación de imágenes y vídeo con MatLab.
  3. Modelado de imagen y vídeo con MatLab.

### e. Plan de trabajo

---

Véase el Anexo I.

### f. Evaluación

---

La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:

- Prueba escrita al final del bloque
- Prueba escrita al final del cuatrimestre
- Evaluación de la realización de las prácticas de laboratorio a partir de examen o informes/entregables asociados



### **g. Bibliografía básica**

---

- A. K. Jain, Fundamentals of digital image processing. Englewood Cliffs (New Jersey): Prentice-Hall, 1989.
- J. C. Russ, The Image Processing Handbook, 2nd ed. Boca Raton, Florida: IEEE Press, 1995.
- H. Benoit, Digital Television, 3rd ed. Burlington, MA: Focal Press, 2008.
- J. Watkinson, The MPEG Handbook, 2nd ed. Oxford, UK: Elsevier, 2004.
- I. E. Richardson, The H.264 advanced video compression standard., 2nd ed. West Sussex, UK: Wiley, 2010.

### **h. Bibliografía complementaria**

---

- L. Torres, E. Lleida, y J. R. Casas, Sistemas analógicos y digitales de televisión. Barcelona: Universidad Politécnica de Cataluña, 1993.
- D. S. Taubman, M. W. Marcellin (eds.), JPEG 2000: Image compression fundamentals, standards, and practice, Boston, MA: Kluwer Academic Publishers, 2002.
- I. Pitas, Digital Video and Television, 1st ed., 2013
- A. Bovik (ed.), Handbook of image & video processing, 2nd ed. Burlington, MA: Elsevier Academic Press, 2005.  
J. Keith, Video Demystified. A Handbook for the Digital Engineer, 4th ed. Burlington, MA, USA: 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
- 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: Fundamentos de sonido	4.0 ECTS	Semanas 1 a 10 (5 Sep. – 11 Nov.)
Bloque 2: Fundamentos de imagen	2.0 ECTS	Semanas 11 a 15 (14 Nov. – 16 Dic.)

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

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Prueba escrita al final del primer bloque	Hasta un 50%	Ver detalles sobre cálculo de nota final.
Prueba escrita al final del segundo bloque	Hasta un 25%	Ver detalles sobre cálculo de nota final.
Informes/entregables asociados a las prácticas de laboratorio	25%	Prácticas asociadas a bloque 1: 15% Prácticas asociadas a bloque 2: 10%
Prueba escrita al final del cuatrimestre	Hasta un 75% en función de los resultados obtenidos en las pruebas parciales	Ver detalles sobre cálculo de nota final.

La convocatoria extraordinaria de julio se evaluará sobre la realización de una prueba final escrita similar a la realizada al término del cuatrimestre. El peso de esta prueba en la nota final será de hasta un 75% en función de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas al final de los bloques 1 y 2 durante el cuatrimestre (ver detalles sobre cálculo de la nota final). El 25% restante se evaluará sobre las prácticas de laboratorio realizadas durante el cuatrimestre.

En caso de acceder a la convocatoria extraordinaria fin de carrera, la evaluación de la parte de teoría y problemas se realizará mediante una prueba escrita similar a la realizada al término del cuatrimestre. El peso de esta prueba en la nota final será de un 75%. El 25% restante se evaluará mediante una prueba en el laboratorio sobre el contenido de las prácticas de la asignatura.

**Detalles sobre cálculo de la nota final**

- Nota procedente de laboratorio (NL, máximo, 2,5 puntos)
  - Nota prácticas asociadas a bloque 1: NPr1 (máximo 1.5 puntos)
  - Nota prácticas asociadas a bloque 2: NPr2 (máximo 1.0 puntos)
  - $NL = NPr1 + NPr2$
- Nota procedente de pruebas escritas al final de primer y segundo bloque y al final del cuatrimestre (NPE, máximo, 7.5 puntos)
  - Prueba escrita al final de primer bloque: NparcB1 (máximo 5 puntos)
  - Prueba escrita al final de segundo bloque: NparcB2 (máximo 2.5 puntos)



- Prueba escrita al final de cuatrimestre
    - Nota 1ª parte (bloque 1): NfinalB1 (máximo 5 puntos)
    - Nota 2ª parte (bloque 2): NfinalB2 (máximo 2.5 puntos)
  - $NPE = \text{máximo}(N_{\text{parcB1}}, N_{\text{finalB1}}) + \text{máximo}(N_{\text{parcB2}}, N_{\text{finalB2}})$
- Nota Final:  $NF = NL + NPE$
- Aclaraciones adicionales
  - NfinalB1 y NfinalB2 hacen referencia a las notas de cada una de las partes de la prueba correspondiente a la convocatoria en la cual se calcula la nota (convocatoria de enero o extraordinaria de julio).
  - Las entregas de prácticas fuera de plazo no se tendrán en consideración.
  - Si un/a alumno/a no se presenta en la prueba escrita al final de cuatrimestre en primera convocatoria, se dará por no presentado en dicha convocatoria, excepción hecha de los alumnos que aprueben la asignatura por parciales, en cuyo caso les será consignada la nota obtenida mediante tales parciales.
  - Los alumnos que no superen la asignatura en primera convocatoria deberán presentarse a la prueba escrita correspondiente a la convocatoria extraordinaria, conservando la NL que tenían en la ordinaria, así como NparcB1, y NparcB2.

## 8. Consideraciones finales

- El cronograma descrito en esta guía están pendientes de confirmación.
- El Anexo I (plan de trabajo) mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, incluyendo fechas de los exámenes de evaluación continua y de las prácticas, se entregará al comienzo de la asignatura.