



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas  
de Telecomunicación

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

595023131 - Ingeniería de audio II

### PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2017-18 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

|   |   |
|---|---|
| 1. Datos descriptivos .....                       | 1 |
| 2. Profesorado .....                              | 1 |
| 3. Requisitos previos obligatorios .....          | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje ..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario .....   | 4 |
| 6. Cronograma .....                               | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación .....    | 8 |
| 8. Recursos didácticos .....                      | 9 |

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1 Datos de la asignatura

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| <b>Nombre de la Asignatura</b>     | 595023131 - Ingeniería de audio II                                    |
| <b>Nº de Créditos</b>              | 6 ECTS  |
| <b>Carácter</b>                    | 595023131   |
| <b>Curso</b>                       | Tercero curso   |
| <b>Semestre</b>                    | Sexto semestre  |
| <b>Período de impartición</b>      | Febrero-Junio   |
| <b>Idioma de impartición</b>       | Castellano  |
| <b>Titulación</b>                  | 59SC - Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación            |
| <b>Centro en el que se imparte</b> | Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación |
| <b>Curso Académico</b>             | 2017-18   |

## 2. Profesorado

---

### 2.1 Profesorado implicado en la docencia

| <b>Nombre</b>                               | <b>Despacho</b> | <b>Correo electrónico</b>   | <b>Horario de tutorías*</b> |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Jorge Grundman Isla                         | 8204            | jorge.grundman@upm.es       | X - 11:30 - 12:30           |
| Lino Pedro Garcia Morales                   | 8208            | lino.garcia@upm.es          | X - 11:30 - 12:30           |
| Fco. Javier Tabernero Gil                   | 8202            | franciscoj.tabernero@upm.es | X - 11:30 - 12:30           |
| Antonio Minguez Olivares<br>(Coordinador/a) | 8202            | antonio.minguez@upm.es      | X - 11:30 - 12:30           |

\* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

## 3. Requisitos previos obligatorios

---

### 3.1 Asignaturas previas requeridas para cursar la asignatura

- Fundamentos de sonido e imagen
- Ingeniería de audio I

### 3.2 Otros requisitos previos para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación no tiene definidos requisitos para esta asignatura.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1 Competencias que adquiere el estudiante al cursar la asignatura

CE SO01 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

CE SO02 - Capacidad de analizar, especificar, realizar y mantener sistemas, equipos, cabeceras e instalaciones de televisión, audio y vídeo, tanto en entornos fijos como móviles.

CE SO03 - Capacidad para realizar proyectos de locales e instalaciones destinados a la producción y grabación de señales de audio y vídeo.

CE SO05 - 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.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

## 4.2 Resultados del aprendizaje al cursar la asignatura

RA343 - Capacidad para comprender y analizar las características de los diferentes equipos y procesadores utilizados en ingeniería de audio

RA398 - Analizar las características y diseñar la interconexión entre equipos de audio.

RA396 - Comprender y analizar las características de las diferentes consolas de mezcla empleadas en instalaciones de audio.

RA170 - Comprensión y manejo de las señales de audio y video (digitalización, formatos y sistemas de codificación)

RA395 - Comprender y analizar las características de los diferentes equipos utilizados en ingeniería de audio para una utilización concreta.

RA399 - Comprender y analizar las características de los diferentes entornos en instalaciones de audio.

RA401 - Comprender las técnicas que se emplean en el almacenamiento de la señal de audio y los sistemas ópticos más importantes.

RA400 - Conocer y entender en detalle las técnicas de codificación de audio que reducen el régimen binario.

RA344 - Capacidad para comprender y analizar las características de las diferentes consolas de mezcla empleadas en instalaciones de audio

RA397 - Conocer los aspectos específicos en la digitalización de la señal de audio.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1 Descripción de la asignatura

Audio digital: Digitalización, interconexión, grabación y codificación.

Estaciones de trabajo de audio digital.

### 5.2 Temario de la asignatura

#### 1. Digitalización de la señal de audio

- 1.1. Introducción
- 1.2. Aspectos generales de la digitalización.
  - 1.2.1. Ventajas
  - 1.2.2. Diagrama de bloques A/D y D/A
- 1.3. Muestreo. Teorema de Nyquist. Aliasing.
- 1.4. Cuantificación.
  - 1.4.1. Ruido de cuantificación.
  - 1.4.2. Relación S/N.
  - 1.4.3. Problemática del ruido de cuantificación.

#### 1.5. Dither.

#### 1.6. Noise-shaping.

#### 1.7. Análisis de la longitud binaria de los datos

#### 1.8. Conclusiones.

#### 2. Interconexión

- 2.1. Introducción
- 2.2. Interface estéreo AES/EBU
- 2.3. Interface multicanal MADI.
- 2.4. Otros interfaces
- 2.5. Sincronización del audio digital en el estudio

3. Estaciones de trabajo con audio digital (DAW)
  - 3.1. MIDI. Norma. Dispositivos e interconexión.
  - 3.2. Concepto de DAW. Interfaces. Diseño e interconexión.
  - 3.3. Tecnología modular de procesado.
  - 3.4. Sistemas nativos y propietarios.
  - 3.5. Medida de la señal de audio
  - 3.6. Intercambio de información entre sistemas DAW
4. Almacenamiento digital de la señal de audio
  - 4.1. Introducción. Diagrama de bloques de un sistema de almacenamiento genérico.
  - 4.2. Técnicas de protección frente a errores.
  - 4.3. Codificación de canal
    - 4.3.1. Códigos de bits
    - 4.3.2. Códigos de grupo
5. Soportes ópticos de almacenamiento de audio
  - 5.1. CD-DA. Trama de datos. Autoría. Formatos de entrega a fábrica.
  - 5.2. Super Audio CD. Codificación DSD. Nuevas tecnologías. Tipos de SACD. Autoría.
  - 5.3. Blue-ray Disc. Autoría.
  - 5.4. Dolby True-HD. DTS-HD Master Audio
6. Codificación de audio. Técnicas de reducción de régimen binario
  - 6.1. Introducción
  - 6.2. Fundamentos psicoacústicos
  - 6.3. Técnicas de codificación
    - 6.3.1. Codificación por forma de onda: DPCM, ADPCM
    - 6.3.2. Codificación perceptual: Sub-bandas, Transformada, Híbrida
  - 6.4. Estándares de codificación MPEG
    - 6.4.1. Codificación estéreo MPEG-1
    - 6.4.2. Codificación multicanal MPEG-2

## 6. Cronograma

### 6.1 Cronograma de la asignatura\*

| Semana | Actividad Presencial en Aula   | Actividad Presencial en Laboratorio  | Otra Actividad Presencial | Actividades de Evaluación  |
|--------|--|--|---------------------------|--|
| 1      | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |                           |  |
| 2      | <b>Tema 1</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |                           |  |
| 3      | <b>Tema 1</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 2</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral |  |                           |  |
| 4      | <b>Tema 2</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 1. Digitalización de la señal de audio.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio    |                           |  |
| 5      | <b>Tema 3</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 6      | <b>Tema 3</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 7      | <b>Tema 3</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 4</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           |  |
| 8      | <b>Tema 4</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |                           | <b>Examen Parcial Liberatorio Temas 1, 2 y 3.</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Duración: 01:00 |



|    |  |  |  |   |
|----|--|--|--|---|
| 9  | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |   |
| 10 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 3. Diseño e instalación de un sistema DAW.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |   |
| 11 | <b>Tema 5</b><br>Duración: 02:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral<br><br><b>Tema 6</b><br>Duración: 01:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral | <b>Práctica 3. Diseño e instalación de un sistema DAW.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio |  |   |
| 12 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 4. Grabación y Mezcla en DAW.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio              |  |   |
| 13 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   | <b>Práctica 4. Grabación y Mezcla en DAW.</b><br>Duración: 02:00<br>PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio              |  |   |
| 14 | <b>Tema 6</b><br>Duración: 03:00<br>LM: Actividad del tipo Lección Magistral   |  |  | <b>Control</b><br>EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas<br>Evaluación continua<br>Duración: 02:00  |
| 15 |  |  |  |   |
| 16 |  |  |  |   |
| 17 |  |  |  | <b>Exame Final Teoría</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación continua<br>Duración: 03:00<br><br><b>Exame Final Teoría</b><br>EX: Técnica del tipo Examen Escrito<br>Evaluación sólo prueba final<br>Duración: 03:00 |

\* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

## 7. Actividades y criterios de evaluación

### 7.1 Actividades de evaluación de la asignatura

#### 7.1.1 Evaluación continua

| Sem. | Descripción                                | Modalidad                                | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                     |
|------|--|--|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 8    | Examen Parcial Liberatorio Temas 1, 2 y 3. | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 01:00    | 35%             | 5 / 10      | CE SO03<br>CG 04<br>CE SO01<br>CE SO02<br>CE SO05<br>CG 02 |
| 14   | Control                                    | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | Presencial | 02:00    | 15%             | 5 / 10      | CE SO03<br>CG 04<br>CE SO01<br>CE SO02<br>CE SO05<br>CG 02 |
| 17   | Exame Final Teoría                         | EX: Técnica del tipo Examen Escrito      | Presencial | 03:00    | 50%             | 5 / 10      | CE SO03<br>CG 04<br>CE SO01<br>CE SO02<br>CE SO05<br>CG 02 |

#### 7.1.2 Evaluación sólo prueba final

| Sem. | Descripción        | Modalidad                           | Tipo       | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas                                     |
|------|--------------------|-------------------------------------|------------|----------|-----------------|-------------|--|
| 17   | Exame Final Teoría | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 03:00    | 100%            | 5 / 10      | CE SO03<br>CG 04<br>CE SO01<br>CE SO02<br>CE SO05<br>CG 02 |

#### 7.1.3 Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

## 7.2 Criterios de Evaluación

Para aprobar la asignatura es necesario aprobar de forma independiente la teoría y el laboratorio.

La nota del laboratorio ponderará el 30% de la nota final, y será la suma de un control práctico en el propio laboratorio (50%) y de la media de una serie de pruebas de test (50%) realizadas al inicio de cada práctica de laboratorio. La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria.

Habrà un examen parcial liberatorio de teoría (temas 1, 2 y 3) y un examen final (resto de temas no liberados), en el que se incluirá además una prueba escrita para aquellos alumnos que hayan suspendido el laboratorio.

Para poder realizar el examen parcial y mantener su carácter liberatorio el alumno deberá asistir regularmente a clase (máximo tres faltas de asistencia a clase a lo largo del curso).

La nota mínima para aprobar cada uno de los exámenes es de 5 puntos.

No se publicarán las soluciones de los exámenes basados en preguntas de teoría tipo test.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1 Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre   | Tipo         | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Pohlmann, Ken C. Principios de audio digital. McGraw Hill, 2002. | Bibliografía |               |
| Watkinson, J. The Art of Digital Audio. Focal Press, 2001.       | Bibliografía |               |
| Bogh Brixen, Eddy. Audio Metering. Focal Press, 2011.            | Bibliografía |               |
| Apuntes propios de todos los temas.                              | Bibliografía |               |
| Diapositivas de clase.   | Bibliografía |               |
| Consultar en Plataforma Moodle bibliografía adicional.           | Recursos web |               |

|  |              |  |
|--|--------------|--|
| Manuales del equipamiento específico de laboratorio. | Otros        |  |
| Laboratorio de Ingeniería de Audio.                  | Equipamiento |  |
| Estudio de grabación                                 | Equipamiento |  |
| Controles de grabación y mezcla                      | Equipamiento |  |