



UNIVERSIDAD  
POLITÉCNICA  
DE MADRID

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

**595320131 - Ingeniería de Audio II**

### PLAN DE ESTUDIOS

59ET - Doble Grado En Ing.Electrónica De Comunicaciones Y En Ing.Telemática

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	3
5. Cronograma.....	6
6. Actividades y criterios de evaluación.....	9
7. Recursos didácticos.....	13

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	595320131 - Ingeniería de Audio II
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Quinto curso
<b>Semestre</b>	Décimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59ET - Doble Grado En Ing.electronica De Comunicaciones Y En Ing.telematica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2019-20

## 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	Sin horario. Consultar horario en Moodle.
Antonio Minguez Olivares (Coordinador/a)	8202	antonio.minguez@upm.es	Sin horario. Consultar horario en Moodle.

Lino Pedro Garcia Morales	8208	lino.garcia@upm.es	Sin horario. Consultar horario en Moodle.
---------------------------	------	--------------------	---

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

### 3. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 3.1. Competencias

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.

#### 3.2. Resultados del aprendizaje

RA695 - Conocer los aspectos específicos en la digitalización de la señal de audio.

RA692 - Analizar las características y diseñar la interconexión entre equipos de audio.

RA694 - Conocer y entender en detalle las técnicas de codificación de audio que reducen el régimen binario.

RA693 - Comprender las técnicas que se emplean en el almacenamiento de la señal de audio y los sistemas ópticos más importantes.

## 4. Descripción de la asignatura y temario

---

### 4.1. Descripción de la asignatura

Audio digital: mejoras en la digitalización de la señal de audio, interconexión de sistemas de audio, fundamentos de la grabación de audio incluyendo formatos específicos y codificación perceptual de audio.

Prácticas de laboratorio basadas en estaciones de trabajo de audio digital (DAW) encaminadas a la realización de una grabación musical en estudio.

### 4.2. Temario de la asignatura

#### 1. Mejoras en la 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 USB, Firewire y Thunderbolt.
  - 3.3. Diseño e interconexión.
  - 3.4. Audio sobre Ethernet
  - 3.5. Tecnología modular de procesado. Sistemas nativos y propietarios.
  - 3.6. Medida de la señal de audio. EBU R-128.
  - 3.7. Intercambio de información entre sistemas DAW
4. Codificación para el 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. Almacenamiento e intercambio de archivos de audio
  - 5.1. CD-DA. Trama de datos.
  - 5.2. Autoría. Formatos de entrega a fábrica.
  - 5.3. Formato de archivos de audio.
  - 5.4. Audio de alta resolución (HRA).
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

### 6.4.3. Codificación multicanal MPEG-4

## 5. Cronograma

### 5.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30
2	<b>Tema 1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30
3	<b>Tema 1</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30



4	<p><b>Tema 2</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 1. Digitalización de la señal de audio.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30</p>
5	<p><b>Tema 3</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10</p>
6	<p><b>Tema 3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10</p> <p><b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30</p>
7	<p><b>Tema 3</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p><b>Tema 4</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>	<p>Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p><b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10</p> <p><b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00</p> <p><b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30</p>
8	<p><b>Tema 4</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10</p> <p><b>Examen Parcial Liberatorio Temas 1, 2 y 3.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00</p>
9	<p><b>Tema 5</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p><b>Práctica 2. Estaciones de trabajo de audio digital.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p><b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10</p>

10	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3. Diseño e instalación de un sistema DAW.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Test Laboratorio</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 00:10
11	<b>Tema 5</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 6</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 3. Diseño e instalación de un sistema DAW.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4. Grabación y Mezcla en DAW.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30
13	<b>Tema 6</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Práctica 4. Grabación y Mezcla en DAW.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	<b>Resolución de ejercicios.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Resolución de ejercicios</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30
14	<b>Tema 6</b> Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Control</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Duración: 02:00
15				
16				
17				<b>Exame Final Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 03:00  <b>Exame Final Teoría</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

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

## 6. Actividades y criterios de evaluación

### 6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

#### 6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
2	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
2	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO02 CE SO03 CE SO05 CE SO01
3	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
3	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
4	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
5	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.3%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
6	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.3%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05

6	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
7	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.3%	5 / 10	CE SO05 CE SO01 CE SO02 CE SO03
7	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
8	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.3%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
8	Examen Parcial Laboratorio Temas 1, 2 y 3.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	31.5%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
9	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.4%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
10	Test Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	00:10	3.4%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
12	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
13	Resolución de ejercicios.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	.7%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
14	Control	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	10%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
17	Exame Final Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	31.5%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05

### 6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
2	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
2	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
3	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
3	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
4	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
6	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
7	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
12	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
13	Resolución de ejercicios	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:30	1%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05
17	Exame Final Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	90%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05

### 6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen Final Teoría	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	5 / 10	CE SO03 CE SO05 CE SO01 CE SO02
Examen Final Laboratorio	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	5 / 10	CE SO01 CE SO02 CE SO03 CE SO05

## 6.2. 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 (33 %) y la media de una serie de pruebas de test (67%) 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 (temas no liberados), en el que se incluirá además una prueba escrita para aquellos alumnos que no hayan superado el laboratorio.

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

Para aprobar la teoría de la asignatura es necesario realizar una serie de ejercicios/problemas que ponderarán el 10% de la nota final.

La nota mínima para aprobar cada uno de los exámenes (parcial y final) es de 5 puntos.

Las condiciones anteriores se mantienen sólo para las convocatorias ordinaria y extraordinaria de la asignatura en el curso académico, a excepción del laboratorio que mantendrá su condición de liberado, si ha lugar, para cursos posteriores.

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

teóricas simples.

## 7. Recursos didácticos

---

### 7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Consultar en Plataforma Moodle bibliografía.	Recursos web	
Diapositivas de clase.	Bibliografía	
Manuales del equipamiento específico de laboratorio.	Otros	
Laboratorio de Ingeniería de Audio.	Equipamiento	
Estudio de grabación	Equipamiento	
Controles de grabación y mezcla	Equipamiento	