



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

593000356 - Sistemas de Refuerzo Sonoro

### PLAN DE ESTUDIOS

59AE - Master Universitario En Ingeniería Acustica

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Segundo semestre

## Índice

---

### Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	5
7. Actividades y criterios de evaluación.....	7
8. Recursos didácticos.....	9
9. Otra información.....	10

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	593000356 - Sistemas de Refuerzo Sonoro
<b>No de créditos</b>	3 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Primer curso
<b>Semestre</b>	Segundo semestre
<b>Período de impartición</b>	Febrero-Junio
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	59AE - Master Universitario En Ingeniería Acustica
<b>Centro responsable de la titulación</b>	59 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicación
<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> *
Jose Luis Sanchez Bote (Coordinador/a)	D8209	joseluis.sanchez.bote@upm. es	Sin horario.

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

## 3. Conocimientos previos recomendados

---

### 3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Ingeniería Acústica

### 3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos previos equivalentes a los contenidos de las siguientes asignaturas de Complementos Formativos: Acústica, Electroacústica y Acústica Arquitectónica.

## 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

### 4.1. Competencias

CE02 - Comprensión y dominio de la legislación y normativa nacional e internacional y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería acústica.

CE04 - Capacidad de visión espacial y conocimiento de técnica de representación gráfica así como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador

CE05 - Capacidad para comprender y utilizar los principios de acústica aplicada para el diseño industrial, ambiental y/o arquitectónico de equipos, instalaciones y/o recintos y su aplicación para la resolución de los problemas propios de la ingeniería acústica.

CG04 - Concebir, diseñar y analizar situaciones complejas tanto a nivel profesional, como de investigación, en esta rama de la ingeniería.

CG05 - Preparar al alumno para la toma de decisiones y la emisión de juicios ante el estudio de casos reales presentados por el profesorado en la forma práctica, científica y profesional.

CG06 - Comunicar correcta y adecuadamente las conclusiones obtenidas mediante la exposición del análisis de casos prácticos

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA93 - Conocer los métodos de cálculo de los niveles acústicos en un sala producidos por el refuerzo electroacústico

RA100 - Saber proyectar y evaluar una instalación de refuerzo sonoro.

RA106 - Saber evaluar los resultados de una simulación electroacústica

RA98 - : Saber elegir y configurar sistemas mono y multiamplicados para altavoces

RA97 - Saber analizar y diseñar sistemas de amplificación en baja y alta impedancia

RA105 - Conocer y comprender el campo sonoro existente en un espacio

RA99 - Saber utilizar herramientas profesionales de simulación electroacústica de salas

RA94 - Conocer los aspectos básicos de la respuesta temporal en una sala con refuerzo electroacústico y su control.

RA95 - Conocer los parámetros de diseño electroacústicos basados en niveles máximos y mínimos.

RA96 - Conocer las configuraciones básicas de altavoces para un sistema de refuerzo sonoro

RA107 - Conocer y comprender los índices de valoración acústica de espacios

RA108 - Conocer las causas y el control del fenómeno de la realimentación acústica

RA109 - Saber diseñar un sistema de centralizado y distribuido de altavoces

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura tiene como objetivo que el alumno sepa abordar proyectos de refuerzo sonoro de recintos mediante sistemas electroacústicos, fundamentalmente usando herramientas profesionales de simulación informática. Aunque se realizará una exposición concentrada de los contenidos en forma de lección magistral, el enfoque de la asignatura es eminentemente práctico ya que los alumnos desarrollarán por su cuenta una serie de ejercicios y un proyecto, utilizando herramientas informáticas de modelado y simulación acústica.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Niveles acústicos emitidos por los altavoces
2. Respuesta temporal, retardos y auralización
3. Criterios de inteligibilidad
4. Configuraciones de altavoces
5. Ganancia acústica y realimentación
6. Amplificación
7. Reparto de potencia eléctrica y filtros de cruce
8. Práctica: Refuerzo sonoro de una sala

## 6. Cronograma

### 6.1. Cronograma de la asignatura \*

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	<b>1. Niveles acústicos emitidos por los altavoces.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 1.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
2	<b>1. Niveles acústicos emitidos por los altavoces.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 2.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
3	<b>2. Respuesta temporal y retardos.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 3.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
4	<b>3. Criterios de inteligibilidad.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 4.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
5	<b>4. Configuraciones de altavoces.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 5.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		<b>Resolución de ejercicios individualmente. Entrega 1</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
6	<b>5. Ganancia acústica y realimentación.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 6.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
7	<b>6. Amplificación.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 7.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
8	<b>7. Reparto de potencia eléctrica y filtros de cruce.</b> Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Ejercicio 8.</b> Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		
9		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Resolución de ejercicios individualmente. Entrega 2</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
10		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

12		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		<b>Práctica: Refuerzo sonoro de una sala.</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				<b>Examen teoría.</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00
16				
17				<b>Proyecto: Refuerzo sonoro de una sala.</b> <b>Entrega 3.</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00  <b>Examen teoría (sólo prueba final)</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00  <b>Entrega final (sólo prueba final)</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:00

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.

## 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
5	Resolución de ejercicios individualmente. Entrega 1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	6%	5 / 10	CG04 CG06
9	Resolución de ejercicios individualmente. Entrega 2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	6%	5 / 10	CG04 CG06
15	Examen teoría.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CE02
17	Proyecto: Refuerzo sonoro de una sala. Entrega 3.	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	48%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CG06 CE02 CE04

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen teoría (sólo prueba final)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CE02
17	Entrega final (sólo prueba final)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CG06 CE02 CE04

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de teoría (convocatoria extraordinaria)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CE02
Entrega final (convocatoria extraordinaria)	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	60%	5 / 10	CG04 CG05 CE05 CG06 CE02 CE04

## 7.2. Criterios de evaluación

### EVALUACIÓN CONTINUA Y FINAL.

La asignatura podrá evaluarse de forma continua o mediante pruebas finales.

Los alumnos que opten por la evaluación final deberán comunicarlo por escrito al profesor responsable de la asignatura dentro de las tres primeras semanas de impartición de la misma. En el caso de evaluación final, el alumno será responsable de gestionar el acceso al material necesario para realizar la parte práctica de la asignatura.

### PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN.

El alumno deberá entregar los ejercicios y las memorias/proyectos de las prácticas en las fechas especificadas (entregas 1 a 3). Estas entregas son obligatorias y serán evaluadas. El alumno puede entregarlas al final si opta por la prueba final. Habrá un examen de la asignatura correspondientes a la parte teórica. Este examen se convocará también para la evaluación por prueba final. Se deberá obtener una calificación de 5 o más puntos en el global para superar la asignatura. Con una calificación global suficiente, será criterio del profesorado imponer la repetición total o parcial de alguna de las partes no superadas, entregas o exámenes.

### MATERIAL EN LOS EXÁMENES PRESENCIALES.

Se informará a los alumnos con tiempo suficiente del material permitido para realizar las pruebas presenciales. No

obstante, queda prohibida la presencia fehaciente y/o utilización de dispositivos electrónicos o de cualquier otro tipo que permitan la realización fraudulenta de la prueba, determinándose en estas situaciones las mismas medidas disciplinarias que en los casos de copia o plagio.

## INFORMACIÓN SOBRE ACTUACIONES EN CASO DE COPIA O PLAGIO.

Ante la comprobación fehaciente de copia en una prueba de evaluación, ésta se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados. Si la comprobación se produce durante el desarrollo de la prueba, ésta se podrá interrumpir inmediatamente para el estudiante o estudiantes implicados. El Tribunal de la asignatura o el Director del Departamento podrán elevar al Rector los hechos para que puedan tomarse, en su caso, las medidas disciplinarias correspondientes. (A.12)

Los derechos y deberes de los estudiantes universitarios están desarrollados en el Estatuto del Estudiante Universitario (RD 1791/2010 de 30 de diciembre) y en el artículo 13 del referido estatuto en el punto d) especifica que es deber del estudiante universitario «abstenerse de la utilización o cooperación en procedimientos fraudulentos en las pruebas de evaluación, en los trabajos que se realicen o en documentos oficiales de la Universidad»

## 8. Recursos didácticos

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Programas de uso profesional para simulación acústica y electroacústica	Equipamiento	Programas de uso profesional para simulación acústica y electroacústica (EASE)
Ordenadores con acceso a internet	Equipamiento	Ordenadores con acceso a internet.
Información en internet	Recursos web	Información Web de fabricantes de sistemas electroacústicos profesionales
Soporte por internet	Recursos web	Manuales y ayuda proporcionada vía internet sobre las herramientas de simulación acústica y electroacústica.
Bibliografía básica 1.	Bibliografía	Sánchez Bote, J.L., Sistemas refuerzo sonoro, E.T.S.I.S.T. Madrid, 2013.

Bibliografía básica 2.	Bibliografía	Diapositivas y apuntes proporcionados por los profesores.
------------------------	--------------	---

## 9. Otra información

---

### 9.1. Otra información sobre la asignatura

#### Bibliografía de consulta.

Anhert, W. y Steffen, F., Sound reinforcement engineering, E & FN Spon, Londres, 1999

Ballou, Glen (Ed.), Handbook for sound engineers: the new audio cyclopedia, 4th. ed., Focal Press, 2008

Begault, Durand R., 3-D Sound for virtual reality and multimedia, AP Professional, Boston, 1994

Blauert, Jens, Spatial hearing: the psychophysics of human sound localization, MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 1997

Borwick, J., Loudspeaker and Headphone Handbook, Butterworth and Co., 1988

Borwick, J., Microphones: technology and technique, Focal Press, London, 1990

Capel, Vivian, Acoustic feedback: how to avoid it, Bernard Babani, London, 1991

Capel, Vivian, Public address systems, Focal Press. Oxford, 1996

Colloms, M., High Performance loudspeakers, Pentech Press, Londres, 1996

Davis, Don y Davis, Carolyn, Sound system engineering, Howard W. Sams, Indianapolis, 1997

Davis, Gary y Jones, Ralph, The sound reinforcement handbook, Hal Leonard Milwaukee, 1990

Dickason, V., Loudspeaker recipes: four two-way systems. (Loudspeaker recipes 1), Audio Amateur Peterborough, New Hampshire, 1994

Dickason, V., The loudspeaker design cookbook, Audio Amateur Peterboroug, New Hampshire, 1997

Dickreiter, M., Tonmeister technology: recording environment, sound sources and microphone techniques, Temmer Enterprises, Nueva York, 1989

Eargle, J., Electroacoustical reference data, Van Nostrand Reinhold. N.Y. 1994

Eargle, J., Loudspeaker handbook, Chapman & Hall, New York, 1996

Eargle, J., The Microphone Handbook, Elar Publishing, New York, 1982

Eargle, John and Foreman, Chris, JBL Audio engineering for sound reinforcement, Hal Leonard Corporation, Milwaukee, 2002

Eargle, John, Handbook of sound system design. Elar Commack, Nueva York, 1989

Eargle, John, Sound system design reference manual, en <http://www.jblpro.com/>

EASE focus, en <http://focus.afmg.eu/EASE>, en <http://ease.afmg.eu/>

Gayford, M. L. (ed.), Microphone engineering handbook, Focal Press Oxford, 1994

Gil, C., Introducción a las salas para la palabra, E.U.I.T.T. Madrid, 2003

Grundman, J., Estudio del campo sonoro por ordenador, E.U.I.T.T Holman, Tomlinson, 5.1 surround sound: up and running, Focal Press, Boston 2000

Holman, Tomlinson, Sound for film and television, Focal Press, Boston 1997

Jones, Ralph and Murray P.E., Rachel (Ed.), Speech intelligibility papers, en <http://www.meyersound.com>  
McCarthy, Bob, Meyer sound design reference for sound reinforcement, Meyer sound, 1997

McCarthy, Bob, Sound systems: design and optimization, 2nd. ed., Focal Press, 2010

UNE-EN 60218-16, Equipos para sistemas electroacústicos, Parte 16: Evaluación objetiva de la inteligibilidad del habla mediante el índice de transmisión del habla, Marzo, 2004

UNE-EN ISO 9921, Ergonomía. Evaluación de la comunicación verbal, Mayo, 2004

