



POLITÉCNICA

CAMPUS  
DE EXCELENCIA  
INTERNACIONAL

PROCESO DE  
COORDINACIÓN DE LAS  
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de  
Telecomunicacion

# ANX-PR/CL/001-01

## GUÍA DE APRENDIZAJE

### ASIGNATURA

95000070 - Tratamiento digital de voz y audio

### PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

### CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer 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.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	12

## 1. Datos descriptivos

---

### 1.1. Datos de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura</b>	95000070 - Tratamiento digital de voz y audio
<b>No de créditos</b>	6 ECTS
<b>Carácter</b>	Optativa
<b>Curso</b>	Cuarto curso
<b>Semestre</b>	Séptimo semestre
<b>Período de impartición</b>	Septiembre-Enero
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano
<b>Titulación</b>	09TT - Grado en ingeniería de tecnologías y servicios de telecomunicacion
<b>Centro en el que se imparte</b>	09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion
<b>Curso académico</b>	2018-19

## 2. Profesorado

---

### 2.1. Profesorado implicado en la docencia

<b>Nombre</b>	<b>Despacho</b>	<b>Correo electrónico</b>	<b>Horario de tutorías *</b>
Luis Alfonso Hernandez Gomez (Coordinador/a)	C-330	luisalfonso.hernandez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Eduardo Lopez Gonzalo	C-330	eduardo.lopez@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico

Jose Luis Blanco Murillo	C-303	jl.blanco@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
--------------------------	-------	------------------	--

\* 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

- Señales y sistemas
- Señales aleatorias
- Tratamiento digital de señales

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

- Experiencia previa en MATLAB

### 4. Competencias y resultados de aprendizaje

---

#### 4.1. Competencias

CE-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, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

CE-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

CG1 - Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos en un área de estudio que parte de la base de la educación secundaria general, y se suele encontrar a un nivel que, si bien se apoya en libros de texto avanzados, incluye también algunos aspectos que implican conocimientos procedentes de la vanguardia de su campo de estudio

CG10 - Creatividad

CG12 - Organización y planificación

CG2 - Que los estudiantes sepan aplicar sus conocimientos a su trabajo o vocación de una forma profesional y posean las competencias que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas dentro de su área de estudio

CG3 - Que los estudiantes tengan la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes (normalmente dentro de su área de estudio) para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG5 - Que los estudiantes hayan desarrollado aquellas habilidades de aprendizaje necesarias para emprender estudios posteriores con un alto grado de autonomía

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

CG9 - Uso de Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones

## 4.2. Resultados del aprendizaje

RA82 - 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.

RA523 - Capacidad para aplicar diferentes técnicas de tratamiento digital de señales de voz y audio en servicios y aplicaciones de telecomunicaciones: codificación, síntesis, reconocimiento y sistemas interactivos

RA78 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios y aplicaciones de captación, tratamiento analógico y digital, codificación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, reproducción, gestión y presentación de servicios audiovisuales e información multimedia.

## 5. Descripción de la asignatura y temario

---

### 5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura ofrece una perspectiva global de las diferentes técnicas del tratamiento digital de señales de voz y audio y su utilización en servicios y aplicaciones de telecomunicaciones: codificación, síntesis, reconocimiento y sistemas interactivos.

La asignatura propone una metodología de trabajo esencialmente práctica que parte del estudio de las características básicas de las señales de voz y audio, asociadas a sus mecanismos de producción y percepción. Se estudian las principales técnicas de análisis en tiempo y en frecuencia de señales de voz y audio, y se plantea su aplicación a sistemas de codificación, síntesis y reconocimiento. Las técnicas de codificación de voz y audio se analizan en el contexto de los diferentes servicios y aplicaciones de telecomunicaciones fijos, móviles e Internet, y se presentan las técnicas objetivas de medida de calidad de voz y audio. También se proporciona una visión global de las tecnologías y ámbitos de aplicación de sistemas de reconocimiento y síntesis de voz y audio, así como el diseño de sistemas interactivos y su evaluación desde perspectivas de la experiencia de uso y accesibilidad.

### 5.2. Temario de la asignatura

1. Caracterización, Síntesis y Percepción de señales de voz y audio
  - 1.1. Introducción al tratamiento de voz y audio y sus aplicaciones
  - 1.2. Caracterización de señales de voz y audio
    - 1.2.1. Producción de voz y audio
    - 1.2.2. Caracterización mediante representaciones tiempo-frecuencia
  - 1.3. Modelos básicos de síntesis de voz y audio
  - 1.4. Revisión del mecanismo de percepción de sonidos
    - 1.4.1. Sistema auditivo periférico
    - 1.4.2. Enmascaramiento tiempo y frecuencia
    - 1.4.3. Modelos psicoacústicos
2. Técnicas de tratamiento de señales de voz y audio
  - 2.1. Análisis localizado en tiempo
    - 2.1.1. Energía localizada, tasa de cruces por cero y detección de actividad vocal

- 2.2. Análisis localizado en frecuencia y bancos de filtros
- 2.3. Autocorrelación, Predicción Lineal
- 2.4. Análisis armónico, pitch
- 3. Codificación de Voz y Audio
  - 3.1. Esquemas de codificación de voz: ITU, AMR, G729, iLBC, iSAC, SILK
  - 3.2. Esquemas de codificación de audio: MPEG, AAC, Dolby,...
  - 3.3. Convergencia codificación de voz y audio: Full-HD Voice, VoLTE, Opus, EVS, HE-AAC
- 4. Introducción al reconocimiento de voz y audio y aplicaciones interactivas
  - 4.1. Reconocimiento de voz y audio. habla, idioma, locutor, biometría, voces patológicas biometría, eventos acústicos.
  - 4.2. Sistemas de diálogo con interacción hablada y audio - Diseño, experiencia de usuario y accesibilidad
- 5. Practicas de Tratamiento Digital de Voz y Audio
  - 5.1. Caracterización acústica y perceptual, y síntesis en tiempo y frecuencia de señales de voz y audio
  - 5.2. Técnicas básicas de codificación de voz y audio

## 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>Tema 1.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	<b>Tema 1.3</b> Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 1.4</b> Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 1: Caracterización voz y audio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3	<b>Tema 2.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral  <b>Tema 2.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4		<b>Practica 1: Representaciones tiempo-frecuencia</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		<b>Practica 1: Síntesis tiempo y frecuencia</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		<b>Evaluación prácticas Temas 1 y 2 (hasta 2.1)</b> EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
6	<b>Temas 2.3 y 2.4</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	<b>Tema 3.1</b> Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2: Estimación de frecuencia fundamental y detección de actividad</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
8		<b>Práctica 2: Codificación de voz basada en LPC</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		



9	<b>Tema 3.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2: Tecnicas cofificación audio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
10	<b>Tema 3.3</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Practica 2: Tecnicas cofificación audio</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
11	<b>Tema 4.1</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			<b>Evaluación Tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 00:00
12	<b>Tema 4.2</b> Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	<b>Laboratorio: actividades Proyecto Final</b> Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		<b>Laboratorio: actividades Proyecto Final</b> Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14				<b>Presentación Proyecto Final</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Duración: 00:30
15				
16				
17				<b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 02:00  <b>Evaluación Tema 3</b> TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 00:00  <b>Presentación Proyecto Final</b> PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Duración: 00:30  <b>Examen Final</b> EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 02:00

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	Evaluación prácticas Temas 1 y 2 (hasta 2.1)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	3.5 / 10	CG8 CG1 CG10
11	Evaluación Tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
14	Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CE-SI1

#### 7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
5	Evaluación prácticas Temas 1 y 2 (hasta 2.1)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	3.5 / 10	CG8 CG1 CG10
17	Evaluación Tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	00:00	20%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
17	Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CE-SI1

### 7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación practicas Temas 1 y 2 (hasta 2.1)	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	02:00	20%	3.5 / 10	CG8 CG1 CG10

Evaluación Tema 3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	00:00	20%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	20%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	40%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CE-SI1 CG9 CG5

## 7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá completar en el Moodle de la asignatura la tarea titulada "Renuncia a la evaluación continua" antes de la cuarta semana (la fecha concreta se anunciará en el Moodle).

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

La realización de las prácticas de laboratorio y las actividades del proyecto final son obligatorias para aprobar en todas las convocatorias y modalidades de evaluación. Siendo requisito para aprobar la asignatura obtener una calificación mayor o igual a 3,5 puntos sobre 10 en el examen de evaluación de las prácticas de laboratorio y en el examen del proyecto final final.

Las actividades de evaluación en evaluación continua serán las siguientes:

- Examen escrito correspondiente a las prácticas de los Temas 1 y 2 (20% de la nota final)
- Trabajo escrito individual correspondiente al Tema 3 que se evaluará a través de la documentación entregada (20% de la nota final)
- Trabajo final que se expondrá públicamente en clase en la fecha que el profesor decida y se evaluará a través de la documentación entregada y la exposición (20% de la nota final)
- Examen escrito final (40% de la nota final)

Para aquellos alumnos que renuncien a la evaluación continua y para los que vayan a la convocatoria extraordinaria:

- Realizarán el examen escrito final en la fecha que establezca la Junta de Escuela (40% de la nota final)
- Realizarán el examen escrito correspondiente a las prácticas de los Temas 1 y 2 en la misma fecha que los alumnos de evaluación continua (20% de la nota final)
- Entregarán el trabajo escrito individual correspondiente al Tema 3 con anterioridad a la fecha del examen final (20% de la nota final)
- Presentarán el Trabajo final en la fecha que el profesor decida (20% de la nota final).

El horario de prácticas incluido en esta guía es orientativo y podrá sufrir modificaciones en función del desarrollo

de las clases teóricas.

## 8. Recursos didácticos

---

### 8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Presentaciones de la asignatura	Recursos web	Disponible en Moodle UPM
Speech and Audio Signal Processing, B. Gold, N. Morgan, and D. Ellis, 2nd edition, Wiley Press 2011.	Bibliografía	Libro de referencia para la asignatura
Spoken Language Processing, X. Huang, A. Acero, and H. Won , Prentice Hall, 2001	Bibliografía	Referencias para tratamiento de habla
Introduction to Data Compression, Khalid Sayood, Fourth Edition, The Morgan Kaufmann Series in Multimedia Information and Systems, 2012	Bibliografía	Referencia para codificación de voz y audio
Laboratorio A-202-L ETSIT-UPM	Equipamiento	Sala de trabajo para las actividades prácticas de la asignatura