



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

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

2022/23 - 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.....	9
8. Recursos didácticos.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000070 - Tratamiento Digital de Voz y Audio
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingenieria de Tecnologias y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Luis Blanco Murillo (Coordinador/a)	C-329	jl.blanco@upm.es	Sin horario. Concertar cita por correo electrónico
Luis Alfonso Hernandez Gomez	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
Juan Ignacio Godino Llorente	C-312	ignacio.godino@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 Aleatorias
- Señales Y Sistemas
- 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.

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.

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

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 en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio: Práctica 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
2		Laboratorio: Práctica 1 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
3		Laboratorio: Práctica 1 Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Entrega Intermedia Práctica 1 y Cuestionario 1.1 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
4	Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio: Práctica 1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Entrega Final Práctica 1 y Cuestionario 1.2 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
5		Laboratorio: Práctica 2 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6		Laboratorio: Práctica 2 Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Intermedia Práctica 2 y Cuestionario 2.1 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
7		Laboratorio: Práctica 3 Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Final Práctica 2 y Cuestionario 2.2 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
8	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio: Práctica 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
9		Laboratorio: Práctica 3 Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10		Laboratorio: Práctica 3 Duración: 03:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Intermedia Práctica 3 y Cuestionario 3.1 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
11	Tema 4 Duración: 01:45 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Presentacion Actividades Práctica Final Duración: 00:15 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio	Laboratorio: Práctica 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Final Práctica 3 y Cuestionario 3.2 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
12		Laboratorio: actividades Proyecto Final Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13		Laboratorio: actividades Proyecto Final Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		Laboratorio: actividades Proyecto Final Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15				
16				
17				Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Entrega y Presentación Proyecto Final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:30 Entregas y Evaluación de Practicas 1, 2 y 3. Examen de Prácticas EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:30 Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 Entrega y Presentación Proyecto Final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:30

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	Entrega Intermedia Práctica 1 y Cuestionario 1.1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	2%	3.5 / 10	CG1 CG10 CG8
4	Entrega Final Práctica 1 y Cuestionario 1.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	CG10 CG8 CG1
6	Evaluación Intermedia Práctica 2 y Cuestionario 2.1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	2%	3.5 / 10	CG8 CG1 CG10
7	Evaluación Final Práctica 2 y Cuestionario 2.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	CG1 CG10 CG8
10	Evaluación Intermedia Práctica 3 y Cuestionario 3.1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	2%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
11	Evaluación Final Práctica 3 y Cuestionario 3.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	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
17	Entrega y Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	30%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG7 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entregas y Evaluación de Practicas 1, 2 y 3. Examen de Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	30%	3.5 / 10	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
17	Entrega y Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	30%	3.5 / 10	CG7 CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Evaluación de Practicas 1, 2 y 3. Cuestionarios de Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	30%	3.5 / 10	CG8 CE-SI5 CG9 CG5 CG4 CG3 CG2 CG1 CG10 CG12 CE-SI1
Entrega y Presentación Proyecto Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	30%	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 CG9 CG5 CE-SI1

7.2. Criterios de evaluación

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación en la convocatoria extraordinaria usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación de la convocatoria ordinaria (EX, ET, TG, etc.).

La evaluación de los estudiantes se realizará a través de las siguientes **actividades**:

- Evaluación de actividades de práctica 1 y pruebas correspondiente a conocimientos aplicados del Tema 1, y de la Práctica 1.
- Evaluación de actividades de práctica 2 y pruebas correspondiente a conocimientos aplicados de los Tems 1 y 2, y de la Práctica 2.
- Evaluación de actividades de práctica 3 y pruebas correspondiente a conocimientos aplicados de los Tems 1, 2 y 3, y de la Práctica 3.
- Trabajo final en grupo que se expondrá públicamente y se evaluará a través de la documentación entregada y la exposición.
- Examen centrado en los conocimientos teórico-prácticos de la asignatura (Temas 1, 2, 3 y 4).

Convocatoria Ordinaria

En la **evaluación progresiva**, para cada una de las prácticas habrá dos entregas y dos cuestionarios. El peso de cada uno en la calificación total de la asignatura es el indicado a continuación.

- Entrega y cuestionario intermedios (2% de la nota final)
- Entrega y cuestionario finales (8% de la nota final)

El total de cada una de las tres prácticas representa el 10% de la nota final. Los cuestionarios se cumplimentarán en el aula dentro del horario de clase salvo excepciones debidamente justificadas. En la fecha del examen se realizará tanto la prueba teórico-práctica escrita y las presentaciones de los trabajos en grupo.

En la **prueba de evaluación global**, aquellos alumnos que no hubieran podido alcanzar la nota mínima en alguna de las prácticas (Entregas y cuestionarios) podrán recuperarlas para así poder superar la asignatura. Para ello deberán volver a realizar la entrega de los materiales de las prácticas que no hubieran superado y realizar un examen de prácticas. Este último se organizará junto al examen de los temas 1 a 4 y las presentaciones de los trabajos en grupo.

La calificación en Convocatoria Ordinaria se obtendrá de la siguiente manera:

- Entregas y Examen de Prácticas (30%)
- Entrega y Presentación del Proyecto Final (30%)
- Examen de los Temas 1, 2, 3 y 4 (40%)

Convocatoria Extraordinaria

Se emplearán los mismos criterios que en la prueba de evaluación global de la Convocatoria Ordinaria, y la calificación se obtendrá de igual manera:

- Entregas y Examen de Prácticas (30%)
- Entrega y Presentación del Proyecto Final (30%)
- Examen de los Temas 1, 2, 3 y 4 (40%)

Aquellos estudiantes que hubieran superado uno o varios de estos bloques en Convocatoria Ordinaria no deberán presentarse a las respectivas pruebas de Convocatoria Extraordinaria.

Las pruebas se realizarán en las fechas y horas de evaluación 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.

Aclaraciones

La realización de las prácticas de laboratorio y las actividades del proyecto final son obligatorias para aprobar la asignatura en todas las convocatorias. También es requisito para aprobar la asignatura obtener una calificación mayor o igual a 3,5 puntos sobre 10 en cada uno de los bloques de evaluación: Examen, Prácticas (Entregas y Pruebas), Proyecto Final (Entrega y Presentación).

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

En los casos en que esta Guía utiliza sustantivos de género gramatical masculino para referirse a estudiantes, debe entenderse que se hace por mera economía de la expresión, y que se utilizan de forma genérica con independencia del género de las personas aludidas.

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