



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

95000577 - Tratamiento Digital De Voz Y Audio

PLAN DE ESTUDIOS

09ID - Grado En Ingenieria Y Sistemas De Datos

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - 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
9. Otra información.....	15

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	95000577 - 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	09ID - Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2023-24

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

El plan de estudios Grado en Ingeniería y Sistemas de Datos no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Experiencia previa en MATLAB

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE13 - Que los estudiantes sean capaces de aplicar sus conocimientos sobre los fundamentos de las técnicas de aprendizaje automático y de visualización de datos a la ingeniería de datos y sistemas en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.

CE14 - Que los estudiantes sepan aplicar las técnicas de tratamiento de señales analógicas y digitales para preservar y extraer la información relevante de las señales en la fase de adquisición y generación de datos.

CE15 - Que los estudiantes sepan diseñar, implementar y desplegar sistemas conectados y servicios de valor añadido para la economía digital, en el ámbito de la ingeniería de telecomunicación.

CG02 - Desarrollar la capacidad de trabajar en equipo empleando metodologías ágiles para diseñar soluciones eficientes, fiables y robustas.

CG03 - Ser capaz de explicar de forma oral o escrita las soluciones planteadas para la resolución de un problema.

CG04 - Saber identificar y utilizar las herramientas de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones más adecuadas para plantear y construir soluciones a problemas

CG05 - Tener la capacidad de concebir y proponer soluciones creativas aplicando los métodos científico y de ingeniería para la definición y resolución de problemas formalizando los objetivos buscados y considerando los recursos disponibles.

CG09 - Desarrollar la capacidad de aprendizaje a lo largo de la vida (lifelong learning) para adaptarse a un sector tecnológico en continua evolución.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA018 - Realizar comunicaciones orales adaptándolas a la situación y a la audiencia, empleando los medios necesarios.

RA090 - Comprender los conceptos básicos y técnicas de análisis de señales de naturaleza diversa.

RA091 - Saber evaluar la adecuación de las metodologías aplicadas en problemas específicos de varios entornos como el audiovisual, biológico, etc.

RA092 - Saber describir una señal de imagen, audio, vídeo, biológica o de cualquier tipo a nivel de contenido por sus diferentes características locales o en frecuencia.

RA125 - Comunicar de manera efectiva en forma oral y escrita el contexto y los resultados del proyecto.

RA127 - Participar en proyectos de forma activa, aportando ideas y soluciones.

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.

Finalmente, ofrece un acercamiento a las tecnologías más actuales, basadas en las modernas técnicas de aprendizaje máquina (machine and deep learning) para abordar los retos de la codificación, la síntesis, o el reconocimiento, tanto del sonido, como de la voz y el locutor.

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 las aplicaciones interactivas. Métodos tradicionales y Aprendizaje Automático.

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	Tema 1 - segunda parte Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 - problemas Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Laboratorio: Práctica 1 Duración: 02:00 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	Tema 2 - segunda parte Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2 - problemas Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Laboratorio: Práctica 2 Duración: 02:00 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	Tema 3 - segunda parte Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 - problemas Duración: 00:30 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	Laboratorio: Práctica 3 Duración: 02:30 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 Presentación de la 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: Práctica 4 o Proyecto Final Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
13	Tema 4 - segunda parte Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	Laboratorio: Práctica 4 o Proyecto Final Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14		Laboratorio: Práctica 4 o 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 Presentación Práctica Final (Práctica o Proyecto) PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:30 Entregas y Evaluación de Prácticas 1, 2, 3 y Final. 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 Presentación de la Práctica Final PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo

				<p>Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 00:30</p> <p>Entrega y Evaluación Práctica 4 EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p> <p>Entrega del Proyecto (alternativa a la Práctica 4) TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 00:00</p>
--	--	--	--	--

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	CG03 CE15 CE14 CG04
4	Entrega Final Práctica 1 y Cuestionario 1.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	CG03 CE15 CE14 CG04
6	Evaluación Intermedia Práctica 2 y Cuestionario 2.1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	2%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15
7	Evaluación Final Práctica 2 y Cuestionario 2.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15
10	Evaluación Intermedia Práctica 3 y Cuestionario 3.1	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	2%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15
11	Evaluación Final Práctica 3 y Cuestionario 3.2	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:30	8%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15
17	Presentación Práctica Final (Práctica o Proyecto)	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	3.5 / 10	CE14 CG04 CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09

17	Entrega y Evaluación Práctica 4	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	10%	3.5 / 10	CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09 CE14 CG04
17	Entrega del Proyecto (alternativa a la Práctica 4)	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	Presencial	00:00	10%	3.5 / 10	CE14 CG04 CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entregas y Evaluación de Prácticas 1, 2, 3 y Final. Examen de Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	40%	3.5 / 10	CE14 CG04 CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CG04 CE13 CG05 CE15
17	Presentación de la Práctica Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	3.5 / 10	CE13 CG03 CG02 CG05 CE14 CG04 CE15 CG09

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entregas y Evaluación de Practicas 1, 2, 3, y 4. Examen de Prácticas	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:30	40%	3.5 / 10	CE14 CG04 CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09
Presentación Práctica Final	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	00:30	10%	3.5 / 10	CE14 CG04 CE13 CG03 CG02 CG05 CE15 CG09
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	50%	3.5 / 10	CE14 CG04 CG03 CE15

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 Temas 1 y 2, y de la Práctica 2.
- Evaluación de actividades de práctica 3 y pruebas correspondiente a conocimientos aplicados de los Temas 1, 2 y 3, y de la Práctica 3.
- Evaluación de actividades de práctica 4 y pruebas correspondiente a conocimientos aplicados de los Temas 1, 2, 3 y 4, y de la Práctica 4.
- Práctica 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).

Los alumnos que lo soliciten, y previa aceptación por parte del profesor, podrán realizar la Práctica 4 en Modalidad de Proyecto Final. En ese caso no realizarán la actividad de Evaluación de la Práctica 4. En su lugar, desarrollarán un proyecto completo, acordado y mentorizado por uno de los profesores de la asignatura.

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)
- Examen y Entrega de la Práctica Final (examen sólo con Práctica, no en Proyecto, 10% de la nota final)
- Presentación de la Práctica Final (Práctica o Proyecto, 10% de la nota final)

El total de cada una de las tres primeras prácticas representa el 10% de la nota final. Los cuestionarios se cumplimentarán en el aula dentro del horario de clase salvo excepciones debidamente justificadas. Para quienes sigan la Práctica 4, la práctica representará un 10% en el día del examen final, y 10% su entrega y presentación.

En la fecha del examen se realizará tanto las pruebas teórico-práctica escritas (Exámen Práctica Final 10%, si corresponde, y Examen 50%, obligatorio), como las entregas y presentaciones de las Prácticas Finales (10%).

En la **prueba de evaluación global**, aquellos alumnos que no hubieran podido alcanzar la nota mínima en alguna de las prácticas (entregas y cuestionarios, y/o examen) podrán recuperarlas individualmente 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 la práctica correspondiente. 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:

- Examen de los Temas 1, 2, 3 y Final (50%)
- Entregas y Examen de Prácticas (40%)
- Presentación de la Práctica Final (10%)

Todas las pruebas anteriores podrán ser recuperadas en la Evaluación Global, incluidos los exámenes y entregas de Prácticas.

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:

- Examen de los Temas 1, 2, 3 y Final (50%)
- Entregas y Examen de Prácticas (40%)
- Presentación de la Práctica Final (10%)

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

Todas las pruebas anteriores podrán ser recuperadas en la Evaluación Global, incluidos los exámenes y entregas de Prácticas.

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 de la Práctica 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), Práctica Final (Entrega y Presentación, y Examen en el caso de optar por la Práctica 4).

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.

Fraude académico

Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda. De acuerdo con la normativa de evaluación de la UPM, ante la comprobación de fraude académico en una prueba de evaluación, se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados en la calificación final de la convocatoria correspondiente a la celebración de la prueba (ordinaria o extraordinaria).

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

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

La asignatura se relaciona con los ODS 4 y 9:

- Subobjetivo 4.4: Aumentar el número de personas que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo y el emprendimiento.
- Subobjetivo 9.5: Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales.

Asimismo, los contenidos de la asignatura se relacionan directamente con el desarrollo de las sociedades y la generación de valor y riqueza culturales. Estos son elementos transversales a todos estos Objetivos para asegurar un desarrollo sostenible, según se recoge en la Agenda para el Desarrollo Sostenible.