



Universidad
de Alcalá

GUÍA DOCENTE

Tratamiento Digital de Señales

Grado en
Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT)
Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)

Universidad de Alcalá

Curso Académico 2022/2023

3^{er} Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GITT+GIST)

GUÍA DOCENTE

Nombre de la asignatura:	Tratamiento Digital de Señales
Código:	350024 (GITT+GIST)
Titulación en la que se imparte:	Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación (GITT) Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación (GIST)
Departamento y Área de Conocimiento:	Teoría de la Señal y Comunicaciones Teoría de la Señal y Comunicaciones
Carácter:	Obligatoria (GITT+GIST)
Créditos ECTS:	6.0
Curso y cuatrimestre:	3^{er} Curso - 1^{er} Cuatrimestre (GITT+GIST)
Profesorado:	Consultar al Departamento / Página Web
Horario de Tutoría:	Se indicará el primer día de clase
Idioma en el que se imparte:	Español/English friendly

1a. PRESENTACIÓN

El objetivo general de la asignatura Tratamiento Digital de Señales es el estudio en profundidad de las herramientas necesarias para el procesado en tiempo discreto de secuencias numéricas. La mayor parte de la asignatura se centra en sistemas lineales e invariantes de tiempo discreto, aunque también se incluyen bloques lineales que no satisfacen la propiedad de invarianza, pero que tienen gran utilidad en comunicaciones y en diversos sistemas de codificación de audio e imágenes.

Los conocimientos y destrezas que el alumno debe poseer al finalizar el proceso de enseñanza se plasman en los criterios de evaluación (apartado 5.2)

Para dotar a la asignatura de una mayor aplicabilidad, se persigue que exista el mayor equilibrio posible entre la teoría y los contenidos prácticos impartidos en las clases y en el laboratorio. Al mismo tiempo, se persigue dar un enfoque práctico más cercano a la realización real del sistema digital. En este sentido se propone la programación de prácticas con objeto de que los estudiantes puedan validar en el laboratorio los contenidos teóricos expuestos, y del mismo modo puedan llevar a cabo simulaciones del comportamiento que van a tener los sistemas digitales en un entorno real. Al finalizar la asignatura, el alumno debería haber adquirido un buen conocimiento de las etapas que lleva asociadas la realización de un sistema digital, y debería dominar con soltura las técnicas mostradas a lo largo de la asignatura.

Requisitos y Recomendaciones

Para un seguimiento adecuado de la asignatura es altamente recomendable haber aprobado la asignatura de Señales y Sistemas, además de tener un manejo fluido de los dominios transformados de las señales y conocimientos de programación en Matlab. Otras asignaturas recomendadas son Álgebra Lineal, Cálculo I, Cálculo II, Análisis de Circuitos y Teoría de la Comunicación.

1b. COURSE SUMMARY

The general objective of Digital Signal Processing is the study of mathematical tools needed to process discrete time signals. The major content of the subject is focussed on discrete-time linear and time invariant systems, although linear systems which do not hold the invariance property are also considered because of their importance in communications as well as in audio and image coding.

Knowledge and skills to be acquired by the student are described in section 5.2.

To improve the subject applicability, a high balance between theoretical and laboratory contents has been achieved. At the same time, a practical approach closer to the real system implementation is followed. For this purpose, a set of practical sessions are programmed to enable the theoretical content validation by students, and also to let them carry out simulations and analyze of digital systems in real environments. At the end of the subject, students should have acquired a good knowledge about the different stages of a digital system and they should have developed the skills in the usage of the different tools.

2. COMPETENCIAS

Competencias básicas, generales y transversales.

Esta asignatura contribuye a adquirir las siguientes competencias básicas, generales y transversales definidas en el apartado 3 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

TR2 - Conocimiento de materias básicas y tecnologías, que le capacite para el aprendizaje de

nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.

TR3 - Capacidad de resolver problemas con iniciativa, toma de decisiones, creatividad, y de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.

Competencias de Carácter Profesional

Esta asignatura proporciona la(s) siguiente(s) competencia(s) de carácter profesional definida(s) en el apartado 5 del Anexo de la Orden CIN/352/2009:

CST1 - Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

CST2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

CST6 - Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.

Resultados de aprendizaje

Al terminar con éxito esta asignatura/enseñanza, los estudiantes serán capaces de:

RA1. Entender la relación existente entre los dominios de tiempo discreto y tiempo continuo a través del muestreo de señales.

RA2. Entender los bloques fundamentales de los sistemas de tasa múltiple, y combinar los mismos con filtros para la construcción de bancos de filtros. Conocer la arquitectura del banco de filtros de dos canales que implementa la transformada wavelet. Aplicar las estructuras anteriores al procesamiento de señales multimedia.

RA3. Identificar las características, propiedades y aplicaciones de sistemas inversos, paso todo, fase mínima y fase lineal.

RA4. Diseñar filtros digitales y aplicarlos sobre señales multimedia.

RA5. Entender y aplicar la DFT como herramienta para la caracterización de una señal en el dominio de la frecuencia.

RA6. Entender la aplicación de la DCT en la compresión de señales de audio e imagen.

RA7. Entender y aplicar los métodos de estimación espectral de procesos estocásticos. Conocer los modelos paramétricos de estimación espectral, y su aplicación a la compresión de voz.

RA8. Justificar razonadamente los pasos y etapas seguidos para la aplicación de los conceptos y la resolución de problemas relacionados con el tratamiento digital de la señal y su aplicación a las señales multimedia.

3. CONTENIDOS

Bloques de contenido	Total de clases, créditos u horas
Presentación	1 horas de docencia presencial.
Tema 1. Muestreo y reconstrucción de señales 1.1 Dominios transformados 1.2 Convertidor C/D 1.3 Convertidor D/C 1.4 Procesado en tiempo discreto de señales de tiempo continuo 1.5 Consideraciones prácticas	6 horas de docencia presencial.
Tema 2. Procesado digital de tasa múltiple 2.1. Introducción 2.2. Interpolación 2.3. Diezmado 2.4 Conversión racional de la frecuencia de muestreo 2.5. Interconexión de elementos 2.6. Introducción a los bancos de filtros 2.7. Implementación de la transformada wavelet discreta. 2.8. Aplicación a señales de audio e imágenes.	7 horas de docencia presencial.
Tema 3. Tipos de sistemas 3.1 Sistemas inversos 3.2 Sistemas paso-todo 3.3 Sistemas de fase mínima 3.4 Sistemas de fase lineal	4 horas de docencia presencial.
Tema 4. Análisis y diseño de filtros digitales 4.1. Introducción 4.2. Especificaciones de un filtro 4.3. Relación con los sistemas analógicos 4.4. Diseño de filtros FIR 4.5. Diseño de Filtros IIR 4.6. Aplicación sobre señales de voz e imagen.	10 horas de docencia presencial.
Tema 5. Transformada discreta de Fourier 5.1. Transformaciones de variable discreta. 5.2. Transformada Discreta de Fourier. 5.3. Propiedades de la DFT. 5.4. Transformada Discreta del Coseno. 5.5. Transformadas bidimensionales. 5.6. Aplicación en la compresión de señales de audio e imagen.	10 horas de docencia presencial.
Tema 6. Análisis espectral 6.1. Aplicación de la DFT al procesado de señales. 6.2. Densidad espectral de potencia. 6.3. Estimación espectral no paramétrica. 6.4. Modelos estocásticos. 6.5. Aplicación a la codificación de voz.	6 horas de docencia presencial.

Bloques de contenido de laboratorio	Total de horas
Práctica 1. Señales y sistemas de tiempo discreto	2 horas de docencia presencial.
Práctica 2. Transformada Discreta de Fourier	2 horas de docencia presencial.
Práctica 3. Diseño de filtros (I)	2 horas de docencia presencial.
Práctica 4. Diseño de Filtros (II)	2 horas de docencia presencial.
Práctica 5. Procesado Digital de Tasa Múltiple	2 horas de docencia presencial.
Práctica 6. Estimación espectral de señales	2 horas de docencia presencial.

4. METODOLOGÍAS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE. ACTIVIDADES FORMATIVAS

4.1. Distribución de créditos

Número de horas presenciales:	58 horas (56 horas de clase presencial +2 horas de evaluación)
Número de horas del trabajo propio del estudiante:	92 (Incluye horas de estudio, elaboración de actividades, preparación de exámenes)
Total horas	150

4.2. Estrategias metodológicas, materiales y recursos didácticos

La metodología utilizada es diferente en cada uno de los escenarios: las clases de teoría de grupo grande, las clases de problemas en grupos reducidos y las sesiones de laboratorio en grupos reducidos.

Sesiones de grupo grande en el aula:

Las clases de teoría en grupos grandes consisten en clases magistrales, donde se expondrán los principales conceptos de la asignatura. El objetivo es introducir los fundamentos teóricos de una forma guiada y reflexiva. Para promover la reflexión y romper la monotonía de la clase magistral se propondrán ejemplos cortos de aplicación para la realización de los alumnos en clase. Estos ejemplos, junto con la discusión necesaria generan entornos de aprendizaje crítico. De este modo se inicia el aprendizaje, que deberá culminar en aprendizaje significativo con las clases prácticas de problemas y de laboratorio.

Sesiones en grupos reducidos de problemas:

Este tipo de sesiones, pretende crear entornos de trabajo participativos para aplicar los conceptos teóricos y fomentar la capacidad de análisis y síntesis. El alumno debe interpretar los problemas, reconocer los conceptos implícitos o explícitos, manejar correctamente las herramientas de resolución y analizar de un modo crítico el resultado. El profesor resolverá algunos problemas de carácter básico, además, se propondrá a los alumnos la resolución de problemas individualmente, poniendo a prueba sus conocimientos y captando nuevos aspectos para perfeccionar su comprensión. Para favorecer la participación activa se realizarán estrategias como las rondas de preguntas, debates, etc. Merece especial atención la fase de análisis y valoración de la solución de los problemas, fomentando la resolución de los problemas por diferentes caminos y comprobando su consistencia.

En estas sesiones el profesor observará la actividad del alumno, calibrando el tipo de aprendizaje alcanzado y las dificultades encontradas, es decir, canalizando la realimentación necesaria para adaptar las explicaciones al estado de comprensión de los conceptos. En estas sesiones se resolverán las pruebas de evaluación continua realizadas, con el objetivo de realizar una evaluación formativa.

Podrán emplearse las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones como apoyo a las actividades formativas (uso de Internet, foros, wikis y correo electrónico, materiales disponibles en las plataformas de Aula Virtual, etc.).

Sesiones en el laboratorio:

Las sesiones de laboratorio en grupos reducidos componen el tercer escenario de aprendizaje. Los alumnos deberán trabajar individualmente para el desarrollo de algoritmos que permitan aplicar los conceptos teóricos para la resolución de problemas reales, mediante un ordenador y un entorno de computación, programación y visualización (Matlab). Se facilitará un guión de prácticas donde se describen los objetivos y las características de los algoritmos que se deberán implementar.

Antes de cada sesión, el alumno deberá preparar la práctica entendiendo los fundamentos teóricos. En el laboratorio, el alumno realizará los algoritmos y analizará los resultados desde un punto de vista crítico, extrayendo las conclusiones pertinentes. Este trabajo se realiza con la supervisión del profesor que asesorará al alumno en la estrategia de resolución, persiguiendo una actitud reflexiva y creativa.

Durante la sesión, el profesor podrá realizar una ronda de preguntas a cada alumno sobre el modo en el cual ha planteado el problema con el fin de realizar una evaluación oral, un seguimiento y las sugerencias para la mejora que sean oportunas. Finalmente, el alumno tendrá que entregar mediante la plataforma de Aula Virtual los algoritmos realizados junto con el análisis de los resultados, a modo de diario de campo. En este diario se debe recoger de una forma abreviada las conclusiones que el alumno extrae del desarrollo de la práctica.

5. EVALUACIÓN: Procedimientos, criterios de evaluación y calificación

Preferentemente se ofrecerá a los alumnos un sistema de evaluación continua que tenga características de evaluación formativa de manera que sirva de realimentación en el proceso de enseñanza-aprendizaje por parte del alumno.

5.1. PROCEDIMIENTOS

La evaluación debe estar inspirada en los criterios de evaluación continua (Normativa de Evaluación de los Aprendizajes, NEA, art 3). No obstante, respetando la normativa de la Universidad de Alcalá se pone a disposición del alumno un proceso alternativo de evaluación final de acuerdo a la Normativa de Evaluación de los Aprendizaje (aprobada en Consejo de Gobierno de 24 de marzo de 2011 y modificada en Consejo de Gobierno de 5 de mayo de 2016) según lo indicado en su Artículo 10, los alumnos tendrán un plazo de quince días desde el inicio del curso para solicitar por escrito al Director de la Escuela Politécnica Superior su intención de acogerse al modelo de evaluación no continua aduciendo las razones que estimen convenientes. La evaluación del proceso de aprendizaje de todos los alumnos que no cursen solicitud al respecto o vean denegada la misma se realizará, por defecto, de acuerdo al modelo de evaluación continua. El estudiante dispone de dos convocatorias para superar la asignatura, una ordinaria y otra extraordinaria.

Convocatoria ordinaria

Evaluación continua:

Esta evaluación consistirá en:

- La realización de las prácticas de laboratorio, a lo largo del cuatrimestre, con las correspondientes

entrevistas personales y diario de campo.

- La realización de las pruebas de evaluación intermedia que se programen a lo largo del curso.
- La realización de un examen final.

Evaluación final:

En este caso la evaluación consistirá en la realización de un examen final.

Convocatoria extraordinaria

El procedimiento será el mismo que el descrito para la evaluación mediante examen final en la convocatoria ordinaria. El alumno que haya realizado la evaluación continua podrá elegir entre la realización de la parte de la prueba final que evalúa las competencias relacionadas con el laboratorio, o bien conservar la nota conseguida en la evaluación continua.

5.2. EVALUACIÓN

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Los Criterios de Evaluación deben atender al grado de adquisición de las competencias por parte del estudiante. Para ello se definen los siguientes:

CE1. El alumno entiende la relación existente entre los dominios de tiempo discreto y tiempo continuo a través del muestreo de señales.

CE2. El alumno entiende los bloques fundamentales de los sistemas de tasa múltiple y combina los mismos con filtros para la construcción de bancos de filtros. Conoce la arquitectura del banco de filtros de dos canales que implementa la transformada wavelet y aplica las estructuras anteriores al procesamiento de señales multimedia.

CE3. El alumno muestra conocimiento de los distintos tipos de sistemas: inverso, paso-todo y de fase mínima, junto con sus propiedades.

CE4. El alumno muestra capacidad para diseñar filtros digitales y los aplica sobre señales multimedia.

CE5. El alumno entiende y aplica la DFT como una herramienta para caracterizar una señal en el dominio de la frecuencia.

CE6. El alumno entiende y aplica la DCT en la compresión de señales de audio e imagen.

CE7. El alumno conoce y entiende los métodos de estimación espectral de procesos estocásticos, los modelos paramétricos de estimación espectral, y su aplicación a la compresión de voz.

CE8. El alumno es capaz de justificar razonadamente los pasos y etapas seguidos para la aplicación de los conceptos y la resolución de problemas relacionados con el tratamiento digital de la señal y su aplicación a las señales multimedia.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Esta sección resume los instrumentos de evaluación que serán aplicados.

1. **Pruebas de Evaluación Intermedia (PEI):** Consistentes en la resolución de problemas. Su contenido y las fechas de realización de las mismas se comunicará en las primeras semanas del curso.
2. **Realización de las prácticas de la asignatura en el laboratorio (LAB)** de forma presencial y continua, con herramientas informáticas. Se llevarán a cabo entrevistas personales, y se tendrá en cuenta el diario de campo realizado por el alumno, que contiene los resultados y las conclusiones obtenidas en las prácticas.

3. **Prueba de Laboratorio (PL).** La realizarán aquellos alumnos que opten por la evaluación final, o concurran a la convocatoria extraordinaria. Realización de forma individual de una prueba escrita consistente en la resolución de problemas de laboratorio análogas a las prácticas realizadas en la asignatura. En la convocatoria extraordinaria, se dará al alumno la opción de que conserve la nota obtenida en LAB.
4. **Pruebas Examen final (PEF):** Realización de forma individual de una prueba escrita consistente en la resolución de problemas teóricos y/o prácticos centrados en los temas impartidos en la asignatura.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Esta sección cuantifica los criterios de evaluación para la superación de la asignatura

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Continua

En la convocatoria ordinaria – evaluación continua la relación entre los criterios, instrumentos y calificación es la siguiente.

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CST1, CST2, CST6, TR2, TR3	RA1-RA8	CE1-CE7	PEI1	35%
			LAB	25%
		CE1-CE8	PEI2	40%

La realización de las prácticas del laboratorio es requisito imprescindible para la superación de la asignatura en la evaluación continua, puesto que es la parte práctica según el artículo 6.4 de la N.R.P.

En el procedimiento de evaluación continua, se otorgará la calificación de “No presentado” al alumno que no haya realizado ninguna de las PEI, o haya incumplido la asistencia al 60% o más de las clases de teoría, problemas o de prácticas de laboratorio.

Cuando el alumno haya superado los límites de asistencia o entrega de trabajos mencionados en el párrafo anterior, independientemente de su participación en el examen final, no podrá optar a la calificación de “No presentado”.

Convocatoria Ordinaria, Evaluación Final

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CST1, CST2, CST6, TR2, TR3	RA1-RA8	CE1-CE8	PEF	75%
			PL	25%

Convocatoria extraordinaria

Competencia	Resultado de Aprendizaje	Criterio de Evaluación	Instrumento de evaluación	Peso en la calificación
CST1, CST2, CST6, TR2, TR3	RA1-RA8	CE1-CE8	PEF	75%
			PL	25%

6. BIBLIOGRAFÍA

- M. Blanco Velasco, F. Cruz Roldán, R. Jiménez Martínez, J. Sáez Landete, Problemas de Tratamiento Digital de Señales 2ª edición, Universidad de Alcalá, 2013.
- M. Blanco Velasco, F. Cruz Roldán, R. Jiménez Martínez, J. Sáez Landete, Tratamiento Digital de Señales, Universidad de Alcalá, 2013.
- M. Blanco Velasco, F. Cruz Roldán, R. Jiménez Martínez, J. Sáez Landete, Prácticas de Laboratorio de Tratamiento Digital de Señales, Universidad de Alcalá, 2010.
- P. S. R. Diniz, E. A. B. da Silva, S. L. Netto, Digital Signal Processing. System Analysis and Design. 2nd Edition . Cambridge, 2011.
- M. H. Hayes, Statistical Digital Signal Processing and Modeling. John Wiley & Sons, 1996.
- S. K. Mitra, Digital Signal Processing. A Computer Based Approach-3rd Edition. Mc- Graw-Hill, 2006.
- A. V. Oppenheim, R. W. Schaffer, J. R. Buck, Discrete-time Signal Processing-3rd Edition. Prentice-Hall Signal Processing Series, 2010.
- J. G. Proakis and D. G. Manolakis, Digital Signal Processing. Principles, Algorithms and Applications, 4/e. Prentice-Hall, 2007.
- P.P. Vaidyanathan, Multirate Systems and Filter Banks. Prentice-Hall, 1992.

NOTA INFORMATIVA

La Universidad de Alcalá garantiza a sus estudiantes que, si por exigencias sanitarias las autoridades competentes impidieran la presencialidad total o parcial de la actividad docente, los planes docentes alcanzarían sus objetivos a través de una metodología de enseñanza-aprendizaje y evaluación en formato online, que retornaría a la modalidad presencial en cuanto cesaran dichos impedimentos.