

**Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad**

<b>Asignatura</b>	PROCESADO DISCRETO DE SEÑALES Y SISTEMAS		
<b>Materia</b>	SEÑALES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES		
<b>Módulo</b>	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN TELEMÁTICA		
<b>Titulación</b>	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN - MENCIÓN EN TELEMÁTICA		
<b>Plan</b>	512	<b>Código</b>	46665
<b>Periodo de impartición</b>	2º CUATRIMESTRE	<b>Tipo/Carácter</b>	OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN)
<b>Nivel/Ciclo</b>	GRADO	<b>Curso</b>	3º
<b>Créditos ECTS</b>	6 ECTS		
<b>Lengua en que se imparte</b>	CASTELLANO		
<b>Profesor/es responsable/s</b>	JUAN JOSÉ VILLACORTA		
<b>Datos de contacto (E-mail, teléfono...)</b>	DESPACHO: 2L026 TELÉFONO: 983 185802 EXT. 5802 EMAIL: <a href="mailto:juavil@tel.uva.es">juavil@tel.uva.es</a>		
<b>Departamento</b>	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



## 1. Situación / Sentido de la Asignatura

### 1.1 Contextualización

Actualmente son múltiples los problemas de procesamiento de señal, comunicaciones o telemática asociados a las actividades de ingeniería. Por este motivo es necesario tener conocimiento de una serie de herramientas de análisis propias de este ámbito. A la hora de trabajar en el marco de las nuevas tecnologías, donde cada vez más señales son digitales, es imprescindible en conocimiento del procesamiento discreto de la señal.

Esta asignatura pretende reforzar el conocimiento y utilización de las herramientas de procesamiento de señal en el ámbito discreto al tiempo que emular los principales sistemas continuos mediante la resolución analítica y la implementación en tiempo real mediante con un procesador digital.

El alumno, asimismo, manejará estas cuestiones desde una perspectiva aplicada y tendrá una extensa labor de laboratorio que le permita conectar conceptos teóricos con implementaciones prácticas a plantear. Durante la impartición de la asignatura el alumno debe adquirir un conocimiento profundo de la programación de tarjetas de procesamiento de señal, al tiempo que tener un manejo adecuado de las herramientas de depuración y los aparatos de instrumentación.

*De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel del título.*

### 1.2 Relación con otras materias

La asignatura se encuentra enmarcada dentro del Módulo de Materias Específicas de Telemática, concretamente en el Bloque Señales y Sistemas de Comunicaciones. Consta de tres asignaturas: Redes de Transmisión por cable e inalámbrica (impartida en el primer cuatrimestre del tercer curso), Procesado Discreto de Señales y Sistemas (impartida en el segundo cuatrimestre del tercer curso) y Sistemas de Radionavegación (impartida en el primer cuatrimestre del cuarto curso).

Esta materia también está directamente relacionada con las asignaturas incluidas en un par de materias del Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones, concretamente con la materia Fundamentos de Señales y Sistemas, que incluye las asignaturas Sistemas Lineales y Señales Aleatorias y Ruido, y la materia Fundamentos de Comunicaciones, que incluye las asignaturas Teoría de la Comunicación y Sistemas de Comunicación. La asignatura Sistemas Lineales, proporciona los fundamentos básicos sobre el tratamiento de señal y sus herramientas, tanto en el dominio temporal como frecuencial, siempre desde el punto de vista de señales y sistemas continuos. La asignatura Señales Aleatorias y Ruido sienta las bases del análisis probabilístico de señales, siendo necesario para la correcta caracterización de las señales y que su procesamiento sea óptimo. Las asignaturas Teoría de la Comunicación y Sistemas de Comunicación proporcionan las bases fundamentales sobre sistemas de comunicaciones analógicos y digitales desde el punto de vista del tratamiento de señal. El conocimiento de estos fundamentos sienta las bases de los conocimientos a desarrollar en la asignatura Procesado Discreto de Señales y Sistemas, pero desde el punto de vista de señales y sistemas discretos.



Finalmente, los contenidos desarrollados en la asignatura Procesado Discreto de Señales y Sistemas resultan fundamentales para comprender los conceptos que se implementan en la asignatura Sistemas en Tiempo Real, de la materia Dominios Específicos de Aplicación, dentro del mismo bloque de Materias Específicas de Telemática. El concepto de tiempo real está directamente relacionado con el procesado discreto de la señal.

### 1.3 Prerrequisitos

---

No existe ningún requisito previo para cursar esta asignatura, pero se aconseja haber cursado las siguientes asignaturas del Bloque de Materias Básicas de Telecomunicaciones: Sistemas Lineales y Teoría de la Comunicación, y las siguientes asignaturas del Bloque de Materias Instrumentales: Cálculo y Ampliación de Matemáticas. Una vez cursada la asignatura Procesado Discreto de Señales y Sistemas, sería interesante cursar la asignatura Sistemas en Tiempo Real, para completar conocimientos.

*Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.*

*Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.*



## 2. Competencias

### 2.1 Generales

- **GBE2.** Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- **GBE3.** Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- **GBE4.** Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- **GC1.** Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- **GC2.** Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.

### 2.2 Específicas

- **B2.** Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- **B4.** Comprensión y dominio de los conceptos básicos de sistemas lineales y las funciones y transformadas relacionadas, teoría de circuitos eléctricos, circuitos electrónicos, principio físico de los semiconductores y familias lógicas, dispositivos electrónicos y fotónicos, tecnología de materiales y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.
- **T1.** Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- **T4.** Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.
- **T5.** Capacidad para evaluar las ventajas e inconvenientes de diferentes alternativas tecnológicas de despliegue o implementación de sistemas de comunicaciones, desde el punto de vista del espacio de la señal, las perturbaciones y el ruido y los sistemas de modulación analógica y digital.

### 3. Objetivos

#### Objetivos Conceptuales

- Conocer y manejar las herramientas discretas (TF, DFS, DFT, FFT y TZ) para la caracterización y análisis de señales y sistemas discretos en el dominio temporal, frecuencial y complejo.
- Conocer y manejar las técnicas de filtrado discreto y de estimación frecuencial.
- Diseñar y emular sistemas continuos mediante sistemas híbridos analógicos-discretos.
- Practicar una metodología de resolución de problemas en el ámbito continuo/discreto en base a la utilización conjunta y secuencial de técnicas analíticas e implementación en tiempo real.
- Utilizar correctamente instrumental básico de medida.
- Implementar en tiempo real mediante un procesador digital los principales sistemas discretos.

#### Objetivos Procedimentales y Actitudinales

- Visualizar los dominios transformados.
- Resolver problemas nuevos a partir de los conocimientos previos y las herramientas a su alcance (toma de decisiones).
- Resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- Diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar los datos.



#### 4. Contenidos y/o bloques temáticos

##### Bloque 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.4

###### a. Contextualización y justificación

Este bloque engloba todos los contenidos teóricos de la asignatura, estando dividido en 5 temas. Se asume que el alumno tiene un conocimiento preliminar del concepto de señal y sistema unidimensional para entornos continuos y discretos.

En el ámbito discreto es necesario caracterizar las señales en el dominio frecuencial, al tiempo que permitir que su caracterización se realice de forma discreta e implementable mediante procesadores digitales. Por tanto se presenta una nueva herramienta la DFT y su implementación eficiente la FFT.

Por otro lado, para caracterizar y procesar una señal, es necesario poder estimar su espectro y poder eliminar las componentes frecuenciales no deseadas. Por tanto se analizan las propiedades y los algoritmos de diseño tanto de los filtros digitales como de los algoritmos de estimación espectral.

La migración de los sistemas analógicos a sistemas digitales conlleva un conocimiento profundo de las relaciones entre las señales y sistemas analógicos y las señales y sistemas discretos. Estas relaciones constituyen las técnicas de emulación y asociadas a ellas las técnicas de diezmado e interpolación, que se analizan en esta asignatura.

Finalmente, se presentan los dispositivos digitales que permiten adquirir y procesar las señales en tiempo real, los DSP que permiten así como la implementación de este tipo de sistemas y por ende la emulación de los sistemas continuos.

###### b. Objetivos de aprendizaje

- Conocer y manejar la DFT para representar de señales y sistemas discretos en el dominio frecuencial.
- Conocer y manejar la convolución circular, y comprender su relación con la convolución lineal.
- Identificar y manejar las herramientas de caracterización de sistemas LTI en el dominio temporal y frecuencial, y conocer las propiedades de los más representativos.
- Identificar y manejar las distintas técnicas de diseño e implementación de filtros digitales.
- Extender el uso de la DFT al análisis de Fourier de señales continuas y de duración infinita, tanto periódicas, como aleatorias.
- Conocer, identificar y manejar los métodos de estimación espectral no paramétricos.
- Identificar los elementos del modelo que permiten emular un sistema continuo mediante un sistema discreto, así como el esquema real de un sistema de emulación y los efectos asociados al mismo.
- Justificar las técnicas de diezmado e interpolación desde el punto de vista del muestro de una señal continua, así como operaciones dentro del dominio discreto.
- Identificar y justificar el esquema de procesado para la variación racional de la velocidad de muestreo.
- Identificar las causas por las que los sistemas digitales son el hardware que se utiliza para el procesado discreto en tiempo real, así como sus ventajas e inconvenientes.



- Conocer las consideraciones a tener en cuenta a la hora de programar sistemas en tiempo real.
- Conocer los diferentes tipos de procesadores digitales de señal, identificar los tipos de arquitecturas de DSP y sus elementos, así como conocer diferentes fabricantes de DSP.

### **c. Contenidos**

---

#### TEMA 1: ANÁLISIS EN LOS DOMINIOS TEMPORAL Y FRECUENCIAL DE LAS SEÑALES

1. Secuencias y sistemas discretos de especial interés
2. DFT y FFT

#### TEMA 2: EMULACION DE SISTEMAS CONTINUOS

1. Arquitectura de emulación ideal. Conversión C/D y D/C
2. Relación entre el sistema discreto y el sistema continuo
3. Técnicas de diezmado por un factor entero
4. Técnicas de interpolación por un factor entero
5. Técnicas de diezmado/interpolación por factor racional
6. Consideraciones prácticas de la emulación real

#### TEMA 3: ANÁLISIS EN LOS DOMINIOS TEMPORAL Y FRECUENCIAL DE LOS SISTEMAS DISCRETOS

1. Respuesta frecuencial de los sistemas LTI
2. Función de transferencia de sistemas basados en EDF
3. Sistemas con Función de Transferencia racional
4. Sistemas FIR de fase lineal generalizada
5. Diseño de filtros digitales FIR
6. Implementación de filtros digitales

#### TEMA 4: ALGORITMOS DE ESTIMACIÓN ESPECTRAL

1. Análisis de Fourier de señales continuas vía DFT
2. Transformada de Fourier dependiente del tiempo (STFT)
3. Análisis de Fourier de procesos estocásticos estacionarios

### **d. Métodos docentes**

---

- Clase magistral participativa.
- Estudio teórico por parte del alumno.
- Evaluación continua de conceptos los teóricos.

### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

### **f. Evaluación**

---

La evaluación tendrá un peso del 20% sobre la nota final de la asignatura.



La evaluación de este bloque se realizará mediante técnicas de evaluación continua consistentes en la realización de una serie de cuestionarios asociados a cada tema. Los objetivos de la evaluación serán evaluar el conocimiento de los conceptos teóricos explicados durante las clases de teoría y potenciar el estudio de los conceptos teóricos antes de realizar las correspondientes prácticas en el laboratorio.

Cada cuestionario estará compuesto por un conjunto de preguntas a contestar de forma breve. Estos cuestionarios se realizarán dentro del horario de clases, preferentemente al principio de las clases de teoría, en la semana siguiente a la que se han impartido los conceptos susceptibles de evaluación. Las fechas de estas evaluaciones están reflejadas en el Anexo I.

Cada una de las preguntas del cuestionario se evalúa con un sistema de 3 niveles: Bien (100% de la puntuación), Regular (50% de la puntuación) y Mal (0 % de la puntuación). No hay puntuaciones intermedias.

La calificación total será el promedio de la nota de todos los cuestionarios realizados.

Tanto en la convocatoria extraordinaria como en la convocatoria extraordinaria fin de carrera, la evaluación continua se sustituirá por un examen escrito compuesto por varias preguntas a contestar de forma breve.

La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la convocatoria extraordinaria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta convocatoria extraordinaria.

No se requiere obtener una puntuación mínima.

---

## **g Material docente**

---

### **g.1 Bibliografía básica**

- OPPENHEIM, ALAN V. "Tratamiento de señales en tiempo discreto" Madrid, Prentice-Hall, 2000 (2ª ed.)
- PROAKIS, JOHN G. "Digital signal processing" New York, Macmillan, Prentice-Hall, 2007 (4nd ed.)

---

### **g.2 Bibliografía complementaria**

- MITRA, SANJIT K. "Digital signal processing: a computer-based approach" Boston, MacGraw-Hill, 2001 (2nd ed.)
- BARRERO GARCÍA, FEDERICO JOSÉ "Procesadores digitales de señal de altas prestaciones de Texas Instruments: de la familia TMS320C3x a la TMS320C6000" Madrid, McGraw-Hill, 2005
- KEHTARNAVAZ, NASSER "Digital Signal Processing System Design" Amsterdam, Academic Press, 2008 (2nd. ed.)
- SMITH, STEVEN W. "Digital signal processing: a practical guide for engineers and scientists" Boston, Newnes, 2003

---

### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

- Material docente on-line disponible a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.



## h. Recursos necesarios

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2.4	Semana 1 a 13

## Bloque 2: SEMINARIO DE PROBLEMAS

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.4

### a. Contextualización y justificación

Este bloque hace referencia a la adquisición de las aptitudes y estrategias relativas a la resolución de ejercicios analíticos que capaciten a los estudiantes para resolver, diseñar y afrontar sistemas de tratamiento digital.

El aprendizaje acerca de la resolución de problemas analíticos afianza el conocimiento de los conceptos teóricos, además de ampliarlo y complementarlo, mostrando la aplicación práctica de las formulaciones teóricas.

Un estudiante de ingeniería debe alcanzar los conceptos teóricos orientados a su aplicación práctica, que es objetivo ineludible para su desarrollo como profesional

### b. Objetivos de aprendizaje

- Calcular la DFT de una secuencia en función del tamaño de la DFT y de la longitud de la secuencia.
- Calcular la convolución por bloques vía DFT.
- Analizar la función de transferencia  $H(z)$  de un filtro y su respuesta frecuencial.
- Relacionar el dominio frecuencial continuo y discreto en un emulador.
- Implementar algoritmos de procesamiento basados en las técnicas de diezmado e interpolación
- Descomponer un filtro.
- Diseñar filtros multietapa.
- Diseñar filtros FIR e IIR.
- Estimar un espectro en base a la resolución, manchado y separación frecuencial requeridos.

### c. Contenidos

Se estructuran 5 seminarios de problemas:

- S1: Problemas de DFT.
- S2: Problemas de emulación.
- S3: Problemas de sistemas LTI.



- S4: Problemas de filtrado.
- S5: Problemas de análisis espectral

#### **d. Métodos docentes**

---

- Resolución de problemas tipo.
- Planteamiento de problemas y resolución de los mismos por los alumnos en grupos reducidos de forma no presencial.
- Resolución de dudas sobre la colección de problemas planteados.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación tendrá un peso del 30% sobre la nota final de la asignatura.

La evaluación de este bloque se realizará mediante una prueba escrita de resolución individual que estará en coherencia con los objetivos de la asignatura. En ella se tratará de comprobar la capacidad del alumno para aplicar los conocimientos teóricos de la asignatura para la resolución analítica de problemas.

La prueba consistirá en la resolución analítica de un conjunto de problemas.

En el ejercicio de examen, se establecerán un conjunto de objetivos y su puntuación máxima para cada uno. Se evalúa con un sistema de 3 niveles. Cada objetivo, se valorará como: Bien (100% de la puntuación), Regular (50% de la puntuación) y Mal (0 % de la puntuación). No hay puntuaciones intermedias.

El alumno ha de alcanzar al menos el 30% de la puntuación máxima del examen para poder superar la asignatura.

#### **g Material docente**

---

##### **g.1 Bibliografía básica**

---

- OPPENHEIM, ALAN V. "Tratamiento de señales en tiempo discreto" Madrid, Prentice-Hall, 2000 (2ª ed.)
- PROAKIS, JOHN G. "Digital signal processing" New York, Prentice-Hall, cop.2007 (4nd ed.)

##### **g.2 Bibliografía complementaria**

---

- MITRA, SANJIT K. "Digital signal processing: a computer-based approach" Boston, MacGraw-Hill, 2001 (2nd ed.)

##### **g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)**

---

- Material docente on-line disponible a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

## h. Recursos necesarios

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0.6	Semana 1 a 13

## Bloque 3: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3.0

### a. Contextualización y justificación

En base al temario del bloque fundamentos teóricos, se definen un conjunto de prácticas, que permiten validar y reforzar los conocimientos teóricos adquiridos mediante su implementación en tiempo real. Se utiliza un dispositivo hardware de adquisición de señales y un software que permite su programación, de forma que los sistemas corran en tiempo real y se permita trabajar con señales continuas. Al tiempo se le dota al estudiante de herramientas de instrumentación basadas en generadores y osciloscopios digitales dotados de FFT que le permiten generar señales analógicas así como analizar sus características en los dominios temporal y frecuencial.

### b. Objetivos de aprendizaje

- Generar señales con formas y parámetros específicos.
- Analizar y medir parámetros de las señales en el dominio de tiempo y la frecuencia.
- Realizar e implementar esquemas sencillos en LabVIEW utilizando las librerías básicas de LabVIEW.
- Caracterizar los márgenes dinámicos de los conversores A/D y D/A.
- Calcular la DFT de un número de puntos diferentes a la longitud de la secuencia.
- Implementar una convolución lineal mediante DFT.
- Diseñar e implementar filtros FIR e IIR.
- Emular un filtro continuo mediante un filtro discreto.
- Diezmar e interpolar secuencias discretas.
- Estimar el espectro y seleccionar la resolución frecuencial, la separación frecuencial y el nivel de manchado espectral.

### c. Contenidos

Se estructuran 13 prácticas de laboratorio:

- P1: Introducción a los sistemas de instrumentación y medida
- P2: Introducción a LabVIEW



- P3: Introducción a LabVIEW y myDAQ
- P4: DFT
- P5: Problema aplicado de DFT
- P6: Diezmado e interpolación
- P7: Problema aplicado de emulación
- P8: Sistemas LTI
- P9: Diseño de filtros
- P10: Implementación de filtros
- P11: Problema aplicado de filtros
- P12: Análisis espectral
- P13: Problema aplicado de estimación espectral

#### **d. Métodos docentes**

---

- Prácticas de laboratorio a realizar de forma individual, con soporte del profesor.

#### **e. Plan de trabajo**

---

Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación**

---

La evaluación de esta parte tendrá un peso del 50% del total de la calificación de la asignatura.

Para la evaluación de este bloque se definirán al comienzo del curso un conjunto de objetivos docentes y habilidades que el alumno debe conseguir relacionados con la capacidad del alumno para aplicar los conocimientos teóricos de la asignatura para la resolución de problemas. Los objetivos docentes se definirán a partir de los objetivos de aprendizaje del apartado b.

La consecución de los objetivos docentes se validará mediante la evaluación de una parte de las prácticas docentes realizadas durante el curso académico. A la finalización de un conjunto seleccionado de prácticas los alumnos tendrán que entregar el trabajo realizado que será evaluado por sus compañeros y/o por los profesores para validar los objetivos logrados. Las tareas de evaluación por parte de los alumnos podrán ser valoradas como puntuación extra en la evaluación de este bloque docente.

La calificación del bloque se calculará como el porcentaje de objetivos docentes conseguidos por el alumno.

Tanto en la convocatoria extraordinaria como en la convocatoria extraordinaria fin de carrera, la evaluación continua se sustituirá una prueba práctica a realizar durante los periodos oficiales de exámenes. Esta prueba práctica consistirá en el diseño e implementación en tiempo real de un sistema para la resolución práctica de un conjunto de ejercicios con la finalidad de demostrar el dominio de los objetivos docentes.

La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la convocatoria extraordinaria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta convocatoria extraordinaria.





## g Material docente

### g.1 Bibliografía básica

- LAJARA VIZCAÍNO, JOSÉ RAFAEL "LabVIEW: entorno gráfico de programación " Barcelona, Marcombo, 2006
- CLARK, CORY L "LabVIEW: digital signal processing and digital communications" New York, McGraw-Hill, 2005

### g.2 Bibliografía complementaria

- KEHTARNAVAZ, NASSER "Digital Signal Processing System-Level Design Using LabVIEW" Burlington, 2005
- BISHOP, ROBERT H. "Learning with LabVIEW 8" Upper Saddle River, Pearson Prentice Hall, 2007
- ESSICK, JOHN "Hands-on introduction to LabVIEW for scientists and engineers" New York, Oxford University Press, 2009

### g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

- Material docente on-line disponible a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

## h. Recursos necesarios

Para la realización de las prácticas será necesario un PC con el software LabVIEW de NI así como una tarjeta de adquisición NI myDAQ, un generador de funciones y un osciloscopio digital con FF.

*En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.*

## i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	Semana 1 a 13





## 5. Métodos docentes y principios metodológicos

La metodología docente de esta asignatura tiene una perspectiva aplicada, promoviendo la adquisición del conocimiento mediante la experimentación. Cada uno de los bloques temáticos corresponde un aspecto de la metodología docente:

1. Fundamentos teóricos: mediante la clase magistral el profesor explica a los estudiantes los principales conceptos teóricos del temario. Los cuestionarios de evaluación continua elegidos como método de evaluación de este bloque pretenden motivar a los alumnos para que estudien cada tema de teoría antes de que se traten en los siguientes bloques.
2. Seminarios de problemas: mediante la resolución de problemas básicos se pretende profundizar en el conocimiento de los conceptos teóricos y en las distintas técnicas aplicadas para la resolución de problemas. La evaluación de este bloque mediante un examen final pretende proporcionar que el estudiante consolide la visión de la asignatura en su globalidad y no solo como un conjunto de técnicas de procesado independientes.
3. Prácticas en laboratorio: la realización de prácticas de laboratorio que incluyen el procesado de señales reales pretende reforzar la comprensión de los conceptos teóricos. Los estudiantes pueden aprender a aplicar las técnicas de procesado explicadas y validar de forma práctica su funcionamiento. La intercalación de prácticas demostrativas con otras de resolución práctica de problemas permite a los estudiantes profundizar en las posibilidades del procesado discreto de señales. La evaluación mediante la consecución de objetivos permite validar el progreso del alumno.

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(1)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	20	Estudio y trabajo autónomo individual	98
Clases prácticas	6		
Laboratorios	26		
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

**7. Sistema y características de la evaluación**

Criterio: cuando al menos el 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en normalidad, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la guía docente. Se recomienda la evaluación continua ya que implica minimizar los cambios en la adenda.

**A) Convocatoria general ordinaria**

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua del bloque de fundamentos teóricos	20%	La calificación obtenida está vigente en las dos convocatorias del curso académico, ordinaria y extraordinaria, en el que se haya realizado la evaluación continua.  Este ítem no puede evaluarse mediante un examen escrito alternativo.
Examen escrito del bloque resolución de problemas	30%	La calificación obtenida en la primera convocatoria será válida para la segunda convocatoria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la segunda convocatoria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta segunda convocatoria.  Nota mínima 30%.
Consecución de objetivos docentes durante las prácticas docentes.	50%	La calificación obtenida está vigente en las dos convocatorias del curso académico, ordinaria y extraordinaria, en el que se haya realizado la evaluación continua.  Este ítem no puede evaluarse mediante un examen práctico alternativo.

Para poder superar la asignatura, la nota final será al menos de 5.0 y será necesario superar la nota mínima en el examen escrito del bloque de resolución de problemas y en el examen práctico del laboratorio.

En el caso de que no se supere la nota mínima en alguna de las partes, la nota final se calculará mediante la fórmula:  $\text{nota final} = \min(\text{nota real}, 4.0)$



## B) Convocatoria general extraordinaria

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen escrito del bloque de fundamentos teóricos	20%	La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la convocatoria extraordinaria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta convocatoria extraordinaria.
Examen escrito del bloque resolución de problemas	30%	La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la convocatoria extraordinaria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta convocatoria extraordinaria.  Nota mínima 30%.
Examen práctico de laboratorio.	50%	La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria del mismo curso académico siempre que no se entregue el examen de la convocatoria extraordinaria para su evaluación, en cuyo caso se utilizará la calificación obtenida de esta convocatoria extraordinaria.

Para poder superar la asignatura, la nota final será al menos de 5.0 y será necesario superar la nota mínima en el examen escrito del bloque de resolución de problemas y en el examen práctico del laboratorio.

En el caso de que no se supere la nota mínima en alguna de las partes, la nota final se calculará mediante la fórmula:  $\text{nota final} = \min(\text{nota real}, 4.0)$

## C) Convocatoria extraordinaria fin de carrera

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Examen escrito del bloque de fundamentos teóricos	20%	
Examen escrito del bloque de resolución problemas	30%	Nota mínima 30%
Examen práctico de laboratorio	50%	

En el caso de que no se supere la nota mínima en alguna de las partes, la nota final se calculará mediante la fórmula:  $\text{nota final} = \min(\text{nota real}, 4.0)$



## 8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.





## Adenda a la Guía Docente de la asignatura

### A4. Contenidos y/o bloques temáticos

#### Bloque 1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.4

##### c. Contenidos Adaptados a formación online

###### TEMA 1: ANÁLISIS EN LOS DOMINIOS TEMPORAL Y FRECUENCIAL DE LAS SEÑALES

3. Secuencias y sistemas discretos de especial interés
4. DFT y FFT

###### TEMA 2: EMULACION DE SISTEMAS CONTINUOS

7. Arquitectura de emulación ideal. Conversión C/D y D/C
8. Relación entre el sistema discreto y el sistema continuo
9. Técnicas de diezmado por un factor entero
10. Técnicas de interpolación por un factor entero
11. Técnicas de diezmado/interpolación por factor racional
12. Consideraciones prácticas de la emulación real

###### TEMA 3: ANÁLISIS EN LOS DOMINIOS TEMPORAL Y FRECUENCIAL DE LOS SISTEMAS DISCRETOS

7. Respuesta frecuencial de los sistemas LTI
8. Función de transferencia de sistemas basados en EDF
9. Sistemas con Función de Transferencia racional
10. Sistemas FIR de fase lineal generalizada
11. Diseño de filtros digitales FIR
12. Implementación de filtros digitales

###### TEMA 4: ALGORITMOS DE ESTIMACIÓN ESPECTRAL

4. Análisis de Fourier de señales continuas vía DFT
5. Transformada de Fourier dependiente del tiempo (STFT)
6. Análisis de Fourier de procesos estocásticos estacionarios

##### d. Métodos docentes online

- Desglose de conceptos teóricos
- Material multimedia con explicaciones de la teoría.
- Estudio teórico por parte del alumno.
- Evaluación continua mediante la realización de trabajos teóricos.

##### e. Plan de trabajo online

Véase el Anexo I

##### f. Evaluación online





La evaluación tendrá un peso del 40% sobre la nota final de la asignatura.

La evaluación de este bloque se realizará mediante técnicas de evaluación continua consistentes en la realización de una serie de trabajos asociados a cada tema. Los objetivos de la evaluación serán evaluar la adquisición y comprensión de los conceptos teóricos principales de cada tema.

Para cada trabajo se proporcionará una lista de elementos que tienen que desarrollar de forma breve. El objetivo es demostrar que se han comprendido cada elemento, por eso mismo, se primará el uso de lenguaje propio frente a copiar la explicación de la bibliografía. Estos trabajos se realizarán de forma offline y se presentarán usando el campus virtual. Las fechas de inicio de estos trabajos están reflejadas en el Anexo I y tendrán un plazo de realización de una semana.

La calificación total será el promedio de la nota de todos los trabajos realizados.

La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria si el alumno lo desea. En caso de no haber realizado los trabajos teóricos durante el curso, para la evaluación de la convocatoria extraordinaria los alumnos deberán presentar un trabajo desarrollando de forma breve un conjunto de conceptos teóricos solicitados para demostrar que se han comprendido. La realización de este trabajo será no síncrona, a realizar durante el periodo oficial de exámenes y se deberá subir al campus virtual antes de la fecha del examen prevista en el calendario oficial.

No se requiere obtener una puntuación mínima.

#### i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
2.4	Semanas 1 a 13

### Bloque 2: SEMINARIO DE PROBLEMAS

Carga de trabajo en créditos ECTS: 0.6

#### c. Contenidos Adaptados a formación online

Se estructuran 5 seminarios de problemas:

- S1: Problemas de DFT.
- S2: Problemas de emulación.
- S3: Problemas de sistemas LTI.
- S4: Problemas de filtrado.
- S5: Problemas de análisis espectral

#### d. Métodos docentes online

- Resolución de problemas tipo en formato multimedia.
- Planteamiento de problemas y resolución de los mismos por los alumnos.
- Resolución de dudas sobre la colección de problemas planteados mediante foros y correo electrónico.

**e. Plan de trabajo online**

Véase el Anexo I.

**f. Evaluación online**

Este bloque se utiliza como complemento al bloque 1, fundamentos teóricos, y como paso previo a la resolución de problemas de forma práctica en el bloque 3, prácticas de laboratorio. Por esa razón este bloque no dispone de un instrumento propio de evaluación, si no que se evalúa conjuntamente con los instrumentos de evaluación de los otros dos bloques. En particular con la participación en los foros de los seminarios de problemas y con la resolución de las prácticas de problemas aplicados del bloque 3

**i. Temporalización**

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
0.6	Semanas 1-13

**Bloque 3: PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

Carga de trabajo en créditos ECTS:

**c. Contenidos Adaptados a formación online**

- P1: Introducción a los sistemas de instrumentación y medida
- P2: Introducción a LabVIEW
- P3: Introducción a LabVIEW y myDAQ
- P4: DFT
- P5: Problema aplicado de DFT
- P6: Diezmado e interpolación
- P7: Problema aplicado de emulación
- P8: Sistemas LTI
- P9: Diseño de filtros
- P10: Implementación de filtros
- P11: Problema aplicado de filtros
- P12: Análisis espectral
- P13: Problema aplicado de estimación espectral

**d. Métodos docentes online**

- Prácticas de laboratorio adaptadas para su realización remota a realizar de forma individual, con soporte telemático del profesor.

**e. Plan de trabajo online**



Véase el Anexo I.

#### **f. Evaluación online**

---

La evaluación de esta parte tendrá un peso del 60% del total de la calificación de la asignatura.

Para la evaluación de este bloque se definirán al comienzo del curso un conjunto de objetivos docentes y habilidades que el alumno debe conseguir relacionados con la capacidad del alumno para aplicar los conocimientos teóricos de la asignatura para la resolución de problemas. Los objetivos docentes se han revisarán eliminando aquellos que requieren elementos presentes en el laboratorio docente presencial

La consecución de los objetivos docentes se validará mediante la evaluación de una parte de las prácticas docentes realizadas durante el curso académico. La realización de las prácticas evaluables será no síncrona fijando un plazo flexible para su realización. Los alumnos tendrán que subir al campus virtual el trabajo realizado que será evaluado por los profesores para validar los objetivos logrados. Para garantizar que cada trabajo es realizado por un alumno, se activarán las herramientas de control propias de LabVIEW.

La calificación del bloque se calculará como el porcentaje de objetivos docentes conseguidos por el alumno.

La calificación obtenida en la convocatoria ordinaria será válida para la convocatoria extraordinaria si el alumno lo desea. En caso contrario, para la evaluación de la convocatoria extraordinaria los alumnos deberán resolver una prueba práctica que consistirá en el diseño e implementación de un sistema para la resolución práctica de un conjunto de ejercicios con la finalidad de demostrar el dominio de los objetivos docentes. La realización de la prueba será no síncrona, a realizar durante el periodo oficial de exámenes y se deberá subir al campus virtual antes de la fecha del examen prevista en el calendario oficial.

No se requiere obtener una puntuación mínima.

#### **i. Temporalización**

---

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
3.0	Semanas 1-13

### **A5. Métodos docentes y principios metodológicos**

---

En el bloque 1, fundamentos teóricos, para cada semana de docencia no presencial. Se proporciona a los alumnos un desglose de los contenidos teóricos implicados según el plan de trabajo detallado al comienzo de la asignatura. Junto este desglose se indica las correspondientes páginas de la bibliografía de la asignatura donde se explican esos contenidos. En el campus virtual también se proporcionan otros materiales de apoyo como transparencias, programas con demostraciones de aspectos de la teoría, explicaciones en formato audiovisual, etc. Los alumnos pueden plantear dudas al profesor por correo electrónico, a través de foros del Campus Virtual.



En el bloque 2, seminario de problemas, se proporciona una colección de problemas tipo a resolver. Junto con la colección de problemas se incluyen en el Campus Virtual ejemplos de problemas resueltos, material audiovisual con resolución de problemas, etc. Para cada seminario de problemas hay un foro específico para la resolución de dudas y, también se pueden plantear dudas en privado al profesor por correo electrónico.

En el bloque 3, correspondiente a las prácticas de laboratorio, su impartición será ASINCRONA. Se han adaptado las partes de las prácticas que requieren el uso de la instrumentación del laboratorio de forma que los alumnos puedan realizar las prácticas en su casa. Los alumnos pueden descargarse el software utilizado para la realización de las prácticas, LabVIEW, y usarlo de forma legal gracias a que la universidad dispone de una licencia Campus. Los profesores darán soporte para la realización de las prácticas de forma telemática a través de foros y correo electrónico donde los alumnos pueden plantear dudas y subir los trabajos realizados para su revisión.

#### A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA <sup>(2)</sup>	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teóricas	20	Estudio y trabajo autónomo individual	98
Clases prácticas	6		
Laboratorios	26		
<b>Total presencial a distancia</b>	<b>52</b>	<b>Total no presencial</b>	<b>98</b>
<b>Total presencial a distancia + no presencial</b>			<b>150</b>

<sup>(2)</sup> Actividad presencial a distancia en este contexto es cuando el grupo sigue por videoconferencia la clase impartida por el profesor en el horario publicado para la asignatura.

#### A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Evaluación continua del bloque de fundamentos teóricos	40%	La calificación obtenida está vigente en las dos convocatorias del curso académico, ordinaria y extraordinaria, en el que se haya realizado la evaluación continua.
Consecución de objetivos docentes durante las prácticas docentes.	60%	La calificación obtenida está vigente en las dos convocatorias del curso académico, ordinaria y extraordinaria, en el que se haya realizado la evaluación continua.