



DATOS IDENTIFICATIVOS

Procesado digital de señales

| | | | | |
|---------------------|--|------------|-------|--------------|
| Asignatura | Procesado digital de señales | | | |
| Código | V05G300V01304 | | | |
| Titulación | Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación | | | |
| Descriptores | Creditos ECTS | Seleccione | Curso | Cuatrimestre |
| | 6 | OB | 2 | 1c |
| Lengua Impartición | Castellano | | | |
| Departamento | Teoría de la señal y comunicaciones | | | |
| Coordinador/a | Abreu Sernández, María Victoria | | | |
| Profesorado | Abreu Sernández, María Victoria Alonso Alonso, Ignacio Márquez Flórez, Óscar Willian | | | |
| Correo-e | vabreu@uvigo.es | | | |
| Web | http://faitic.uvigo.es | | | |
| Descripción general | <p>El procesado digital de señal está presente hoy en día en la mayoría de los dispositivos de uso cotidiano para las comunicaciones y ocio. El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno las bases matemáticas para el análisis de señales y sistemas generales. En materias de cursos posteriores, estos conocimientos se aplicarán a señales y sistemas para usos concretos, como son el audio, imagen, vídeo y señal de voz. Los objetivos de la materia son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> El manejo matemático y visual de señales y sistemas; conocimiento y aplicación de sus propiedades. <input type="checkbox"/> Los distintos dominios para el análisis de señales y sistemas: dominio temporal, frecuencial y dominio Z. Saber trasladar un problema planteado en un dominio al dominio en el que resulte más fácil de resolver. <input type="checkbox"/> Dominar el concepto de respuesta en frecuencia de un filtro y saber interpretar la función del sistema. Comprender la relación entre los polos y ceros de la función del sistema y su respuesta en frecuencia. Adquirir nociones básicas de diseño de filtros en el dominio Z. <input type="checkbox"/> Manejar un paquete informático específico para el procesado digital de señales. <input type="checkbox"/> Aplicar los anteriores conocimientos a ejemplos prácticos y muy sencillos de laboratorio que incluyen filtrados, fft, enventanado y muestreo sobre señales de imagen, sonido y sistema de marcación por tonos en telefonía. | | | |

Competencias de titulación

| | |
|--------|---|
| Código | |
| A3 | CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones. |
| A4 | CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación. |
| A57 | (CE48/T16) Conocimiento de las técnicas adecuadas para el desarrollo y la explotación de subsistemas de procesado de señal. |
| A58 | (CE49/T17) Capacidad de analizar esquemas de procesado digital de señales. |

Competencias de materia

| Resultados previstos en la materia | Resultados de Formación y Aprendizaje |
|--|---------------------------------------|
| Utilizar aplicaciones informáticas de procesado digital de señales | A57 |
| Adaptar los conocimientos matemáticos al filtrado lineal de señales | A58 |
| Interpretar las operaciones de filtrado en el dominio de la frecuencia | A3 A58 |
| Adquirir herramientas matemáticas que permitan la comprensión de los efectos prácticos del muestreo y enventanado de señales | A4 A57 |

| Contenidos | |
|--|--|
| Tema | |
| Tema 1. Introducción y repaso | T1.1 Presentación. Explicación detallada del programa, procedimiento de evaluación y dinámica de las clases teóricas y prácticas. T1.2 Repaso. Sinusoides y exponenciales complejas. Representación espectral de sinusoides. Transformada de Fourier de señales continuas. Pares básicos. |
| Tema 2. Conversión Analógico-Digital | T2.1 Muestreo uniforme. Cuantificación y tasa binaria. T2.2 Muestreo desde el punto de vista frecuencial. Teorema de Nyquist. Aliasing. T2.3 Conversión D/A. Interpolación de orden cero y lineal. Conversión C-D ideal. Filtro de reconstrucción. T2.4 Muestreo y reconstrucción de sinusoides. Frecuencia analógica vs Frecuencia discreta. Aliasing y folding. |
| Tema 3. Filtros FIR | T3.1 Ecuación en diferencias. Coeficientes del filtro. Diagrama de bloques. T3.2 Causalidad, linealidad, invarianza en el tiempo. Sistemas LIT y convolución. T3.3 Respuesta de un filtro LIT a una exponencial compleja. Definición de respuesta en frecuencia. T3.4 Procesado digital de una suma de sinusoides continuas en el dominio de la frecuencia. |
| Tema 4. Espectro de una señal discreta | T4.1 Definición de DTFT e IDTFT. Propiedades. Pares básicos. T4.2 Enventanado. Ventana rectangular. Espectro de una señal enventanada. T4.3 Definición de DFT e IDFT. Propiedades. T4.4 Analogía entre señales y sistemas continuos y discretos. Propiedades. Relación entre las distintas transformadas de Fourier. |
| Tema 5. Transformada Z | T5.1 Definición y propiedades. Teorema de convolución. T5.2 Polos y ceros de un filtro FIR. T5.3 Introducción a la síntesis de filtros a partir del dominio Z. |
| Tema 6. Filtros IIR | T6.1 Ecuación en diferencias. Coeficientes del filtro. Diagrama de bloques. T6.2 Estabilidad. Relación entre la posición de polos y ceros y la respuesta en frecuencia. T6.3 Obtención de la respuesta al impulso. Transformada Z inversa. Expansión en fracciones parciales. T6.4 Respuesta de un filtro IIR a distintas señales de entrada. T6.5 Implementación de filtros IIR |
| Práctica 1. Conversión A/D y D/A | Digitalización de señales continuas. Cuantificación. Aliasing. |
| Práctica 2. Filtros FIR | Filtrado FIR en el dominio del tiempo y de la frecuencia. |
| Práctica 3. FFT. Filtros IIR | FFT y enventanado. Filtros IIR |

| Planificación | | | |
|--|----------------|----------------------|---------------|
| | Horas en clase | Horas fuera de clase | Horas totales |
| Actividades introductorias | 1 | 0 | 1 |
| Sesión magistral | 22 | 44 | 66 |
| Prácticas de laboratorio | 11 | 18 | 29 |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 15 | 30 | 45 |
| Foros de discusión | 0 | 2 | 2 |
| Pruebas de tipo test | 1.5 | 0 | 1.5 |
| Pruebas de respuesta corta | 1 | 0 | 1 |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | 4.5 | 0 | 4.5 |

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

| Metodologías | |
|----------------------------|---|
| | Descripción |
| Actividades introductorias | Presentación de la asignatura: programa, bibliografía, metodología docente y sistema de evaluación. |

| | |
|--|--|
| Sesión magistral | Exposición por parte del profesor de los conceptos principales de cada tema. En clase no se enumeran todos los contenidos que son materia de examen. El alumno debe tomar como referencia de contenidos de examen los que se indican en el documento guía de cada tema. Durante los 5 minutos previos a la sesión magistral, un alumno hará un resumen de los conceptos principales expuestos en la anterior sesión. Los alumnos participarán contestando a preguntas que el profesor realizará durante la explicación y realizando ejercicios. Trabajo personal posterior del alumno repasando los conceptos vistos en el aula y ampliando los contenidos tomando como referencia la guía de cada tema. Identificación de dudas que requieran ser resueltas en tutorías personalizadas. |
| Prácticas de laboratorio | Aplicación de las funciones y comandos de Matlab relacionados con el procesado digital de señales a la resolución de ejercicios prácticos. Identificación de dudas que requieran ser resueltas en tutorías personalizadas. |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con los contenidos expuestos en las sesiones magistrales y con los referenciados en la guía de cada tema. Los alumnos resuelven los problemas y/o ejercicios previamente a la clase de resolución, en la cual, uno o varios alumnos explicarán el proceso de resolución en la pizarra. Identificación de dudas que requieran ser resueltas en tutorías personalizadas. |
| Foros de discusión | La web de la asignatura en http://faitic.uvigo.es está incluida en la plataforma de teledocencia Tema. La suscripción a esta plataforma, incluyendo una fotografía es de carácter obligatorio. En la web, está accesible toda la información relacionada con la asignatura; se publican las notas de la evaluación continua y se crean foros para que los alumnos intercambien ideas y comenten dudas sobre la asignatura. |

Atención personalizada

| Metodologías | Descripción |
|--|--|
| Sesión magistral | Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías, se resolverán las dudas surgidas a los estudiantes sobre: * Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará cómo abordar su estudio. * El desarrollo de las prácticas de laboratorio y el software empleado. * Los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura. |
| Prácticas de laboratorio | Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías, se resolverán las dudas surgidas a los estudiantes sobre: * Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará cómo abordar su estudio. * El desarrollo de las prácticas de laboratorio y el software empleado. * Los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura. |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías, se resolverán las dudas surgidas a los estudiantes sobre: * Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará cómo abordar su estudio. * El desarrollo de las prácticas de laboratorio y el software empleado. * Los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura. |

Evaluación

| | Descripción | Calificación |
|--|---|--------------|
| Pruebas de tipo test | Se emplean para evaluar la parte de Prácticas. Superarlas constituye un requisito para aprobar la asignatura. Ver detalles en el apartado de otros comentarios. En estas pruebas, se evalúa la competencia A57. | 0 |
| Pruebas de respuesta corta | Se emplean para evaluar la parte de Conocimientos Básicos. Superar esta parte constituye un requisito para aprobar la asignatura. Ver detalles en el apartado de otros comentarios. En estas pruebas, se evalúa la competencia A3. | 0 |
| Resolución de problemas y/o ejercicios | Se emplean para evaluar la parte de Problemas. Superarlas constituye un requisito para aprobar la asignatura. Ver detalles en el apartado de otros comentarios. En estas pruebas, se evalúan las competencias A3, A4 y A58 | 100 |

Otros comentarios sobre la Evaluación

PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN:

A. Visión general

En PDS se evalúan tres aspectos distintos de la asignatura con tres tipos de pruebas específicos:

1. Prácticas: exámenes tipo test.
2. Conocimientos Básicos: exámenes de respuesta corta.
3. Problemas: exámenes de problemas.

Para superar la asignatura es necesario superar las tres partes.

- En cada una de estas tres partes se realizan uno o varios exámenes para obtener una calificación independiente en cada una de ellas.
- Hay exámenes de todas las partes tanto durante el período de clases como en los exámenes finales. En total hay tres oportunidades para superar cada parte a lo largo del curso académico.
- Una vez que se supera una parte, la nota obtenida se mantiene durante todo el curso académico.
- La calificación final de Prácticas y de Conocimientos Básicos es únicamente o Apto o No Apto.
- La calificación final de Problemas es una nota numérica de 0 a 10.
- La calificación de la asignatura se obtiene, a grandes rasgos, del siguiente modo:
 - Si se han superado las tres partes, la nota final es la nota de Problemas.
 - Si no se ha superado alguna de las tres partes, la nota final es la menor de las tres, calculada como se especifica en el apartado de aclaraciones.

También es importante resaltar lo siguiente:

- No es necesario hacer los exámenes finales. Haciendo sólo los exámenes de evaluación continua se puede obtener la máxima calificación.
- Los alumnos que hayan hecho los exámenes de evaluación continua y que no hayan superado alguna parte, en Diciembre o Julio sólo es necesario que realicen dichas partes.
- Presentarse a cualquiera de los exámenes de evaluación continua de la asignatura implica presentarse a la misma y por tanto obtener una calificación que constará en acta.

En los siguientes apartados se explica con detalle cómo se califica cada una de las partes.

B. Detalles de cada parte evaluable

B1. Prácticas

- Objetivo: Conocer si el alumno ha adquirido el conjunto de conocimientos y/o destrezas correspondientes a las prácticas de laboratorio, haciendo hincapié en el empleo de MatLab para el procesado digital de señales.
- Materia que es objeto de examen: El contenido de los boletines de prácticas de laboratorio y aquellos contenidos de teoría que se especifiquen en los mismos.
- Tipo de examen: Preguntas tipo test. Para su resolución se podrá emplear MatLab, el enunciado de la práctica del laboratorio y las anotaciones que sobre ella realice el alumno y el libro de texto. No se puede emplear calculadora.
- Calificación: Apto o No apto.
- Calendario: El alumno tiene tres oportunidades para superar la parte de Prácticas:
 - Oportunidad 1 (evaluación continua):
 - Tres exámenes durante el período de clases.
 - Se hace un examen tipo test al final de cada práctica en el aula de grupo pequeño.
 - Se evalúa la práctica que se finalice en dicha sesión y todas las anteriores.
 - En cada examen se se obtiene una nota entre 0 y 10. Es obligatorio presentarse a los tres exámenes. Si el promedio obtenido es mayor o igual que 5, se obtiene un Apto. En otro caso No Apto.
 - Las fechas exactas de los exámenes se publicarán en la web de la asignatura a principio de curso.
 - Oportunidades 2 y 3: Un examen coincidiendo con las fechas de los exámenes finales de Diciembre y Julio. Se obtiene un Apto con al menos un 5 sobre 10. En otro caso, No Apto.

- Consideraciones particulares:
 - Una vez que se obtiene un Apto, se guarda para todo el curso académico.
 - Mientras no se obtiene el apto, es posible presentarse a cualquiera de las tres oportunidades especificadas.

B2. Conocimientos básicos

- Objetivo: Conocer si el alumno ha adquirido el conjunto de conocimientos y/o destrezas mínimos de la asignatura.
- Materia que es objeto de examen: Se especifica en las guías de cada tema en el apartado de "Conocimientos básicos". Se excluyen de este examen los conocimientos de MatLab.
- Tipo de examen: Preguntas de respuesta corta. No se pueden emplear libros, ni apuntes, ni calculadora.
- Calificación: Apto o No apto. Para ser Apto, es necesario obtener al menos un 7 sobre 10.
- Calendario: El alumno tiene tres oportunidades para superar la parte de Conocimientos Básicos:
 - Oportunidad 1 (evaluación continua): Un examen la penúltima semana del período de clases, en el aula de grupo grande. La fecha exacta del examen se publicará en la web de la asignatura a principio de curso.
 - Oportunidades 2 y 3: Un examen coincidiendo con las fechas de los exámenes finales de Diciembre y Julio.
- Consideraciones particulares:
 - Una vez que se obtiene un Apto, se guarda para todo el curso académico.
 - Mientras no se obtiene el apto, es posible presentarse a cualquiera de las tres oportunidades especificadas.

B3. Problemas

- Objetivo: Comprobar que el alumno ha adquirido el conjunto de conocimientos y/o destrezas de la asignatura y sabe aplicarlos a la resolución de problemas.
- Materia que es objeto de examen: Se especifica en las guías de cada tema en el apartado de "Contenidos que son materia de examen". Se excluyen de este examen los conocimientos de MatLab.
- Tipo de examen: Examen de problemas. No se pueden emplear libros, ni apuntes. En cada examen se especificará si se puede usar o no calculadora.
- Calificación: Nota de 0 a 10. Esta parte se supera con al menos un 5.
- Calendario: El alumno tiene tres oportunidades para superar la parte de Problemas:
 - Oportunidad 1 (evaluación continua): Tres exámenes durante el período de clases, en el aula de grupo grande. Cada uno se califica de 0 a 10.
 - La nota de Problemas se obtiene como $0.25*NotaExamen1+0.35*NotaExamen2+0.4*NotaExamen3$.
 - Examen 1: Tema 2. Sexta semana de curso.
 - Examen 2: Temas 2 a 4. Décima semana de curso.
 - Examen 3: Temas 2 a 6 incluido. Decimocuarta semana de curso.
 - Las fechas exactas de los exámenes se publicarán en la web de la asignatura a principio de curso.
 - Oportunidades 2 y 3: Un examen coincidiendo con las fechas de los exámenes finales de Diciembre y Julio.
- Consideraciones particulares:
 - Una vez que se obtiene una nota de al menos un 5, se guarda para todo el curso académico.
 - Mientras no se obtiene el apto, es posible presentarse a cualquiera de las tres oportunidades especificadas.
 - Si se ha superado esta parte durante la evaluación continua, es posible presentarse a ella en el examen de Diciembre para subir nota.
 - Los alumnos que tengan que presentarse en Julio pero que tengan superada la parte de Problemas, NO pueden presentarse a esta parte para subir nota.

C. Aclaraciones y otras consideraciones

- Finalizado el curso los alumnos tendrán una única nota de la asignatura en su expediente académico.
 - Una vez finalizado el examen de Diciembre se pone la nota obtenida por el alumno hasta ese momento, que

- es definitiva si se trata de una nota igual o superior a 5 puntos.
- Si un alumno que no ha superado la asignatura en Diciembre, obtiene una mejor calificación en Julio, esta nueva nota será la que pase a constar en su expediente. Si no es mejor, se deja la que tenía anteriormente. En todo caso esta nota pasa a ser definitiva.
 - La nota que se pone en el expediente tanto en Diciembre como en Julio, se calcula de la siguiente manera:
 - Si el alumno ha superado la asignatura, se pone la nota de Problemas.
 - Si el alumno no la ha superado, la nota se calcula como el mínimo de las tres siguientes:
 - Nota numérica del examen de Prácticas
 - $(5/7) * \text{Nota numérica del examen de Conocimientos Básicos}$
 - Nota de Problemas
 - En caso de que el alumno tenga varias notas de Prácticas, Conocimientos Básicos o Problemas, se tendrá en cuenta la mayor.
 - Los exámenes de evaluación continua no son recuperables.
 - Las notas obtenidas en las partes de Prácticas, Conocimientos Básicos y Problemas son sólo válidas durante el actual curso académico.
 - En caso de que en alguno de los exámenes de la parte de Problemas se permita el uso de calculadora, sólo podrá ser una calculadora científica convencional. NO se pueden utilizar calculadoras que permitan el almacenamiento de fórmulas, ni aquellas que disponen de librerías que realizan de forma automática operaciones con números complejos, cálculo de raíces, etc.

Fuentes de información

J.H. McClellan y R.W. Schafer, R, **Signal Processing First**, Pearson Prentice Hall,

A. Quarteroni y F. Saleri, **Cálculo científico con Matlab y Octave**, Springer,

M. J. Roberts, **Señales y Sistemas**, McGraw Hill,

A.V. Oppenheim y R.W. Schafer, **Tratamiento de señales en tiempo discreto**, Prentice Hall,

El libro Signal Processing First (SPF) constituirá la base principal de contenidos de la materia y se recomienda su adquisición.

Además, el alumno dispondrá en cada tema de un documento de guía que incluirá los siguientes apartados:

- Contenidos que son materia de examen: Se especificarán los contenidos teóricos que constituyen la materia de los exámenes de Problemas.
- Conocimientos básicos: En este apartado se especificará un conjunto de contenidos que son considerados fundamentales en la asignatura y que serán objeto del examen de Conocimientos Básicos que se detalla en el apartado de evaluación.
- Problemas propuestos: En cada tema se recomendará al alumno un conjunto de problemas.
- Vocabulario del SPF: Para facilitar al alumno la lectura del libro, se incluirá en cada tema un vocabulario inglés-español con un conjunto de términos seleccionados.

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Fundamentos de sonido e imagen/V05G300V01405

Técnicas de transmisión y recepción de señales/V05G300V01404

Fundamentos de procesado de imagen/V05G300V01632

Procesado de sonido/V05G300V01634

Sistemas de audio/V05G300V01532

Sistemas de imagen/V05G300V01633

Sistemas electrónicos de procesado de señal/V05G300V01522

Tratamiento de señales multimedia/V05G300V01513

Vídeo y televisión/V05G300V01533

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Física: Análisis de circuitos lineales/V05G300V01201

Matemáticas: Álgebra lineal/V05G300V01104

