



DATOS IDENTIFICATIVOS

Procesado digital de señales

Asignatura	Procesado digital de señales			
Código	V05G300V01304			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptor	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	2	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	García Mateo, Carmen			
Profesorado	Abreu Sernández, María Victoria Alonso Alonso, Ignacio García Mateo, Carmen Márquez Flórez, Óscar Willian			
Correo-e	carmen.garcia@uvigo.es			
Web	http://fatic.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 asignatura 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. <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. 			

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
Analizar sistemas que incorporen elementos de procesado de señal	A58

Contenidos	
Tema	
Tema 1. Introducción al muestreo y al aliasing	Concepto de muestreo y frecuencia digital. Aliasing. Teorema de Nyquist.
Tema 2. Filtros FIR	Ecuación en diferencias. Linealidad e invarianza en el tiempo. Diagramas de bloques. Convolución. Respuesta en frecuencia. Sistemas en cascada.
Tema 3. Transformada Z	Definición y propiedades. Filtros de fase lineal.
Tema 4. Filtros IIR	Ecuación en diferencias, respuesta al impulso y función del sistema. Diagrama de polos y ceros y relación con la respuesta en frecuencia.
Tema 5. Señales y sistemas continuos	Impulso unidad. Escalón unidad. Desplazamiento. Linealidad e invarianza en el tiempo. Convolución
Tema 6. Transformada de Fourier en tiempo continuo	Definición. Pares transformados. Propiedades.
Tema 7. Análisis del muestreo y la reconstrucción en el dominio de la frecuencia	Demostración del teorema de Nyquist empleando análisis de Fourier
Tema 8. Enventanado y transformada de Fourier discreta (DFT)	Relación entre el espectro de una señal continua y su señal muestreada. Enventanado. DFT y FFT.
Práctica 1. Conversión A/D y D/A	Digitalización de señales continuas. Aliasing.
Práctica 2. Filtros digitales	Filtrado digital en el dominio del tiempo y de la frecuencia.
Práctica 3. Análisis espectral	Enventanado. FFT. Ejemplos.

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://fatic.uvigo.es está incluida en la plataforma de teledocencia Fatic. 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

Las competencias adquiridas se evalúan mediante una serie de pruebas agrupadas en tres partes y con distintos requisitos de superación:

1. Pruebas de Prácticas: exámenes tipo test.
2. Prueba de Conocimientos básicos: exámenes de respuesta corta.
3. Pruebas de Resolución de problemas: exámenes de problemas.

Para superar la asignatura es necesario superar las tres partes.

- Para cada parte se realizan una o varias pruebas para obtener una calificación independiente en cada uno de ellos.
- Hay pruebas de todas las partes tanto durante el período de clases como en los periodos de evaluación final. 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 Apto o No Apto.
- La calificación final de Resolución 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 Resolución 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:

- Mediante evaluación continua se puede obtener la máxima calificación (10).
- Los alumnos que hayan hecho las pruebas de evaluación continua y que no hayan superado alguna parte, al final del cuatrimestre o al final del curso, sólo es necesario que realicen dichas partes.
- Presentarse a cualquiera de las pruebas 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 en detalle cómo se califica cada una de las partes.

B. Detalles de cada parte evaluable

B1. Pruebas de 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 prueba 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 del primer cuatrimestre y otra a final de curso (Junio-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. Prueba de 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 prueba 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 del primer cuatrimestre y otra a final de curso (Junio-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. Pruebas de Resolución de 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 Resolución 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 Resolución de problemas se obtiene como $0.25*NotaPrueba1+0.35*NotaPrueba2+0.4*NotaPrueba3$.
 - Prueba 1: Temas 1 a 3. Sexta semana de curso.
 - Prueba 2: Temas 1 a 6. Décima semana de curso.
 - Prueba 3: Temas 1 a 8. Decimocuarta semana de curso.
 - Las fechas exactas de las pruebas 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 a final de cuatrimestre y otro a final de curso (Junio-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 final de cuatrimestre para subir nota.
 - Los alumnos que tengan que presentarse a final de curso (segunda oportunidad) pero que tengan superada la parte de Resolución 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 primer cuatrimestre 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 el primer cuatrimestre, obtiene una mejor calificación en Junio-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 al final del primer cuatrimestre como en Junio-Julio, se calcula de la siguiente manera:
 - Si el alumno ha superado la asignatura, se pone la nota de Resolución de problemas.
 - Si el alumno no la ha superado, la nota se calcula como el mínimo de las tres siguientes:
 - Nota numérica del promedio de las Pruebas de Prácticas
 - $(5/7) * \text{Nota numérica de la Prueba Conocimientos Básicos}$
 - Nota de Resolución de problemas
 - En caso de que el alumno tenga varias notas de Prácticas, Conocimientos Básicos o Resolución de 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 Resolución de problemas son sólo válidas durante el actual curso académico.
- En caso de que en alguno de los exámenes de la parte de Resolución 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

Matemáticas: Cálculo I/V05G300V01105

Matemáticas: Cálculo II/V05G300V01203