



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas electrónicos de procesamiento de señal

Asignatura	Sistemas electrónicos de procesamiento de señal			
Código	V05G300V01522			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Seleccione OP	Curso 3	Cuatrimestre 1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Tecnología electrónica			
Coordinador/a	Valdés Peña, María Dolores			
Profesorado	Valdés Peña, María Dolores			
Correo-e	mvaldes@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.faitic.uvigo.es">http://www.faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	En esta asignatura se introducen los conceptos básicos del procesamiento digital de señales desde el punto de vista de la implementación hardware de los sistemas orientados a tal propósito. Se hace énfasis en soluciones basadas en FPGAs, para las que se utilizan plataformas hardware y herramientas software de diseño profesionales. El carácter de la asignatura es fundamentalmente práctico. Se potencia el desarrollo de proyectos colaborativos cuyo objetivo final es el diseño de sistemas electrónicos de procesamiento de señal.			

## Competencias

Código				
B4	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.			
B6	CG6 Facilidad para el manejo de especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.			
B9	CG9 Capacidad para trabajar en un grupo multidisciplinar y en un entorno multilingüe y de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.			
B13	CG13 Capacidad para manejar herramientas software que apoyen la resolución de problemas en ingeniería.			
C39	(CE39/SE1): Capacidad de construir, explotar y gestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesamiento, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas electrónicos.			
C45	(CE45/SE7): Capacidad para diseñar dispositivos de interfaz, captura de datos y almacenamiento, y terminales para servicios y sistemas de telecomunicación.			
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.			
D4	CT4 Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.			

## Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocer los principios fundamentales de diseño de los sistemas hardware de procesamiento de señales.	B6 B13	C39 C45	
Capacidad para decidir diferentes estrategias de diseño en función de la aplicación.	B4	C39 C45	D2
Capacidad para seleccionar la arquitectura hardware más adecuada a cada aplicación.	B4 B6	C39 C45	

Capacidad para diseñar circuitos básicos de procesamiento de audio e imagen.	B4 B6 B9 B13	C39 C45	D4
Adquirir habilidades en las herramientas de diseño, simulación e implementación de sistemas de procesamiento de señal.	B13	C39 C45	
Adquirir habilidades para verificar el correcto funcionamiento de los sistemas hardware complejos.	B6 B13	C39 C45	
Adquirir habilidades para combinar diferentes herramientas software y diferentes plataformas hardware.	B13	C39 C45	
Capacidad para documentar proyectos de diseño hardware.	B4 B9		D4

## Contenidos

Tema	
Teoría: Tema 1. Introducción	- Arquitectura básica de los Sistemas Electrónicos de Procesado de Señal: acondicionamiento, muestreo, conversión, reconstrucción.
Teoría: Tema 2. Tipos de procesamiento de señal	- Diferentes realizaciones hardware y software: DSP y FPGAs.  - Formas de procesamiento: Serie/paralelo, Hardware/Software.  - Coste hardware de circuitos habituales de procesamiento de señal. Recursos lógicos necesarios. Velocidad de proceso.
Teoría: Tema 3. Aritmética en DSP	- Tipos de datos.  - Modificación de datos: cuantificación y desbordamiento.  - Operaciones aritméticas y circuitos asociados.  - Conceptos asociados: critical path, pipeline, latencia.
Teoría: Tema 4. Sistema de acondicionamiento y muestreo de señales	- Ejemplo de sistema real de acondicionamiento y muestreo de señales utilizando una placa de desarrollo basada en FPGA.
Teoría: Tema 5. Diseño e Implementación de filtros digitales	- Implementación de filtros digitales en FPGA.  - Análisis de soluciones totalmente paralelas y semi-paralelas: coste hardware, velocidad de operación.
Teoría: Tema 6. Diseño de sistemas de procesamiento de imagen	- Ejemplos de sistemas de procesamiento de imagen.  - Análisis de recursos hardware necesarios.  - Implementación y análisis de prestaciones.
Teoría: Tema 7. Diseño de sistemas de procesamiento de audio	- Ejemplos de sistemas de procesamiento de audio.  - Análisis de recursos hardware necesarios.  - Implementación y análisis de prestaciones.
Teoría: Tema 8. Diseño de sistemas de procesamiento de señal para comunicaciones	- Ejemplos de sistemas de procesamiento de señal en aplicaciones de comunicación.  - Implementación y análisis de prestaciones.
Prácticas de laboratorio: Diseño de sistemas de procesamiento de señal básicos.	- Diseño, implementación y verificación de sistemas de procesamiento de señal básicos descritos mediante VHDL: diseño de filtros digitales, aplicaciones de comunicación, procesamiento de imagen y procesamiento de audio.  - Manejo de las herramientas de diseño ISE de Xilinx y MATLAB de MathWorks.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Proyectos	9	54	63
Sesión magistral	14	14	28
Pruebas de respuesta corta	2	6	8
Trabajos y proyectos	2	6	8
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	0	14	14

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

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Actividades introductorias	Se presentarán los diferentes temas clave de la asignatura tanto en su componente teórica como práctica, así como las actividades a desarrollar en los proyectos de la asignatura.  En estas actividades se trabajarán las competencias CG6, CE39, y CE45.
Prácticas de laboratorio	Se implementarán sistemas de procesado de señal básicos basados en FPGAs.  En estas actividades se trabajarán las competencias CG6, CG9, CE39, CE45 y CG13.
Proyectos	Se establecerán grupos de trabajo de dos o más alumnos. Cada grupo desarrollará dos proyectos a lo largo del curso. Dichos proyectos consistirán en el diseño de sistemas específicos de procesado de señal de complejidad baja y media, respectivamente.  Además, se dispondrá de grupos pequeños (Grupos tipo C) que permitirán realizar un seguimiento de los proyectos a desarrollar en la asignatura. Actividades a desarrollar en los grupos C:  Actividad 1. Análisis y debate sobre los sistemas diseñados en el primer proyecto de la asignatura. Presentación de resultados. Alternativas de diseño.  Actividad 2. Análisis y seguimiento de la solución propuesta para el segundo proyecto.  Actividad 3. Demostración del funcionamiento de los sistemas diseñados en el segundo proyecto. Análisis y debate de resultados.  En estas actividades se trabajarán las competencias CG6, CG9, CE39, CE45, CG13, CT2, CG4 y CT4.
Sesión magistral	Se expondrán por parte del profesor los contenidos teóricos de la asignatura y se realizarán las actividades introductorias tanto de los contenidos teóricos de la materia como de los proyectos a desarrollar durante el curso.  En estas clases se trabajarán las competencias CG6, CE39 y CE45.

### **Atención personalizada**

<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Sesión magistral	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre el estudio de conceptos teóricos. Los alumnos tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesor en el horario que se establezca para ese efecto al inicio del curso y que se publicará en la página web de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación.
Prácticas de laboratorio	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre las prácticas de laboratorio o proyectos. Los alumnos tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesor en el horario que se establezca para ese efecto al inicio del curso y que se publicará en la página web de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación.
Proyectos	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre los proyectos. Los alumnos tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesor en el horario que se establezca para ese efecto al inicio del curso y que se publicará en la página web de la Escuela de Ingeniería de Telecomunicación. Además, durante las horas de grupos pequeños (Grupos C) se realizará un seguimiento de los proyectos asignados.

### **Evaluación**

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Pruebas de respuesta corta	Se realizará un examen de respuestas cortas sobre los temas teóricos de la materia.  En el apartado «Otros comentarios» se amplía la información.  Mediante este examen se evaluarán las competencias CE39 y CE45.	20	C39 C45

Trabajos y proyectos	Se realizarán dos proyectos durante el curso. En el primer proyecto el alumno diseñará un sistema de procesado de señal básico. El peso de esta evaluación será del 35% de la nota total de la asignatura. El segundo proyecto consistirá en el diseño de un sistema de procesado de señal de complejidad media y su evaluación supondrá un 35% de la nota final. En el apartado "Otros comentarios" se amplía la información.  Mediante estos proyectos se evaluarán las competencias CG4, CG6, CG9, CG13, CE39, CE45, CT2 y CT4.	70	B4 B6 B9 B13	C39 C45	D2 D4
Pruebas prácticas, de ejecución de tareas reales y/o simuladas.	Las prácticas de laboratorio se evaluarán de forma continua durante las propias horas de prácticas (horas tipo B). El peso de esta actividad será del 10% de la nota final.  Mediante estos proyectos se evaluarán las competencias CG4, CG6, CG13, CE39, CE45 y CT4.	10	B4 B6 B13	C39 C45	D4

## Otros comentarios sobre la Evaluación

Siguiendo las directrices propias de la titulación se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación mediante examen final.

### 1.- Evaluación continua

La evaluación de la asignatura se realiza mediante una evaluación continua, que consiste en un examen teórico, un conjunto de prácticas de laboratorio y la entrega de dos trabajos teórico-prácticos (proyectos). No obstante, se contempla también la realización de un examen final como alternativa.

El examen teórico incluirá los contenidos de los tres primeros temas de la asignatura y se realizará en horas de clase (horas tipo A). El peso de este examen será de 2 puntos sobre 10.

Las prácticas de laboratorio se realizarán en grupos preferiblemente de dos estudiantes y se evaluarán de forma continua durante las propias horas de prácticas (horas tipo B). El peso de esta actividad será de 1 punto sobre 10. La nota será la misma para todos los integrantes del grupo de prácticas.

El primer trabajo teórico-práctico incluirá contenidos de los temas 1 al 5. Consistirá en el diseño de un sistema básico de procesado de señal. Este trabajo se realizará en horas de laboratorio y de grupo pequeño (horas tipo B y C) en grupos de dos o más alumnos. Como resultado del trabajo se entregará una memoria. El peso de esta evaluación es de 3,5 puntos sobre 10.

El segundo trabajo teórico-práctico incluirá contenidos de los temas 6 al 8. Este trabajo se realizará en horas de laboratorio y de grupos pequeños (horas tipo B y C) en grupos de dos o más alumnos. Como resultado del trabajo se entregará una memoria y posteriormente se hará una presentación del mismo en horas de grupo C. El peso de esta evaluación es de 3,5 puntos sobre 10 (3 corresponden a la ejecución y documentación del proyecto y 0,5 punto a la presentación).

En ambos trabajos teórico-prácticos a los alumnos se les asignarán tareas individuales y conjuntas. Las tareas individuales tendrán un peso del 60% de la nota del trabajo y las conjuntas el 40%. La nota correspondiente al 40% será la misma para todos los integrantes del grupo.

La calificación final de la asignatura será la suma de las cuatro evaluaciones. Para aprobar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la evaluación global.
- Obtener un mínimo del 40% de la nota máxima de cada una de las actividades evaluativas.

Los alumnos que no superen alguna de las evaluaciones deberán presentarse a la parte del examen final que corresponda. De igual forma, los alumnos que quieran mejorar la nota obtenida en alguna de las evaluaciones podrán presentarse a dicho examen final.

En caso de que un alumno no obtenga el mínimo del 40% de la nota máxima de alguna de las actividades evaluativas, pero sí supere el mínimo de 5 puntos sobre 10 en la evaluación global, se considera que el alumno está suspenso y la nota que figurará en acta será 4,5 puntos.

Se entiende que el alumno opta por evaluación continua si realiza las dos primeras prácticas de laboratorio, y desde ese momento se considera presentado a la convocatoria.

### 2.- Evaluación mediante examen final.

El examen final constará de las mismas actividades evaluativas que se contemplan en la evaluación continua. Esto significa que en la fecha prevista para el examen final los alumnos que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar el examen teórico de los temas 1 al 3 de la asignatura y entregar las memorias de las prácticas de laboratorio y de los dos trabajos teórico-prácticos equivalentes a los que se realizan mediante evaluación continua. Los trabajos teórico-prácticos se presentarán en la semana siguiente a la entrega.

Tal como se indicó anteriormente, aquellos alumnos que hayan optado por evaluación continua y no hayan superado alguna de las actividades evaluativas o quieran mejorar su nota también podrán presentarse al examen final sólo con la parte o partes que consideren. En este caso la calificación será la más alta entre la del examen final y la de evaluación continua.

### **3.- Evaluación extraordinaria (Junio - Julio)**

El examen de la evaluación extraordinaria constará de dos partes, un examen teórico de todos los temas de la asignatura y un examen práctico. Cada uno de dos horas de duración.

El examen teórico podrá incluir preguntas de respuesta corta, problemas, y/o ejercicios de diseño de sistemas.

El examen práctico consistirá en la prueba final en hardware (utilizando una placa de desarrollo de FPGAs) de un sistema que el alumno deberá diseñar y simular previamente de forma autónoma. El contenido del trabajo se le indicará al alumno al inicio del segundo cuatrimestre del curso. Una semana antes de la fecha que se establezca para el examen extraordinario el alumno deberá entregar una memoria del trabajo realizado y los resultados de simulación. Durante el examen práctico el alumno validará el sistema diseñado en el hardware.

Cada una de las partes del examen extraordinario (examen teórico y examen práctico) tendrá un peso del 50% de la nota final.

Para aprobar la asignatura se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la evaluación global.
- Obtener un mínimo del 40% de la nota máxima de cada una de las actividades evaluativas.

En caso de que un alumno no obtenga el mínimo del 40% de la nota máxima de alguna de las actividades evaluativas, pero sí supere el mínimo de 5 puntos sobre 10 en la evaluación global, se considera que el alumno está suspenso y la nota que figurará en acta será 4,5 puntos.

### **4.- Otros comentarios**

- Los exámenes se realizarán en castellano. El alumno podrá responder el examen, redactar sus informes, trabajos o presentaciones en castellano, gallego o inglés.

- Las notas obtenidas en la evaluación continua o en los exámenes finales solo son válidas para el curso académico actual.
- No se permite el uso de libros, notas o dispositivos electrónicos como teléfonos u ordenadores en ningún examen. Los teléfonos móviles deben apagarse y estar fuera del alcance del alumno.
- En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas la calificación final de la asignatura será de suspenso (0) y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.
- En caso de detección de plagio o abandono de algún miembro de un equipo de trabajo, su calificación será "suspenso (0)" y no computará en la calificación del resto del grupo.

---

#### **Fuentes de información**

##### **Bibliografía Básica**

U. Meyer-Baese, **Digital signal processing with Field Programmable Gate Arrays**, 3th ed., Springer-Verlag, 2007

James H. McClellan, Ronald W. Schafer, Mark A. Yoder, **Signal processing first**, 1st ed., Pearson Education International, 2003

XUP, University of Strathclyde and Steepest Ascent, **DSP for FPGA Primer**, 2011

##### **Bibliografía Complementaria**

John G. Proakis, Dimitris G. Manolakis, **Digital signal processing**, 4th ed., Pearson Education International, 2007

John G. Proakis, **Tratamiento digital de señales : principios, algoritmos y aplicaciones**, 4ª ed., Prentice Hall, 2007

---

#### **Recomendaciones**

##### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Electrónica digital/V05G300V01402

Procesado digital de señales/V05G300V01304

---