



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas electrónicos de procesado de sinal

Materia	Sistemas electrónicos de procesado de sinal			
Código	V05G300V01522			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OP	Curso 3	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Tecnoloxía 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>			
Descrición xeral	Nesta materia introdúcense os conceptos básicos do procesado dixital de sinais desde o punto de vista da implementación hardware dos sistemas orientados a tal propósito. Saliéntanse as solucións baseadas en FPGAs, para as que se utilizan plataformas hardware e ferramentas software de deseño profesionais. O carácter da materia é fundamentalmente práctico. Poténciase o desenvolvemento de proxectos colaborativos cuxo obxectivo final é o deseño de sistemas electrónicos de procesado de sinal.			

## Competencias

Código	
B4	CG4 Capacidade para resolver problemas con iniciativa, para a toma de decisións, a creatividade, e para comunicar e transmitir coñecementos, habilidades e destrezas, comprendendo a responsabilidade ética e profesional da actividade do Enxeñeiro Técnico de Telecomunicación.
B6	CG6 Facilitade para o manexo de especificacións, regulamentos e normas de obrigado cumprimento.
B9	CG9 Capacidade para traballar nun grupo multidisciplinar e nunha contorna multilingüe e de comunicar, tanto por escrito como de forma oral, coñecementos, procedementos, resultados e ideas relacionadas coas telecomunicacións e a electrónica.
B13	CG13 Capacidade para manexar ferramentas software que apoiem a resolución de problemas en enxeñaría.
C39	(CE39/SE1): Capacidade de construír, explotar e xestionar sistemas de captación, transporte, representación, procesamento, almacenaxe, xestión e presentación de información multimedia, desde o punto de vista dos sistemas electrónicos.
C45	(CE45/SE7): Capacidade para deseñar dispositivos de interface, captura de datos e almacenaxe, e terminais para servizos e sistemas de telecomunicación.
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.
D4	CT4 Favorecer o traballo cooperativo, as capacidades de comunicación, organización, planificación e aceptación de responsabilidades nun ambiente de traballo multilingüe e multidisciplinar, que favoreza a educación para a igualdade, para a paz e para o respecto dos dereitos fundamentais.

## Resultados de aprendizaxe

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe	
Coñecer os principios fundamentais de deseño dos sistemas hardware de procesado de sinais.	B6 B13	C39 C45
Capacidade para decidir diferentes estratexias de deseño en función da aplicación.	B4	C39 C45 D2
Capacidade para seleccionar a arquitectura hardware máis adecuada a cada aplicación.	B4 B6	C39 C45

Capacidade para deseñar circuitos básicos de procesado de son e imaxe.	B4 B6 B9 B13	C39 C45	D4
Adquirir habilidades nas ferramentas de deseño, simulación e implementación de sistemas de procesado de sinal.	B13	C39 C45	
Adquirir habilidades para verificar o correcto funcionamento dos sistemas hardware complexos.	B6 B13	C39 C45	
Adquirir habilidades para combinar diferentes ferramentas software e diferentes plataformas hardware.	B13	C39 C45	
Capacidade para documentar proxectos de deseño hardware.	B4 B9		D4

## Contidos

Tema	
Teóricos: Tema 1. Introducción	- Arquitectura básica dos sistemas electrónicos de procesamento de sinal: acondicionamento, mostraxe, conversión, reconstrución.
Teóricos: Tema 2. Tipos de procesado de sinal	- Diferentes realizacións hardware e software: DSP e FPGAs.  - Formas de procesamento: serie/paralelo, hardware/software.  - Custo hardware de circuitos habituais de procesamento de sinal. Recursos lóxicos necesarios. Velocidade de proceso.
Teóricos: Tema 3. Aritmética en DSP	- Tipos de datos.  - Modificación de datos: cuantificación e desbordamento.  - Operacións aritméticas e circuitos asociados.  - Conceptos asociados: critical path, pipeline, latencia.
Teóricos: Tema 4. Sistemas de acondicionamento e mostraxe de sinais	- Exemplo de sistema real de acondicionamento e mostraxe de sinais utilizando unha placa de desenvolvemento baseada en FPGA.
Teóricos: Tema 5. Deseño e implementación de filtros dixitais.	- Implementación de filtros dixitais en FPGA.  - Análise de solucións totalmente paralelas e semi-paralelas: custo hardware, velocidade de operación.
Teóricos: Tema 6. Deseño de sistemas de procesamento de son.	- Exemplos de sistemas de procesamento de son.  - Análise de recursos hardware necesarios.  - Implementación e análise de prestacións.
Teóricos: Tema 7. Deseño de sistemas de procesamento de imaxe	- Exemplos de sistemas de procesamento de imaxe.  - Análise de recursos hardware necesarios.  - Implementación e análise de prestacións.
Prácticas de laboratorio: Deseño de sistemas de procesamento de sinal básicos.	- Deseño, implementación e verificación de sistemas de procesamento de sinal básicos descritos mediante VHDL: deseño de filtros dixitais, aplicacións de comunicacións, procesamento de imaxe e procesamento de son.  - Manexo das ferramentas de deseño ISE de Xilinx e MATLAB de MathWorks.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introductorias	1	0	1
Lección maxistral	14	14	28
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Aprendizaxe baseado en proxectos	9	54	63
Probas de resposta curta	2	6	8
Proxecto	2	6	8
Práctica de laboratorio	0	14	14

\*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

## Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	<p>Presentaranse os diferentes temas clave da materia tanto no seu compoñente teórico coma práctica, así como as actividades para desenvolver nos proxectos da materia.</p> <p>Nestas clases traballarase as competencias CG6, CE39 e CE45.</p> <p>Trátase dunha actividade individual.</p>
Lección maxistral	<p>Expoñeranse por parte do/a docente os contidos teóricos da materia e realizaranse as actividades introdutorias tanto dos contidos teóricos da materia coma dos proxectos para desenvolver durante o curso.</p> <p>Nestas clases traballarase as competencias CG6, CE39 e CE45.</p> <p>Trátase dunha actividade individual.</p>
Prácticas de laboratorio	<p>Realizaranse sistemas de procesamento de sinal básicos baseados en FPGAs.</p> <p>Nestas actividades traballarase as competencias CG6, CG9, CE39, CE45 e CG13.</p> <p>Trátase dunha actividade en grupo.</p>
Aprendizaxe baseado en proxectos	<p>Estableceranse grupos de traballo de dous ou máis estudantes. Cada grupo desenvolverá dous proxectos ao longo do curso. Os devanditos proxectos consistirán no deseño de sistemas específicos de procesamento de sinal de complexidade baixa e media, respectivamente.</p> <p>Ademais, dispoñeráse de grupos pequenos (grupos de tipo C) que permitirán realizar un seguimento dos proxectos que se desenvolverán na materia. Actividades que se desenvolverán nos grupos C:</p> <p>Actividade 1. Análise e debate sobre os sistemas deseñados no primeiro proxecto da materia. Presentación de resultados. Alternativas de deseño.</p> <p>Actividade 2. Análise e seguimento da solución proposta para o segundo proxecto.</p> <p>Actividade 3. Demostración do funcionamento dos sistemas deseñados no segundo proxecto. Análise e debate de resultados.</p> <p>Nestas actividades traballarase as competencias CG6, CG9, CE39, CE45, CG13, CT2, CT4 e CG4.</p> <p>Trátase dunha actividade en grupo.</p>

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas de cada estudante sobre o estudo de conceptos teóricos. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do/a docente no horario establecido para ese efecto ao comezo do curso e que se publicará na páxina web da Escola de Enxeñaría de Telecomunicación.
Prácticas de laboratorio	O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas de cada estudante sobre prácticas de laboratorio ou proxectos. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do/a docente no horario establecido para ese efecto ao comezo do curso e que se publicará na páxina web da Escola de Enxeñaría de Telecomunicación.
Aprendizaxe baseado en proxectos	O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas de cada estudante sobre prácticas de laboratorio ou proxectos. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos no despacho do/a docente no horario establecido para ese efecto ao comezo do curso e que se publicará na páxina web da Escola de Enxeñaría de Telecomunicación. Ademais, durante as horas de grupos pequenos (grupos C) realizarase un seguimento dos proxectos asignados.

## Avaliación

Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

Probas de resposta curta	Realizarase un exame de respostas curtas sobre os temas teóricos da materia.  No apartado «Outros comentarios» amplíase a información.  Mediante este exame avaliaranse as competencias CE39 e CE45.	20		C39 C45	
Proxecto	Realizaranse dous proxectos durante o curso. No primeiro, cada estudante deseñará un sistema de procesamento de sinal básico. A nota desta parte será do 35 % da nota total da materia. O segundo proxecto consistirá no deseño dun sistema de procesamento de sinal de complexidade media e a súa avaliación supoñerá un 35 % da nota final. No apartado "Outros comentarios" amplíase a información.  Mediante estes proxectos avaliaranse as competencias CG4, CG6, CG9, CG13, CE39, CE45, CT2 e CT4.	70	B4 B6 B9 B13	C39 C45	D2 D4
Práctica de laboratorio	As prácticas de laboratorio avaliaranse de forma continua durante as propias horas de prácticas (horas tipo B).  Mediante estas prácticas avaliaranse as competencias CG4, CG6, CG13, CE39, CE45 e CT4.	10	B4 B6 B13	C39 C45	D4

### Outros comentarios sobre a Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación ofreceráselle ao alumnado que curse esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación única.

#### 1. Avaliación continua

A avaliación continua consiste nun exame teórico, un conxunto de prácticas de laboratorio e a realización de dous traballos teórico-prácticos (proxectos).

O exame teórico incluírá os contidos de todos os temas teóricos da materia e realizarase ao final do cuadrimestre. A cualificación deste exame será de 2 puntos sobre 10.

As prácticas de laboratorio realizaranse preferiblemente en grupos de dous/dúas estudantes e avaliaranse de forma continua durante as propias horas de prácticas (horas tipo B). A cualificación desta actividade será de 1 punto sobre 10. A nota será a mesma para todos os/as integrantes do grupo de prácticas.

O primeiro traballo teórico-práctico incluírá os contidos dos temas 1 ao 5. Consistirá no deseño dun sistema básico de procesamento de sinal. Este traballo realizarase en horas de laboratorio e de grupo pequeno (horas tipo B e C) en grupos de dous/dúas ou máis estudantes. Como resultado do traballo entregarase unha memoria e o sistema implementado. A cualificación desta avaliación é de 3,5 puntos sobre 10.

O segundo traballo teórico-práctico incluírá os contidos dos temas 6 e 7. Este traballo realizarase en horas de laboratorio e de grupo pequeno (horas tipo B e C) en grupos de dous/dúas ou máis estudantes. Como resultado do traballo entregarase unha memoria, o sistema implementado e, posteriormente, farase unha presentación en horas de grupo C. O peso desta avaliación é de 3,5 puntos sobre 10 (3 corresponden á execución e documentación do proxecto e 0,5 punto á presentación).

En ambos os traballos teórico-prácticos aos alumnos/as asignaráselles tarefas individuais e conxuntas. As tarefas individuais terán unha cualificación do 60 % da nota do traballo e as conxuntas o 40%. A nota correspondente ao 40 % será a mesma para todos os/as integrantes do grupo.

A cualificación final da materia será a suma das catro avaliacións. Para aprobar a materia débense cumprir as seguintes condicións:

- Obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 na avaliación global.
- Obter un mínimo do 40 % da nota máxima de cada unha das actividades avaliadas.

No caso de que un alumno/a non obteña o mínimo do 40 % da nota máxima nalgunha das catro actividades avaliadas, pero si supere o mínimo de 5 puntos sobre 10 na avaliación global, considerase que o alumno/a está suspenso e a nota que figurará na acta será 4 puntos.

O alumnado que non supere algunha das avaliacións parciais terá a posibilidade de repetila na segunda oportunidade. Neste caso os alumnos/as serán avaliados só da(s) parte(s) que teña suspenso(s) (exame teórico, prácticas de laboratorio e/ou proxectos). A nota que obteña nesta convocatoria substituirá a anterior.

Enténdese que a alumna ou alumno opta por avaliación continua se realiza as dúas primeiras prácticas de laboratorio e dende ese momento considérase que se presentou á convocatoria. En ningún caso a cualificación final dun alumno que opta por avaliación continua poderá ser de "Non presentado".

## 2. Avaliación única e convocatoria extraordinaria

Os alumnos/as que opten pola avaliación única ou se presenten á convocatoria extraordinaria deberán superar dous exames, un exame teórico de todos os temas da materia e un exame práctico. Cada un terá dúas horas de duración.

O exame teórico poderá incluír preguntas de resposta curta, problemas, e/ou exercicios de deseño de sistemas.

O exame práctico consistirá na proba final en hardware (utilizando unha placa de desenvolvemento de FPGAs) dun sistema que o alumno deberá deseñar e simular previamente de forma autónoma. Unha semana antes da data que se estableza para o exame o alumno/a deberá entregar unha memoria do traballo realizado e os resultados de simulación. Durante o exame práctico o alumno/a validará o sistema deseñado no hardware.

Tanto o exame teórico coma o práctico terán unha cualificación do 50 % da nota final. A cualificación final da materia será a suma das dúas avaliacións.

Para aprobar a materia débense cumprir as seguintes condicións:

- Obter un mínimo de 5 puntos sobre 10 na avaliación global.
- Obter un mínimo do 40 % da nota máxima de cada unha das actividades avaliadas.

No caso de que un alumno/a non obteña o mínimo do 40 % da nota máxima nalgunha das dúas actividades avaliadas, pero si supere o mínimo de 5 puntos sobre 10 na avaliación global, considerase que o alumno/a está suspenso e a nota que figurará na acta será 4 puntos.

Os alumnos que opten pola avaliación única e non superen a materia terán outra posibilidade na segunda oportunidade. Neste caso só serán avaliados da(s) parte(s) que teña suspensa(s) (teoría e/ou práctica).

## 3. Outros comentarios

- Os exames realizaranse en castelán. O alumno poderá responder o exame, redactar os seus informes, traballos ou presentacións en castelán, galego ou inglés.
- As notas obtidas na avaliación continua ou na avaliación única só son válidas para o curso académico actual.
- Non se permite o uso de libros, notas ou dispositivos electrónicos como teléfonos ou computadores en ningún exame. Os teléfonos móbiles deben apagarse e estar fóra do alcance do alumno/a.
- No caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas realizadas a cualificación final da materia será de "suspenso (0)" e os profesores/as comunicaranlle á dirección da escola o asunto para que tome as medidas que considere oportunas.
- No caso de detección de plaxio ou abandono dalgún membro dun equipo de traballo, a súa cualificación será "suspenso (0)" e non computará na cualificación do resto do grupo.

---

### Bibliografía. Fontes 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

---

### Recomendacións

#### Materias que se recomenda cursar simultaneamente

Circuitos electrónicos programables/V05G300V01502

#### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Electrónica dixital/V05G300V01402

Procesado dixital de sinais/V05G300V01304

