



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas electrónicos de procesado de sinal

Materia	Sistemas electrónicos de procesado de sinal			
Código	V05G301V01312			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS 6	Sinale OP	Curso 3	Cuadrimestre 1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Tecnoloxía electrónica			
Coordinador/a	Valdés Peña, María Dolores			
Profesorado	Valdés Peña, María Dolores			
Correo-e	mvaldes@uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/course">http://moovi.uvigo.gal/course</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.			
	Materia do programa English Friendly. Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

## Resultados de Formación e Aprendizaxe

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 previstos na materia

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 circuítos 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 circuítos 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 circuítos 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 e/ou Vivado de Xilinx e MATLAB de MathWorks.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	0	1
Lección maxistral	14	14	28
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Aprendizaxe baseado en proxectos	9	48	57
Presentación	0	6	6
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	6	8

Práctica de laboratorio	0	14	14
Proxecto	1	3	4
Presentación	1	3	4

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

### Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introductorias	<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 B6, C39 e C45.</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 introductorias tanto dos contidos teóricos da materia coma dos proxectos para desenvolver durante o curso.</p> <p>Nestas clases traballarase as competencias B6, C9 e C45.</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 B6, B9, C39, C45 e B13.</p> <p>Trátase dunha actividade en grupo.</p> <p>Software empregado: Matlab, ISE</p>
Aprendizaxe baseado en proxectos	<p>Estableceranse grupos de traballo de dous ou máis estudantes. Cada grupo desenvolverá un proxecto ao longo do curso. O proxecto consistirá no deseño dun sistema específico de procesamento de sinal de complexidade media.</p> <p>Ademais, dispoñerase de grupos pequenos (grupos de tipo C) que permitirán realizar un seguimento do proxecto que se desenvolverá na materia. Actividades que se desenvolverán nos grupos C:</p> <p>Actividade 1. Análise e debate sobre o sistema deseñado no proxecto da materia.</p> <p>Actividade 2. Demostración do funcionamento do sistema deseñado. Análise e debate de resultados.</p> <p>Nestas actividades traballarase as competencias B6, B9, C39, C45, B13, D2, D4 e B4.</p> <p>Trátase dunha actividade en grupo.</p> <p>Software empregado: Matlab, ISE</p>
Presentación	<p>Exposición por parte de cada grupo de traballo ao docente e o resto do alumnado dos resultados o proxecto realizado.</p> <p>Nesta actividade traballarase as competencias B4, B9 e D4.</p> <p>Trátase dunha actividade grupal.</p> <p>Software utilizado: Power Point ou calquera outra ferramenta de presentación.</p>

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudiantado sobre o estudo de conceptos teóricos. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos previa solicitude e confirmación través do correo electrónico. Os datos de contacto da profesora son accesibles en <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11303">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11303</a>
Prácticas de laboratorio	O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudiantado sobre as prácticas de laboratorio. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos previa solicitude e confirmación través do correo electrónico. Os datos de contacto da profesora son accesibles en <a href="https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11303">https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11303</a>

Aprendizaxe baseado en proxectos O/A docente atenderá persoalmente dúbidas e consultas do estudiantado sobre o proxecto. O alumnado terá ocasión de acudir a titorías personalizadas ou en grupos previa solicitude e confirmación través do correo electrónico. Os datos de contacto da profesora son accesibles en <https://moovi.uvigo.gal/user/profile.php?ide=11303>

<b>Avaliación</b>					
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Resolución de problemas e/ou exercicios	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 C39 e C45.	20		C39 C45	
Práctica de laboratorio	As prácticas de laboratorio avaliaranse en función do traballo realizado de forma continua durante as propias horas de prácticas (horas tipo B) e dun informe final de prácticas. No apartado "Outros comentarios" amplíase a información.  Mediante a realización destas prácticas avaliaranse as competencias B4, B6, B13, C39, C45 e D4.	35	B4 B6 B13	C39 C45	D4
Proxecto	Realizarase un proxectos que consistirá no deseño dun sistema de procesamento de sinal de complexidade media. No apartado "Outros comentarios" amplíase a información.  Mediante este proxecto avaliaranse as competencias B4, B6, B9, B13, C39, C45, D2 e D4.	40	B4 B6 B9 B13	C39 C45	D2 D4
Presentación	Realizarase a presentación oral do proxecto. No apartado "Outros comentarios" amplíase a información.  Mediante esta actividade avaliaranse as competencias B4, B9 e D4.	5	B4 B9		D4

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Seguindo as directrices propias da titulación, ao alumnado que cursen esta materia ofreceráselles dous sistemas de avaliación: avaliación continua (AC) e avaliación global (AG).

Considérase que un/unha estudante opta pola EC cando asiste a máis de dúas prácticas de laboratorio. En ningún caso a cualificación final dun/dunha estudante que opta por AC poderá ser de "Non presentado". Con todo, poderase renunciar á AC e optar pola AG, previa solicitude por correo electrónico, nun prazo máximo dun mes antes da finalización do cuadrimestre.

#### **1.- Avaliación continua**

A avaliación continua, tanto na oportunidade ordinaria como na extraordinaria, consiste nun exame teórico, un conxunto de prácticas de laboratorio, a realización dun traballo teórico-práctico (proxecto) e a presentación do devandito traballo.

A planificación das diferentes probas e entregas de AC publicarase nun calendario compartido e estará dispoñible ao comezo do cuadrimestre.

##### **1.1 Exame teórico ( NExam):**

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

##### **1.2 Prácticas de laboratorio ( NPrac):**

As prácticas de laboratorio realizaranse en grupos preferiblemente de dous estudantes. Para a avaliación das prácticas valorarase o traballo realizado no laboratorio e a entrega dun informe final de prácticas. O peso desta actividade será de 3,5 punto sobre 10. O traballo no laboratorio valorarase de forma individual e representará o 60% da nota de prácticas. O 40 % restante corresponderá á memoria e será a mesma para todos os integrantes do grupo de prácticas.

As prácticas teñen carácter obrigatorio. Para optar a unha nota de prácticas o alumnado debe asistir como mínimo ao 80 % das prácticas.

##### **1.3 Traballo teórico-práctico ( NPro):**

O traballo teórico-práctico realizarase en horas tipo B e C. Realizarase en grupos de dous ou máis estudantes. Como resultado do traballo entregarase unha memoria e o sistema implementado. O peso desta avaliación é de 4 puntos sobre 10.

No traballo teórico-práctico ao alumnado asignaráselles tarefas individuais e conxuntas. As tarefas individuais terán un peso do 60% da nota do traballo e as conxuntas o 40%. A nota correspondente ao 40% será a mesma para todos os integrantes do grupo.

#### **1.4 Presentación oral do traballo teórico-práctico (NPre):**

O alumnado deberá presentar os resultados do traballo teórico-práctico. O peso desta avaliación é de 0,5 puntos sobre 10. A presentación dos traballos será ao final do cuadrimestre, na mesma data do exame teórico.

#### **1.5 Cualificación final (Nota\_final):**

A cualificación final da avaliación continua obtense da seguinte forma:

$Nota\_final = (0.2 * NExam + 0.35 * NPrac + 0.4 * NPro + 0.05 * NPre)$  se  $Nexam$ ,  $NPrac$  e  $NPro$  son maiores ou iguais a 4 e  $Nota\_final$  é maior ou igual a 5;

$Nota\_final = \min[(0.2 * NExam + 0.35 * NPrac + 0.4 * NPro + 0.05 * NPre), 4.9]$  noutro caso.

O alumnado que non supere algunha das avaliacións parciais na oportunidade ordinaria, terá a posibilidade de repetila na oportunidade extraordinaria. Neste caso o alumnado serán avaliados só da/das parte/s que teñan suspensa/s (exame teórico, prácticas de laboratorio e/ou proxecto). A nota que obteñan na oportunidade extraordinaria substituirá á anterior.

### **2.- Avaliación global e convocatoria de fin de carreira**

O alumnado que opte pola avaliación global ou se presente á convocatoria de fin de carreira deberán superar dous exames, un exame teórico de todos os temas da materia e un exame práctico.

#### **2.1 Exame teórico (NExam\_G):**

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

#### **2.2 Exame práctico (NPra\_G):**

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

Tanto o exame teórico como o práctico terán un peso do 50% da nota final.

#### **2.3 Cualificación final (Nota\_final\_G):**

A cualificación final da avaliación global e da convocatoria de fin de carreira obtense da seguinte forma:

$Nota\_final\_G = (0.5 * NExam\_G + 0.5 * NPra\_G)$  se  $Nexam\_G$  e  $NPra\_G$  son maiores ou iguais a 4 e  $Nota\_final\_G$  é maior ou igual a 5;

$Nota\_final\_G = \min[(0.5 * NExam\_G + 0.5 * NPra\_G), 4.9]$  noutro caso.

O alumnado que opten por avaliación global e non superen a materia na oportunidade ordinaria, terán outra posibilidade na oportunidade extraordinaria. Neste caso só serán avaliados de/das parte/s que teñan suspensa (teoría e/o práctica).

### **3.- Outros comentarios**

- O alumnado 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 global 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 presencial. Os teléfonos móbiles deben apagarse e estar fora do alcance do alumnado.
- En caso de detección de plaxio nalgún dos traballos/probas realizadas a cualificación final da materia será de suspenso (0) e o profesorado comunicarao á dirección da escola para que tome as medidas que considere oportunas.
- En 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. 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**

---

**Materias que se recomienda ter cursado previamente**

Electrónica dixital/V05G301V01203

---