



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Procesado dixital en tempo real

|                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
|-----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|--------------|
| Materia               | Procesado dixital en tempo real                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Código                | V05G300V01913                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |        |       |              |
| Titulación            | Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |        |       |              |
| Descritores           | Creditos ECTS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Sinale | Curso | Cuadrimestre |
|                       | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | OP     | 4     | 1c           |
| Lingua de impartición | Castelán                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |        |       |              |
| Departamento          | Teoría do sinal e comunicacións                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Coordinador/a         | Cardenal López, Antonio José                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |       |              |
| Profesorado           | Cardenal López, Antonio José                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |        |       |              |
| Correo-e              | cardenal@gts.uvigo.es                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |        |       |              |
| Web                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |        |       |              |
| Descrición xeral      | <p>Esta materia está dedicada aos aspectos máis prácticos da implementación de algoritmos de procesado dixital de sinal. Os obxectivos principais son familiarizar ao alumno coas características das distintas plataformas hardware dispoñibles para tal fin, así como profundar nos detalles prácticos da implementación dos algoritmos básicos de procesado de sinal discreto en tales plataformas, especialmente cando se aplican restricións de tempo real.</p> <p>Os aspectos teóricos desenvolvidos na materia serán experimentados de maneira práctica empregando un sistema de desenvolvemento para un procesador de sinal (DSP).</p> <p>A asignatura impartirase en castelán, aínda que toda a documentación estará en inglés.</p> |        |       |              |

## Competencias de titulación

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Código |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| A3     | CG3 Coñecemento de materias básicas e tecnoloxías que capaciten o alumnado para a aprendizaxe de novos métodos e tecnoloxías, así como para dotalo dunha gran versatilidade para adaptarse a novas situacións.                                                                    |
| A4     | 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. |
| A78    | (CE69/OP12) Capacidade de implantar esquemas de procesamento dixital de sinais en dispositivos programables.                                                                                                                                                                      |
| A79    | (CE70/OP13) Capacidade de interacción con sinais de radio dixitalmente.                                                                                                                                                                                                           |

## Competencias de materia

| Resultados previstos na materia                                                                                                                                                                                                                                                       | Resultados de Formación e Aprendizaxe |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Coñecer as arquitecturas para aplicacións en tempo real. Desenvolver aplicacións en tempo real sobre arquitecturas tipo. Adaptar os coñecementos de procesado dixital de sinal a contornas en tempo real. Propor solucións dixitais para a súa integración en transceptores de radio. | A3<br>A4<br>A78<br>A79                |

## Contidos

|                                                 |                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema                                            |                                                                                                                                              |
| Tema 1 Conceptos básicos                        | Concepto de procesado en tempo real. Restricións dos sistemas de procesado de sinal en tempo real. Dispositivos para procesado en tempo real |
| Tema 2 Algoritmos para procesado en tempo       | Xeración de sinais. Estructuras avanzadas para filtros IIR. Efectos da precisión finita.                                                     |
| Tema 3 Algoritmos para procesado en frecuencia. | Fast Fourier Transform (FFT). Discrete Cosine Transform. Algoritmo de Goertzel.                                                              |
| Tema 4 Introducción aos DSPs.                   | Arquitectura dos DSPs. Unidade aritmético-lóxica. Unidade de cálculo de direccións. Control de fluxo de programa. Medidas de prestacións.    |

|                                                        |                                                                                                                 |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tema 5 Programación optimizada para DSPs               | Estrutura dos sistemas de desenvolvemento. Programación en punto fixo. Técnicas de programación e optimización. |
| Práctica 1: Introducción ao sistema de desenvolvemento | Compilación, execución e depuración de programas no sistema de desenvolvemento.                                 |
| Práctica 2: Xerador de sinais                          | Xeración dun sinal sinusoidal mediante varios métodos.                                                          |
| Práctica 3: Filtros IIR I                              | Implementación dun filtro IIR mediante formas transpuestas e en cascada.                                        |
| Práctica 4: Filtros IIR II                             | Programación de filtros IIR en punto fixo.                                                                      |
| Práctica 5: Procesado en frecuencia.                   | Programación de FFTs empregando as librerías do procesador. FFTs reais e complexas.                             |
| Práctica 6: Software defined radio.                    | Programación de algoritmos básicos para transmisores e receptores programables.                                 |

## Planificación

|                                              | Horas na aula | Horas fóra da aula | Horas totais |
|----------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------|
| Sesión maxistral                             | 21            | 42                 | 63           |
| Traballos tutelados                          | 7             | 35                 | 42           |
| Prácticas de laboratorio                     | 12            | 24                 | 36           |
| Probas de resposta longa, de desenvolvemento | 2             | 7                  | 9            |

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

## Metodoloxía docente

|                          | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Sesión maxistral         | Exposición por parte do profesor dos conceptos principais de cada tema. O material audiovisual será facilitado previamente aos estudantes na plataforma fatic. Traballo persoal posterior do estudante preparando ou repasando os conceptos vistos na aula. Identificación de dúbidas que requiran ser resoltas en tutorías personalizadas |
| Traballos tutelados      | Exporanse proxectos tutelados sobre a plataforma de procesado de sinal en tempo real empregada nas prácticas.                                                                                                                                                                                                                              |
| Prácticas de laboratorio | Realizaranse exercicios prácticos sobre un sistema de desenvolvemento para un procesador de sinal (DSP). Empregarase o programa Matlab como complemento para o deseño de filtros e a simulación dos algoritmos, se fose necesario.                                                                                                         |

## Atención personalizada

| Metodoloxías             | Descrición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Prácticas de laboratorio | <br> Os estudantes terán ocasión de acudir ás tutorías personalizadas no despacho dos profesores no horario que estes establecerán para ese efecto a principio de curso, e que se publicará na páxina web da materia. Nas ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais, con orientacións de como abordar o seu estudo. O desenvolvemento das prácticas de laboratorio e o software empregado. Os problemas e/ou exercicios propostos e resoltos na aula así como doutros problemas e/ou exercicios que poidan aparecer ao longo do estudo da materia. |
| Sesión maxistral         | <br> Os estudantes terán ocasión de acudir ás tutorías personalizadas no despacho dos profesores no horario que estes establecerán para ese efecto a principio de curso, e que se publicará na páxina web da materia. Nas ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais, con orientacións de como abordar o seu estudo. O desenvolvemento das prácticas de laboratorio e o software empregado. Os problemas e/ou exercicios propostos e resoltos na aula así como doutros problemas e/ou exercicios que poidan aparecer ao longo do estudo da materia. |
| Traballos tutelados      | <br> Os estudantes terán ocasión de acudir ás tutorías personalizadas no despacho dos profesores no horario que estes establecerán para ese efecto a principio de curso, e que se publicará na páxina web da materia. Nas ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais, con orientacións de como abordar o seu estudo. O desenvolvemento das prácticas de laboratorio e o software empregado. Os problemas e/ou exercicios propostos e resoltos na aula así como doutros problemas e/ou exercicios que poidan aparecer ao longo do estudo da materia. |

## Avaliación

|                          | Descrición                                                                                                                                                        | Cualificación |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Traballos tutelados      | Realizarase un traballo ao longo da materia sobre a mesma plataforma. Entregarase unha memoria e o código xerado para a súa avaliación.(Competencias A2, A4, A78) | 30            |
| Prácticas de laboratorio | Avaliación das prácticas realizadas sobre a plataforma de procesado de sinal en tempo real. (Competencias A2, A4, A78, A79)                                       | 50            |

---

## Outros comentarios sobre a Avaliación

---

### Avaliación

Seguindo as directrices propias da titulación ofrecerase aos alumnos que cursen esta materia dous sistemas de avaliación: avaliación continua e avaliación ao final do cuadrimestre.

### AVALIACIÓN CONTINUA

A avaliación continua da materia consistirá en:

- 5 prácticas realizadas sobre a plataforma de procesado de sinal. Estas prácticas contarán un 50% da nota final.
- 1 proxecto realizado en grupo nas horas tipo C, que contará un 30% da nota final.
- Proba de contidos sobre toda a materia desenvolvida nas clases maxistrais e de laboratorio. Terá lugar nas datas que especifique a Escola. Contará un 20% da nota final.

A cualificación final do estudante será calculada por agregación ponderada (50%, 30% e 20%, respectivamente) das cualificacións de laboratorio, proxecto en grupo e proba de contidos.

Os contidos e o peso de cada proba de avaliación continua son os seguintes:

- Xeradores de sinais (10%)
- Implementación de filtros FIR e IIR (10%)
- Implementación de filtros IIR, efectos da precisión finita (10%)
- Procesado en frecuencia (10%)
- Software defined radio (10%)
- Proxecto: (30%) Aplicación práctica dos contidos do curso. Entregarase na décimo cuarta semana do curso.

### AVALIACIÓN AO FINAL DO CUADRIMESTRE

O estudante terá a opción de renunciar á avaliación continua, podéndose presentar a un exame final polo 100% da nota. Neste exame avaliaranse tanto os contidos teóricos impartidos nas clases maxistrais, como os prácticos obtidos polo resto dos alumnos no laboratorio. Os estudantes que desexen renunciar á avaliación continua, deberán comunicarllo ao profesor unha semana antes da data especificada pola Escola para o exame final.

Os alumnos terán una segunda oportunidade ao final do ano académico. Nesta oportunidade, os alumnos terán a opción de manter parte da nota obtida na avaliación continua, completándoa mediante traballos prácticos propostos polo profesor, ou ben poderán renunciar a ela, presentándose nese caso a un único exame final.

---

## Bibliografía. Fontes de información

---

Sen M. Kuo, Bob H. Lee, **Real-Time Digital Signal Processing, Implementations, Application and Experiments with the TMS320C55X**, John Wiley & Sons,

Sanjit K. Mitra, **Digital Signal Processing: A Computer Based Approach**, McGraw-Hill,

Alan V. Oppenheim, Ronald W. Schaffer, **Discrete-Time Signal Processing**, Prentice Hall,

---

---

## Recomendacións

---

### Materias que se recomenda ter cursado previamente

Procesado dixital de sinais/V05G300V01304

Tratamento de sinais multimedia/V05G300V01513

---