



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Procesado dixital de sinais

Materia	Procesado dixital de sinais			
Código	V05G301V01205			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	2	1c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			

### Departamento

Coordinador/a Márquez Flórez, Óscar Willian

Profesorado Alonso Alonso, Ignacio  
Docio Fernández, Laura  
Márquez Flórez, Óscar Willian

Correo-e omarquez@uvigo.es

Web <http://moovi.uvigo.gal>

**Descrición xeral** O procesado dixital de sinal está presente hoxe en día na maioría dos dispositivos de uso cotián para as comunicacións e ocio. O obxectivo da materia é proporcionar ao alumno as bases matemáticas para a análise de sinais e sistemas. En materias de cursos posteriores, estes coñecementos aplicaranse a sinais e sistemas para usos concretos, como son o audio, imaxe, vídeo e sinal de voz. Os obxectivos da materia son:

- O manexo matemático e visual de sinais e sistemas; coñecemento e aplicación das súas propiedades.
- Os distintos dominios para a análise de sinais e sistemas: dominio temporal, frecuencial e dominio Z. Saber trasladar un problema formulado nun dominio ao dominio no que resulte máis doado de resolver.
- Dominar o concepto de resposta en frecuencia dun filtro e saber interpretar a función do sistema. Comprender a relación entre os polos e ceros da función do sistema e a súa resposta en frecuencia.
- Manexar un paquete informático específico para o procesado dixital de sinais.
- Aplicar os anteriores coñecementos a exemplos prácticos e moi sinxelos de laboratorio que inclúan mostraxe e filtrado dixital.

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

B3	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.
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.
C48	(CE48/T16) Coñecemento das técnicas axeitadas para o desenvolvemento e a explotación de subsistemas de procesado de sinal.
C49	(CE49/T17) Capacidade de analizar esquemas de procesamento dixital de sinais.
D2	CT2 Concibir a Enxeñaría no marco do desenvolvemento sostible.
D3	CT3 Tomar conciencia da necesidade dunha formación e mellora continua de calidade, amosando unha actitude flexible, aberta e ética ante opinión discriminación por sexo, raza ou relixión, respecto os dereitos fundamentais, accesibilidade, etc.

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Utilizar aplicacións informáticas de procesado dixital de sinais	B3	C48	D3
Adaptar os coñecementos matemáticos ao filtrado lineal de sinais	B4	C49	D2
Interpretar as operacións de filtrado no dominio da frecuencia	B4	C49	D2
Adquirir ferramentas matemáticas que permitan a comprensión dos efectos prácticos da mostraxe e do enventanado de sinais analóxicas	B3	C48	D3
Analizar sistemas que incorporen elementos do procesado do sinal	B4	C49	D2

## Contidos

Tema	
Tema 1. Introducción	Introdución ós conceptos de sinal e sistema e a a súa representación matemática
Tema 2. Sinusoides	Sinais sinusoidales: Frecuencia, amplitude e fase. Exponenciais complexas e fasores. Teorema de adición de fasores.
Tema 3. Representación do espectro	Espectro dunha suma de sinusoides. Expresión matemática e representación gráfica. Desenvolvemento en serie de Fourier de sinais periódicos.
Tema 4. Introducción á mostraxe e ao aliasing	Concepto de mostraxe e frecuencia dixital Aliasing. Teorema de Nyquist.
Tema 5. Filtros FIR	Introdución ós sistemas discretos. Ecuación en diferenzas. Linealidade e invarianza no tempo. Diagramas de bloques. Convolución. Resposta en frecuencia. Sistemas en cascada.
Tema 6. Resposta en frecuencia dos filtros FIR	Resposta dun filtro FIR a unha senoide. Resposta en frecuencia. Propiedades. Representación gráfica.
Tema 7. Transformada Z	Definición e propiedades. Filtros de fase lineal.
Tema 8. Filtros IIR	Ecuación en diferenzas, resposta ao impulso e función do sistema. Diagrama de polos e ceros e relación coa resposta en frecuencia.
Tema 9. Sinais e sistemas continuos	Introdución ós sistemas continuos. Impulso unidade. Chanzo unidade. Desprazamento. Linealidade e invarianza temporal. Convolución
Tema 10. Transformada de Fourier en tempo continuo	Definición. Pares transformados. Propiedades.
Tema 11. Análise da mostraxe e a reconstrución no dominio da frecuencia	Demostración do teorema de Nyquist empregando análise de Fourier
Práctica 1. Conversión A/D e D/A	Dixitalización de sinais continuos. Aliasing.
Práctica 2. Filtros dixitais	Filtrado dixital no dominio do tempo e da frecuencia.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	0	1
Lección maxistral	32	37	69
Prácticas de laboratorio	10	20	30
Resolución de problemas	14	28	42
Foros de discusión	0	2	2
Exame de preguntas obxectivas	1.5	0	1.5
Resolución de problemas e/ou exercicios	4.5	0	4.5

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

## Metodoloxía docente

	Descrición
Actividades introdutorias	Presentación da materia: programa, bibliografía, metodoloxía docente e sistema de avaliación.
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos conceptos principais de cada tema. Durante os 5 minutos previos á sesión maxistral, un alumno fará un resumo dos conceptos principais expostos na anterior sesión. Os alumnos participarán contestando a preguntas que o profesor realizará durante a explicación e realizando exercicios. Traballo persoal posterior do alumno repasando os conceptos vistos no aula e ampliando os contidos tomando como referencia a guía de cada tema. Identificación de dúbidas que requiran ser resoltas en tutorías personalizadas.  Con esta metodoloxía trabállanse as competencias C48, B3 e D3.
Prácticas de laboratorio	Aplicación das funcións e comandos de Matlab relacionados co procesado dixital de sinais á resolución de exercicios prácticos. Identificación de dúbidas que requiran ser resoltas en tutorías personalizadas. Software empregado: MatLab.  Con esta metodoloxía trabállanse as competencias C49, B4 e D2.

Resolución de problemas Formúlanse problemas e/ou exercicios relacionados cos contidos expostos nas sesións maxistras e cos referenciados na guía de cada tema. Os alumnos resollen os problemas e/ou exercicios previamente á clase de resolución, na cal, un ou varios alumnos explicarán o proceso de resolución na pizarra. Identificación de dúbidas que requiran ser resoltas en tutorías personalizadas.

Con esta metodoloxía trabállanse as competencias C49, B4 e D2.

Foros de discusión A web da materia está accesible a través da plataforma de teledocencia Moovi (<https://moovi.uvigo.gal/>). A suscripción a esta plataforma, incluíndo unha fotografía é de carácter obrigatorio. Na web, está dispoñible toda a información relacionada coa materia; publícanse as notas da avaliación continua e créanse foros para que os alumnos intercambien ideas e comenten dúbidas sobre a materia.

Con esta metodoloxía trabállanse as competencias C48, C49, B3, B4, D2 e D3.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia en MooVi ( <a href="https://moovi.uvigo.gal/">https://moovi.uvigo.gal</a> ) no apartado "Profesorado e tutorías". En ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: - Os contidos impartidos nas sesións maxistras e orientaráselles como abordar o seu estudo. - O desenvolvemento das prácticas de laboratorio e o software empregado. - Os problemas e/ou exercicios propostos e resoltos no aula así como doutros problemas e/ou exercicios que poidan aparecer ao longo do estudo da materia. Tamén existirá a posibilidade de concertar tutorías online con cita previa.
Prácticas de laboratorio	Equivalente ó apartado anterior.
Resolución de problemas	Equivalente ó apartado anterior.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Exame de preguntas obxectivas	Empréganse para avaliar a parte de Prácticas. Superalas constitúe un requisito para aprobar a materia. Ver detalles no apartado doutros comentarios.	0	B3	C48 C49	D3
Resolución de problemas e/ou exercicios	Empréganse para avaliar a parte de Problemas. Superalas constitúe un requisito para aprobar a materia. Ver detalles no apartado doutros comentarios.	100	B3 B4	C48 C49	D2 D3

### Outros comentarios sobre a Avaliación

#### PROCEDEMENTO DE AVALIACIÓN:

##### A. Visión xeral

As competencias adquiridas avalíanse mediante unha serie de probas agrupadas en dous partes e con distintos requisitos de superación:

1. Probas de **Prácticas** : exames tipo test.
2. Probas de **Resolución de problemas**: exames de problemas.

#### Para superar a materia é necesario superar as dúas partes.

- Para cada parte realízanse varias probas para obter unha cualificación independente en cada unha delas.
- Hai probas de ambas partes tanto durante o período de clases como nos períodos de avaliación final.
- Unha vez que se supera unha parte, a nota obtida mantense durante todo o curso académico.
- A nota de Prácticas é de 0 a 10. En caso de ser maior ou igual que 5 considérase que o alumno superou as prácticas. Ademais, se se fan os exames durante o período de clases e a nota é maior ou igual que 7, a nota de prácticas incrementará a cualificación da materia (ver detalles a continuación).
- A nota de Resolución de problemas é de 0 a 10.
- A **Cualificación final** da materia obtense do seguinte modo (tanto para avaliación continua coma global):

- Se se superaron as dúas partes e a nota de Prácticas obtida por avaliación continua (mediante a realización das prácticas no período de clases) non supera o 7:
  - Cualificación final= Nota de Resolución de problemas
- Se se superaron as dúas partes e a nota de Prácticas obtida durante o período de avaliación continua é maior que 7:
  - Cualificación final= mínimo [10, Nota de Resolución de problemas + [ (Nota de Prácticas por Evaluación Continua - 7)/3 ] ]
- Se non se superou algunha das dúas partes:
  - Cualificación final= mínimo [Nota de Resolución de problemas, Nota de Prácticas]
- Como o alumno ten varias oportunidades ao longo do curso para presentarse tanto á Resolución de problemas como ás Prácticas, é posible que teña varias notas en cada parte. Á hora de obter a Cualificación final sempre se emprega, en cada parte, a maior das notas que teña en dita parte.

Tamén é importante resaltar o seguinte:

- Nesta materia o sistema de avaliación continua permite que un alumno poda acadar unha cualificación final de 10 sen necesidade de se presentar ó exame final.
- Os alumnos que fixesen as probas de avaliación continua e que non superasen algunha parte, ao final do cuadrimestre ou ao final do curso, só é necesario que realicen dita parte.
- **Considérase que o alumno se presenta a avaliación continua no momento no que realiza algún dos exames de Resolución de problemas.** Nese caso o alumno obterá sempre unha cualificación distinta de "Non presentado".

Nos seguintes apartados explícase en detalle como se cualifica cada unha das partes.

## **\*B. Detalles de cada parte avaliable**

### **\*B1. Probas de Prácticas**

- Obxectivo: Coñecer se o alumno adquiriu o conxunto de coñecementos e/ou destrezas correspondentes ás prácticas de laboratorio, facendo fincapé no emprego de MatLab para o procesado dixital de sinais.
- Materia que é obxecto de exame: O contido dos boletíns de prácticas de laboratorio e aqueles contidos de teoría que se especifiquen nos mesmos.
- Tipo de exame: Preguntas tipo test. Para a súa resolución poderase empregar MatLab, o enunciado da práctica do laboratorio e as anotacións que sobre ela realice o alumno e o libro de texto. Non se pode empregar calculadora.
- Cualificación: Nota de 0 a 10. Se se obtén polo menos un 5, supérase esta parte da materia. Se se obtén máis dun 7 durante as prácticas (non nos exames finais de prácticas), a nota de Prácticas axuda a subir a nota final.
- Método de avaliación das prácticas:
  1. **Oportunidade ordinaria:** Para superar a parte de Prácticas na Oportunidade Ordinaria hai dous mecanismos non excluíntes:
    1. Dúas probas durante o período de clases (avaliación continua):
      - Faise unha proba tipo test ó final de cada práctica na aula de grupo pequeno. Avaliase a práctica que se finaliza na devandita sesión e todas as anteriores.
      - En cada proba obtense unha nota entre 0 e 10. É obrigatorio presentarse ás dúas probas. A nota de prácticas obtense facendo un promedio ponderado das notas das dúas prácticas, sendo os pesos do 40% e o 60% para as prácticas 1 e 2 respectivamente. Se o promedio mencionado é maior ou igual que 5, considérase que o alumno superou as prácticas.
      - As datas exactas das probas serán aprobadas pola Comisión Académica de Grao (CAG) e estarán dispoñibles ao comezo do cuadrimestre. Poderanse consultar na páxina web da materia.
    2. Un exame final (avaliación única). É un exame tipo test onde se avalían todas as prácticas. Supérase obtendo ó menos un 5 sobre 10.
  - **Oportunidade extraordinaria ou Convocatoria Fin de Carreira:** Un exame final (avaliación global). É un exame tipo test onde se avalían todas as prácticas. Supérase obtendo ó menos un 5 sobre 10.

- Consideracións particulares:
  - Unha vez que se superaron as prácticas, a nota se garda para todo o curso académico.

## \*B2. Probas de Resolución de problemas

- Obxectivo: Comprobar que o alumno adquiriu o conxunto de coñecementos e/ou destrezas da materia e sabe aplicalos á resolución de problemas.
- Materia que é obxecto de exame: Especificase nas guías de cada tema, dispoñibles na web da asignatura, no apartado de Contidos "que son materia de exame". Exclúense destas probas os coñecementos de MatLab.
- Tipo de exame: Exame de problemas. Non se poden empregar libros, nin apuntamentos. En cada exame especificarase se se pode usar ou non calculadora.
- Cualificación: Nota de 0 a 10. Esta parte supérase con polo menos un 5.
- Método de avaliación das parte de Problemas:

1. **Oportunidade Ordinaria:** Para superar a parte de Problemas na Oportunidade Ordinaria hai dous mecanismos non excluíntes:

1. Tres probas durante o período de clases, na aula de grupo grande (avaliación continua). Cada unha cualifícase de 0 a 10 e é obrigatorio facer as tres probas.

- A nota de Resolución de problemas obtense como:  

$$p1*NotaProba1+p2*NotaProba2+p3*NotaProba3$$
- O peso p1 será 0.25 se a nota da primeira proba é maior ou igual a 3 sobre 10. Noutro caso p1 será 0.
- O peso p2 será 0.35 se a nota da segunda proba é maior ou igual a 3 sobre 10. Noutro caso p2 será 0.
- O peso p3 será 0.40 se a nota da terceira proba é maior ou igual a 3 sobre 10. Noutro caso p3 será 0.
- Proba 1: Temas 1 a 4. Proba 2: Temas 1 a 7. Proba 3: Temas 1 a 11.
- As datas exactas das probas serán aprobadas pola Comisión Académica de Grao (CAG) e estarán dispoñibles ao comezo do cuadrimestre. Poderanse consultar na páxina web da materia.

2. Un exame final (avaliación global). Supérase obtendo ó menos un 5 sobre 10.

- **Oportunidade Extraordinaria ou Convocatoria Fin de carreira:** Un exame final (avaliación global). Supérase obtendo ó menos un 5 sobre 10.

1. Consideracións particulares:

- Unha vez que se obtén unha nota de polo menos un 5, se garda para todo o curso académico.
- Se na Oportunidade Ordinaria se superou esta parte durante a avaliación continua, é posible presentarse a ela no exame de final de dita Oportunidade Ordinaria para subir nota.
- Se na Oportunidade Ordinaria se superou esta parte, os alumnos NON poden presentarse na Oportunidade Extraordinaria a esta parte para subir nota.

## \*C. Aclaracións e outras consideracións

- Finalizado o curso os alumnos terán unha única nota da materia no seu expediente académico.
  - Unha vez finalizada a Oportunidade Ordinaria ponse a nota obtida polo alumno ata ese momento, que é definitiva se se trata dunha nota igual ou superior a 5 puntos.
  - Se un alumno que non superou a materia na Oportunidade Ordinaria, obtén unha mellor cualificación na Oportunidade Extraordinaria, esta nova nota será a que pase a constar no seu expediente. Se non é mellor, déixase a que tiña anteriormente. En todo caso esta nota pasa a ser definitiva.
- Os exames de avaliación continua non son recuperables.
- As notas obtidas nas partes de Prácticas, e Resolución de problemas son só válidas durante o actual curso académico.

- No caso de que nalgún dos exames da parte de Resolución de problemas permítase o uso de calculadora, só poderá ser unha calculadora científica convencional. NON se poden utilizar calculadoras que permitan o almacenamento de fórmulas, nin aquelas que dispoñen de librarías que realizan de forma automática operacións con números complexos, cálculo de raíces, etc.
- En caso de detección de copia en calquera das probas (probas curtas, exames parciais ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.
- Ao longo do curso, durante a celebración das clases, os profesores da materia eventualmente propoñerán actividades ou exercicios nos que os estudantes poderán ser recompensados con ata 1 punto sobre 10. Se se recibe, este bono engadirase á nota final que o estudante obteña seguindo o método de avaliación descrito
- 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.

---

### **Bibliografía. Fontes de información**

#### **Bibliografía Básica**

J.H. McClellan y R.W. Schafer, R, **Signal Processing First**, Pearson Prentice Hall,

#### **Bibliografía Complementaria**

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,

---

### **Recomendacións**

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Física: Análise de circuitos lineais/V05G301V01108

Matemáticas: Álgebra lineal/V05G301V01102

Matemáticas: Cálculo I/V05G301V01101

Matemáticas: Cálculo II/V05G301V01106