



DATOS IDENTIFICATIVOS

Procesado dixital de sinais

Materia	Procesado dixital de sinais			
Código	V05G300V01304			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	2	1c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Abreu Sernández, María Victoria			
Profesorado	Abreu Sernández, María Victoria Alonso Alonso, Ignacio Márquez Flórez, Óscar Willian			
Correo-e	vabreu@uvigo.es			
Web	http://fatic.uvigo.es			
Descrición xeral	O procesado dixital de sinal está presente hoxe en día na maioría dos dispositivos de uso cotián para as comunicacións e lecer. O obxectivo da materia é proporcionar ao alumno as bases matemáticas para a análise de sinais e sistemas xerais. En materias de cursos posteriores, estes coñecementos aplicaranse a sinais e sistemas para usos concretos, como son o audio, imaxe, video 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 suscitado nun dominio ao dominio no que resulte máis fácil 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. Adquirir nocións básicas de deseño de filtros no dominio Z. □ Manexar un paquete informático específico para o procesado dixital de sinais. □ Aplica-los anteriores coñecementos a exemplos prácticos e moi sinxelos de laboratorio que inclúen filtrados, fft, enventanado e muestreo sobre sinais de imaxe, son e sistema de marcación por tons en telefonía.			

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.
A57	(CE48/T16) Coñecemento das técnicas axeitadas para o desenvolvemento e a explotación de subsistemas de procesado de sinal.
A58	(CE49/T17) Capacidade de analizar esquemas de procesamento dixital de sinais.

Competencias de materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Utilizar aplicacións informáticas de procesado dixital de sinais	A57
Adaptar os coñecementos matemáticos ao filtrado lineal de sinais	A58
Interpretar as operacións de filtrado no dominio da frecuencia	A3 A58
Adquirir ferramentas matemáticas que permitan a comprensión dos efectos prácticos do muestreo e do enventanado de sinais	A4 A57
Analizar sistemas que incorporen elementos do procesado do sinal	A58

Contidos

Tema	
Tema 1. Introducción e repaso	T1.1 Presentación. Explicación detallada do programa, procedemento de avaliación e dinámica das clases teóricas e prácticas. T1.2 Repaso. Sinusoides e exponenciais complexas. Representación espectral de sinusoides. Transformada de Fourier de sinais continuos. Pares básicos.
Tema 2. Conversión Analóxico-Dixital	T2.1 Mostraxe uniforme. Cuantificación e taxa binaria. T2.2 Mostraxe desde o punto de vista frecuencial. Teorema de Nyquist. Aliasing. T2.3 Conversión D/A. Interpolación de orde cero e lineal. Conversión C-D ideal. Filtro de reconstrución. T2.4 Mostraxe e reconstrución de sinusoides. Frecuencia analóxica vs Frecuencia discreta. Aliasing e folding.
Tema 3. Filtros FIR	T3.1 Ecuación en diferenzas. Coeficientes do filtro. Diagrama de bloques. T3.2 Causalidad, linealidad, invarianza no tempo. Sistemas LIT e convolución. T3.3 Resposta dun filtro LIT a unha exponencial complexa. Definición de resposta en frecuencia. T3.4 Procesado dixital dunha suma de sinusoides continuas no dominio da frecuencia.
Tema 4. Espectro dun sinal discreto	T4.1 Definición de DTFT e IDTFT. Propiedades. Pares básicos. T4.2 Enventanado. Fiestra rectangular. Espectro dun sinal enventanada. T4.3 Definición de DFT e IDFT. Propiedades. T4.4 Analogía entre sinais e sistemas continuos e discretos. Propiedades. Relación entre as distintas transformadas de Fourier.
Tema 5. Transformada Z	T5.1 Definición e propiedades. Teorema de convolución. T5.2 Polos e ceros dun filtro FIR. T5.3 Introducción á síntese de filtros a partir do dominio Z.
Tema 6. Filtros IIR	T6.1 Ecuación en diferenzas. Coeficientes do filtro. Diagrama de bloques. T6.2 Estabilidade. Relación entre a posición de polos e ceros e a resposta en frecuencia. T6.3 Obtención da resposta ao impulso. Transformada Z inversa. Expansión en fraccións parciais. T6.4 Resposta dun filtro IIR a distintos sinais de entrada. T6.5 Implementación de filtros IIR.
Práctica 1. Conversión A/D e D/A	Dixitalización de sinais continuos. Cuantificación. Aliasing.
Práctica 2. Desenvolvemento en serie de Fourier	Exponenciais complexas vs. exponenciais reais. Teorema de adición de fasores. Desenvolvemento en serie de Fourier.
Práctica 3. FFT. Filtros IIR	FFT e enventanado. Filtros IIR

Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Actividades introdutorias	1	0	1
Sesión maxistral	22	44	66
Prácticas de laboratorio	11	18	29
Resolución de problemas e/ou exercicios	15	30	45
Foros de discusión	0	2	2
Probas de tipo test	1.5	0	1.5
Probas de resposta curta	1	0	1
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.
Sesión maxistral	Exposición por parte do profesor dos conceptos principais de cada tema. Na clase, non se comentan todos os contidos que son materia de exame. O alumno debe tomar como referencia de contidos de exame os que se indican no documento guía 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.

Prácticas de laboratorio	Aplicación das funcións e comandos de Matlab relacionados co procesado dixital de sinais á resolución de exercicios prácticos.
Resolución de problemas e/ou exercicios	Formúlanse problemas e/ou exercicios relacionados cos contidos expostos nas sesións maxistrais 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.
Foros de discusión	A web da materia en http://fatic.uvigo.es está incluída na plataforma de teledocencia Tema. A suscripción a esta plataforma, incluíndo unha fotografía é de carácter obrigatorio. Na web, está accesible 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.

Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Sesión maxistral	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais 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.
Prácticas de laboratorio	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais 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.
Resolución de problemas e/ou exercicios	Os estudantes terán ocasión de acudir a tutorías personalizadas no despacho do profesor no horario que os profesores establecerán para ese efecto a principio de curso e que se publicará na páxina web da materia. En ditas tutorías, resolveranse as dúbidas xurdidas aos estudantes sobre: Os contidos impartidos nas sesións maxistrais 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.

Avaliación

	Descrición	Cualificación
Probas de tipo test	Empréganse para avaliar a parte de Prácticas. Superalas constitúe un requisito para aprobar a materia. Ver detalles no apartado doutros comentarios.	0
	Nestas probas avaliarase a competencia A57.	
Probas de resposta curta	Empréganse para avaliar a parte de Coñecementos Básicos. Superar esta parte constitúe un requisito para aprobar a materia. Ver detalles no apartado doutros comentarios.	0
	Nestas probas avaliarase a competencia A3.	
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
	Nestas probas avaliaranse as competencias A3, A4 e A58.	

Outros comentarios sobre a Avaliación

PROCEDEMENTO DE AVALIACIÓN:

A. Visión xeral

En PDS avalíanse tres aspectos distintos da materia con tres tipos de probas específicos:

1. Prácticas: exames tipo test.
2. Coñecementos Básicos: exames de resposta curta.
3. Problemas: exames de problemas.

Para superar a materia é necesario superar as tres partes.

- En cada unha destas tres partes realízanse un ou varios exames para obter unha cualificación independente en cada unha delas.
- Hai exames de todas as partes tanto durante o período de clases como nos exames finais. En total hai tres oportunidades para superar cada parte ao longo do curso académico.
- Unha vez que se supera unha parte, a nota obtida mantense durante todo o curso académico.
- A cualificación final de Prácticas e de Coñecementos Básicos é unicamente ou Apto ou Non Apto.
- A cualificación final de Problemas é un nota numérica de 0 a 10.
- A cualificación da materia obtense, a grandes liñas, do seguinte modo:
 - Si superáronse as tres partes, a nota final é a nota de Problemas.
 - Si non se superou algunha das tres partes, a nota final é a menor das tres, calculada como se especifica no apartado de aclaracións.

Tamén é importante resaltar o seguinte:

- Non é necesario facer os exames finais. Facendo só os exames de avaliación continua pódese obter a máxima cualificación.
- Os alumnos que fagan os exames de avaliación continua e que non superen algunha parte, en decembro ou Xullo só é necesario que realicen ditas partes.
- Presentarse a calquera dos exames de avaliación continua da materia implica presentarse á mesma e xa que logo obter unha cualificación que constará en acta.

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

B. Detalles de cada parte available

B1. Prácticas

- Obxectivo: Coñecer si o alumno adquiriu o conxunto de coñecementos e/ou destrezas adquiridos nas 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: Apto ou Non apto.
- Calendario: O alumno ten tres oportunidades para superar a parte de Prácticas:
 - Oportunidade 1 (avaliación continua):
 - Tres exames durante o período de clases.
 - Faise un exame tipo test ao final de cada práctica no aula de grupo pequeno.
 - Avalíase a práctica que se finalice en devandita sesión e todas as anteriores.
 - En cada exame obtense unha nota entre 0 e 10. E obrigatorio presentarse aos tres exames. Si o promedio obtido é maior ou igual que 5, obtense un Apto. Noutro caso Non Apto.
 - As datas exactas dos exames publicaranse na web da materia a principio de curso.
 - Oportunidades 2 e 3: Un exame coincidindo coas datas dos exames finais de Decembro e Xullo. Obtense un Apto con polo menos un 5 sobre 10. Noutro caso, Non Apto.
- Consideracións particulares:
 - Unha vez que se obtén un Apto, gárdase para todo o curso académico.
 - Mentres non se obtén o apto, é posible presentarse a calquera das tres oportunidades especificadas.

B2. Coñecementos básicos

- Obxectivo: Coñecer si o alumno adquiriu o conxunto de coñecementos e/ou destrezas mínimos da materia.
- Materia que é obxecto de exame: Especificase nas guías de cada tema no apartado de "Coñecementos básicos". Exclúense deste exame os coñecementos de MatLab.

- Tipo de exame: Preguntas de resposta curta. Non se poden empregar libros, nin apuntes, nin calculadora.
- Cualificación: Apto ou Non apto. Para ser Apto, é necesario obter polo menos un 7 sobre 10.
- Calendario: O alumno ten tres oportunidades para superar a parte de Coñecementos Básicos:
 - Oportunidade 1 (avaliación continua): Un exame a penúltima semana do período de clases, no aula de grupo grande. A data exacta do exame publicárase na web da materia a principio de curso.
 - Oportunidades 2 e 3: Un exame coincidindo coas datas dos exames finais de Decembro e Xullo.
- Consideracións particulares:
 - Unha vez que se obtén un Apto, gárdase para todo o curso académico.
 - Mentres non se obtén o apto, é posible presentarse a calquera das tres oportunidades especificadas.

B3. 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 no apartado de "Contidos que son materia de exame". Exclúense deste exame os coñecementos de MatLab.
- Tipo de exame: Exame de problemas. Non se poden empregar libros, nin apuntes. En cada exame especificarase si pódese usar ou non calculadora.
- Cualificación: Nota de 0 a 10. Esta parte supérase con polo menos un 5.
- Calendario: O alumno ten tres oportunidades para superar a parte de Problemas:
 - Oportunidade 1 (avaliación continua): Tres exames durante o período de clases, no aula de grupo grande. Cada un cualifícase de 0 a 10.
 - A nota de Problemas obtense como $0.25 \cdot \text{NotaExamen1} + 0.35 \cdot \text{NotaExamen2} + 0.4 \cdot \text{NotaExamen3}$.
 - Exame 1: Tema 2. Sexta semana de curso.
 - Exame 2: Temas 2 a 4. Décima semana de curso.
 - Exame 3: Temas 2 a 6. Decimocuarta semana de curso.
 - As datas exactas dos exames publicáranse na web da materia a principio de curso.
 - Oportunidades 2 e 3: Un exame coincidindo coas datas dos exames finais de Decembro e Xullo.
- Consideracións particulares:
 - Unha vez que se obtén unha nota de polo menos un 5, gárdase para todo o curso académico.
 - Mentres non se obtén o apto, é posible presentarse a calquera das tres oportunidades especificadas.
 - Si superouse esta parte durante a avaliación continua, é posible presentarse a ela no exame de Decembro para subir nota.
 - Os alumnos que teñan que presentarse en Xullo pero que teñan superada a parte de Problemas, NON poden presentarse 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 finalizado o exame de Decembro ponse a nota obtida polo alumno ata ese momento, que é definitiva si trátase dunha nota igual ou superior a 5 puntos.
 - Si un alumno que non superou a materia en decembro, obtén unha mellor cualificación en Xullo, esta nova nota será a que pase a constar no seu expediente. Si non é mellor, déixase a que tiña anteriormente. En todo caso esta nota pasa a ser definitiva.
- A nota que se pon no expediente tanto en decembro como en xullo, calcúlase do seguinte xeito:
 - Si o alumno superou a materia, ponse a nota de Problemas.
 - Si o alumno non a superou, a nota calcúlase como o mínimo das tres seguintes:
 - Nota numérica do exame de Prácticas

- (5/7)*Nota numérica do exame de Coñecementos Básicos
- Nota de Problemas
 - No caso de que o alumno teña varias notas de Prácticas, Coñecementos Básicos ou Problemas, terase en conta a maior.
- Os exames de avaliación continua non son recuperables.
- As notas obtidas nas partes de Prácticas, Coñecementos Básicos e Problemas son só válidas durante o actual curso académico.
- No caso de que nalgún dos exames da parte 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 librerías que realizan de forma automática operacións con números complexos, cálculo de raíces, etc.

Bibliografía. Fontes de información

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

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,

O libro Signal Processing First (SPF) constituirá a base principal de contidos da materia e recoméndase a súa adquisición.

Ademais, o alumno dispoñerá en cada tema dun documento de guía que incluírá os seguintes apartados:

- Contidos que son materia de exame: Especificaranse os contidos teóricos que constitúen a materia dos exames de Problemas.
- Coñecementos básicos: Neste apartado especificarase un conxunto de contidos que son considerados fundamentais na materia e que serán obxecto do exame de Coñecementos Básicos que se detalla no apartado de avaliación.
- Problemas propostos: En cada tema recomendaranse ao alumno un conxunto de problemas.
- Vocabulario do SPF: Para facilitar o alumno a lectura do libro, incluírase en cada tema un vocabulario inglés-español cun conxunto de términos seleccionados.

Recomendacións

Materias que continúan o temario

Fundamentos de son e imaxe/V05G300V01405

Técnicas de transmisión e recepción de sinais/V05G300V01404

Fundamentos de procesado de imaxe/V05G300V01632

Procesado de son/V05G300V01634

Sistemas de audio/V05G300V01532

Sistemas de imaxe/V05G300V01633

Sistemas electrónicos de procesado de sinal/V05G300V01522

Tratamento de sinais multimedia/V05G300V01513

Vídeo e televisión/V05G300V01533

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Física: Análise de circuitos lineais/V05G300V01201

Matemáticas: Álgebra lineal/V05G300V01104

Matemáticas: Cálculo I/V05G300V01105

Matemáticas: Cálculo II/V05G300V01203
