



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Principios de comunicacións dixitais

Materia	Principios de comunicacións dixitais			
Código	V05G306V01324			
Titulación	Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación (docencia en inglés)			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	3	2c
Lingua de impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Teoría do sinal e comunicacións			
Coordinador/a	Comesaña Alfaro, Pedro			
Profesorado	Comesaña Alfaro, Pedro Gómez Cuba, Felipe Pérez González, Fernando			
Correo-e	pcomesan@gts.uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descrición xeral	<p>Os obxectivos básicos da materia son os seguintes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar criterios de optimización para a realización de esquemas de estimación e sincronización en receptores dixitais de comunicacións.</li> <li>- Diferenciar os bloques e as funcionalidades dun sistema de transmisión de datos completo.</li> <li>- Utilizar o procesado dixital de sinais para transmitir e recibir formas de onda analóxicas.</li> <li>- Aplicar os mecanismos básicos de redución do impacto de ruído nun sistema de comunicacións.</li> </ul> <p>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.</p>			

## 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.			
B11	CG11 Saber aproximarse a un problema novo abordando primeiro o esencial e despois o accesorio ou secundario.			
C26	CE26/ST6 Capacidade para analizar, codificar, procesar e transmitir información multimedia empregando técnicas de procesado analóxico e dixital de sinal.			
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, acesibilidade, etc.			

## Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Aplicar criterios de optimización para a realización de esquemas de estimación e sincronización en receptores dixitais de comunicacións	B3	C26	
Diferenciar os bloques e as funcionalidades dun sistema de transmisión de datos complexo	B11	C26	D2

Utilizar o procesado dixital de sinais para transmitir e recibir formas de onda analóxicas	B3 B4	D3
Aplicar os mecanismos básicos de redución do impacto de ruído nun sistema de comunicacións	C26	D2

## Contidos

Tema	
1. Introducción ás comunicacións dixitais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución histórica dos sistemas de comunicacións sen fíos.</li> <li>- Bloques básicos dun sistema de comunicacións dixitais.</li> <li>- Revisión dos tipos de degradación nunha canle de comunicacións.</li> <li>- Introducción á asignatura.</li> </ul>
2. Canle discreta equivalente e pulsos de Nyquist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canle bandabase equivalente.</li> <li>- Canle discreta equivalente.</li> <li>- Pulsos de Nyquist.</li> <li>- Pulsos en raíz cadrada de coseno alzado.</li> <li>- Aplicación e implementación de pulsos de Nyquist.</li> <li>- Introducción ás estruturas polifase.</li> </ul>
3. Sincronización de símbolo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motivación.</li> <li>- Lazos enganchados en fase (PLL).</li> <li>- PLLs e descenso de máxima pendente.</li> <li>- Criterio de máxima enerxía de saída.</li> <li>- Sincronización de símbolo baseada en interpolación.</li> <li>- Sincronización de símbolo adaptativa.</li> </ul>
4. Sincronización de trama	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revisión de estimación de mínimos cadrados (LS).</li> <li>- Motivación da sincronización de trama.</li> <li>- Sincronización de trama asistida por os datos.</li> <li>- Deseño de secuencias de entrenamiento.</li> </ul>
5. Recuperación de fase e portadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación de fase dirixida por decisión.</li> <li>- Recuperación de fase non dirixida por decisión.</li> <li>- Motivación do problema de recuperación de portadora.</li> <li>- Recuperación grossa de portadora.</li> <li>- Recuperación fina de portadora.</li> </ul>
6. Estimación e igualación en canles chás	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detección de máxima verosimilitude.</li> <li>- Igualación vía estimación.</li> <li>- Igualación directa.</li> <li>- Igualación adaptativa.</li> <li>- O algoritmo LMS.</li> </ul>
7. Igualación de canles selectivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multitraxecto, ancho de banda e selectividade en frecuencia.</li> <li>- Igualadores cero-forzado.</li> <li>- Igualador de mínimos cadrados.</li> <li>- Derivación do algoritmo LMS para canles selectivas.</li> <li>- Igualadores sen restriccións.</li> </ul>
8. Introducción ás comunicacións dixitais avanzadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios de OFDM.</li> <li>- Introducción aos sistemas MIMO.</li> </ul>
Contidos teórico-prácticos.	Os contidos dos temas 2 a 7 trátanse tanto nas clases teóricas como nas clases prácticas.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	19	28.5	47.5
Resolución de problemas	2	8.5	10.5
Aprendizaxe baseado en proxectos	7	35	42
Prácticas de laboratorio	12	36	48
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	0	2

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

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición e discusión dos conceptos fundamentais asociados aos diferentes bloques que constitúen un sistema de comunicacións dixitais.
	Con esta metodoloxía trabállanse as competencias: B4, B11, D2, D3.

Resolución de problemas	<p>Nas horas de tipo A discutiránse as dúbidas remanentes tras a publicación das solucións aos boletíns de problemas propostos.</p> <p>Ademáis, plantexaranse 3 exercicios, algún(s) dos cales será(n) para resolver nas horas de tipo A e outro(s) será(n) para completar fora do horario de clase; estes exercicios terán a condición de probas de avaliación intermedias e todos eles resolveránse de forma individual.</p> <p>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias: B3, B4, B11, C26.</p>
Aprendizaxe baseado en proxectos	<p>Nas horas tipo C suscitaránse proxectos prácticos nos que se desenvolverá un sistema de comunicacións dixitais que deberá demostrar o seu bo funcionamento na aplicación proposta. Os proxectos realizaránse en grupos pequenos. Todos os integrantes do grupo deben comprender o funcionamento de todos os bloques do sistema completo que se entregará ao final do cuatrimestre.</p> <p>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias: B3, B4, B11, C26, D2, D3.</p> <p>Software empregado: Matlab.</p>
Prácticas de laboratorio	<p>Nas horas tipo B realizaránse prácticas que condúzan á creación dun receptor de software radio que inclúa todas as funcionalidades básicas estudadas na asignatura. Levaránse a cabo en grupos pequenos.</p> <p>Con esta metodoloxía trabállanse as competencias: B4, B11, C26.</p> <p>Software empregado: Matlab.</p>

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	<p>Resolveránse as dúbidas que cada estudante formule durante a presentación realizada na sesión maxistral, ademáis de ter á súa disposición as titorías. A información acerca destas últimas está dispoñible nos seguintes enlaces: - Fernando Pérez González (<a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/fernando-perez-gonzalez</a>) - Pedro Comesaña Alfaro (<a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/pedro-comesana-alfaro">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/pedro-comesana-alfaro</a>) - Felipe Gómez Cuba (<a href="https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/felipe-gomez-cuba">https://www.uvigo.gal/es/universidad/administracion-personal/pdi/felipe-gomez-cuba</a>)</p>
Prácticas de laboratorio	<p>O estudantado traballará en grupos pequenos e resolveránse as dúbidas que cada grupo poida presentar, tanto en horario de clase como en titorías.</p>
Aprendizaxe baseado en proxectos	<p>O estudantado traballará en grupos pequenos e resolveránse as dúbidas que cada grupo poida presentar, tanto en horarios de clase como en titorías.</p>

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Resolución de problemas	<p>Resolución de exercicios curtos asociados ós contidos explicados nas clases maxistras e no laboratorio. Plantexaranse 3 exercicios (probas de avaliación intermedia), algún(s) dos cales serán para resolver nas horas de tipo A e outro(s) será(n) para completar fóra do horario de clase, todos eles a resolver de forma individual. A planificación das diferentes probas de avaliación intermedia aprobarase nunha Comisión Académica de Grado (CAG) e estará dispoñible ao principio do cuatrimestre.</p> <p>Cada exercicio terá un peso do 10% da nota final para os/as estudantes que obten por avaliación continua.</p>	30	B3 C26 B4 B11
Aprendizaxe baseado en proxectos	<p>Realización dun proxecto práctico en grupo que se avaliará individualmente. A entrega deste proxecto farase na mesma data para os/as estudantes de avaliación continua e para os/as de avaliación global, e estará reflexada na planificación de probas de avaliación intermedia aprobada na CAG. A avaliación do mesmo completárase con unha entrevista; no caso dos/as estudantes de avaliación continua esta entrevista celebrarase na última sesión de grupo C do curso, mentres que para os/as estudantes de avaliación global celebrarase o día do exame final.</p> <p>Esta actividade é obligatoria tanto para os/as estudantes de continua como para os de non continua, representando en ambos os casos un 40% da nota final.</p>	40	B3 C26 D2 B4 D3 B11

Resolución de problemas e/ou exercicios	Exame final de resolución de exercicios, que coincidirá coa cuarta proba de avaliación continua. O peso será do 60% para os/as estudantes que non se sometan a avaliación continua, e do 30% para os que si.	30	B3 B4 B11	C26
---	--	----	-----------------	-----

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

Para aqueles/as estudantes que opten por avaliación continua a nota final obterase como:

Se nota do exame final (sobre 10) < 3.5,  $\min(4, N_{\text{puntuables}} + N_{\text{proxecto}} + N_{\text{exame}})$  (1.a)

Se nota do exame final (sobre 10)  $\geq 3.5$ ,  $N_{\text{puntuables}} + N_{\text{proxecto}} + N_{\text{exame}}$  (1.b)

sendo  $N_{\text{puntuables}}$  a nota acumulada nos exercicios curtos puntuables, ata un máximo de 3 puntos;  $N_{\text{proxecto}}$  a nota do proxecto práctico ata un máximo de 4 puntos, e  $N_{\text{exame}}$  a nota do exame final ata un máximo de 3 puntos. As probas intermedias (os puntuables) non son recuperables.

Para os/as estudantes que opten por avaliación global, a nota final obterase como:

Se nota do exame final (sobre 10) < 3.5,  $\min(4, N_{\text{proxecto}} + N_{\text{exame}})$  (2.a)

Se nota do exame final (sobre 10)  $\geq 3.5$ ,  $N_{\text{proxecto}} + N_{\text{exame}}$  (2.b)

sendo  $N_{\text{proxecto}}$  a nota dun proxecto práctico proposto de forma específica para os/as estudantes de avaliación global, de complexidade similar ó proxecto dos/as estudantes de continua, ata un máximo de 4 puntos, e  $N_{\text{exame}}$  a nota do exame final ata un máximo de 6 puntos.

O exame final dos/as estudantes que optan por avaliación global (non continua) poderá constar de máis exercicios que o dos/as estudantes que se avalían por avaliación continua.

O/a estudante debe comunicar se opta por avaliación continua ou global nun prazo establecido por o profesorado; este prazo será como mínimo de un mes e estará comprendido dentro do período entre a publicación das notas da primeira proba de avaliación intermedia e a realización da terceira. En caso de que non o comunique e non se presente á terceira proba de avaliación intermedia, considerarase que opta por avaliación global.

A nota das probas de avaliación intermedia consérvase para a oportunidade extraordinaria, pero non para cursos posteriores. No exame de oportunidade extraordinaria os/as estudantes que tiveran optado por avaliación continua na oportunidade ordinaria poderán elixir se desexan manter a nota obtida nas probas de avaliación intermedia e ser cualificados/as segundo (1.a) e (1.b), ou ser avaliados/as segundo (2.a) e (2.b). Os/as estudantes que na oportunidade ordinaria tiveran optado por avaliación global, serán avaliados en todo caso empregando (2.a) e (2.b).

Na convocatoria de fin de carreira a avaliación consistirá únicamente nun exame escrito.

Consideraranse presentados a unha oportunidade de avaliación tódolos/as estudantes que opten por avaliación continua, así como aqueles/as que opten por avaliación global e se presenten ao examen final.

En caso de detección de copia ou utilización copiosa de ferramentas de IA en calquera das probas (proxecto, probas de avaliación intermedia ou exame final), a cualificación final será de SUSPENSO (0) e o feito será comunicado á dirección do Centro para os efectos oportunos.

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

#### **Bibliografía Básica**

A. Artés Rodríguez, F. Pérez González y otros., **Comunicaciones Digitales**, 2007

R. W. Heath Jr., **Introduction to Wireless Digital Communication: A Signal Processing Perspective**, 2017

#### **Bibliografía Complementaria**

J.R. Barry, E. A. Lee y D. G. Messerschmitt, **Digital communication**, 3rd edition, 2004

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Comunicacións dixitais/V05G301V01414

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

Técnicas de transmisión e recepción de sinais/V05G301V01208

Tratamento de sinais multimedia/V05G301V01321