



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Principios de comunicaciones digitales

Asignatura	Principios de comunicaciones digitales			
Código	V05G301V01324			
Titulación	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Comesaña Alfaro, Pedro			
Profesorado	Comesaña Alfaro, Pedro Pérez González, Fernando			
Correo-e	pcomesan@gts.uvigo.es			
Web	<a href="http://moovi.uvigo.gal/">http://moovi.uvigo.gal/</a>			
Descripción general	<p>Los objetivos básicos de la asignatura son los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicar criterios de optimización para la realización de esquemas de estimación y sincronización en receptores digitales de comunicaciones.</li> <li>- Diferenciar los bloques y las funcionalidades de un sistema de transmisión de datos completo.</li> <li>- Utilizar el procesado digital de señales para transmitir y recibir formas de onda analógicas.</li> <li>- Aplicar los mecanismos básicos de reducción del impacto de ruido en un sistema de comunicaciones.</li> </ul> <p>Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.</p>			

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código			
B3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.		
B4	CG4 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, para la toma de decisiones, la creatividad, y para comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas, comprendiendo la responsabilidad ética y profesional de la actividad del Ingeniero Técnico de Telecomunicación.		
B11	CG11 Saber aproximarse a un problema nuevo abordando primero lo esencial y despues lo accesorio o secundario.		
C26	CE26/ST6 Capacidad para analizar, codificar, procesar y transmitir información multimedia empleando técnicas de procesado analógico y digital de señal.		
D2	CT2 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.		
D3	CT3 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religion, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.		

## Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Aplicar criterios de optimización para la realización de esquemas de estimación y sincronización en receptores digitales de comunicaciones	B3	C26	
Diferenciar los bloques y las funcionalidades de un sistema de transmisión de datos complejo	B11	C26	D2
Utilizar el procesado digital de señales para transmitir y recibir formas de onda analógicas	B3 B4		D3
Aplicar los mecanismos básicos de reducción del impacto de ruido en un sistema de comunicaciones		C26	D2

<b>Contenidos</b>	
Tema	
1. Introducción a las comunicaciones digitales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evolución histórica de los sistemas de comunicaciones inalámbricas.</li> <li>- Bloques básicos de un sistema de comunicaciones digitales.</li> <li>- Revisión de los tipos de degradación en un canal de comunicaciones.</li> <li>- Introducción a la asignatura.</li> </ul>
2. Canal discreto equivalente y pulsos de Nyquist	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Canal bandabase equivalente.</li> <li>- Canal discreto equivalente.</li> <li>- Pulsos de Nyquist.</li> <li>- Pulsos en raíz cuadrada de coseno alzado.</li> <li>- Aplicación e implementación de pulsos de Nyquist.</li> <li>- Introducción a las estructuras 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 y descenso de máxima pendiente.</li> <li>- Criterio de máxima energía de salida.</li> <li>- Sincronización de símbolo basada 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 cuadrados (LS).</li> <li>- Motivación de la sincronización de trama.</li> <li>- Sincronización de trama asistida por los datos.</li> <li>- Diseño de secuencias de entrenamiento.</li> </ul>
5. Recuperación de fase y portadora.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperación de fase dirigida por decisión.</li> <li>- Recuperación de fase no dirigida por decisión.</li> <li>- Motivación del problema de recuperación de portadora.</li> <li>- Recuperación gruesa de portadora.</li> <li>- Recuperación fina de portadora.</li> </ul>
6. Estimación e igualación en canales planos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detección de máxima verosimilitud.</li> <li>- Igualación vía estimación.</li> <li>- Igualación directa.</li> <li>- Igualación adaptativa.</li> <li>- El algoritmo LMS.</li> </ul>
7. Igualación de canales selectivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Multitrayecto, ancho de banda y selectividad en frecuencia.</li> <li>- Igualadores cero-forzado.</li> <li>- Igualador de mínimos cuadrados.</li> <li>- Derivación del algoritmo LMS para canales selectivos.</li> <li>- Igualadores sin restricciones.</li> </ul>
8. Introducción a las comunicaciones digitales avanzadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Principios de OFDM.</li> <li>- Introducción a los sistemas MIMO.</li> </ul>
Contenidos teórico-prácticos.	Los contenidos de los temas 2 a 7 se tratan tanto en las clases teóricas como en las clases prácticas.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	19	28.5	47.5
Resolución de problemas	2	8.5	10.5
Aprendizaje basado en proyectos	7	35	42
Prácticas de laboratorio	12	36	48
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	0	2

\*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	Exposición y discusión de los conceptos fundamentales asociados a los diferentes bloques que constituyen un sistema de comunicaciones digitales.
	Con esta metodología se trabajan las competencias: B4, B11, D2, D3.
Resolución de problemas	En las horas de tipo A se discutirán las dudas que queden tras la publicación de las soluciones de los boletines de problemas propuestos.
	Además, se plantearán 3 ejercicios, alguno(s) de los cuales será(n) para resolver en horas de tipo A y otro(s) será(n) para completar fuera del horario de clase; estos ejercicios tendrán la condición de pruebas de evaluación intermedias y todos ellos se resolverán de forma individual.
	Con esta metodología se trabajan las competencias: B3, B4, B11, C26.

Aprendizaje basado en proyectos En las horas tipo C se plantearán proyectos prácticos en los que se desarrollará un sistema de comunicaciones digitales que deberá demostrar su buen funcionamiento en la aplicación propuesta. Los proyectos se realizarán en grupos pequeños. Todos los integrantes del grupo deben comprender el funcionamiento de todos los bloques del sistema completo que se entregará al final del cuatrimestre.

Con esta metodología se trabajan las competencias: B3, B4, B11, C26, D2, D3.

Software utilizado: Matlab.

Prácticas de laboratorio En las horas tipo B se realizarán prácticas que conduzcan a la creación de un receptor de software radio que incluya todas las funcionalidades básicas estudiadas en la asignatura. Se llevarán a cabo en grupos pequeños.

Con esta metodología se trabajan las competencias: B4, B11, C26.

Software utilizado: Matlab.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se resolverán las dudas que cada estudiante formule durante la presentación realizada en la sesión magistral, además de tener a su disposición las tutorías. La información acerca de estas últimas está disponible en los siguientes 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> )
Prácticas de laboratorio	El estudiantado trabajará en grupos pequeños y se resolverán las dudas que cada grupo pueda presentar, tanto en horario de clase como en tutorías.
Aprendizaje basado en proyectos	El estudiantado trabajará en grupos pequeños y se resolverán las dudas que cada grupo pueda presentar, tanto en horario de clase como en tutorías.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Resolución de problemas	Resolución de ejercicios cortos asociados a los contenidos explicados en las clases magistrales y en el laboratorio. Se plantearán 3 ejercicios (pruebas de evaluación intermedia), alguno(s) de los cuales será(n) para resolver en horas de tipo A y otro(s) será(n) para completar fuera del horario de clase; todos ellos se resolverán de forma individual. La planificación de las diferentes pruebas de evaluación intermedia se aprobará en una Comisión Académica de Grado (CAG) y estará disponible al principio del cuatrimestre.  Cada ejercicio tendrá un peso del 10% de la nota final para los/as estudiantes que opten por evaluación continua.	30	B3 B4 B11	C26	
Aprendizaje basado en proyectos	Realización de un proyecto práctico en grupo que se evaluará individualmente. La entrega de este proyecto se hará en la misma fecha para los/as estudiantes de evaluación continua y para los/as de evaluación global, y estará reflejada en la planificación de pruebas de evaluación intermedia aprobada en la CAG. La evaluación del mismo se completará con una entrevista; en el caso de los/as estudiantes de evaluación continua esta entrevista se celebrará en la última sesión de grupo C del curso, mientras que para los/as estudiantes de evaluación global se celebrará el día del examen final.  Esta actividad es obligatoria tanto para los/as estudiantes de continua como para los/as de no continua, representando en ambos casos un 40% de la nota final.	40	B3 B4 B11	C26	D2 D3
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen final de resolución de ejercicios, que coincidirá con la cuarta prueba de evaluación continua. El peso será del 60% para los/as estudiantes que no se sometán a evaluación continua, y del 30% para los/as que sí.	30	B3 B4 B11	C26	

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para aquellos/as estudiantes que opten por evaluación continua la nota final se obtendrá como:

Si nota del examen final (sobre 10) < 3.5,  $\min(4, N_{\text{puntuables}} + N_{\text{proyecto}} + N_{\text{examen}})$  (1.a)

Si nota del examen final (sobre 10)  $\geq 3.5$ ,  $N_{\text{puntuables}} + N_{\text{proyecto}} + N_{\text{examen}}$  (1.b)

siendo  $N_{\text{puntuables}}$  la nota acumulada en los ejercicios cortos puntuables, hasta un máximo de 3 puntos;  $N_{\text{proyecto}}$  la nota del proyecto práctico hasta un máximo de 4 puntos, y  $N_{\text{examen}}$  la nota del examen final hasta un máximo de 3 puntos. Las pruebas intermedias no son recuperables.

Para los/as estudiantes que opten por evaluación global, la nota final se obtendrá como:

Si nota del examen final (sobre 10)  $< 3.5$ ,  $\min(4, N_{\text{proyecto}} + N_{\text{examen}})$  (2.a)

Si nota del examen final (sobre 10)  $\geq 3.5$ ,  $N_{\text{proyecto}} + N_{\text{examen}}$  (2.b)

siendo  $N_{\text{proyecto}}$  la nota de un proyecto práctico propuesto de forma específica para los/as estudiantes de evaluación global, de complejidad similar al proyecto de los/as estudiantes de continua, hasta un máximo de 4 puntos y  $N_{\text{examen}}$  la nota del examen final hasta un máximo de 6 puntos.

El examen final de los/as estudiantes que optan por evaluación global (no continua) podrá constar de más ejercicios que el de los/as estudiantes que se evalúan por evaluación continua.

El/la estudiante debe comunicar si opta por evaluación continua o global en un plazo establecido por el profesorado; este plazo será como mínimo de un mes y estará comprendido dentro del período entre la publicación de las notas de la primera prueba de evaluación intermedia y la realización de la tercera. En caso de que no lo comunique y no se presente a la tercera prueba de evaluación intermedia, se considerará que opta por evaluación global.

La nota de las pruebas de evaluación intermedia se conserva para la oportunidad extraordinaria, pero no para cursos posteriores. En el examen de oportunidad extraordinaria los/as estudiantes que hayan optado por evaluación continua en la oportunidad ordinaria podrán elegir si desean mantener la nota obtenida en las pruebas de evaluación intermedia y ser calificados/as según (1.a) y (1.b), o ser evaluados/as según (2.a) y (2.b). Los/as estudiantes que en la oportunidad ordinaria hayan optado por evaluación global, serán evaluados/as en todo caso utilizando (2.a) y (2.b).

En la convocatoria de fin de carrera la evaluación consistirá únicamente en un examen escrito.

Se considerarán presentados a una oportunidad de evaluación todos los/as estudiantes que opten por evaluación continua, así como aquellos/as que opten por evaluación global y se presenten al examen final.

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas (proyecto, pruebas de evaluación intermedia o examen final), la calificación final será de SUSPENSO (0) y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

---

### **Fuentes 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

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que continúan el temario**

Comunicaciones digitales/V05G301V01414

---

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Técnicas de transmisión y recepción de señales/V05G301V01208

Tratamiento de señales multimedia/V05G301V01321