



## Escuela de Ingeniería de Telecomunicación

### (\*)Páxina web

(\*)

[www.teleco.uvigo.es](http://www.teleco.uvigo.es)

### (\*)Presentación

(\*)

A Escola Enxeñaría de Telecomunicación oferta para o curso académico 2017-18 un grao e dous másteres totalmente adaptados ao Espacio Europeo de Educación Superior, verificados pola ANECA axustándose á Orde Ministerial CIN/352/2009. A continuación indicanse os enlaces de acceso aos dípticos informativos dos tres títulos.

#### **Grao en Enxeñaría de Tecnoloxías de Telecomunicación**

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/gett/diptico-uvigo-eet-grao-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/gett>

#### **Máster en Enxeñaría de Telecomunicación**

<http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/met/diptico-uvigo-eet-master-gal.pdf>

www: <http://teleco.uvigo.es/index.php/es/estudios/mit>

#### **Máster Interuniversitario en Matemática Industrial**

[http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/promocion/M2i\\_Presentacion.pdf](http://teleco.uvigo.es/images/stories/documentos/promocion/M2i_Presentacion.pdf)

www: <http://m2i.es>

### (\*)Equipo directivo

(\*)

#### EQUIPO DIRECTIVO DEL CENTRO

Director: Íñigo Cuíñas Gómez ([teleco.direccion@uvigo.es](mailto:teleco.direccion@uvigo.es))

Subdirección de Relaciones Internacionais: Enrique Costa Montenegro ([teleco.subdir.internacional@uvigo.es](mailto:teleco.subdir.internacional@uvigo.es))

Subdirección de Extensión: Francisco Javier Díaz Otero ([teleco.subdir.extension@uvigo.es](mailto:teleco.subdir.extension@uvigo.es))

Subdirección de Organización Académica: Manuel Fernández Veiga ([teleco.subdir.academica@uvigo.es](mailto:teleco.subdir.academica@uvigo.es))

Subdirección de Calidade: Loreto Rodríguez Pardo ([teleco.subdir.calidade@uvigo.es](mailto:teleco.subdir.calidade@uvigo.es))

Secretaría e Subdirección de Infraestruturas: Miguel Ángel Domínguez Gómez ([teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.es](mailto:teleco.subdir.infraestructuras@uvigo.es))

#### COORDINACIÓN DEL GRADO

Coordinadora General: Rebeca Díaz Redondo ([teleco.grao@uvigo.es](mailto:teleco.grao@uvigo.es))

Coordinadora do Módulo de Formación Básica: Inés García-Tuñón Blanca (inesgt@com.uvigo.es )

Coordinadora do Módulo de Telecomunicación: Yolanda Blanco Fernández (Yolanda.Blanco@det.uvigo.es)

Coordinadora do Módulo de Sistemas Electrónicos: Lucía Costas Pérez (lcostas@uvigo.es)

Coordinador do Módulo de Sistemas de Telecomunicación: Marcos Curty Alonso (mcurty@com.uvigo.es)

Coordinador do Módulo de Sone Imaxe: Manuel Sobreira Seoane (msobre@gts.uvigo.es)

Coordinador do Módulo de Telemática : Raúl Rodríguez Rubio (rrubio@det.uvigo.es)

Coordinadora do Módulo de Optatividad: Ana Vázquez Alejos (analejos@uvigo.es)

Coordinador de Proxectos: Manuel Caeiro Seoane (manuel.caeiro@det.uvigo.es)

Coordinador de Mobilidade: Enrique Costa Montenegro (teleco.subdir.internacional@uvigo.es)

Coordinador de Prácticas Externas: Jorge Marcos Acevedo (teleco.practicas@uvigo.es )

Coordinador do TFG : Manuel Fernández Veiga (teleco.subdir.academica@uvigo.es)

Coordinador do Plan de Acción Titorial: Artemio Mojón Ojea (teleco.pat@uvigo.es)

#### COORDINACIÓN DO MESTRADO EN ENXEÑARÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Coordinadora Xeral: María José Moure Rodríguez (teleco.master@uvigo.es)

#### COORDINACIÓN DO MESTRADO INTERUNIVERSITARIO EN MATEMÁTICA INDUSTRIAL

Coordinador Xeral: José Durany Castrillo (durany@dma.uvigo.es)

## Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

### Asignaturas

#### Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
V05M145V01101	A Enxeñaría de Telecomunicación na Sociedade da Información	1c	5
V05M145V01102	Tratamento de Sinal en Comunicacions	1c	5
V05M145V01103	Radio	1c	5
V05M145V01104	Tecnoloxías de Rede	1c	5
V05M145V01105	Tecnoloxías de Aplicación	1c	5
V05M145V01106	Deseño de Circuitos Electrónicos Analóxicos	1c	5
V05M145V01201	Dirección de Proxectos de Telecomunicación	2c	5
V05M145V01202	Electrónica e Fotónica para Comunicacions	2c	5
V05M145V01203	Sistemas Electrónicos Dixitais Avanzados	2c	5
V05M145V01204	Comunicacions Dixitais Avanzadas	2c	5
V05M145V01205	Procesado de Sinal en Sistemas Audiovisuais	2c	5
V05M145V01206	Comunicacions Multimedia	2c	5
V05M145V01207	Comunicacions Ópticas	2c	5
V05M145V01208	Antenas	2c	5

V05M145V01209	Laboratorio de Radio	2c	5
V05M145V01210	Enxeñaría de Internet	2c	5
V05M145V01211	Redes sen Fíos e Computación Ubicua	2c	5
V05M145V01212	Enxeñaría Web	2c	5
V05M145V01213	Circuitos Mixtos Analóxicos e Dixitais	2c	5
V05M145V01214	Codeseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados	2c	5
V05M145V01215	Deseño e Fabricación de Circuitos Integrados	2c	5
V05M145V01403	Redes de Ordenadores	2c	6
V05M145V01404	Técnicas de Transmisión e Recepción de Sinais	2c	6
V05M145V01501	Servizos de Internet	1c	6

**DATOS IDENTIFICATIVOS****La ingeniería de Telecomunicación en la Sociedad de la Información**

Asignatura	La ingeniería de Telecomunicación en la Sociedad de la Información			
Código	V05M145V01101			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Iglesias, Manuel José			
Profesorado	Caeiro Rodríguez, Manuel Cuiñas Gómez, Íñigo Fernández Iglesias, Manuel José Mariño Espiñeira, Perfecto			
Correo-e	manolo@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	<p>La asignatura busca motivar al estudiantado en la utilización práctica de los conceptos más técnicos de Ingeniería de Telecomunicación para solucionar problemas y ofrecer servicios en la sociedad en la que vive: se pretende que tome conciencia de que la actividad de la Ingeniería no es un hecho aislado sino que transforma al mundo (a pequeña y a gran escala). Este punto de partida lleva a dos ideas fundamentales:</p> <p>1) La sociedad, las personas que la conforman, tienen problemas que pueden ser resueltos por los profesionales de la Ingeniería: la función de la Ingeniería es resolver o mitigar problemas de la sociedad en la que se enmarca, no crearlos. Conocer cómo se han resuelto otras situaciones en el pasado puede ayudar a encarar problemas en el futuro (lo que nos lleva a conocer la historia orientada a la acción futura, no a la contemplación del pasado).</p> <p>2) Las actividades ingenieriles tienen influencia directa en la propia sociedad, en cómo viven o en cómo se relacionan las personas. De hecho, los grandes cambios de las últimas décadas han estado protagonizados directamente por aportaciones del ámbito de la Ingeniería de Telecomunicación. Esta influencia debe ir acompañada de una toma de conciencia de la responsabilidad ética.</p>			

**Competencias**

Código				
CB3	CB3 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.			
CG7	CG7 Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.			
CG9	CG9 Capacidad para comprender la responsabilidad ética y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.			
CG13	CG13 Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.			
CE15	CE15/GT1 Capacidad para la integración de tecnologías y sistemas propios de la Ingeniería de Telecomunicación, con carácter generalista, y en contextos más amplios y multidisciplinares como por ejemplo en bioingeniería, conversión fotovoltaica, nanotecnología, telemedicina.			
CT3	CT3 Concebir la Ingeniería en un marco de desarrollo sostenible.			
CT4	CT4 Tomar conciencia de la necesidad de una formación y mejora continua de calidad, desarrollando valores propios de la dinámica del pensamiento científico, mostrando una actitud flexible, abierta y ética ante opiniones o situaciones diversas, en particular en materia de no discriminación por sexo, raza o religión, respeto a los derechos fundamentales, accesibilidad, etc.			

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocimiento de lo que es, y lo que representa, la profesión de la Ingeniería de Telecomunicación.	CG7 CG13 CT4

Toma de conciencia de la responsabilidad social, ética y medioambiental de la Ingeniería de Telecomunicación.	CB3 CG9 CT3 CT4
Contacto con otras disciplinas en las que las tecnologías de Telecomunicación se integran para el desarrollo de la sociedad: bioingeniería, energía solar, nanotecnologías, telemedicina, teleasistencia, teleeducación.	CE15

## Contenidos

Tema	
Seminario sobre la Ingeniería en la Sociedad	<p>1. Actividad profesional e implicaciones éticas Descripción de la actividad profesional de la Ingeniería de Telecomunicación (a ser posible titulados en la Escuela), las implicaciones éticas de su trabajo y aspectos de desarrollo profesional. Interacción de los alumnos con los ponentes.</p> <p>2. Implicación en la Sociedad mediante Design Thinking. Se busca la familiarización con una metodología que fomenta en los futuros ingenieros la vocación de mirar hacia la sociedad y tratar de buscar soluciones o de resolver problemas que afectan directa y personalmente a usuarios concretos.</p> <p>Competencias relacionadas: CE15, CT4, CB3 y CG9</p>
Las atribuciones profesionales y su historia	<p>Históricamente, hay ocho atribuciones profesionales asignadas a la Ingeniería de Telecomunicación. A lo largo de este tema nos centramos en el desarrollo histórico de sistemas o aplicaciones relacionadas con estas atribuciones profesionales, así como en la legislación nacional y europea de aplicación a cada uno de ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Televisión</li> <li><input type="checkbox"/> Cable (incluyendo la influencia en la pequeña historia local: Vigo fue base de cableros alemanes e ingleses)</li> <li><input type="checkbox"/> Espectro radioeléctrico (descripción y gestión, teniendo en cuenta la legislación nacional e internacional)</li> <li><input type="checkbox"/> Internet y su influencia en la sociedad</li> <li><input type="checkbox"/> Telefonía móvil (incluyendo los efectos sobre la salud)</li> <li><input type="checkbox"/> Peritaciones y dictámenes.</li> </ul> <p>Competencias relacionadas: CG13 y CT3</p>
En una sociedad multidisciplinar	<p>La propuesta para el trabajo en grupos C se centra en la resolución de problemas o situaciones de la sociedad en la que vivimos, no estrictamente relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación, para que los alumnos comprendan su implicación en múltiples ámbitos de la sociedad y cómo pueden influir en ella con soluciones planteadas desde sus competencias y habilidades ingenieriles.</p> <p>Competencias relacionadas: CG7, CE15, CT3 y CT4</p>

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Seminario	14	15	29
Aprendizaje basado en proyectos	5	70	75
Lección magistral	9	10	19
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2

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

## Metodologías

Descripción
-------------

## Seminario

Docencia en formato seminario, en el que el alumno participa muy activamente en la evolución de las clases profundizando en un tema específico, ampliándolo y relacionándolo con contenidos orientados a la práctica profesional; incluyendo la participación en eventos científicos y/o divulgativos, organizados o no en la propia Escuela; la organización de debates que permitan confrontar ideas y propuestas, guiados por docentes, tanto presenciales como online; y el estudio de casos/análisis de situaciones (análisis de un problema o caso real, con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, diagnosticarlo y adentrarse en procedimientos alternativos de solución, para ver la aplicación de los conceptos teóricos en la realidad). Estas actividades pueden tener relacionada una carga de trabajo autónomo del alumno.

El tema "Seminario sobre la Ingeniería en la Sociedad" y los debates relacionados se corresponden con esta metodología docente.

Competencias trabajadas: con esta metodología se trabajan las competencias CB3, CG7, CG9, CG13 y CT4.

---

## Aprendizaje basado en proyectos

Realización de trabajos para la resolución de un caso o un proyecto concreto, así como la presentación de los resultados por escrito y/o mediante una presentación que puede seguir diferentes formatos: oral, póster, multimedia. Se incluyen las Metodologías integradas: aprendizaje basado en problemas (ABP), resolución de problemas de diseño propuestos por el profesor, y enseñanza basada en proyectos de aprendizaje (PBL).

Se formarán grupos de estudiantes, usando como criterio para la selección un test de personalidad que los alumnos realizan en la primera sesión. El objetivo es lograr grupos heterogéneos, y seleccionados externamente, como en una empresa real. Los proyectos en los que trabajarán los grupos de estudiantes están relacionados entre sí y se emarcan dentro de un entorno de estudio determinado. Para este curso académico, estamos en conversaciones con AENA para que el entorno de estudio sea el Aeropuerto de Vigo.

Los estudiantes, en grupo, preparan un trabajo proporcionando una solución a un problema definido según Design Thinking, identificando situaciones de la vida diaria que a priori no tienen por qué relacionarse con la Telecomunicación. La metodología Design Thinking se desarrolla a través de las siguientes fases: descubrir, interpretar, idear, experimentar y evolucionar. En la solución indicada se deberán considerar no sólo cuestiones técnicas, sino también legales, ambientales, sociales y relacionadas con la sostenibilidad.

Siguiendo la metodología Design Thinking, se identificará un ámbito de actuación concreto dentro del tema de estudio, y se buscará información sobre dicho ámbito de actuación. Los alumnos plantearán soluciones imaginativas y tratarán de llegar a una propuesta que sea razonable, aunque pueda no ser todavía implantable dado el desarrollo tecnológico actual.

No se trata de fabricar o programar una solución, sino de buscar una propuesta que sea factible, ahora o en un futuro con tecnología más desarrollada, y que sea aceptable socialmente.

Los grupos empezarán por localizar toda la información relevante. A partir de dicha información, tratarán de identificar a las personas implicadas y tratarán de empatizar con ellas, para enunciar el problema que sienten (no el que desde afuera creemos identificar). A partir del enunciado del problema, se trata de que los grupos ideen soluciones tecnológicas o procedimentales. Tendrán que buscar información técnica y científica sobre estas y, finalmente, elaborar un prototipo, un informe y una presentación.

El resultado de esta actividad se podrá documentar a través de un servicio en línea tipo foro o wiki. También se producirá un documento final y una presentación y/o vídeo que sea utilizado en la defensa del trabajo desarrollado ante la clase. Ambos resultados se evaluarán de acuerdo a criterios de evaluación y rúbricas definidas y presentadas a los estudiantes a principio de curso y disponibles en la plataforma de teledocencia FaiTIC.

La interacción con los profesores será presencial con cinco reuniones de una hora, y a través de foros durante la búsqueda de información, y por correo electrónico para el intercambio de ideas. Los grupos deberán enviar al profesor que se les asigne el "punto de vista" antes de la tercera reunión, y tres ideas tentativas para resolver el problema antes de la cuarta reunión.

El tema "En una Sociedad Multidisciplinar" se corresponde con esta metodología docente.

Competencias trabajadas: con esta metodología se trabajan las competencias CB3, CE15/GT1, CG9 y CT4.

---

Lección magistral      Exposición de los contenidos de la asignatura; incluye exposición de conceptos; introducción de prácticas y ejercicios; y resolución de problemas y/o ejercicios en aula ordinaria.

El tema "Las atribuciones profesionales y su historia" se corresponde con esta metodología docente.

Competencias trabajadas: con esta metodología se trabajan las competencias CG7, CG9 y CT3.

<b>Atención personalizada</b>	
<b>Metodologías</b>	<b>Descripción</b>
Lección magistral	Tiempo que los profesores de grupo A reservan para atender a los alumnos y resolver sus dudas
Seminario	Tiempo que los profesores de grupo A reservan para atender a los alumnos y resolver sus dudas.
Aprendizaje basado en proyectos	Tiempo que los profesores de grupo C reservan para apoyar a los alumnos en el desarrollo de los proyectos, adicional a las reuniones fijadas en el calendario oficial.
<b>Pruebas</b>	<b>Descripción</b>
Examen de preguntas de desarrollo	Tiempo que los profesores emplean en ayudar a los alumnos a comprender los contenidos de las pruebas de evaluación y a revisar con cada uno de ellos, individualmente, dichas pruebas una vez corregidas.

<b>Evaluación</b>					
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas		
Seminario	Pruebas de respuesta corta: En los seminarios se valorará la participación en los debates (con los ponentes del seminario □Ingeniería en la Sociedad). La evaluación se apoya en pruebas de respuesta corta.  Con estas pruebas y la observación se evaluarán las competencias CB3, CG7, CG9, CG13 y CT4.	20	CB3	CG7 CG9 CG13	CT4
Aprendizaje basado en proyectos	Pruebas prácticas: La realización de los trabajos en grupos se evaluará en dos partes: la propia dinámica de los trabajos y las presentaciones. Por el trabajo en sí, recibirán un 25% de la nota evaluada al 50% por el profesor que dirige el trabajo y por el conjunto de profesores de la materia. Por la presentación, recibirán otro 25%, evaluado por sus compañeros (evaluación por pares) según una rúbrica que se aprobará antes del comienzo de los trabajos. La nota será grupal.  Con estos trabajos se evaluarán las competencias CB3, CE15/GT1, CG9 y CT4	50	CB3	CG9	CE15 CT4
Lección magistral	Pruebas de respuesta larga o de desarrollo: Habrá 2 pruebas, de 30 minutos de duración, liberatoria de materia.  En estas pruebas largas se evaluarán las competencias CG7, CG9 yCT3	30		CG7 CG9	CT3
Examen de preguntas de desarrollo	El examen de evaluación única, en caso de tener que hacerlo, constará de preguntas de desarrollo, en las que el alumno deberá mostrar los conocimientos adquiridos, iniciativa para proponer soluciones a problemas no necesariamente de telecomunicación, pero también tendrá que exponer su opinión sobre conflictos de ética profesional, demostrando su capacidad para enunciar juicios de valor sobre situaciones que implican a la sociedad.	0	CB3	CG7 CG9 CG13	CE15 CT3 CT4

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

Los estudiantes pueden optar por evaluación continua o por un examen final.

1.- Las pruebas de **evaluación continua** permiten al estudiante obtener una calificación final basada únicamente en su trayectoria a lo largo del curso, y consisten en:

1.1. Dos pruebas de respuesta larga o de desarrollo, con un 15% de la nota total cada una, sumando un 30%.

1.2. Pruebas de respuesta corta en los seminarios, que suman un 20%

1.3. Pruebas prácticas para la evaluación de los trabajos tutelados (25%) y la presentación de los mismos (25%)

Las tareas de evaluación continua no son recuperables, y sólo son válidas para el curso actual.

Un estudiante se supone que ha optado por evaluación continua cuando se haya presentado a una de las pruebas de respuesta larga y haya participado en dos actividades de debate en seminarios. Un estudiante que opta por la evaluación continua se considera que se ha presentado a la asignatura, independientemente de que se presente o no al examen final.

Si un estudiante, habiéndose presentado a evaluación continua, opta por presentarse al examen final, la nota final de la asignatura será la media de ambas.

2.- **Examen de evaluación única.** Conforme a los reglamentos de la Universidad de Vigo, el estudiante que lo desee podrá optar al 100% de la nota final mediante un único examen final. El examen de evaluación única es aquel que se realiza en las fechas oficiales marcadas en Junta de Escuela en los meses de Diciembre o Enero en primera oportunidad (o Julio, en el caso de la segunda oportunidad), y al que deben asistir obligatoriamente aquellos estudiantes que no han optado por evaluación continua y deseen aprobar la asignatura.

El examen final constará de una prueba de desarrollo, de diez preguntas, según lo descrito en el apartado de evaluación. Puede preguntarse cualquier contenido explicado en clases de aula, seminarios o presentaciones de proyectos.

El examen de segunda oportunidad tendrá una estructura similar al examen final.

### **Código ético**

Los exámenes y los tests deben ser realizados individualmente. Cualquier infracción se considerará como una falta de ética importante y será comunicada a las autoridades académicas.

Los profesores podrán decidir suspender a un estudiante si comete una falta ética importante.

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

O. Pérez Sanjuán, **De las señales de humo a la Sociedad del Conocimiento**, <http://bit.ly/2Rxf9cl>, COIT-AEIT, VV.AA., **Design Thinking Innovation and Research**, <https://desire.webs.uvigo.gal>, Universidade de Vigo, VV.AA., **Design Thinking for Educators**, [www.designthinkingforeducators.com/toolkit/](http://www.designthinkingforeducators.com/toolkit/),

#### **Bibliografía Complementaria**

C. Rico, **Crónicas y testimonios de las Telecomunicaciones españolas**, <http://bit.ly/31V3NnF>, COIT-AEIT, O. Pérez Sanjuán, **Detrás de la Cámara. Historia de la televisión y de sus cincuenta años en España**, <http://bit.ly/2X0iyBA>, COIT-AEIT, J. Cabanelas, **Vía Vigo: el Cable Inglés y el Cable Alemán**, Instituto de Estudios Vigueses,

---

### **Recomendaciones**

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

Dirección de Proyectos de Telecomunicación/V05M145V01201



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Tratamiento de Señal en Comunicaciones**

Asignatura	Tratamiento de Señal en Comunicaciones			
Código	V05M145V01102			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	López Valcarce, Roberto			
Profesorado	López Valcarce, Roberto			
Correo-e	valcarce@gts.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura profundiza en la aplicación de las técnicas de procesado de señal más habituales al diseño de los sistemas de comunicaciones, con particular énfasis en el procesado digital. Los aspectos estudiados incluyen muestreo y cuantificación, estimación bloque y adaptativa, codificación mediante transformadas bloque, remuestreo y filtrado.			

**Competencias**

Código	
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE1	CE1 Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Capacidad para aplicar técnicas de procesado multitasa, filtrado adaptativo, transformaciones bloque y estimación espectral en los sistemas de comunicaciones y audiovisuales	CG4 CE1
Capacidad para implementar técnicas avanzadas de procesado de señal en aplicaciones en diferentes campos: bioingeniería, bioinformática, etc.	CG4 CG8
Capacidad para aplicar técnicas de procesado de señal al modelado y simulación de sistemas de comunicaciones.	CG4 CE1 CE2
Capacidad para simular la capa física de los sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.	CG4 CG8 CE2 CE3

**Contenidos**

Tema	
Tema 1: Transformadas Bloque en Comunicaciones y Multimedia	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DFT: formulación y propiedades.</li> <li>- Análisis frecuencial utilizando la DFT. Eventanado.</li> <li>- Estimación del espectro de potencia: periodograma y método de Welch</li> <li>- Modulaciones digitales basadas en la DFT: SC-FDE, OFDM.</li> <li>- Cambio de tasa de muestreo: diezmado e interpolación</li> </ul>
Práctica 1: Muestreo y cuantificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliasing</li> <li>- Muestreo banda base y pasobanda</li> <li>- Ruido de cuantificación</li> <li>- Distorsión por sobrecarga</li> <li>- Rango dinámico libre de espúreos</li> <li>- Efecto de errores en el instante de muestreo</li> </ul>

Práctica 2: Simulación de un sistema de comunicaciones basado en OFDM.	- Estudio experimental de los diferentes efectos y compromisos existentes en el diseño del transmisor y receptor de un sistema de comunicaciones multiportadora.
Tema 2: Filtrado adaptativo y estimación	- Criterio de mínimo error cuadrático medio. - Filtro de Wiener - Algoritmos adaptativos - Criterio de Mínimos Cuadrados
Práctica 3: Filtrado adaptativo	- Simulación en un contexto de estimación/igualación de canal para comunicaciones y/o en un contexto de cancelación de eco/interferencia
Tema 3: Filtrado Kalman	- Teorema de Gauss-Markov - Propiedades del estimador LMMSE - Formulación del espacio de estados - El filtro de Kalman
Proyecto final	- El alumno deberá realizar el diseño de un sistema de procesado de señal relacionado con algunos de los aspectos cubiertos e la asignatura, de acuerdo con una serie de especificaciones.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	18	36
Prácticas en aulas de informática	20	20	40
Resolución de problemas de forma autónoma	0	30	30
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Informe de prácticas	0	5	5
Proyecto	0	12	12

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

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los principales contenidos teóricos de la materia con ayuda de medios audiovisuales. Resolución de problemas y/o ejercicios teóricos. Competencias trabajadas: CG4, CG8.
Prácticas en aulas de informática	Con la dirección del profesor, el alumno debe desarrollar un proyecto final en el que poner en práctica varias de las técnicas estudiadas de manera simultánea. Competencias trabajadas: CE1, CE2, CE3.
Resolución de problemas de forma autónoma	Actividades de simulación de las técnicas de estudiadas aplicadas a diferentes problemas de comunicaciones digitales y tratamiento de señales multimedia. Competencias trabajadas: CE1, CE2, CE3.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas en aulas de informática	Se proporcionará atención personalizada al alumno a través del horario de tutorías así como por medio del correo electrónico. Se establecerá un foro de discusión accesible a los alumnos mediante la plataforma web usual.
Lección magistral	Se proporcionará atención personalizada al alumno a través del horario de tutorías así como por medio del correo electrónico. Se establecerá un foro de discusión accesible a los alumnos mediante la plataforma web usual.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final en el que alumno debe resolver varios ejercicios teóricos.	40	CG4 CE1 CE2
Informe de prácticas	Informes de resultados de las prácticas de simulación que se planteen. Se realizarán en general por parejas, y la misma nota será asignada a ambos alumnos. El instructor podrá requerir aclaraciones individualmente para verificar que ambos alumnos han participado activamente en la totalidad del informe.	40	CG4 CG8 CE1 CE2
Proyecto	Informe de resultados del proyecto final. Se realizarán en general en grupos de cuatro alumnos, y la misma nota será asignada a todos los componentes del grupo. El instructor podrá requerir aclaraciones individualmente para verificar que todos ellos han participado activamente en la totalidad del informe.	20	CG4 CG8 CE1 CE2 CE3

---

## Otros comentarios sobre la Evaluación

---

Siguiendo las directrices propias de la titulación, se ofrece a los alumnos que cursen esta materia dos posibles sistemas de evaluación:

1) Evaluación continua: La nota final se obtiene sumando los resultados del examen (máximo 4 puntos), informes de prácticas (máximo 4 puntos) y proyecto final (máximo 2 puntos). Para aprobar la asignatura se requiere obtener una calificación mínima del 30% en el examen. De no ser así, la nota final será directamente la obtenida en el examen.

Para la segunda oportunidad, se mantendrán las notas obtenidas en los informes de prácticas. Si el alumno no ha aprobado el proyecto final en la primera oportunidad podrá presentarlo de nuevo. En la segunda oportunidad el alumno podrá repetir también el examen final.

2) Evaluación única al final del cuatrimestre: La nota final es la obtenida en el examen final, tanto en la primera como en la segunda oportunidad.

Se considera que el alumno opta por evaluación continua en el momento en que entrega cualquier informe de prácticas o del proyecto final.

Los informes y el examen podrán realizarse en castellano, gallego o inglés.

---

---

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

S. Mitra, **Digital Signal Processing: A Computer Based Approach.**, 4th,

J.G. Proakis and D.G. Manolakis, **Digital Signal Processing**, 4th,

Behrouz Farhang-Boroujeny, **Signal Processing Techniques for Software Radios**, 2nd,

### Bibliografía Complementaria

S. Haykin, **Adaptive Filter Theory**, 5th,

F. Harris, **Multirate Signal Processing for Communication Systems**,

T. K. Moon, W. C. Stirling, **Mathematical methods and algorithms for signal processing**, 1st,

---

---

## Recomendaciones

### Asignaturas que continúan el temario

Procesado de Señal en Tiempo Real/V05M145V01301

Comunicaciones Digitales Avanzadas/V05M145V01204

Comunicaciones Multimedia/V05M145V01206

Comunicaciones Ópticas/V05M145V01207

Comunicaciones Móviles e Inalámbricas/V05M145V01313

Satélites/V05M145V01311

Sistemas Avanzados de Comunicación/V05M145V01302

Sistemas de Radio en Banda Ancha/V05M145V01312

---

---

## Otros comentarios

Se asume que el alumno posee conocimientos básicos en las siguientes áreas:

- Procesado de Señal: señales analógicas y discretas, dominios temporal y frecuencial, Transformada de Fourier, sistemas lineales (tiempo continuo y discreto), convolución, función de transferencia, filtros FIR e IIR, retardo de grupo, polos y ceros.
  - Probabilidad y Estadística: variables aleatorias, función de densidad de probabilidad, función de distribución, media, varianza. Distribuciones gaussiana y uniforme. Procesos estocásticos: autocorrelación, correlación cruzada, estacionariedad, densidad espectral de potencia.
  - Comunicaciones: tasa de bit, tasa de símbolo, modulación de amplitud, modulaciones PAM y QAM.
-

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Radio</b>				
Asignatura	Radio			
Código	V05M145V01103			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Arias Acuña, Alberto Marcos			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Valdés, Borja Rubiños López, José Óscar			
Correo-e	marcos@com.uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	En esta materia obligatoria de primer cuatrimestre, el alumno se familiariza con los sistemas de comunicaciones por radio, empezando por las propiedades de las antenas, continuando con el estudio del ruido e interferencias y finalizando con el cálculo del balance de enlace en diferentes escenarios de propagación. Estos conceptos se aplican al estudio de los servicios de radar y de radiolocalización.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CB2	CB2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
CE5	CE5 Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Capacidad para realizar diseños básicos de antenas	CB2 CE2
Capacidad para calcular el balance de enlace teniendo en cuenta tanto señal como perturbaciones en distintos escenarios	CB2 CE2 CE3
Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y posicionamiento	CB4 CE3 CE5
Capacidad para diseñar sistemas radar	CB4 CE5

<b>Contenidos</b>	
Tema	
1. Diseño básico de antenas	1.1 Fundamentos electromagnéticos 1.2 Antena como transmisora 1.3 Antena como receptora 1.4 Bandas de frecuencia 1.5 Tipos de antenas 1.6 Fórmula de Friis 1.7 Pérdidas de transmisión Competencias relacionadas: CB2, CE2

2. Modelos de ruido e interferencias	2.1 Ruido térmico 2.2 Ruido de antena 2.3 Factor de ruido y temperatura de ruido de un receptor 2.4 Concepto y tipos de interferencia 2.5 Caracterización de la interferencia 2.6 Concepto de disponibilidad, desvanecimiento y diversidad 2.7 Sistemas radio limitados por ruido y por interferencia Competencias relacionadas: CB2, CE2, CE3
3. Cálculo de enlaces en distintos escenarios de propagación	3.1 Propagación en bajas frecuencias. Onda de superficie e ionosférica. Campo eléctrico recibido. 3.2 Propagación troposférica. 3.3 Pérdidas de propagación Competencias relacionadas: CB2, CE2
4. Diseño de sistemas de radionavegación	4.1 Fundamentos de los sistemas de radionavegación 4.2 Tipos de sistemas de radionavegación 4.3 Sistemas de radionavegación por satélite 4.4 Diseño de un sistema de radionavegación Competencias relacionadas: CB4, CE3, CE5
5. Diseño de sistemas radar	5.1 Fundamentos de los sistemas radar. Sección recta radar 5.2 Tipos de sistemas radar 5.3 Diseño de un sistema radar Competencias relacionadas: CB4, CE5

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	20	20	40
Seminario	5	30	35
Prácticas de laboratorio	13	13	26
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	11	12
Examen de preguntas de desarrollo	1	11	12

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

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los contenidos de la asignatura; incluye exposición de conceptos; introducción de prácticas y ejercicios; y resolución de problemas y/o ejercicios en aula ordinaria. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB2, CE2, CE3 y CE5
Seminario	Docencia en formato seminario, en el que el alumno participa muy activamente en la evolución de las clases profundizando en un tema específico, ampliándolo y relacionándolo con contenidos orientados a la práctica profesional; incluyendo la participación en eventos científicos y/o divulgativos, organizados o no en la propia Escuela; la organización de debates que permitan confrontar ideas y propuestas, guiados por docentes, tanto presenciales como online; y el estudio de casos/análisis de situaciones (análisis de un problema o caso real, con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, diagnosticarlo y adentrarse en procedimientos alternativos de solución, para ver la aplicación de los conceptos teóricos en la realidad). Estas actividades pueden tener relacionada una carga de trabajo autónomo del alumno. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB4, CE2, CE3 y CE5
Prácticas de laboratorio	Aplicación, a nivel práctico, de los conocimientos y habilidades adquiridos en las clases teóricas, mediante prácticas realizadas con equipamiento de test y medida, ya sea en el laboratorio o de campo. También incluyendo prácticas de laboratorio realizadas sobre ordenadores (simulaciones, análisis, procesados, etc.), ejercicios de programación, trabajos realizados online, etc. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB2, CE2 y CE5

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En esta metodología, se atiende y responde a todas las preguntas que pueda hacer cada alumna/o.
Seminario	Se hace una corrección individualizada de los ejercicios y/o problemas resueltos, ya sea en clase como de trabajo autónomo. Además, en las clases de problemas se atiende a cada alumno de manera individualizada.
Prácticas de laboratorio	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.

### Evaluación

Descripción		Calificación	Competencias Evaluadas	
Prácticas de laboratorio	Los alumnos durante el curso participan en prácticas individuales o en grupo y realizan trabajos individuales. La nota individual para cada alumno de este apartado sería la correspondiente a la evaluación continua y puede suponer hasta un 30% de la nota final.	30	CB2 CB4	CE2 CE3 CE5
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen final: consiste en una prueba para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes mediante la resolución de problemas sencillos y preguntas cortas de teoría.	50	CB2 CB4	CE2 CE5
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final: consiste en una prueba para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes. Tendrán que desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos adquiridos durante el curso.	20	CB2 CB4	CE2 CE5

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos durante el curso participan en prácticas individuales o en grupo y realizan trabajos individuales. La nota individual para cada alumno de este apartado sería la correspondiente a la evaluación continua y puede suponer hasta un 30% de la nota final.

Todos los alumnos deben realizar el examen final, que constará de una prueba de respuesta corta y una prueba de desarrollo. La nota final tanto en la primera como en la segunda oportunidad, será la mayor entre la nota del examen (evaluación única que supone el 100% de la nota) y la suma de la nota de evaluación continua con la nota del examen ponderada en un 70%.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizados, la calificación final de la materia será de "suspense (0)" y los profesores le comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas oportunas.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Marcos Arias Acuña, Oscar Rubiños López, **Radiocomunicación**, 1a, Andavira Editora, 2011

José María Hernando Rábanos, **Transmisión por Radio**, 6a, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008

John Griffiths, **Radio Wave Propagation and Antennas. An Introduction**, 1st, Prentice Hall, 1985

#### Bibliografía Complementaria

Robert R. Collin, **Antennas and Radiowave Propagation**, 1st, Mc Graw Hill, 1985

Thomas A. Milligan, **Modern Antenna Design**, 2nd, Wiley, 2005

ngel Cardama, L. Jofre, J.M. Rius, S. Balnch, M. Ferrando, **Antenas**, 2a, Ediciones UPC, 2002

Constantine A. Balanis, **Antenna Theory. Analysis and Design**, 3rd, Wiley, 2005

#### ITU-R, Recommendations,

### Recomendaciones

#### Asignaturas que continúan el temario

Antenas/V05M145V01208

Laboratorio de Radio/V05M145V01209

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Ancha/V05M145V01312

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Tecnologías de Red**

Asignatura	Tecnologías de Red			
Código	V05M145V01104			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos			
Profesorado	López Ardao, José Carlos			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es			
Web	http://moodle.det.uvigo.es			
Descripción general	Se trata de una materia de máster que cubre las competencias BOE para las atribuciones profesionales de Ingeniero de Telecomunicación relacionadas con las tecnologías subyacentes en las Redes de Ordenadores.  De alguna manera, es un curso avanzado en el ámbito de estas tecnologías, continuando y profundizando en los contenidos más básicos estudiados en las materias del GETT.			

**Competencias**

Código	
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CG12	CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
CE4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
CE6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
CE7	CE7 Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Saber modelar matemáticamente los elementos esenciales de una red de telecomunicaciones	CB5 CG1 CG4 CG8 CG12 CE4 CE6 CE7
Conocer los resultados fundamentales sobre la capacidad de distintos tipos de redes	CG1 CG4 CG8 CE4 CE6 CE7

Comprender, plantear y resolver modelos sencillos para analizar el rendimiento de una red	CG1 CG4 CG8 CE4 CE6 CE7 CE12
Saber planificar, diseñar y desplegar redes de conmutación y redes IP en cualquier entorno de aplicación	CB5 CG1 CG4 CG8 CG12 CE4 CE6 CE7
Conocer y saber analizar la arquitectura interna de los equipos de conmutación, los métodos de asignación de recursos y las técnicas básicas de consecución de calidad de servicio	CB5 CG1 CG4 CG8 CG12 CE4 CE6 CE12

## Contenidos

Tema	
1. Arquitectura de conmutadores	1.1. Reenvío y encaminamiento: Plano de datos y de control 1.2. Arquitecturas de conmutadores. El interior de un conmutador 1.3. Reenvío generalizado y SDN 1.4. Conmutadores programables
2. Virtualización en el Plano de datos de la red	2.1. Virtualización de red 2.2. VLANs Ethernet. VLAN Trunking. QinQ 2.3. Virtual Switching & Bridging 2.4. MPLS 2.5. Túneles y VPNs
3. Redes para Centros de Datos	3.1. Switching Ethernet: Topologías redundantes. STP 3.2. Arquitectura jerárquica de 3 capas. 3.3. Arquitectura Leaf & Spine 3.4. Tecnologías para optimización de caminos: MSTP, TRILL, SPB 3.5. Tecnologías de túnel para Data Centers: VXLAN, GRE, NVE, STT 3.6. Equilibrado de carga. Planificación 3.7. Gestión de red: SNMP, VTP
4. Encaminamiento intradominio en Internet	4.1. Encaminamiento jerárquico en Internet. Dominios, AS e ISPs 4.2. Protocolos para encaminamiento intradominio 4.3. OSPF 4.4. OSPF Multiárea
5. Encaminamiento inter-AS.	5.1. BGP. 5.2. Selección de caminos, filtrado de rutas y políticas de encaminamiento. 5.3. IP Anycast. 5.4. BGP-MP (MultiProtocol)
6. Ingeniería de tráfico	6.1. Ingeniería de tráfico 6.2. MPLS-TE
7. Arquitecturas QoS en los ISPs	7.1. Conceptos básicos de QoS 7.2. Clasificación y marcado de tráfico 7.3. Regulación y monitorización de tráfico 7.4. Arquitectura DiffServ
8. Redes Definidas por Software (SDN)	8.1. Arquitectura SDN. 8.2. Controladores SDN 8.3. OpenFlow 8.4. Network Slicing en 5G
9. Virtualización de funciones de red (NFV)	9.1. Definición. Que se puede virtualizar? 9.2. OPNFV 9.3. SDN y NFV 9.4. Orquestación de servicios
10. Redes de transporte y acceso	10.1. Acceso por fibra: Metroethernet. FTTx, GPON 10.2. Red de acceso radio. CRAN: Backhaul y Fronthaul. 10.3. Redes de transporte óptico.



<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Resolución de problemas de forma autónoma	0	25	25
Prácticas en aulas de informática	9	13.5	22.5
Resolución de problemas	3	4.5	7.5
Foros de discusión	0	6	6
Lección magistral	24	36	60
Examen de preguntas objetivas	2	0	2
Examen de preguntas de desarrollo	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
Resolución de problemas de forma autónoma	Se trata de tareas, resolución de ejercicios, preguntas y test autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizados por los alumnos de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. Estas actividades tienen un peso global conjunto del 15% en el caso de evaluación continua. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB5, CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Prácticas en aulas de informática	Se trata de prácticas de planificación, diseño, configuración y resolución de problemas de escenarios de red basados en el emulador GNS3. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7, CE12
Resolución de problemas	Se trata de la resolución de problemas de diseño, planificación y dimensionamiento de redes. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CE6, CE7
Foros de discusión	Los foros de discusión serán necesariamente la vía no presencial de planteamiento y atención a las dudas relativas a los contenidos de la materia. En el aula virtual se fomentará la discusión, ayuda entre compañeros y resolución colaborativa de dudas en los foros de discusión. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB5, CG12
Lección magistral	Exposición de las ideas, conceptos, técnicas y algoritmos de cada una de las unidades temáticas del curso. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG8, CE4, CE6, CE7, CE12

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Se dispensará atención personalizada de forma individual y presencial en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Se recomienda solicitar cita previa a través del aula virtual
Resolución de problemas de forma autónoma	En el caso de tareas se proporcionará en el aula virtual la solución detallada de todas ellas. En el caso de tests de autoevaluación, éstos serán confeccionados para facilitar la realimentación adecuada al alumno en las preguntas falladas. En cualquier caso, el alumnado puede asistir igualmente a la atención personalizada de forma individual y presencial en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Se recomienda solicitar cita previa a través del aula virtual
Prácticas en aulas de informática	Se dispensará atención personalizada de forma individual y presencial en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Se recomienda solicitar cita previa a través del aula virtual
Resolución de problemas	Se dispensará atención personalizada de forma individual y presencial en el horario de tutorías que se hará público al inicio del curso. Se recomienda solicitar cita previa a través del aula virtual
Foros de discusión	Además de la atención personalizada de manera presencial en el horario de tutorías, el profesor monitorizará las discusiones en los foros dando la respuesta adecuada cuando sea preciso o matizando las respuestas de los alumnos si resultase necesario. Los foros de discusión son la vía no presencial de planteamiento y atención a dudas relativas a los contenidos de la materia. No se dispensará atención sobre contenidos de la materia de manera privada vía mensajería o correo electrónico.

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Resolución de problemas de forma autónoma	Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantean tareas, resolución de ejercicios, preguntas y tests autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizadas por los alumnos de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. Estas tareas tienen un peso global conjunto del 15%	15	CB5 CG1 CE4 CG4 CE6 CG8 CE7 CG12 CE12
Examen de preguntas objetivas	Se realizarán dos pruebas intermedias tipo test, de una hora de duración, para control de seguimiento de la materia. Cada prueba de control tiene un peso del 15%.	30	CG1 CE4 CG4 CE6 CG8 CE7 CE12

Examen de preguntas de desarrollo	Examen final que cubre toda la materia. Supone un peso del 55% pero se exige una calificación mínima de 3.5 puntos sobre 10 para superar la materia	55	CG1 CG4 CG8	CE4 CE6 CE7 CE12
-----------------------------------	---	----	-------------------	---------------------------

## Otros comentarios sobre la Evaluación

Se deja a la elección de los alumnos el método de evaluación, continua o única.

### Evaluación continua (EC)

Consistirá en:

- Dos pruebas intermedias de control de seguimiento del curso (**C1 y C2**) mediante tests. Cada prueba de control tiene un peso del 15% en la Nota Final (**NF**). Las fechas de realización de estas pruebas serán aprobadas en una Comisión Académica del Máster y estarán disponibles al inicio del cuatrimestre.
- La realización de las actividades puntuables de tipo no presencial en aula virtual. Durante el curso, con una periodicidad aproximadamente semanal, se plantean tareas, resolución de ejercicios, preguntas y tests autoevaluables en el aula virtual que deben ser realizadas por los alumnos de manera individual, autónoma y no presencial, siempre con una fecha límite. La realización de estas actividades permite obtener "puntos de mérito" (**PM**) hasta un máximo de 150 puntos (en el caso de la realización correcta de todas ellas). La calificación de este apartado será igual a la cantidad de **PM dividida por 100**. Con el objetivo de facilitar la consecución del máximo de puntos, se plantearán tareas adicionales de tipo opcional a lo largo del curso.
- En el aula virtual se usará un sistema de **gamificación** que emplea otros tipos de puntos, mecánicas y elementos de gamificación para fomentar la realización de las tareas puntuables y participar de manera significativa en foros de ayuda, dudas y discusiones. Ello permitirá obtener **recompensas** para poder emplear en exámenes y en tareas.
- Un examen final (**EF**) escrito sobre todos los contenidos de la materia, que tiene un peso del 55% sobre la Nota Final (NF) y en el que es necesario obtener una calificación igual o superior a 3,5 puntos sobre 10 para poder superar la materia.

$$\text{NF-EC} = 0.15 \times (\text{C1} + \text{C2}) + \text{PM}/100 + 0.55 \times \text{EF} \text{ si } \text{EF} \geq 3.5$$

$$\text{NF-EC} = \text{EF} \text{ si } \text{EF} < 3.5$$

Se considera que opta por EC aquel alumno que se presenta a alguna de las pruebas de control de seguimiento, C1 o C2. La no realización de alguna prueba de evaluación continua implica una calificación de "0" en ella. Estas pruebas no son recuperables.

### Evaluación única (EU)

Consistirá en la realización del mismo EF al final del cuatrimestre y la nota será la obtenida en dicho examen.

Los alumnos que no se presenten a ninguna de las pruebas de control de seguimiento, C1 o C2, optan obligatoriamente por la Evaluación Única.

### Segunda oportunidad

En el mes de Julio habrá un nuevo EF en las fechas oficialmente establecidas que sólo podrá ser hecho por los alumnos que no hayan superado la materia en la primera oportunidad.

Aquellos alumnos que hayan suspendido en la primera oportunidad yendo por Evaluación Continua y deseen renunciar a ella para escoger la Evaluación Única, tendrán que solicitarlo por escrito al coordinador de la materia antes de la fecha de revisión del examen final de la primera oportunidad. En este caso, también se renuncia a cualquier recompensa obtenida por las actividades de EC realizadas en el aula virtual.

### Otras consideraciones

Se consideran presentados a la materia todos los alumnos que se presenten a alguno de los dos exámenes finales. Las calificaciones de todas las pruebas escritas, parciales o finales, y actividades no presenciales sólo tendrán efectos en el curso académico en el que se propongan.

La plataforma de aula virtual cuenta con herramientas para detectar posibles comportamientos anómalos y deshonestos en los tests de autoevaluación (tests realizados entre varias personas, respuestas conocidas de antemano, etc.), así como para detectar posibles plagios en trabajos escritos o en programas software.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas/exámenes/test realizados, incluidas las actividades no

presenciales entregadas o realizadas en el aula virtual, la calificación final de la materia será de Suspenso (0) y los profesores comunicarán a la Dirección de la Escuela el asunto para que tome las medidas oportunas.

Ante cualquier contradicción que se haya podido dar entre las distintas versiones de la guía, debido a algún error en la traducción, la versión que prevalecerá es la versión en lengua gallega.

---

## **Fuentes de información**

### **Bibliografía Básica**

J.F. Kurose, K.W. Ross, **Computer networking: a top-down approach featuring the Internet**, 7ª,

Diane Teare, **Implementing Cisco IP Routing (ROUTE) Foundation Learning Guide**, Cisco Press,

P. Görason, C. Black, T. Culver, **Software Defined Networks: A comprehensive approach**, 2ª, Morgan Kaufman, 2017

Gary Lee, **Cloud Networking: Understanding Cloud-Based Data Center Networks**, Morgan Kaufmann, 2014

R. Chayapathi, S. Hassan, P. Shah, **Network Functions Virtualization (NFV) with a Touch of SDN**, Addison Wesley, 2016

### **Bibliografía Complementaria**

Kun I. Park, **QoS in packet networks**, 1ª,

Richard Froom, Balaji Sivasubramanian, Erum Frahim, **Implementing Cisco IP Switched Networks (SWITCH)**

**Foundation Learning Guide**, Cisco Press,

William Stallings, **Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT and Cloud**, Addison Wesley, 2016

Jim Doherty, **SDN and NFV Simplified**, Pearson Education, 2016

---

## **Recomendaciones**

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

Network Information Theory/V05M145V01327

---

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

Redes de Ordenadores/V05M145V01403

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Tecnologías de Aplicación</b>				
Asignatura	Tecnologías de Aplicación			
Código	V05M145V01105			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Vilas, Ana			
Profesorado	Fernández Vilas, Ana Lorenzo Veiga, Beatriz			
Correo-e	avilas@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es/">http://faitic.uvigo.es/</a>			
Descripción general	Esta asignatura proporcionará una visión de conjunto de los recursos más habituales para el diseño de aplicaciones telemáticas. Se abordarán problemas fundamentales, como la computación distribuida, la interoperabilidad y el descubrimiento de servicios. Todos ellos serán estudiados en el contexto del nuevo paradigma de éxito: la computación en la nube.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CG12	CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
CE4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
CE8	CE8 Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.
CE9	CE9 Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer y aplicar las diferentes técnicas de comunicación y computación distribuida	CB5 CG1 CG4 CG12 CE4
Conocer y aplicar las técnicas de compartición de datos para permitir la interoperabilidad entre sistemas y/o servicios	CB5 CG1 CG8 CG12 CE4 CE9
Conocer y aplicar las técnicas de especificación y descubrimiento de servicios para que puedan ser integrados en soluciones telemáticas más complejas	CB5 CG1 CG4 CG8 CG12 CE4 CE9

Conocimiento y aplicación introductorios a la virtualización: cloud computing y redes de distribución de contenidos.	CB5 CG1 CG12 CE4 CE8
--	----------------------------------

### Contenidos

Tema	
1. Computación en la nube: tecnologías	a. Modelos de servicio (IaaS, PaaS, SaaS) y de despliegue. b. Arquitecturas de referencia: virtualización
2. Computación en la nube: Amazon AWS	a. Plataformas comerciales: Amazon AWS como caso de éxito. b. Almacenamiento de datos
3. Sincronización en sistemas distribuidos	a. Modelado de sistemas distribuidos b. Relojes físicos c. Tiempo lógico y relojes lógicos d. Estado global
4. Toma de decisiones en sistemas distribuidos	a. Exclusión mútua b. Elecciones c. Comunicación grupal d. Consenso
5. Replicación y gestión de grupos	a. Modelado sistemas replicados b. El rol en la comunicación grupal c. Sistemas tolerantes a fallos d. Alta disponibilidad: Gossip
6. Almacenamiento distribuido y MapReduce	a. Tipos de datos b. Soluciones para el almacenamiento de datos c. Sistemas de almacenamiento distribuido d. Modelo de programación MapReduce e. El entorno Hadoop
7. Computación paralela	a. Bases Tecnológicas b. Tipos de paralelismo c. Programación paralela d. Big data frameworks e. Análisis de rendimiento

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	13	26	39
Lección magistral	22	29	51
Práctica de laboratorio	3	30	33
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

### Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Durante todo el curso se utilizarán las prácticas en el laboratorio para el desarrollo de pequeños prototipos que permitan materializar los conceptos fundamentales de la materia  Se trabajarán las competencias CE9, CE8, CE4, CG12, CG8 y CB5
Lección magistral	Clases que combinarán la exposición de los conceptos a tratar en la asignatura con la realización de pequeños ejercicios. Éstos podrán ser resueltos por el docente o por los propios alumnos individualmente y/o en grupo. El objetivo es fomentar el debate en la clase y reforzar la adquisición de destrezas.  Se trabajarán las competencias CG1, CG4, CG12 y CE8

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Clases que combinarán la exposición de los conceptos a tratar en la asignatura con la realización de pequeños ejercicios. Éstos podrán ser resueltos por el docente o por los propios alumnos individualmente y/o en grupo. El objetivo es fomentar el debate en la clase y reforzar la adquisición de destrezas.

Prácticas de laboratorio Los alumnos abordarán el diseño e implementación de diferentes soluciones software. Serán asesorados de forma continuada (semanalmente) sobre la solución adoptada

<b>Evaluación</b>					
	Descripción	Calificación		Competencias Evaluadas	
Práctica de laboratorio	Los alumnos diseñarán e implementarán soluciones software a pequeños retos planteados por el profesorado.	50	CB5	CG1 CG8 CG12	CE4 CE8
Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen escrito que combina cuestiones y preguntas tipo test. No se permite material adicional.	50	CB5	CG4 CG8 CG12	CE8 CE9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Los estudiantes pueden decidir ser evaluados según un modelo de evaluación continua o bien de evaluación única. Todos los alumnos que entreguen la primera práctica están optando por la evaluación continua. Una vez los estudiantes opten por el modelo de evaluación continua su calificación no podrá ser nunca "No presentado".

La calificación será el resultado de aplicar la media geométrica ponderada entre dos resultados: (i) examen escrito (50%) y (ii) parte práctica (50%).

**Examen escrito:** tendrá lugar en las fechas publicadas en el calendario oficial. No se permitirá el uso de ningún material adicional.

### Parte práctica:

1- Modelo de evaluación continua: 2 prácticas intermedias que se entregarán en las semanas indicadas en el documento que se facilitará a los alumnos el primer día de clase.

2- Modelo de evaluación única: entrega del trabajo encomendado en la semana indicada en el documento que se facilitará a los alumnos el primer día de clase.

En la evaluación en segunda oportunidad los estudiantes serán evaluados utilizando la modalidad de evaluación única.

Si se detecta plagio en cualquiera de las pruebas de evaluación, la calificación final de la asignatura será de "suspense (0)", hecho que se comunicará a la dirección de la escuela para adoptar las medidas oportunas.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

George Colouris, Jean Dollimore, Tim Kindberg, Gordon Blair, **Distributed systems: Concepts and design**, Ed. Pearson, 2012

Dan C. Marinescu, **Cloud Computing: Theory & Practice**, Elsevier, 2013

Jimmy Lin , Chris Dyer, Graeme Hirst, **Data-Intensive Text Processing with MapReduce (Synthesis Lectures on Human Language Technologies)**, Morgan and Claypool Publishers, 2010

Victor Eijkhout, Edmond Chow, Robert van de Geijn, **Introduction to High Performance Scientific Computing**, Lulu, 2014

Trobec, R., Slivnik, B., Buli&#263;, P., Robi&#269;, B., **Introduction to Parallel Computing From Algorithms to Programming on State-of-the-Art Platforms**, Springer, 2018

#### Bibliografía Complementaria

Rajkumar Buyya, James Broberg, Andrzej Goscinski, **Cloud computing: principles and paradigms**, Wiley, 2014

George Reese, **Cloud Application Architectures: Building Applications and Infrastructure in the Cloud**, O'Reilly Media, 2009

Barrie Sosinsky, **Cloud Computing Bible**, John Wiley & Sons, 2010

Kai Hwang, Geoffrey C. Fox and Jack J. Dongarra, **Distributed and Cloud Computing**, Elsevier., 2012

Michael J. Kavis, **Architecting the cloud**, Wiley, 2010

### Recomendaciones

## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos

Asignatura	Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos			
Código	V05M145V01106			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Pastoriza Santos, Vicente			
Profesorado	Costas Pérez, Lucía Pastoriza Santos, Vicente			
Correo-e	vpastoriza@uvigo.es			
Web	<a href="http://faiic.uvigo.es">http://faiic.uvigo.es</a>			

**Descripción general** El propósito principal de esta asignatura es que el estudiante adquiera los conocimientos y habilidades necesarias que le permitan analizar y diseñar los circuitos electrónicos analógicos de baja frecuencia que se utilizan habitualmente en los sistemas de adquisición de datos y los sistemas de instrumentación electrónica. Para ello, en primer lugar, se presentan a los alumnos sus principales características. A continuación, se introducen y desarrollan conocimientos acerca de sensores y el acondicionamiento de las señales generadas por estos. Finalmente, se tratan los principios de funcionamiento y los parámetros de diseño de los circuitos electrónicos de un sistema de adquisición de señal.

Los contenidos principales se ordenan de la siguiente manera:

- +Introducción a los sistemas electrónicos de adquisición de señal: bloques funcionales y arquitecturas.
- +Realimentación: definición y topologías.
- +Introducción a los sensores: definición y clasificación.
- +Introducción a los circuitos acondicionadores de señal. Presentación de un conjunto de circuitos electrónicos auxiliares de uso muy común en dicho contexto: técnicas de linealización. circuitos modificadores de nivel de señal. Circuitos rectificadores de media onda y de onda completa. Tensiones de referencia. Conversión tensión-corriente. Interruptores y multiplexores analógicos.
- +Amplificación en un sistema electrónico de medida: amplificadores de instrumentación, amplificadores programables, y amplificadores de aislamiento.
- +Filtros activos.
- +Circuitos de muestreo y retención, convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.

Los objetivos fundamentales de la parte práctica de la asignatura son que el estudiante adquiera habilidades prácticas tanto en el montaje de circuitos y de medida con los instrumentos de laboratorio, para poder distinguir y caracterizar los diferentes circuitos electrónicos estudiados, como en la identificación y resolución de errores en los montajes. Además, el estudiante, al finalizar la asignatura, debe conocer y saber manejar correctamente herramientas informáticas para el diseño, simulación y análisis de los sistemas electrónicos analógicos estudiados.

## Competencias

Código	
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
CE14	CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

## Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Saber analizar y diseñar circuitos electrónicos analógicos de baja frecuencia.	CB4 CG4 CG8 CE12 CE14
Conocer las partes que constituyen un sistema electrónico de medida.	CB5 CG4 CE12 CE14
Conocer el principio de funcionamiento de los sensores y de los adaptadores para su acondicionamiento.	CB5 CG4 CE12 CE14
Saber modelar un sistema electrónico analógico mediante lenguajes de descripción hardware.	CB4 CG4 CG8 CE12 CE14

## Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción	<p>Sistemas analógicos de adquisición de señal: Arquitecturas. Bloques funcionales.</p> <p>Realimentación: Definición. Topologías. Realimentación Serie-Paralelo.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 2: Circuitos auxiliares.	<p>Sensores y Acondicionadores: Sensores: Definición y Clasificaciones. Acondicionadores de sensores resistivos: Divisor resistivo. Puente de Wheatstone. Otros circuitos acondicionadores. Técnicas de linealización. Circuitos modificadores de nivel de señal (ajustes de nivel de continua y de alcance de la señal). Circuitos rectificadores de media onda y de onda completa.</p> <p>Fuentes de tensión y corriente: Fuentes de tensión de referencia: Introducción. Rendimiento. Circuito básico. Circuito autorregulado. Estabilización térmica. Conversión tensión-corriente: Introducción. Convertidores de Carga flotante. Convertidores de carga referida a otro potencial.</p> <p>Interruptores y multiplexores analógicos: Interruptores: Definición. Tipos. Aplicaciones. Dispositivos comerciales. Multiplexores: Definición. Tipos. Parámetros característicos.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>



Tema 3: Amplificación en sistemas de adquisición de señal.	<p><b>Amplificadores de instrumentación:</b> Introducción. Definición y características ideales. Modelo real de un amplificador de instrumentación. Montajes básicos. Bloque funcional y circuitos comerciales. Ejemplos de aplicación. Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p><b>Amplificadores programables:</b> Introducción. Tipos. Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante puentes entre terminales (Pin Programmable Gain). Amplificador de instrumentación de ganancia seleccionable mediante un multiplexor analógico (PGA: Programmable Gain Amplifier). Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p><b>Amplificadores de aislamiento:</b> Introducción. Criterios de clasificación del tipo de aislamiento. Tipos: capacitivo, magnético y óptico. Estructura básica. Parámetros característicos. Aplicaciones y limitaciones. Ejemplos de aplicación. Presentación de algunos amplificadores comerciales y sus hojas características.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 4: Filtros activos.	<p><b>Introducción:</b> Concepto de filtrado. Tipos de filtros. Parámetros reales.</p> <p><b>Descripción mediante una función de transferencia:</b> Introducción . Función de transferencia : polos y ceros, análisis de estabilidad y respuesta en frecuencia . Filtros de 1º orden y de 2º orden.</p> <p><b>Aproximaciones de la función de transferencia:</b> Etapas de realización de un filtro . Especificaciones del filtro . Aproximaciones matemáticas de la función característica. Normalización de la función de transferencia y su utilización en la transformación de un tipo de filtro en otro. Aproximaciones polinómicas.</p> <p><b>Síntesis:</b> Introducción. Métodos de síntesis. Síntesis directa. Topologías básicas de síntesis directa. Síntesis en cascada. Comparación de métodos. Escalado.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Tema 5: Circuitos de muestreo y retención. Convertidores digital-analógicos y analógico-digitales.	<p><b>Circuitos de muestreo y retención:</b> Principio de funcionamiento. Parámetros. Arquitecturas. Circuitos comerciales.</p> <p><b>Convertidores analógico-digitales:</b> Introducción. Parámetros. Errores de funcionamiento. Arquitecturas. Dispositivos comerciales.</p> <p><b>Convertidores digital-analógicos:</b> Introducción. Parámetros. Errores de funcionamiento. Arquitecturas. Dispositivos comerciales.</p> <p>En este tema se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Práctica 1: Circuitos auxiliares.	<p>Montaje y verificación de algunos de los circuitos auxiliares tratados en teoría.</p> <p>En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>
Práctica 2: Amplificador de instrumentación.	<p>Montaje, verificación y análisis de un amplificador de instrumentación comercial con ganancia ajustable.</p> <p>En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.</p>

Práctica 3: Filtros activos.	Montaje de un filtro activo. Identificación de la topología, el orden, y el tipo de filtro. Cálculo su frecuencia de corte teórica. Comprobación de su respuesta en frecuencia utilizando el generador de funciones y el osciloscopio. Representar la magnitud de la respuesta en frecuencia del filtro (diagrama de magnitud de Bode).  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Práctica 4: Sistema de medida de una variable física basada en un sensor comercial.	Montaje y verificación de un sistema de medida basado en un sensor comercial.  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Práctica 5: Simulación de circuitos.	Simulación de circuitos estudiados en teoría y/o practicas previas.  En esta práctica se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	2	3
Lección magistral	13	19	32
Resolución de problemas	8	12	20
Aprendizaje basado en proyectos	5	12	17
Prácticas de laboratorio	10	10	20
Examen de preguntas objetivas	3	30	33

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

### Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Toma de contacto y presentación de la asignatura. Presentación de las prácticas de laboratorio y de la instrumentación y software a utilizar. En estas clases se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos de la materia objeto de estudio. El estudiante, mediante trabajo autónomo, deberá aprender los conceptos introducidos en el aula y preparar los temas sobre la bibliografía propuesta. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Resolución de problemas	Actividad complementaria de las sesiones magistrales en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El estudiante deberá desarrollar las soluciones adecuadas de los problemas y/o ejercicios propuestos en el aula y de otros extraídos de la bibliografía. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el aula o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Aprendizaje basado en proyectos	Actividad complementaria de las sesiones magistrales, los estudiantes deberán realizar un proyecto teórico-práctico en un tiempo determinado para resolver un problema mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades. En grupos reducidos se definirán las actividades, se analizarán las posibles soluciones y alternativas de diseño, se identificarán los elementos fundamentales y se analizarán los resultados. El trabajo autónomo será guiado y supervisado por el profesor en el transcurso de las sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C). Todas las sesiones tendrán lugar en el laboratorio. En estas clases se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos. El estudiante adquirirá las habilidades básicas relacionadas con el manejo de la instrumentación de un laboratorio de instrumentación electrónica, la utilización de las herramientas de programación y el montaje de circuitos propuestos. El estudiante adquirirá habilidades de trabajo personal y en grupo para la preparación de los trabajos de laboratorio, utilizando la documentación disponible y los conceptos teóricos relacionados. Se identificarán posibles dudas que se resolverán en el laboratorio o en tutorías personalizadas. En estas clases se trabajarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Lección magistral	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y se les orientará sobre como abordar su estudio.
Resolución de problemas	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre los problemas y/o ejercicios propuestos y resueltos en el aula así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la asignatura.
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. En dichas tutorías se atenderán dudas y consultas de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio, el manejo de la instrumentación, el montaje de circuitos y las herramientas de programación.
Aprendizaje basado en proyectos	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupos en el despacho del profesorado en el horario que se establecerá a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la asignatura. El profesorado atenderá dudas y consultas de los estudiantes sobre el proyecto teórico-práctico propuesto.

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Aprendizaje basado en proyectos	El estudiante deberá realizar un proyecto teórico-práctico que será evaluado teniendo en cuenta el trabajo desarrollado, los resultados obtenidos, la presentación y análisis de los mismos, así como la calidad de la memoria final entregada, si esta fuera requerida. La nota final del proyecto (NPT: Nota del Proyecto Tutelado) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. La evaluación del proyecto constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo, cuya calificación será la misma para cada componente, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir de la valoración de su aportación individual y de la presentación oral del proyecto desarrollado, si esta se llevara a cabo. En este trabajo se evaluarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.	15	CB4 CG4 CE12 CB5 CG8 CE14
Prácticas de laboratorio	Se evaluarán las competencias adquiridas por el estudiante sobre los contenidos de las prácticas de laboratorio de la asignatura. La nota final de prácticas de laboratorio (NPL) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. La evaluación de las prácticas constará de una parte común de evaluación del trabajo realizado en grupo, cuya calificación será la misma para cada componente, y de una parte de evaluación individual de cada estudiante, obtenida a partir de las tareas de trabajo previo y de cuestiones personalizadas en cada una de las sesiones. En estas prácticas se evaluarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.	25	CB4 CG4 CE12 CB5 CG8 CE14
Examen de preguntas objetivas	Pruebas objetivas, pruebas de teoría, que se realizarán después de cada grupo de temas expuestos en las sesiones magistrales para evaluar los conocimientos adquiridos por el estudiante. La nota final de estas pruebas objetivas (NPO) estará comprendida entre 0 y 10 puntos. En estas pruebas se evaluarán las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE12 y CE14.	60	CB4 CG4 CE12 CB5 CG8 CE14

## Otros comentarios sobre la Evaluación

### 1. Evaluación continua

Siguiendo las directrices propias de la titulación y los acuerdos de la comisión académica se ofrecerá a los alumnos que cursen esta asignatura un sistema de evaluación continua.

Se entiende que los alumnos que realicen 1 prueba objetiva (prueba de teoría) o que falten como máximo a 1 sesión de prácticas de laboratorio **optan por la evaluación continua** de la asignatura.

La evaluación de la asignatura se divide en pruebas objetivas (60%) y pruebas prácticas (40%). Las calificaciones de las tareas evaluables serán válidas sólo para el curso académico en el que se realizan. La calificación final de un estudiante que ha elegido esta vía no podrá ser "no presentado".

#### 1.a Pruebas objetivas (tipo test y/o preguntas cortas)

Se realizarán 2 pruebas parciales objetivas (PO), pruebas de teoría, debidamente programadas a lo largo del curso. La primera prueba se realizará en horario de teoría y será comunicada a los alumnos con suficiente antelación. La segunda

prueba se realizará el mismo día que el examen final que se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Las pruebas no son recuperables, es decir, que si un estudiante no puede asistir el día en que estén programadas el profesor no tiene obligación de repetir las.

Cada prueba constará de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. La nota de cada prueba (PO) se valorará de 0 a 10 puntos. La nota de las pruebas a las que falte será de 0 puntos. Para superar esta parte de pruebas objetivas será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en cada una de ellas ( $PO1 \geq 5$  y  $PO2 \geq 5$ ). Si se ha obtenido menos de 5 puntos de 10 en la primera prueba ( $PO1 < 5$ ), el alumno podrá recuperar dicha parte el mismo día de la segunda prueba objetiva.

Si  $PO1 \geq 5$  y  $PO2 \geq 5$  entonces la nota final obtenida en las pruebas objetivas (NPO) será la media aritmética de las notas de las pruebas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

en caso contrario la nota será:

$$NPO = 5 - \text{Suma}(A_i)/2 \text{ siendo } A_i = \max\{0; 5 - PO_i\} \text{ para } i = 1, 2.$$

## **1.b Pruebas prácticas**

### **1.b.1 Prácticas de laboratorio**

Se realizarán 5 sesiones de prácticas de laboratorio de 2 horas en grupos de 2 alumnos. La parte práctica se calificará mediante la evaluación continua de todas las prácticas. Cada una de ellas se evaluará únicamente el día de la práctica.

La valoración de la parte práctica se hará de forma individual para cada miembro del grupo. Se tendrá en cuenta el trabajo individual de preparación previa, la asistencia y el trabajo desarrollado por cada estudiante durante las sesiones en el laboratorio. Cada práctica se valorará con una nota (PL) entre 0 y 10 puntos. La nota de las prácticas a las que se falte será de 0. La nota final de las prácticas de laboratorio (NPL) será la media aritmética de todas ellas:

$$NPL = \text{Suma}(PL_i)/5; i = 1, 2, \dots, 5.$$

Para superar esta parte práctica será necesario obtener al menos 5 puntos de 10 en NPL. Además, el alumno sólo podrá faltar a 1 sesión de laboratorio, y sólo si se trata de una falta debidamente justificada.

### **1.b.2 Proyecto tutelado**

En la primera sesión de tutoría en grupo (horas tipo C) se presentarán todas las actividades a realizar y se asignará el proyecto concreto a cada estudiante. El profesor seguirá el desarrollo del trabajo de cada grupo y el trabajo individual de cada alumno en las restantes sesiones de tutoría en grupo (horas tipo C).

El proyecto será evaluado en función del trabajo desarrollado, de la calidad de los resultados obtenidos, de la presentación y análisis de los mismos, así como de la calidad de la memoria final realizada, si esta fuese requerida. El proyecto se valorará con una nota (NPT: Nota del Proyecto Tutelado) de 0 a 10 puntos.

Para superar esta parte, NPT tendrá que ser de al menos 5 puntos de 10 y el estudiante no podrá haber faltado a más de 1 sesión. La falta deberá ser debidamente justificada.

## **1.c Nota final de la asignatura**

En la nota final (NF), las pruebas objetivas tendrán un peso del 60% y las pruebas prácticas el restante 40% (el 25% de NF corresponderá a la nota final obtenida en las prácticas de laboratorio (NPL) y el 15% de NF a la nota obtenida en el proyecto tutelado (NPT)). Para aprobar la asignatura será imprescindible haber superado la parte de pruebas objetivas (parte de teoría), la parte de prácticas de laboratorio y la parte del proyecto tutelado. En este caso la calificación final será la suma ponderada de las notas de cada parte:

$$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,25 \cdot NPL + 0,15 \cdot NPT$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas parciales objetivas ( $PO1 < 5$  o  $PO2 < 5$ ), o de no haber superado alguna de las partes prácticas ( $NPL < 5$  o  $NPT < 5$ ), o de haber faltado a más de 1 sesión de prácticas de laboratorio o a más de 1 sesión de proyecto tutelado, la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = 0,60 \cdot NA + 0,25 \cdot NB + 0,15 \cdot NC, \text{ donde:}$$

$$NA = 5 - \text{Suma}(A_i)/2 \text{ siendo } A_i = \max\{0; 5 - PO_i\} \text{ para } i = 1, 2.$$

$$NB = \min\{5; NPL\}$$

$$NC = \min( \{5; NPT\} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## 2. Evaluación única

Los alumnos que no opten por la evaluación continua podrán presentarse a un examen final que constará de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en la evaluación continua. Así, en las fechas establecidas por la dirección de la Escuela para la realización del examen final, los estudiantes que no hayan optado por la evaluación continua deberán realizar dos pruebas objetivas, una prueba práctica en el laboratorio, y entregar una memoria final de un proyecto tutelado previamente asignado.

Las dos pruebas objetivas constarán de una serie de preguntas cortas y/o de tipo test y/o resolución de problemas y/o ejercicios. Estas pruebas objetivas, PO1 y PO2, se valorarán de 0 a 10 puntos.

La prueba práctica realizada en el laboratorio se valorará de 0 a 10 puntos y la nota final de prácticas de laboratorio (NPL) será la calificación obtenida.

Para evaluar el proyecto tutelado se tendrá en cuenta el trabajo desarrollado, la calidad de los resultados obtenidos, la presentación y análisis de los mismos, así como la calidad de la memoria final realizada, si esta fuese requerida. El proyecto se valorará con una nota (NPT) de 0 a 10 puntos.

Para aprobar la asignatura será imprescindible haber obtenido un mínimo de 5 puntos sobre 10 en PO1, PO2, NPL y NPT. En este caso la calificación final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = 0,60 \cdot NPO + 0,25 \cdot NPL + 0,15 \cdot NPT, \text{ donde:}$$

NPO será la media aritmética de las notas de las pruebas objetivas:

$$NPO = (PO1 + PO2)/2$$

En el caso de no haber alcanzado el mínimo de 5 puntos en alguna de las pruebas objetivas ( $PO1 < 5$  o  $PO2 < 5$ ), o de no haber superado alguna de las pruebas prácticas ( $NPL < 5$  o  $NPT < 5$ ), la nota final será la obtenida con la siguiente expresión:

$$NF = 0,60 \cdot NA + 0,25 \cdot NB + 0,15 \cdot NC, \text{ donde:}$$

$$NA = 5 - \text{Suma}(Ai)/2 \text{ siendo } Ai = \max( \{0; 5 - POi\} ) \text{ para } i = 1, 2.$$

$$NB = \min( \{5; NPL\} )$$

$$NC = \min( \{5; NPT\} )$$

Para aprobar la asignatura será necesario obtener una nota final  $NF \geq 5$ .

## 3. Segunda oportunidad y convocatoria extraordinaria

Estas convocatorias constarán de una serie de actividades evaluables similares a las que se contemplan en el apartado 2. Tendrá el mismo formato que la evaluación única y se celebrará en la fecha que establezca la dirección de la Escuela. Para la asignación del proyecto tutelado el estudiante debe apuntarse previamente siguiendo el procedimiento indicado por el profesorado con suficiente antelación.

En la segunda oportunidad, las notas de las partes a las que no se presente el alumno serán las obtenidas en la primera oportunidad (evaluación continua o única) del curso académico actual. Además, en este caso los estudiantes sólo podrán presentarse a las pruebas que no superaron en la primera oportunidad.

El cálculo de la nota final de la asignatura se realizará tal y como se explica en el apartado 2.

## 4. Sobre el comportamiento ético del alumnado

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas la calificación final de la materia será de "suspense (0)" y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica**, 1ª ed., Ediciones Paraninfo, S.A., 2014

Franco, S., **Diseño con amplificadores operacionales y circuitos integrados analógicos**, 3ª ed., McGraw-Hill, 2004

---

Fraile Mora, J., García Gutiérrez, P., y Fraile Ardanuy, J., **Instrumentación aplicada a la ingeniería**, 3ª ed., Editorial Garceta, 2013

---

Pallás Areny, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal**, 4ª ed., Marcombo D.L., 2003

---

Pallás Areny, R., Casas, O., y Bragó, R., **Sensores y Acondicionadores de Señal. Problemas resueltos**, Marcombo D.L., 2008

---

Pérez García, M.A., Álvarez Antón, J.C., Campo Rodríguez, J.C., Ferrero Martín F.C., y Grillo Ortega, **Instrumentación Electrónica**, 2ª ed., Thomson, 2004

---

Pérez García, M.A., **Instrumentación Electrónica: 230 problemas resueltos**, 1ª ed., Editorial Garceta, 2012

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que continúan el temario**

---

Circuitos Mixtos Analógicos y Digitales/V05M145V01213

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Dirección de Proyectos de Telecomunicación**

Asignatura	Dirección de Proyectos de Telecomunicación			
Código	V05M145V01201			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	González Castaño, Francisco Javier			
Profesorado	González Castaño, Francisco Javier Lorenzo Rodríguez, María Edita de			
Correo-e	javier@det.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Aproximación real a la dirección de proyectos de telecomunicación, incluyendo conocimiento de la empresa de telecomunicación y su organización, metodologías novedosas de gestión de proyectos y dirección de recursos humanos. Conocimiento de las divisiones funcionales clave: gerencia, I+D, comercial y soporte.			

**Competencias**

Código	
CG2	CG2 Capacidad para la dirección de obras e instalaciones de sistemas de telecomunicación, cumpliendo la normativa vigente, asegurando la calidad del servicio.
CG3	CG3 Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
CG6	CG6 Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos.
CG10	CG10 Capacidad para aplicar los principios de la economía y de la gestión de recursos humanos y proyectos, así como la legislación, regulación y normalización de las telecomunicaciones.
CG13	CG13 Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.
CE16	CE16/GT2 Capacidad para la elaboración, dirección, coordinación, y gestión técnica y económica de proyectos sobre: sistemas, redes, infraestructuras y servicios de telecomunicación, incluyendo la supervisión y coordinación de los proyectos parciales de su obra aneja; infraestructuras comunes de telecomunicación en edificios o núcleos residenciales, incluyendo los proyectos sobre hogar digital; infraestructuras de telecomunicación en transporte y medio ambiente; con sus correspondientes instalaciones de suministro de energía y evaluación de las emisiones electromagnéticas y compatibilidad electromagnética.
CT1	CT1 Ser capaces de predecir y controlar la evolución de situaciones complejas mediante el desarrollo de nuevas e innovadoras metodologías de trabajo adaptadas al ámbito científico/investigador, tecnológico o profesional concreto, en general multidisciplinar, en el que se desarrolle su actividad.
CT5	CT5 Favorecer el trabajo cooperativo, las capacidades de comunicación, organización, planificación y aceptación de responsabilidades en un ambiente de trabajo multilingüe y multidisciplinar, que favorezca la educación para la igualdad, para la paz y para el respeto de los derechos fundamentales.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
- Conocimiento de procedimientos para innovar y ser creativo.	CG2 CG3 CG6 CG10 CG13 CE16 CT5
- Herramientas para el desarrollo de proyectos tipo a los que se enfrenta un/a ingeniero/a de telecomunicación.	CG3 CT1
- Fundamentos de gestión de las ideas y la innovación.	CG2 CG3 CG6 CG10 CG13 CE16 CT5

- Conocimientos para una gestión eficiente de proyectos.

CG2  
CG3  
CG6  
CG10  
CG13  
CE16  
CT5

## Contenidos

Tema	
La empresa de telecomunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La carrera en la empresa</li> <li>- Estructura de la empresa</li> <li>- Roles de gestión</li> </ul> <p>Competencias relacionadas: CG3, CG6, CT5</p>
Dirección de equipos humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estrategias de motivación</li> <li>- Análisis de desempeño</li> <li>- Coordinación multidisciplinar</li> </ul> <p>Competencias relacionadas: CG3, CG6, CT5</p>
Metodología de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metodologías de buenas prácticas</li> <li>- Metodologías de proyectos</li> <li>- Certificaciones</li> </ul> <p>Competencias relacionadas: CT1, CG5</p>
Legislación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Legislación específica de ingeniería de telecomunicación</li> <li>- Legislación de I+D</li> <li>- Otros (legislación medioambiental, ética profesional, ...)</li> </ul> <p>Competencias relacionadas: CG2, CG10, CG13, CE16, CG5</p>

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	10	20
Trabajo tutelado	5	25	30
Seminario	20	40	60
Trabajo	2	5	7
Trabajo	2	5	7
Examen de preguntas objetivas	1	0	1

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

## Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Clases de aula
	Competencias relacionadas: todas
Trabajo tutelado	Trabajos de grupo sobre contenidos seleccionados de la asignatura
	Competencias relacionadas: todas
Seminario	Conferencias de profesionales invitados y debates sobre ellas
	Competencias relacionadas: todas

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Clases sobre temas fundamentales para las cometidos de la asignatura. La atención personalizada tendrá lugar durante las horas oficiales de tutoría o vía e-mail en cualquier momento.
Trabajo tutelado	Trabajos en grupo sobre la temática de la asignatura. La atención personalizada tendrá lugar durante las horas oficiales de tutoría o vía e-mail en cualquier momento.
Seminario	Seminarios impartidos por profesionales de la industria. La atención personalizada tendrá lugar durante las horas oficiales de tutoría o vía e-mail en cualquier momento.

## Evaluación



Descripción		Calificación	Competencias Evaluadas		
Trabajo	Dos pruebas de desarrollo, presentadas como entregables y oralmente. Asistencia a visitas externas y ponencias de los conferenciantes invitados y discusión de las mismas.	80	CG2 CG3 CG6 CG10 CG13	CE16	CT1 CT5
Examen de preguntas objetivas	Prueba objetiva. Examen con preguntas cortas o tipo test	20	CG2 CG3 CG6 CG10 CG13	CE16	CT1 CT5

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Siguiendo las directrices propias de la titulación, se ofrece a los alumnos que cursen esta materia dos oportunidades de evaluación.

La primera oportunidad consistirá en evaluación continua, incluyendo la preparación y defensa de dos trabajos, uno a mediados y otro al final de la asignatura, con un examen final. Los trabajos se harán en grupos. A fin de particularizar las notas, los profesores entrevistarán a los alumnos en clase a lo largo de la realización de los trabajos. El examen final en la fecha oficial cubrirá como contenidos posibles todo lo que se ha tratado en la asignatura.

En segunda oportunidad la evaluación única consistirá en un examen (con preguntas de respuesta corta o tipo test) en la fecha oficial que incluirá como contenidos posibles todo lo que se ha tratado en la asignatura.

La asistencia a clase es obligatoria.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

E. Bueno Campos, **Organización de Empresas: estructura, procesos y modelos**, 2ª,

PMI, **PMBOK Guide and Standards**, 5ª,

F. J. Galán, **Coaching Inteligente ACCION**, Junio 2011,

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Electrónica y Fotónica para Comunicaciones**

Asignatura	Electrónica y Fotónica para Comunicaciones			
Código	V05M145V01202			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Barciela, Mónica			
Profesorado	Fernández Barciela, Mónica Fraile Peláez, Francisco Javier Isasi de Vicente, Fernando Guillermo			
Correo-e	monica.barciela@uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	<p>El objetivo de la asignatura es que el alumno adquiera conocimientos sobre la implementación real de transceptores para los modernos sistemas de comunicaciones que transmiten en las bandas de radiofrecuencia, microondas y óptica. En el caso de los transceptores de RF y MW, el alumno aprenderá a evaluar prestaciones, seleccionar y diseñar componentes y circuitos analógicos (activos y pasivos) para los mismos. Como herramienta de apoyo, el alumno aprenderá a utilizar simuladores comerciales de circuitos. En el ámbito de las comunicaciones ópticas, el alumno comprenderá el funcionamiento de los componentes y subsistemas optoelectrónicos activos básicos de transmisión y recepción, y será capaz de caracterizarlos y seleccionarlos en función del sistema óptico a diseñar.</p> <p>En esta materia el alumno manejará documentación técnica e bibliografía científica en inglés.</p>			

**Competencias**

Código	
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
CE13	CE13 Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Aprender a evaluar prestaciones, seleccionar y diseñar componentes y subsistemas analógicos (activos y pasivos) para emisores y receptores de comunicaciones en distintas bandas de frecuencia (radiofrecuencia, microondas). Como herramienta de apoyo, el alumno aprenderá a utilizar simuladores de circuitos para este propósito.	CG1 CG4 CE2 CE3 CE12 CE13
Comprender el funcionamiento de los componentes y subsistemas optoelectrónicos activos básicos de transmisión y recepción en comunicaciones ópticas y procesado fotónico, y ser capaz de caracterizarlos y seleccionarlos en función del sistema óptico a diseñar.	CG1 CG4 CE2 CE3 CE13
Manejar documentación técnica y bibliografía científica en inglés.	CE13

**Contenidos**

Tema
------

1. Introducción al diseño de circuitos analógicos para transceptores de comunicaciones de RF y Microondas	a. Sistemas de comunicaciones en las bandas de RF y Microondas. b. Tecnologías y técnicas de diseño en las distintas bandas. c. Herramientas básicas: Parámetros S y diseño de redes de adaptación de impedancias.
2. Diseño de circuitos pasivos de RF y Microondas.	Acopladores, filtros y resonadores.
3. Diseño de amplificadores lineales de Microondas.	a. Diseño de redes de polarización y estabilización. b. Círculos de estabilidad, de ganancia de potencia y de ruido. c. Diseño para máxima ganancia de transducción. d. Diseño de amplificadores de bajo ruido. e. Diseño amplificadores de banda ancha.
4. Diseño de amplificadores de potencia de RF y Microondas.	a. Clases de operación. b. Recta de carga y contornos de potencia. c. Diseño para máxima potencia RF. d. Linealidad y eficiencia energética.
5. Diseño de convertidores de frecuencia.	
6. Sintetizadores de frecuencia.	a. Sintetizadores con PLL. b. Síntesis digital directa.
7. Fotónica	a. Propiedades ópticas de los semiconductores. b. Láseres Fabry-Perot y DFB. c. Fotodetectores. Régimen estático y dinámico. d. Moduladores electroópticos y de electroabsorción.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas en aulas de informática	8	20	28
Lección magistral	29	58	87
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	5	7
Práctica de laboratorio	1	2	3

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

### Metodologías

	Descripción
Prácticas en aulas de informática	El trabajo en estas prácticas se realiza en grupos pequeños de 2 o 3 alumnos, si bien la evaluación es individual. Con la ayuda de un simulador comercial de circuitos de microondas, se analizarán y diseñarán distintos circuitos pasivos (redes de adaptación, filtros, acopladores, etc.) y activos (amplificadores,...). Se definirán y evaluarán diversos parámetros de mérito y otras herramientas que se utilizarán en el análisis y diseño de estos circuitos. Se evaluará (de forma individual) el trabajo del alumno en estas horas de práctica: 1. En evaluación continua: mediante prueba/s, de preguntas cortas y/o la resolución de problemas de análisis o diseño con ayuda del simulador. La/s prueba/s puede/n realizarse en horario distinto al del grupo B. 2. En evaluación única en un examen final: mediante respuestas a preguntas cortas y/o la resolución de problemas de análisis o diseño (con o sin ayuda del simulador). En estas prácticas se trabajan las competencias: CG1, CG4, CE2, CE3, CE12 y CE13
Lección magistral	Se impartirá en aula con la ayuda de pizarra y medios audiovisuales. Se describirá en detalle y explicará la mayor parte de los conceptos contenidos en los capítulos del programa de la asignatura. Incluye descripción resolución de problemas. En estas clases se trabajan las competencias: CG1,CG4, CE2, CE3, CE12 y CE13.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Durante las clases magistrales se contestarán a las preguntas de los alumnos. Estos serán también atendidos de forma personalizada en las tutorías, donde se les resolverán cuestiones relacionadas con las clases magistrales, las prácticas de laboratorio o el trabajo de diseño.
Prácticas en aulas de informática	Durante este tipo de clases prácticas, el profesor guiará el trabajo del alumno de forma personalizada y le resolverá las dudas que le puedan surgir.

### Evaluación

Descripción	CalificaciónCompetencias Evaluadas

Prácticas en aulas de informática	Se evaluará de forma individual el trabajo del alumno en estas prácticas: 1. En evaluación continua: mediante una o varias pruebas de preguntas cortas y/o resolución de problemas con ayuda del simulador, durante o en horario distinto al de prácticas. 2. En evaluación única con examen final: mediante cuestiones y/o resolución de problemas con ayuda del simulador.	10	CE2 CE3 CE12 CE13
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se realizarán pruebas individuales de resolución de problemas (con o sin ayuda del simulador) en el marco de 2 puntuables, en el caso de alumnos que optaron por evaluación continua, y en el marco del Examen Final, en alumnos que optaron por evaluación única. Estos puntuables pueden contener también cuestiones de respuesta corta.	70	CE2 CE3 CE12 CE13
Práctica de laboratorio	Los alumnos que optan por evaluación continua, deberán realizar de forma individual una prueba de diseño de un circuito de microondas con ayuda del simulador de circuitos. Esta prueba puede realizarse fuera del horario de clase y podría requerir previamente la entrega de un informe escrito. En el caso de alumnos que optan por evaluación única en un examen final, como parte de este examen, el alumno realizará un diseño de un circuito de microondas con ayuda del simulador.	20	CE2 CE3 CE12 CE13

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para facilitar al alumno el trabajo en las horas de prácticas no presenciales, es conveniente que los alumnos asistan a todas las clases presenciales en aula de informática. También es conveniente que realicen todas las prácticas propuestas, para así adquirir las destrezas que luego se exigirán en las pruebas de evaluación.

Primera Oportunidad:

A) En el caso de que el alumno se acoja a la evaluación continua:

1. La evaluación de las prácticas se realiza en dos fases: una primera fase que consta de una o varias pruebas individuales realizadas usando el simulador, que se corresponde con el 10% de la calificación total de la asignatura, y una segunda fase que consta de una prueba individual más completa de diseño de un circuito de microondas (con o sin entrega previa de un informe escrito), que se corresponde con el 20% de la calificación total. Es decir, la evaluación de las prácticas se corresponden en total con el 30% de la calificación de la asignatura.

2. El resto de la asignatura será evaluado (de forma individual) a través de 2 puntuables que contendrán resolución de problemas (con o sin ayuda del simulador), además de poder contener cuestiones de respuesta corta. Estos dos puntuables suman el 70% de la calificación total de la asignatura: el primero el 30% y el segundo el 40%. Se asume que los alumnos que realizan el segundo puntuable optan por evaluación continua.

La planificación de las diferentes pruebas de evaluación intermedia estará disponible al principio del cuatrimestre. Estas pruebas no son recuperables

B) En caso de que el alumno no se acoja a la evaluación continua, se tendría en cuenta únicamente la nota obtenida en un examen final: en la resolución de problemas (con o sin ayuda del simulador), en la contestación a preguntas de respuesta corta y/o en la realización de un diseño de circuito de microondas con ayuda del simulador.

Segunda Oportunidad:

Se presentarán los estudiantes que no hayan superado la materia en la primera oportunidad, debiendo realizar un examen de las mismas características que el descrito en la opción B. En particular, los estudiantes que en la primera oportunidad eligieron evaluación continua y que deseen conservar las calificaciones obtenidas en las pruebas prácticas (aula informática), que tendrán un peso conjunto de hasta un 30% de la nota total de la asignatura, realizarán una versión reducida del examen indicado en el párrafo anterior (que tendrá un peso de hasta el 70% de la nota total de la asignatura e incluirá todos los temas de la asignatura).

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos realizados por el alumno, la calificación final de la asignatura será de suspenso (0) y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

D.M. Pozar, **Microwave Engineering**, 3,

Guillermo González, **Microwave Transistor Amplifiers: Analysis and Design**, 2,

Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, **Fundamentals of Photonics**, 2,

Guillermo González, **Foundations of Oscillator Circuit Design**, 1,

Rhea, Randall W., **HF filter desing and computer simulation**, 1,

#### Bibliografía Complementaria

Enrique Sánchez, **Introducción a los dispositivos y circuitos semiconductores de microondas**, 1,

Steve C. Cripps, **RF Power Amplifiers for Wireless Communications**, 1,

Steve C. Cripps, **Advanced Techniques in RF Power Amplifier Design**, 1,

Amnon Yariv, Pochi Yeh, **Photonics Optical Electronics in Modern Communications**, 6,

S. O. Kasap, **Optoelectronics and Photonics: Principles and Practice**, 2,

Egan, William F., **Phase-lock basics**, 1,

Rhea, Randall W., **Discrete oscillator design : linear, nonlinear, transient, and noise domains**, 1,

---

### **Recomendaciones**

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

Diseño de Circuitos de Microondas y Ondas Milimétricas y CAD/V05M145V01317

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados**

Asignatura	Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados			
Código	V05M145V01203			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OB	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Valdés Peña, María Dolores			
Profesorado	Moure Rodríguez, María José Valdés Peña, María Dolores			
Correo-e	mvaldes@uvigo.es			
Web	http://faiatic.uvigo.es			
Descripción general	Esta asignatura tiene como objetivo que el alumno sea capaz a diseñar sistemas digitales complejos o de alta frecuencia de funcionamiento. Para ello se estudian, en primer lugar, las características eléctricas de consumo, velocidad y cargabilidad de los circuitos integrados digitales y las tecnologías de memorias semiconductoras. Posteriormente, se estudian los sistemas de acoplamiento con periféricos externos y se profundiza en los métodos de diseño de sistemas secuenciales síncronos. Finalmente, la asignatura se centra en el diseño de sistemas de comunicaciones digitales implementados en circuitos programables de alta densidad de integración. Además, a lo largo de toda la materia, se hace énfasis en la descripción VHDL de sistemas digitales de alta complejidad.			

**Competencias**

Código	
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE10	CE10 Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.
CE11	CE11 Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
CE14	CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer las diferentes tecnologías de fabricación de circuitos integrados.	CE10
Saber analizar y diseñar circuitos electrónicos digitales avanzados.	CG4 CE12
Conocer las diferentes tecnologías de entrada/salida de los circuitos digitales.	CE14
Saber diseñar circuitos de interfaz de entrada/salida.	CE10 CE12 CE14
Conocer las metodologías de diseño de circuitos digitales complejos.	CB5 CG8 CE12
Saber diseñar componentes de comunicaciones basados en dispositivos lógicos programables.	CB4 CG8 CE11 CE12
Saber diseñar mediante lenguajes de descripción hardware sistemas electrónicos digitales complejos.	CE11

## Contenidos

### Tema

Introducción a los circuitos integrados digitales	<p>Tecnología CMOS: tecnologías NMOS and PMOS, puertas CMOS, fabricación CMOS.</p> <p>Metodologías de diseño HW : a medida, semimedida, basada en celdas, basada en matrices, dispositivos lógicos programables (FPGAs).</p> <p>Metodologías de diseño SW: niveles de abstracción, métodos de diseño, flujo de diseño, IPs.</p>
VHDL avanzado	<p>Descripción VHDL de sistemas digitales complejos: variables, arrays, records, generics, generate, funcion, procedure.</p> <p>Codificación VHDL de Máquinas de Estado Finitas.</p> <p>Síntesis avanzada: inferencia, primitivas, IPs.</p>
Circuitos integrados CMOS	<p>Métricas de diseño: voltajes, ruido, fan-in, fan-out, retardo, potencia.</p> <p>Características del consumo de potencia en FPGAs.</p> <p>Entrada/salida: niveles estandar, encapsulado.</p> <p>Características temporales: set-up, hold, metaestabilidad, skew, jitter, distribución de reloj.</p>
Diseño secuencial	<p>Sincronizadores: entradas asíncronas, PLLs, DLLs.</p> <p>Recursos de reloj en FPGAs.</p> <p>Métodos de diseño secuencial: Diseño de máquinas de estado finitas Moore y Mealy.</p>
Memorias semiconductoras	<p>Arquitectura de las memorias semiconductoras: RAM, CAM, ROM, EEPROM, FLASH.</p> <p>Interfaz con memorias: interfaz con RAM, DRAM, EEPROM, FLASH.</p> <p>Memoria en FPGAs: distribuida, bloques, memoria externa, IPs de memoria.</p>
Aritmética en FPGAs	<p>Representaciones numéricas. Overflow. Técnicas para mitigar los problemas de overflow. Precisión vs. coste hardware. Operaciones aritméticas. Implementaciones hardware de bajo coste.</p> <p>Consideraciones aritméticas de diseño para la codificación HDL.</p>
Síntesis de frecuencia para aplicaciones de comunicaciones	<p>Síntesis de frecuencia mediante osciladores controlados numéricamente (NCOs). Arquitectura de un NCO. Parámetros de diseño. Caracterización del rango dinámico libre de espurios (SFDR). Técnicas de diseño.</p> <p>Implementación de NCOs mediante FPGAs.</p>
Técnicas de "retiming" y "pipeline"	<p>Gráficos de flujo de señal (SFGs). Análisis del camino crítico de sistema digitales. Análisis de la latencia de entrada-salida. Técnicas de retiming para reducir los retardos de propagación en sistemas digitales: <code>pipelining</code> y <code>time scaling</code>. Aplicación de las técnicas de retiming al diseño de filtros digitales. Coste hardware.</p> <p>Aplicación de los conceptos a la implementación de filtros digitales mediante FPGAs.</p>
Implementaciones serie vs. paralelo	<p>Técnicas de diseño: totalmente serie, totalmente paralelo, serie-paralelo. Coste hardware y comportamiento temporal.</p> <p>Aplicación de los conceptos a la implementación de filtros digitales mediante FPGAs.</p>
Diseño y verificación en hardware (Hardware-in-the-loop)	<p>Descripción, simulación y verificación de circuitos sintetizables en FPGAs utilizando Matlab/Simulink.</p> <p>Aplicación al diseño de circuitos de adquisición de datos y de procesado de señal.</p> <p>Herramientas de verificación en hardware (Hardware-in-the-loop).</p>

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	22	15	37
Prácticas de laboratorio	10	15	25
Aprendizaje basado en proyectos	5	10	15
Examen de preguntas de desarrollo	2	20	22
Práctica de laboratorio	0	5	5
Proyecto	0	18	18
Presentación	1	2	3

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

**Metodologías**

	Descripción
Lección magistral	El profesor expone los contenidos teóricos de la materia favoreciendo la discusión crítica y la participación del estudiante. Como tarea previa, la documentación de cada sesión estará disponible vía FaiTIC y se espera que el estudiante asista a clase habiéndola leído previamente.  En las sesiones magistrales se trabajan las competencias CB5, CE10, CE11, CE12 y CE14.
Prácticas de laboratorio	En las sesiones de laboratorio el estudiante aplica los métodos de diseño descritos en las sesiones magistrales. Todas las sesiones son guiadas y supervisadas por el profesor. Las sesiones presenciales se realizan en un laboratorio con equipamiento especializado.  En las sesiones de laboratorio se trabajan las competencias CG4, CE10, CE11, CE12 y CE14.
Aprendizaje basado en proyectos	Esta actividad se centra en aplicar las técnicas descritas en las sesiones de teoría y habilidades desarrolladas en el laboratorio a la realización de un proyecto. Las sesiones presenciales se realizan en un laboratorio con equipamiento especializado. Los estudiantes deben llegar a soluciones bien fundamentadas, escogiendo los métodos de diseño más adecuados. Estos proyectos se planifican y tutorizan en grupos de tamaño reducido.  Mediante los proyectos se trabajan las competencias CB4, CB5, CG4, CG8, CE10, CE11, CE12 y CE14.

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los estudiantes tienen la oportunidad de resolver sus dudas en sesiones de atención personalizada. La cita con el profesor correspondiente debe ser solicitada y confirmada por correo electrónico, preferiblemente en el horario publicado en la web del centro.
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tienen la oportunidad de resolver sus dudas en sesiones de atención personalizada. La cita con el profesor correspondiente debe ser solicitada y confirmada por correo electrónico, preferiblemente en el horario publicado en la web del centro.
Aprendizaje basado en proyectos	Se planificarán reuniones con cada grupo de alumnos para el seguimiento de los proyectos.

**Evaluación**

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Examen de preguntas de desarrollo	Se realizará una prueba de problemas cortos y/o de preguntas de desarrollo al finalizar el cuatrimestre. Esta prueba evalúa todos los contenidos impartidos en las clases teóricas.	30	CE10 CE11 CE12 CE14
Práctica de laboratorio	Estas pruebas se realizan durante las sesiones de prácticas de laboratorio. La asistencia a las prácticas de laboratorio es obligatoria y el alumno, al menos, debe completar 4 de las 5 sesiones. La realización práctica de los circuitos indicados en el guion y los informes entregados después de cada sesión representan el 30% de la calificación final.	30	CG4 CE10 CG8 CE11 CE12 CE14



Proyecto	Los estudiantes realizarán un proyecto en grupo de 4 o más alumnos, preferiblemente, en el que desarrollarán las habilidades adquiridas durante las sesiones magistrales y las prácticas de laboratorio. Este proyecto representa el 35% de la nota final de la asignatura.	35	CB5 CG4 CE10 CG8 CE11 CE12 CE14
Presentación	Al finalizar el cuatrimestre los estudiantes deben presentar de forma oral y escrita los resultados del proyecto realizado. Esta actividad representa el 5% de la nota final.	5	CB4

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La materia puede ser superada con la nota máxima mediante evaluación continua o evaluación única. Ambos métodos de evaluación son excluyentes. Los estudiantes que asistan a más de 2 sesiones de laboratorio se consideran que optan por la evaluación continua.

#### 1. Evaluación continua

Los alumnos que opten por la modalidad de evaluación continua tendrán dos oportunidades de evaluación, la primera oportunidad al finalizar el cuatrimestre y la segunda al finalizar el curso (Junio-Julio).

La evaluación de primera oportunidad consta de un conjunto de pruebas que se realizarán a lo largo del cuatrimestre. Las fechas de todas las pruebas se publicarán al inicio del cuatrimestre. El peso y el contenido de las pruebas es el siguiente:

##### 1.1 Examen de preguntas de desarrollo (NExam):

- Esta prueba cubre todos los contenidos impartidos en las sesiones de teoría y consta de problemas cortos y/o preguntas de desarrollo.
- Tendrá una duración de 2 horas y se realizará en horas tipo A.
- El estudiante supera esta parte si obtiene una nota NExam mayor o igual a 5 sobre 10.

##### 1.2 Prácticas de laboratorio (NPrac):

- El estudiante debe completar 4 de las 5 sesiones de prácticas para superar esta parte.
- El estudiante debe implementar de forma correcta los circuitos descritos en los guiones de las prácticas y entregar un informe de resultados correspondiente a cada práctica. La calificación de cada práctica depende de estos resultados.
- Puede ser realizado de forma individual o por grupos de 2 estudiantes. En este último caso, y si ambos asisten a la práctica, la calificación es la misma para los 2 estudiantes.

##### 1.3 Proyecto (NPro):

- Debe ser realizado por grupos colaborativos de 4 o más estudiantes, preferiblemente.
- El 70% de la nota final del proyecto (NPro) se obtiene a partir de la tarea individual asignada a cada estudiante y el 30% de las tareas del grupo.
- Como parte de la tarea individual se incluye un trabajo teórico que se asignará a cada estudiante en las primeras semanas del cuatrimestre. Este trabajo consiste en un estudio previo de las tareas a realizar en el proyecto. Este trabajo previo representa el 5% de la calificación final del proyecto.
- En caso de detección de plagio o abandono de algún miembro de un equipo de trabajo, su calificación será suspenso (0) y no computará en la calificación del resto del grupo.
- El estudiante supera esta parte si obtiene una nota NPro mayor o igual a 5 sobre 10.

##### 1.4 Presentación del proyecto (PPro):

- Cada alumno debe presentar los resultados del proyecto de forma oral y escrita. Estas actividades representan el 5% de la nota final de la asignatura.

##### 1.5 Calificación final (Final\_ac):

La calificación final de la evaluación continua se obtiene de la siguiente forma:

$Final\_ac = (NExam*0.3 + NPrac*0.3 + NPro*0.35 + PPro*0.05)$  si NExam y NPro son mayores o iguales a 5;

$Final\_ac = \min [(NExam*0.3 + NPrac*0.3 + NPro*0.35 + PPro*0.05), 4]$  en otro caso;

Los estudiantes que no superen una o más de las pruebas de la evaluación continua en la primera oportunidad pueden recuperar las siguientes partes en la segunda oportunidad:

- Puede completar y defender de nuevo su proyecto y esta nota reemplaza a las anteriores (NPro y PPro).
- Puede realizar el examen teórico y esta nota reemplaza a la anterior (NExam).

## 2. Evaluación única

Al igual que la evaluación continua, los alumnos que opten por evaluación única tendrán dos oportunidades de evaluación, primera y segunda oportunidad. En ambos casos constará de las siguientes pruebas:

- Un examen en el que se evalúan todos los contenidos teóricos de la asignatura. Consiste en varios problemas cortos y/o preguntas de desarrollo y dura 2 horas. Para superar el examen es necesario obtener un 5 sobre 10. Esta prueba representa el 40% de la nota final (NExam).
- Un examen práctico de diseño de sistemas con un grado de complejidad similar al de las prácticas de laboratorio realizadas en la asignatura. La duración del examen será de 2 horas. El peso de esta evaluación representa el 20% de la nota final (Nprac).
- Un proyecto individual con los mismos objetivos y complejidad que el proyecto realizado en la evaluación continua. Este proyecto representa el 40% de la nota final (NPro) y es necesario obtener una nota mayor que 5 sobre 10 para superar la asignatura.

La nota final (Final\_au) se obtiene de la siguiente manera:

$Final\_au = (NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4)$  si NExam y NPro son mayores o iguales a 5;

$Final\_au = \min [(NExam*0.4 + NPrac*0.2 + NPro*0.4), 4]$  en otro caso.

## 3. Otros comentarios

- El estudiante podrá redactar sus informes, trabajos, exámenes o presentaciones en castellano, gallego o inglés.
- Las notas obtenidas en la evaluación continua o única solo son válidas para el curso académico actual.
- No se permite el uso de libros, notas o dispositivos electrónicos como teléfonos u ordenadores en ningún examen. Los teléfonos móviles deben apagarse y estar fuera del alcance del alumno.
- En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas la calificación final de la asignatura será de suspenso (0) y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

---

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Weste N., Harris D., **CMOS VLSI Design. A circuits and systems perspective**, 4, 2011

Roth C.H., John L.K., **Digital systems design using VHDL**, 3, 2008

Sharma A.K., **Semiconductor memories : technology, testing, and reliability**, 1997

Kurinec S.K., Iniewski K., **Nanoscale Semiconductor Memories: Technology and Applications (Devices, Circuits, and Systems)**, 2013

Kleitz W., **Digital Electronics: A Practical Approach with VHDL**, 9, 2011

Comer D.J., **Digital logic and state machine design**, 3, 1995

Wakerly J.F., **Digital Design. Principles and Practices**, 4, 2007

Moure M.J., Valdés M.D., **Apuntes y prácticas de SEDA**, 2017

---

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Comunicaciones Digitales Avanzadas**

Asignatura	Comunicaciones Digitales Avanzadas			
Código	V05M145V01204			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Pérez González, Fernando			
Profesorado	Mosquera Nartallo, Carlos Pérez González, Fernando			
Correo-e	fperez@gts.uvigo.es			
Web	http://fatic.uvigo.es			
Descripción general	El presente curso aborda temas avanzados en comunicaciones digitales con énfasis en modulaciones, codificación y detección. Las técnicas explicadas forman parte del estado del arte en comunicaciones digitales, y cubren aspectos tan novedosos como sistemas MIMO, radio cognitiva o codificación de papel sucio.			
	Se imparte y se evalúa en inglés. Los contenidos están en inglés. Los alumnos pueden participar en las clases y responder en los exámenes deseablemente en inglés, pero también es posible hacerlo en gallego o castellano.			

**Competencias**

Código	
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE1	CE1 Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Manejar las herramientas matemáticas necesarias para modelar, simular y evaluar sistemas modernos de comunicaciones	CG1 CG4 CE1 CE2 CE3
Resolver problemas cuya solución no deriva de la aplicación de un procedimiento estandarizado	CG1 CG4 CG8 CE1 CE2 CE3
Comprender los principios básicos de los estándares de comunicaciones digitales modernos	CG1 CG4 CG8 CE1 CE2 CE3

Diseñar transmisores, receptores y equipos de medida para sistemas de comunicaciones modernos.	CG1 CG4 CG8 CE1 CE2 CE3
--	--

## Contenidos

Tema	
Clases 1-4: Comunicaciones MIMO	- Introduccion. Ganancias de la diversidad en array, espacial y del multiplexado espacial. Modelos de canal y señal MIMO. - Diseño de transmisores MIMO. Principios de precodificación para MIMO. Codificación espaciotemporal. Diseño de transmisores MIMO multiusuario. - Diseño de receptores MIMO. Diseño de receptores MIMO multiusuario. - Capacidad del canal MIMO.
Clase 5: Sincronización y sensado espectral en radio cognitiva.	- Motivacion y requisitos. Gestión del espectro. Sincronización en radio cognitiva. Sensado espectral.
Clase 6: Codificación de papel sucio.	- Diseño de códigos. Teorema de Costa. Códigos oportunistas para baja SNR. Aplicación a enlaces descendentes.
Clase 7: OFDM y más allá.	- Principios de OFDM. Bancos de filtros y multiportadora. Diversidad cooperativa.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	14	29.4	43.4
Lección magistral	14	57.6	71.6
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Informe de prácticas	0	8	8

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

## Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	Las prácticas de laboratorio cubrirán diferentes aspectos de las comunicaciones MIMO. Esto permitirá a los alumnos implementar de forma práctica y extender considerablemente los conceptos vistos en clase.  Competencias: CG1, CG4, CE1, CE2, CE3
Lección magistral	El curso se estructura en diferentes temas avanzados en comunicaciones digitales, haciendo hincapié en comunicaciones múltiple-entrada múltiple-salida (MIMO).  Competencias: CG1, CG4, CG8, CE1, CE2, CE3

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante la propia sesión magistral, o durante el horario establecido para tutorías). El horario de tutorías se establecerá al principio del curso y se publicará en la página web de la asignatura.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas	Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante las sesiones de seguimiento del trabajo, o durante el horario establecido para tutorías).

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final con preguntas sobre el contenido de la asignatura.	50	CG1 CG4 CG8 CE1 CE2 CE3
Informe de prácticas	Informes de las prácticas que desarrollan conceptos vistos en la asignatura.	50	CG1 CG4 CG8 CE1 CE2 CE3

---

## Otros comentarios sobre la Evaluación

---

Se requiere una puntuación mínima del 35% con respecto al máximo posible en el examen final para aprobar la asignatura.

En aquellos casos en que el alumno decida no realizar las tareas de evaluación continua, la nota final se basará exclusivamente en el examen con cuestiones sobre la materia. Esto aplica también a la segunda oportunidad.

En caso de que el alumno no obtenga la puntuación mínima en el examen final escrito, la nota final se obtendrá usando la fórmula:  $0.25*REP+0.25*TEST$ , donde REP es la nota obtenida en los informes/memorias y TEST es la nota obtenida en el examen final.

En caso de informes colectivos, se deberá explicitar la contribución de cada alumno al mismo, y la evaluación será individualizada, en función de dicha contribución. El profesor podrá requerir una entrevista para determinar las contribuciones individuales.

Una vez que el alumno entrega alguno de los entregables, está automáticamente decidiendo ser evaluado de forma continua.

Cualquier alumno decide ser evaluado de forma continua, tendrá una nota final, independientemente de si realiza el examen final o no.

Las tareas de evaluación continua no pueden repetirse después de sus correspondientes fechas de entrega, y son válidas sólo para el curso actual.

---

---

## Fuentes de información

---

### Bibliografía Básica

Jerry Hampton, **Introduction to MIMO Communications**, First, Cambridge University Press, 2013

### Bibliografía Complementaria

Ezio Biglieri et al., **MIMO Wireless Communications**, First,

David Tse and Pramod Viswanath, **Fundamentals of Wireless Communication**, First,

Ezio Biglieri et al., **Principles of Cognitive Radio**, First,

Behrouz Farhang-Boroujeny, **Signal Processing Techniques for Software Radios**, Second,

Thomas Cover and Joy Thomas, **Elements of Information Theory**, Second,

---

---

## Recomendaciones

---

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Tratamiento de Señal en Comunicaciones/V05M145V01102

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Procesado de Señal en Sistemas Audiovisuales</b>				
Asignatura	Procesado de Señal en Sistemas Audiovisuales			
Código	V05M145V01205			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Martín Rodríguez, Fernando			
Profesorado	Martín Rodríguez, Fernando			
Correo-e	fmartin@uvigo.es			
Web	<a href="http://http://fatic.uvigo.es">http://http://fatic.uvigo.es</a>			
Descripción general	En esta asignatura se estudian las principales técnicas de compresión y codificación de las señales audiovisuales, haciendo hincapié en el estándar MPEG4. También se explicarán las principales características del estándar MPEG-7 para la descripción y recuperación de información multimedia.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CE1	CE1 Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Se habrá aprendido a explotar los efectos perceptuales y la redundancia espacial y temporal para comprimir la información audiovisual.	CG1 CG4 CE1
Se comprenderá la estructura de la información que contiene el estándar MPEG4 y el porqué de su necesidad.	CG1
Se habrán entendido los principales procesos que sufre la señal de audio y la señal de vídeo para garantizar calidad perceptual reduciendo tasa binaria y se conocerán los principales algoritmos incorporados en los estándares.	CG1 CG4 CE1
Se habrá aprendido a manipular la información audiovisual para extraer metadatos y utilizarlos en indexación y búsquedas.	CG1
Se habrá entendido la estructura y utilidad del estándar MPEG7.	CG1

<b>Contenidos</b>	
Tema	
Introducción a la compresión y codificación audiovisual.	Percepción humana, redundancia y relevancia. Historia de los estándares de compresión. Análisis y descripción de la estructura espacial y temporal en vídeo.
Codificación de vídeo.	Estándares de compresión de vídeo en MPEG 1, 2 y 4; H.261, H.263, H.264 (AVC), extensiones de H.264, introducción a HEVC (H.265, MPEG-H part 2).
Codificación de audio.	Estándares de compresión de audio en MPEG 1, 2, 4 (MP3, AAC).
Descripción audiovisual avanzada.	MPEG7. Descripción Audiovisual Avanzada. Organización del contenido multimedia. Recuperación de información.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas en aulas de informática	10	30	40
Trabajo tutelado	10	50	60
Lección magistral	8	8	16
Examen de preguntas objetivas	1	0	1

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

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Prácticas en aulas de informática	Se trabajan conceptos concretos explicados en las sesiones magistrales, con ayuda de aplicaciones informáticas. Competencias trabajadas: CG1, CG4, CE1.
Trabajo tutelado	Estos trabajos se comienzan en las sesiones del aula informática. Se trabaja sobre los conceptos explicados y extensiones de los mismos. Cada problema/trabajo se extiende durante varias semanas en las cuales los alumnos (en parejas), van descubriendo, por su cuenta, o con ayuda del profesor, qué necesitan para resolverlo. El trabajo, o una parte del mismo, deberá exponerse en público. Competencias trabajadas: CG1, CG4, CE1.
Lección magistral	Exposición de los conceptos básicos de la asignatura. Competencias trabajadas: CG1, CG4, CE1.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Prácticas en aulas de informática	Ayuda in situ y, si es necesario, tutoría previa cita. Consultas vía e-mail.
Trabajo tutelado	Ayuda in situ y, si es necesario, tutoría previa cita. Consultas vía e-mail.
Lección magistral	Respuesta de preguntas en clase y, si es necesario, tutorías.
Pruebas	Descripción
Informe de prácticas	Respuesta a cuestiones sobre su elaboración. En el momento de corregir las memorias, se envía un breve informe con aciertos y errores.

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Examen de preguntas objetivas	Estas pruebas van asociadas a los conceptos explicados en las sesiones magistrales.	20	CG1 CG4 CE1
Informe de prácticas	La puntuación de las tareas guiadas incluye: la metodología, los resultados conseguidos, la documentación y la selección de bibliografía relacionada. Puede haber varias tareas durante el curso. Individuales y/o en pareja. Si se hace en pareja, la nota es igual para ambos.	80	CG1 CG4 CE1

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Existe un examen final en la fecha oficial marcada en Junta de Escuela, al que deben presentarse aquellos alumnos que no hayan superado la evaluación continua y deseen aprobar la asignatura. Un alumno también puede decidir optar directamente por el examen final y no realizar ninguna actividad de evaluación continua. Este examen final será calificado entre 0 y 10 puntos e incluye todos los temas de la asignatura junto con conceptos y técnicas explicados globalmente para los trabajos tutelados. Para aprobar, el alumno debe obtener, al menos, cinco puntos.

La evaluación en segunda oportunidad consistirá en un examen para aquellos alumnos que no hayan superado la asignatura en primera oportunidad. La nota de la asignatura será la nota de dicho examen. Este examen será calificado entre 0 y 10 puntos, e incluye todos los temas de la asignatura. Para aprobar, el alumno debe obtener, al menos, cinco puntos.

El examen de preguntas objetivas podrá ser escrito u online. Si es escrito y presencial se realiza en la fecha oficial de examen.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

Fernando Pereira and Touradj Ebrahimi, **The MPEG-4 book**, MSC Press Multimedia Series, Pearson Education, Richardson, Iain E. G., **H.264 and MPEG-4 video compression: video coding for next generation multimedia**, Wiley, cop.,

#### Bibliografía Complementaria

Thiagarajan, Jayaraman, **Analysis of the MPEG-1 Layer III (MP3) Algorithm using MATLAB**, Morgan & Claypool,

### Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Tratamiento de Señal en Comunicaciones/V05M145V01102

---



<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Comunicaciones Multimedia</b>				
Asignatura	Comunicaciones Multimedia			
Código	V05M145V01206			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Comesaña Alfaro, Pedro			
Profesorado	Comesaña Alfaro, Pedro			
Correo-e	pcomesan@gts.uvigo.es			
Web				
Descripción general	En la asignatura "Comunicaciones Multimedia" se presentan al alumnado los conceptos básicos de la teoría de información. Se presentan también las celosías (lattices) como herramientas de codificación de fuente y de codificación de canal. Tras comentar algunas generalidades acerca de otra estrategia de codificación de fuente como es la cuantificación basada en rejilla (Trellis Code Quantization), se tratan algunos problemas más avanzados de codificación, como son la codificación de fuente distribuida y la codificación conjunta de fuente y canal.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CE1	CE1 Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
CE4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
CE6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
CE8	CE8 Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Comprender las características fundamentales de una celosía, y cuáles de sus propiedades debemos de tener en cuenta al afrontar un problema de codificación de fuente o un problema de codificación de canal.	CG4 CE1
Comprender cómo un código rejilla (Trellis code) define una celosía y por qué esta construcción es útil para codificación de fuente (Trellis-Code Quantization)	CG4 CE1
Entender los distintos esquemas de codificación de fuente distribuida	CG1 CG4 CE1 CE4 CE8
Implementar un esquema de codificación de fuente distribuida	CG1 CG4 CE1 CE6 CE8
Entender los distintos esquemas de codificación conjunta de fuente y canal	CG4 CE1 CE4 CE6 CE8
Implementar un esquema de codificación conjunta de fuente y canal	CG1 CG4 CE1 CE4 CE6

Comprender las características de los distintos de distribución de señales multimedia, prestando especial atención a los esquemas de streaming	CG1 CE4 CE6 CE8
Valorar la modularidad de los nuevos standards de codificación de vídeo (especialmente MPEG-7)	CG1 CE4 CE6 CE8

## Contenidos

Tema	
1) Teoría de Información.	1) Caso discreto: Entropía. Entropía condicional. Entropía conjunta. Información Mutua. Divergencia Kullback-Leibler 2) Caso continuo: Entropía. Entropía condicional. Entropía conjunta. Información Mutua. Divergencia Kullback-Leibler 3) Desigualdad de Jensen 4) Shaping gain
2) Celosías	1) Definición 2) Propiedades Básicas
3) Codificación de fuente avanzada	1) Cuantificador Lloyd-Max 2) Trellis Code Quantization
4) Codificación de fuente distribuida	1) Codificación sin pérdidas 2) Codificación con pérdidas
5) Codificación conjunta de fuente y canal	1) Principio de separabilidad de Shannon 2) Esquemas particulares de codificación conjunta

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas de laboratorio	13	44	57
Lección magistral	15	30	45
Informe de prácticas	0	21	21
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2

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

## Metodologías

	Descripción
Prácticas de laboratorio	13 horas de prácticas sobre PC. Realización de simulaciones computacionales. El alumno simulará en un lenguaje de cálculo numérico (tipo Matlab) los esquemas considerados en la asignatura.  Competencias: CG1, CG4, CE1, CE4, CE6, CE8.
Lección magistral	15 horas de clases teóricas donde se intercalarán casos prácticos. Además, se propondrán problemas para su resolución de forma autónoma.  Competencias: CG1, CG4, CE1, CE4, CE6, CE8.

## Atención personalizada

Pruebas	Descripción
Informe de prácticas	Se facilitará a los alumnos comentarios individualizados de los informes realizados.

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas de laboratorio	Realización de programas de simulación numérica.	20	CG1 CG4 CE1 CE4 CE6 CE8
Informe de prácticas	Memorias de la prácticas realizadas en el laboratorio e informes de temas relacionados con las mismas.	20	CG1 CE1 CE4 CE6
Examen de preguntas de desarrollo	Realización de examen final.	60	CG1 CG4 CE1 CE4 CE6

---

## **Otros comentarios sobre la Evaluación**

---

Para que se realice la media ponderada de las distintas calificaciones (correspondiente a evaluación continua), será necesaria la entrega de cada una de las tareas indicadas. Además, se deberá obtener al menos el 40% de la calificación máxima en el examen final y el 40% de la calificación máxima en cada práctica. En caso de que no se alcancen estos umbrales la calificación final será el mínimo de la nota del examen final y la nota de cada práctica (en ambos casos sobre 10).

Todas las pruebas se desarrollarán de forma individual.

Aquellos alumnos que decidan optar por evaluación única deberán realizar el examen de cuestiones de respuestas largas/desarrollo mencionado, así como un examen práctico; la complejidad de este último será similar a la realización de las prácticas hechas por los alumnos de evaluación continua.

Las mismas normas son aplicables a la evaluación en segunda oportunidad.

---

---

## **Fuentes de información**

---

### **Bibliografía Básica**

Cover and Thomas, **Elements of information theory**, Wiley,

### **Bibliografía Complementaria**

**Artículos científicos especificados por el profesorado,**

---

---

## **Recomendaciones**

---

---

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

---

Tratamiento de Señal en Comunicaciones/V05M145V01102

---

### **Otros comentarios**

---

Aún cuando esta asignatura no tiene una serie de prerrequisitos obligatorios, se hace altamente deseable que el alumno tenga una base mínima en los siguientes campos:

- Estadística.
  - Procesado de señal.
  - Codificación de canal
  - Codificación de fuente.
  - Redes y protocolos telemáticos.
-

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Comunicaciones Ópticas</b>				
Asignatura	Comunicaciones Ópticas			
Código	V05M145V01207			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Se revisan, en primer lugar, los fundamentos físicos de la tecnología de fibra óptica: propagación en fibra y dispositivos ópticos tanto activos como pasivos. A continuación, se describen distintos sistemas avanzados de transmisión por fibra y de redes ópticas, y se introducen los fundamentos técnicos de análisis y diseño de los mismos.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE13	CE13 Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
1. Conocimiento funcional de los dispositivos fotónicos esenciales de comunicaciones ópticas: fuentes LED y láser, fotodetectores, moduladores electroópticos y de electroabsorción, acopladores, circuladores, AWG, amplificadores de fibra, amplificadores ópticos de semiconductor, filtros ópticos, y fibras monomodo, multimodo y multinúcleo.	CG4 CE13
2. Conocimiento de los modelos de ruido en los subsistemas transmisor, amplificador y receptor, y capacidad de calcular su impacto en términos de relación señal-ruido y probabilidad de error.	CG4 CE13
3. Conocimiento de los formatos básicos de transmisión digital por fibra óptica, y de transmisión analógica en sistemas fibra-radio.	CG4 CE13
4. Conocimiento de algunos sistemas avanzados de transmisión por fibra: nuevos formatos de modulación, sistemas coherentes, sistemas no lineales y gestión de la dispersión.	CG4 CG8 CE13
5. Conocimientos de las tecnologías específicas de redes ópticas WDM y DWDM, y opciones de diseño de las mismas.	CG1 CG4 CE13
6. Conocimiento de las topologías de redes ópticas de larga distancia, metropolitanas y regionales, y de acceso.	CG1 CG4 CE13
7. Conocimientos de seguridad en transmisión y redes ópticas.	CG4 CG8 CE13
8. Conocimientos de sistemas no guiados IR y visibles.	CG4 CG8 CE13

<b>Contenidos</b>	
Tema	
1. Introducción a los sistemas de comunicaciones ópticas guiadas	1.1. Razones para la transmisión óptica

2. Fundamentos de las comunicaciones ópticas	2.1. Propagación no monocromática en fibras ópticas lineales. 2.2. Dispositivos activos básicos: láser, LED, fotodetector, modulador EOM y amplificador óptico de fibra dopada. 2.3. Dispositivos pasivos básicos: acopladores, splitters y filtros.
3. Dispositivos ópticos avanzados	3.1. Dispositivos activos: SOA, láser de fibra y amplificadores Raman. 3.2. Dispositivos pasivos: AWG, gratings, circuladores, fibras de plástico y fibras multinúcleo.
4. Fenómenos no lineales en fibras y gestión de la dispersión	4.1. Dispersión de Raman Estimulada 4.2. Dispersión de Brillouin Estimulada 4.3. Gestión de la dispersión
5. Sistemas digitales ETDM	5.1. Introducción 5.2. Sistemas ETDM con amplificadores ópticos 5.3. Compensación de la dispersión en sistemas ETDM
6. Sistemas ópticos avanzados	6.1. Sistemas radio-fibra 6.2. Enlaces coherentes y nuevos formatos.
7. Redes Ópticas	7.1. Sistemas WDM y DWDM 7.2. Tecnologías de conmutación. 7.3. Conversores de longitud de onda. 7.4. Seguridad en la redes ópticas
Práctica 1. Dispersión en fibra multimodo	Caracterización de la dispersión intermodal e intramodal de una fibra multimodo de índice gradual
Práctica 2. Modulador Electro-óptico (EOM)	Caracterización de un EOM
Practica 3. Sistemas DWDM	Caracterización de sistemas DWDM trabajando en tercera ventana

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	18	54	72
Prácticas de laboratorio	6	6	12
Estudio de casos	2	12	14
Examen de preguntas de desarrollo	2	12	14
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	5	6
Estudio de casos	1	6	7

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

## Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos principales de cada tema. En la clase magistral no se comentan todos los contenidos que son materia de examen. El alumno debe tomar como referencia de los contenidos de examen los apartados del libro/apuntes proporcionados por el profesor que se indican en el documento/guía de cada tema. Trabajo personal y/o en grupo posterior del alumno repasando los conceptos vistos en el aula y ampliando los contenidos tomando como referencia la guía de cada tema.  Con esta metodología se trabajan las competencias CG1, CG4, CG8 y CE13.
Prácticas de laboratorio	Estudio experimental de diversos dispositivos ópticos y de sistemas de comunicaciones ópticas. Trabajo personal previo del alumno en la preparación de las prácticas. Para ello utilizará la documentación proporcionada previamente por el profesor, así como repasará los conceptos teóricos relacionados. Al comienzo de cada sesión el profesor podrá solicitar al alumno un pequeño resumen de los conceptos principales relacionados con la práctica a realizar. Identificación de dudas que se resolverán en tutorías personalizadas. (véase prácticas 1-3 en contenidos de la materia).  Con esta metodología se trabajan las competencias CG4, CG8 y CE13.

Estudio de casos Se trata de actividades que complementan las lecciones magistrales y permiten una mejor comprensión de los conceptos expuestos.

Con esta metodología se trabajan las competencias CG1, CG4, CG8 y CE13.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establezcan para ese efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la materia.
Prácticas de laboratorio	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establezcan para ese efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la materia.
Estudio de casos	Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho del profesor en el horario que los profesores establezcan para ese efecto a principio de curso y que se publicará en la página web de la materia.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas	
Examen de preguntas de desarrollo	Prueba final en la que se evaluarán todos los contenidos de la materia.	30	CG1 CG4 CG8	CE13
Resolución de problemas y/o ejercicios	Al finalizar las prácticas de laboratorio, el alumno realizará una prueba puntuable sobre los conocimientos adquiridos en estas sesiones (20%).  Asimismo, antes de comenzar el tema 5 de la materia, el alumno realizará una prueba puntuable (20%) sobre los contenidos de los cuatro primeros temas.	40	CG4 CG8	CE13
Estudio de casos	Se evalúa el trabajo realizado por el alumno en el estudio de casos planteados en clase.	30	CG1 CG4 CG8	CE13

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Evaluación en primera oportunidad:

Se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación única..

En la tercera semana de clase el alumno debe decidir si opta por evaluación continua o no. Por defecto, se considerará que el alumno opta por evaluación continua a no ser que éste le indique por escrito al profesor lo contrario.

Evaluación continua:

La evaluación continua comprende una serie de tareas que se realizan a lo largo del cuatrimestre (70%) y una prueba de respuesta larga (30%) que se realiza el día que corresponda de acuerdo con el calendario de exámenes oficial. Estas tareas comprenden (a) la realización de una prueba de respuesta corta relacionada con las prácticas de laboratorio (20%), que se realizará al finalizar la última sesión de laboratorio, y con los cuatro primeros temas de la materia (20%) que se realizará antes de comenzar el tema 5, y (b) la participación del alumno en las actividades realizadas en el estudio de casos (30%) lo cual se evaluará al final del curso. Las actividades relacionadas con el estudio de casos se podrán realizar en grupos de estudiantes. En tal caso, la nota de cada estudiante en esta tarea será la nota del grupo. Estas tareas no son recuperables, es decir, si un alumno no puede cumplirlas en el plazo estipulado el profesor no tiene la obligación de repetirlas y únicamente serán válidas para el curso académico en el que se realicen.

Asimismo, aquellos alumnos que decidan optar por evaluación continua deberán, para poder superar la asignatura: (a) realizar al menos 2 de las 3 prácticas de laboratorio hardware; (b) obtener, al menos, 12 puntos sobre 30 en el estudio de casos; (c) obtener, al menos, 12 puntos sobre 30 en la prueba de respuesta larga; y (d) obtener un mínimo de 50 puntos en total contando todas las actividades del curso. La nota final de aquellos alumnos que no superan estos mínimos exigidos para poder aprobar la asignatura mediante evaluación continua se calculará como el mínimo entre: (i) el número total de puntos obtenido por el alumno contando todas las actividades del curso, y (ii) 40 puntos.

La elección de evaluación continua implica necesariamente que el alumno se ha presentado, con independencia de que asista o no a la prueba de respuesta larga.

Evaluación única:

Además del sistema de evaluación continua descrito anteriormente, el alumno puede optar por realizar un único examen final sobre la totalidad de los contenidos de la materia (100%). El profesor le podrá exigir al alumno la entrega de tareas adicionales, las cuales le serán notificadas en la cuarta semana del curso y deberán ser entregadas el día del examen final. Para poder aprobar la asignatura el alumno deberá obtener, al menos, 50 puntos sobre 100 contando el examen final y las tareas adicionales.

Evaluación en segunda oportunidad:

Aquellos estudiantes que optaron por un sistema de evaluación continua en la evaluación en primera oportunidad y cumplen los requisitos (a) y (b) mencionados arriba podrán, si así lo desean, conservar la nota obtenida en las tareas de evaluación continua (70%) y realizar una prueba de respuesta larga (30%). Para poder superar la asignatura, estos alumnos deberán obtener, al menos, 12 puntos sobre 30 en la prueba de respuesta larga, y obtener un mínimo de 50 puntos en total contando todas las actividades del curso.

Alternativamente, estos alumnos podrán también optar por realizar un único examen final sobre la totalidad de los contenidos de la materia (100%). En caso de querer ser evaluado mediante un examen final, estos alumnos deberán comunicar esta decisión al profesor con una antelación mínima de un mes respecto a la fecha programada para la realización del examen final. En caso contrario, se considerará que el alumno opta por una prueba de respuesta larga y por mantener la nota obtenida en las tareas de evaluación continua.

El resto de alumnos (esto es, aquellos que optaron por un sistema de evaluación continua en primera oportunidad y no cumplen los requisitos (a) y (b), y aquellos estudiantes que optaron por realizar evaluación única en primera oportunidad) serán evaluados mediante un único examen final sobre la totalidad de los contenidos de la materia (100%).

En el caso de realizar un único examen final, el profesor le podrá exigir asimismo al alumno la entrega de tareas adicionales, las cuales le serán notificadas con, al menos, un mes de antelación respecto a la fecha de celebración del examen final y deberán ser entregadas el día de celebración del mismo. Para poder aprobar la asignatura el alumno deberá obtener, al menos, 50 puntos sobre 100 contando el examen final y las tareas adicionales.

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas (pruebas cortas, exámenes parciales o examen final), la calificación final será de "suspense (0)" y el hecho será comunicado a la dirección del Centro para los efectos oportunos.

---

## **Fuentes de información**

### **Bibliografía Básica**

J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, **Fundamentos de Comunicaciones Ópticas**, 2a Edición, Síntesis, 2001

J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, **Dispositivos de Comunicaciones Ópticas**, 1a Edición, Síntesis, 1999

### **Bibliografía Complementaria**

G. P. Agrawal, **Fiber-Optic Communication Systems**, 4a Edición, Wiley-Interscience, 2010

G. Keiser, **Optical Fiber Communications**, 5a Edición, McGraw-Hill, 2014

J. Capmany y B. Ortega-Tamarit, **Redes Ópticas**, 1a Edición, Universidad Politécnica de Valencia, 2006

---

## **Recomendaciones**

---

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

Electrónica y Fotónica para Comunicaciones/V05M145V01202

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Antenas</b>				
Asignatura	Antenas			
Código	V05M145V01208			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Inglés			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Díaz Otero, Francisco Javier			
Profesorado	Díaz Otero, Francisco Javier Vazquez Alejos, Ana			
Correo-e	frdiaz@uvigo.es			
Web				
Descripción general	La asignatura se dedica al estudio de antenas y abarca desde las bases electromagnéticas hasta el diseño práctico de las mismas, pasando por los modelos de análisis y simulación del comportamiento de las antenas.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CB2	CB2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
CE5	CE5 Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Comprender las bases electromagnéticas de los fenómenos de radiación y recepción de señales por medio de las antenas	CB4 CG4
Conocer los principales parámetros que caracterizan el comportamiento de las antenas transmisoras y receptoras	CB4 CG4 CE2 CE3 CE5
Conocer los distintos tipos de antenas según sus aplicaciones y sus frecuencias de funcionamiento	CB4 CG4 CE2 CE3 CE5
Ser capaces de entender y desarrollar modelos que permitan simular el comportamiento de las antenas y predecir sus parámetros característicos	CB4 CG4 CE2 CE3 CE5
Ser capaces de afrontar ejercicios de diseño de antenas para unas especificaciones determinadas	CB2 CB4 CG4 CE2 CE3 CE5

<b>Contenidos</b>	
Tema	



1. Fundamentos electromagnéticos de las antenas Competencias relacionadas: CE2, CE3, CE5	1.1 Generalidades 1.2 Fenómeno de radiación electromagnética 1.3 Propiedades del campo de radiación 1.4 La antena en transmisión 1.5 La antena en recepción 1.6 La antena en sistemas de comunicaciones y de radar
2. Modelado de antenas Competencias relacionadas: CB4, CG4	2.1 Antenas lineales 2.2 Antenas de apertura 2.3 Arrays
3. Tipos de antenas CB4, CG4, CE2, CE3, CE5	3.1 Antenas de hilo 3.2 Antenas impresas y de ranura 3.3 Bocinas, lentes y reflectores

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	15	15	30
Resolución de problemas	3	6	9
Estudio de casos	8	24	32
Prácticas autónomas a través de TIC	0	26	26
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	6	7
Práctica de laboratorio	1	6	7
Examen de preguntas de desarrollo	2	12	14

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

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio o proyecto a desarrollar por el estudiante. Cubre las competencias CB2, CE2, CE3, CE5
Resolución de problemas	Se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la asignatura. El alumno debe desarrollar las soluciones adecuadas o correctas mediante la ejercitación de rutinas, la aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados. Complemento de la lección magistral. Cubre las competencias CB2, CG4, CE2.
Estudio de casos	Análisis de un hecho, problema o suceso real con la finalidad de conocerlo, interpretarlo, resolverlo, generar hipótesis, contrastar datos, reflexionar, completar conocimientos, diagnosticarlo y entrenarse en procedimientos alternativos de solución. Cubre las competencias CB2, CG4, CE2, CE3, CE5.
Prácticas autónomas a través de TIC	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan a través de las TIC de manera autónoma. Cubre las competencias CB2, CB4, CG4, CE2.

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención presencial mediante la resolución de dudas o cuestiones planteadas por los estudiantes
Resolución de problemas	Atención presencial en las clases dedicadas al efecto y mediante las horas de tutorías habilitadas
Estudio de casos	Atención presencial en las clases dedicadas al efecto y mediante las horas de tutorías habilitadas
Prácticas autónomas a través de TIC	Atención mediante las horas de tutorías habilitadas a tal efecto y a través del correo electrónico y foros de Fatic.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Resolución de problemas y/o ejercicios	Preguntas conceptuales sobre el temario.	10	CB2

Práctica de laboratorio	Se valorará la calidad de las memorias presentadas, la participación y actitud demostrada en las prácticas presenciales, así como la presentación oral del trabajo.	60	CB2 CB4
Examen de preguntas de desarrollo	Examen final: Prueba para evaluación de las competencias que incluye preguntas abiertas sobre un tema. Los alumnos deben desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa a una situación práctica planteada.	30	CB2 CB4

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación única.

#### 1. EVALUACIÓN CONTINUA

- El sistema de evaluación continua consistirá en:
  - Una prueba de respuesta corta que se realizará en clase aproximadamente en la mitad del período docente. Valoración 10%. Puntuación EC1, con un máximo de 1 punto.
  - Un ejercicio de diseño de antenas para una aplicación concreta. Se realizará fundamentalmente de forma autónoma mediante herramientas de simulación. El estudiante elaborará una memoria que entregará y presentará en clase al final del cuatrimestre. Puntuación EC2, con un máximo de 6 puntos. Los 6 puntos de este ejercicio se distribuirán así: 2 puntos por la participación activa en las sesiones presenciales (en grupos C) dedicadas a los diseños y a su presentación y discusión; 2 puntos por la calidad de la solución propuesta; 1 punto por la calidad de la memoria presentada; y 1 punto por la calidad de la presentación oral.
  - Un ejercicio de respuesta larga en el que se resolverán problemas de análisis y diseño de antenas para aplicaciones concretas. Se realizará el mismo día fijado para el examen final ordinario de la asignatura. Valoración 30%. Puntuación EC3, con un máximo de 3 puntos.
- Las pruebas de evaluación continua no son recuperables, es decir, si un alumno no puede cumplirlas en el plazo estipulado el profesor no tiene obligación de repetírselas.
- La nota final de evaluación continua (EC) se calculará como la suma de las puntuaciones obtenidas en las tres pruebas planificadas:  $EC=EC1+EC2+EC3$ .
- La calificación obtenida en las tareas evaluables (EC) será válida tan solo para el curso académico en el que se realicen.
- Se entiende que un alumno se acoge a este sistema de evaluación cuando ha realizado la primera prueba, entregado la memoria de la segunda y realizado la correspondiente presentación oral. En este momento el estudiante ya se considerará además como presentado.

#### 2. EVALUACIÓN ÚNICA - PRIMERA OPORTUNIDAD

- Consistirá en:
  - Un examen final que evaluará las competencias CB2, CG4, CE2, CE3, CE5. Valoración 40%. Puntuación EF1, con un máximo de 4 puntos.
  - El mismo día del examen el estudiante entregará la memoria de un diseño de antenas previamente asignado. Se le emplazará a una presentación oral en sesión pública en el plazo más breve posible respetando la compatibilidad con otros exámenes del mismo curso y titulación. Puntuación EF2, con un máximo de 6 puntos.
- Las calificaciones parciales EF1 y EF2 podrán conservarse solo hasta la evaluación única - segunda oportunidad, dentro del mismo curso.

#### 3. EVALUACIÓN ÚNICA - SEGUNDA OPORTUNIDAD

- Seguirá el mismo procedimiento que la evaluación única - primera oportunidad.
- Los estudiantes, si así lo desean comunicándolo antes de empezar el examen, podrán conservar su nota previa de la parte EF1 (o alternativamente EC3+EC1) o bien de la parte EF2 (o EC2).

#### OBSERVACIONES:

- Antes de la realización o entrega de cada prueba se indicará la fecha y procedimiento de revisión de las calificaciones obtenidas, que serán públicas en un plazo razonable de tiempo.
- Se considera presentado a todo alumno que se presente a cualquiera de los dos exámenes finales. Asimismo se

considerará presentado a quien se acoja al sistema de evaluación continua en los términos descritos anteriormente.

- Se considera que la materia está aprobada si la nota final es igual o superior a 5.

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

C. A. Balanis, **Advanced Engineering Electromagnetics**, 2, Wiley, 2005

C. A. Balanis, **Antenna Theory and Design**, 4, Wiley, 2016

W.L.Stutzman,G.A.Thiele, **Antenna Theory and Design**, 3, Wiley, 2013

#### **Bibliografía Complementaria**

R.S.Elliot, **Antenna Theory and Design**, 1, Prentice Hall, 1981

R.E.Collin, **Antennas and Radiowave Propagation**, 1, Mc Graw Hill, 1985

P.S.Kildal, **Foundations of Antenas. A Unified Approach**, 1, Studentlitteratur,

T.A. Milligan, **Modern Antenna Design**, 2, Wiley, 2005

---

### **Recomendaciones**

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

Comunicaciones Móviles e Inalámbricas/V05M145V01313

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Ancha/V05M145V01312

#### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Laboratorio de Radio/V05M145V01209

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

Radio/V05M145V01103

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Laboratorio de Radio**

Asignatura	Laboratorio de Radio			
Código	V05M145V01209			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Torío Gómez, Pablo			
Profesorado	Torío Gómez, Pablo			
Correo-e	ptorio@uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción	Intensificación en el conocimiento de los diversos sistemas de radio aplicando una metodología práctica de general análisis y síntesis			

**Competencias**

Código	
CB1	CB1 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	CB2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinares, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE2	CE2 Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
CE3	CE3 Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
CE5	CE5 Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.
CE13	CE13 Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
* Conocer la instrumentación básica para medidas de radiofrecuencia, microondas, milimétricas y sub-milimétricas.	CB1 CB2 CG8 CE2 CE3 CE5 CE13
* Conocer las principales configuraciones para medidas de los parámetros característicos de los distintos subsistemas: medida de impedancia y de transmisión y reflexión, factor de ruido, margen dinámico, y niveles de campo.	CB1 CB2 CG8 CE2 CE3 CE5 CE13
* Conocer las técnicas de caracterización experimental de los mecanismos de propagación de señales.	CB1 CB2 CG8 CE2 CE3 CE5 CE13

**Contenidos**

Tema
------

Los estudiantes realizarán algunas de las siguientes prácticas:

1. Instrumentación básica.
2. Medidas de elementos activos.
  - Medida de parámetros de transmisión y reflexión en cuadripolos
  - Medida del factor de ruido
  - Medida de parámetros de receptores (ruido, selectividad, sensibilidad, margen dinámico....)
  - Efecto del LNA en la sensibilidad del receptor y con ello medida de propagación.
  - Medida de amplificadores de potencia de RF: eficiencia, ganancia,...
  - Medida de parámetros de osciladores.
3. Medida de elementos pasivos
  - Medida de filtros pasivos de RF: pérdidas, selectividad,...
  - Medida de la frecuencia de corte de una guíaonda
  - Medida de antenas: diagramas, ganancia y acoplo electromagnético.
  - Medida de elementos comunes de microondas: circuladores, acopladores direccionales,...
4. Medidas de propagación.
  - Medida de atenuación con la distancia
  - Medida de atenuación con obstáculos. Análisis de los fenómenos de transmisión y reflexión.
  - Estudio estadístico de la variabilidad de la señal
5. Uso de un radar.
6. Medidas de compatibilidad electromagnética.
7. Medidas en bandas milimétricas y sub-milimétricas.
8. Diseño, montaje y medida de un LNA
9. Diseño, montaje y medida de un oscilador de RF.
10. Modulaciones analógicas
11. Modulaciones digitales
11. Analizadores de redes
12. Software Defined Radio (SDR)
13. Generadores vectoriales de señales
14. Televisión digital terrestre (DVB-T)
15. Radio Digital Mundial (DRM)

Todas estas tareas se realizaran como practicas en Laboratorio, usando el instrumental disponible en la Escuela.

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Estudio de casos	2	10	12
Prácticas de laboratorio	22	65	87
Lección magistral	4	20	24
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

## Metodologías

	Descripción
Estudio de casos	Demostraciones prácticas. CB1, CB2, CG8, CE2, CE3, CE5, CE13.
Prácticas de laboratorio	Montaje y medida de circuitos y sistemas de telecomunicación. Empleando instrumental especializado. En grupo. CB1, CB2, CG8, CE2, CE3, CE5, CE13.
Lección magistral	Explicación de las bases teórico-prácticas del trabajo a desarrollar por el alumno en el laboratorio. CB1, CB2, CG8, CE2, CE3, CE5, CE13.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Prácticas de laboratorio	Se podrán solucionar dudas en las tutorías del profesorado. Estas tutorías se realizarán: * Individualmente o en grupos reducidos (típicamente con un máximo de 2-3 personas). * Salvo que se indique lo contrario, previa cita con el profesor o profesora correspondiente. La cita se solicitará y acordará por correo electrónico, preferentemente en los horarios y lugar reservados oficialmente.
Lección magistral	Se podrán solucionar dudas en las tutorías del profesorado. Estas tutorías se realizarán: * Individualmente o en grupos reducidos (típicamente con un máximo de 2-3 personas). * Salvo que se indique lo contrario, previa cita con el profesor o profesora correspondiente. La cita se solicitará y acordará por correo electrónico, preferentemente en los horarios y lugar reservados oficialmente.
Estudio de casos	Se podrán solucionar dudas en las tutorías del profesorado. Estas tutorías se realizarán: * Individualmente o en grupos reducidos (típicamente con un máximo de 2-3 personas). * Salvo que se indique lo contrario, previa cita con el profesor o profesora correspondiente. La cita se solicitará y acordará por correo electrónico, preferentemente en los horarios y lugar reservados oficialmente.

<b>Evaluación</b>				
	Descripción	Calificación	Competencias	Evaluadas
Prácticas de laboratorio	Prácticas de laboratorio	50		CE2 CE3 CE5 CE13
Resolución de problemas y/o ejercicios	Pruebas de respuesta corta	50	CB1 CB2	CG8

### **Otros comentarios sobre la Evaluación**

#### **Convocatoria en primera oportunidad:**

Siguiendo las directrices propias de la titulación se ofrecerá a quien curse esta materia dos sistemas de evaluación: EVALUACIÓN CONTINUA, que es el método recomendado y alrededor del cual se organizan las actividades docentes y una opción de EVALUACIÓN ÚNICA, que solamente se recomienda en aquellas situaciones en las que resulta imposible seguir el sistema recomendado.

#### **EVALUACIÓN CONTINUA**

Se considera que el alumno sigue evaluación continua si asiste a alguna de las prácticas de laboratorio

La evaluación continua consta de las pruebas que se detallan a continuación:

- \* Prácticas de laboratorio. Evaluación en grupo (Peso: 50%)
- \* Prueba de respuesta corta. Evaluación individual (Peso: 50%)

La asistencia a las prácticas de laboratorio se considera obligatoria.

Al final de cada sesión de prácticas los alumnos deben entregar un informe con los resultados obtenidos, que constituye el objeto de evaluación.

Se opta por el sistema de evaluación continua con la asistencia a cualquiera de las sesiones de prácticas en laboratorio y la entrega del informe.

Con valoración en grupo, todos los componentes del grupo tendrán la misma calificación, siempre y cuando su aportación en las sesiones de asistencia obligatoria sea razonablemente similar.

Las tareas de evaluación continua no son recuperables, y sólo son válidas para el curso actual

#### **EVALUACIÓN ÚNICA**

La evaluación única consta de las pruebas que se detallan a continuación:

- \* Examen sobre prácticas de laboratorio. Evaluación individual (Peso: 50%)
- \* Prueba de respuesta corta. Evaluación individual (Peso: 50%)

#### **Convocatoria en segunda oportunidad:**

La persona que haya sido evaluada por Evaluación Continua puede optar entre dos posibilidades el mismo día del examen:

- \* Realizar de nuevo la Prueba de respuesta corta en la fecha oficial asignada por el Centro y ser evaluada según lo estipulado para el sistema de EVALUACIÓN CONTINUA.
- \* Ser evaluada con un único examen final en la fecha oficial asignada por el Centro, según lo estipulado para el sistema de

## EVALUACIÓN ÚNICA.

La persona que NO haya sido evaluada por Evaluación continua:

\* Será evaluada con un único examen final en la fecha oficial asignada por el Centro, según lo estipulado para el sistema de EVALUACIÓN ÚNICA.

En caso de detección de plagio en cualquiera de las pruebas o trabajos, 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**

Walter Tuttlebee, **Software defined radio : Enabling technologies,**

Fuqin Xiong, **Digital modulation techniques,**

#### **Bibliografía Complementaria**

Ulrich Reimers, **DVB : The family of international standards for digital video broadcasting,**

M. E. Van Valkenburg, **Network analysis,**

Wes Hayward, **Introduction to radio frequency design,**

George Brown, **Radio and electronics cookbook,**

John Davies, **Newnes radio and RF engineer's pocket book,**

Y.T. Lo, S.W. Lee, **Antenna handbook,**

Rajeswari Chatterjee, **Antenna theory and practice,**

Yi Huang, Kevin Boyle, **Antennas : from theory to practice,**

Walter C. Johnson, **Transmission lines and networks,**

Brian C. Wadell, **Transmission line design handbook,**

---

### **Recomendaciones**

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

Comunicaciones Móviles e Inalámbricas/V05M145V01313

Satélites/V05M145V01311

Sistemas de Radio en Banda Ancha/V05M145V01312

#### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Antenas/V05M145V01208

Comunicaciones Ópticas/V05M145V01207

Electrónica y Fotónica para Comunicaciones/V05M145V01202

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

Radio/V05M145V01103

Tratamiento de Señal en Comunicaciones/V05M145V01102

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Ingeniería de Internet</b>				
Asignatura	Ingeniería de Internet			
Código	V05M145V01210			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Fernández Veiga, Manuel			
Profesorado	Fernández Veiga, Manuel			
Correo-e	mveiga@det.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Ingeniería de Internet presenta y analiza el estado del arte acerca de la construcción, operación y configuración de sistemas distribuidos en Internet. Cubre el estudio de técnicas avanzadas de codificación, la conmutación definida por software, la arquitectura y problemas técnicos de los centros de datos, los protocolos de los centros de datos y las técnicas contemporáneas de virtualización de infraestructuras y de servicios. Prepara a los estudiantes para la innovación y la investigación en el campo de la ingeniería de redes de ordenadores.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CG12	CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
CE4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
CE6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
CE7	CE7 Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.
CE8	CE8 Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer y saber aplicar técnicas avanzadas de codificación de canal	CG4 CE4 CE6
Comprender las técnicas de almacenamiento distribuido en Internet	CG1 CG4 CE4 CE6 CE7 CE8
Saber analizar, diseñar, configurar y resolver problemas en redes definidas por software	CB5 CG4 CG8 CE4 CE6 CE7 CE8



Comprender el diseño, el funcionamiento y el rendimiento de los grandes centros de datos	CB5 CG1 CG4 CG12 CE6 CE7 CE8
Comprender los principios de virtualización de redes y servicios. Saber elegir los métodos de asignación de recursos, comparar arquitecturas de sistemas, comprender la economía de sistemas virtualizados	CB5 CG1 CG4 CG8 CG12 CE4 CE6 CE7 CE8

## Contenidos

Tema	
1. El ecosistema Internet	1.1 Tecnología. Normalización. Prospectiva 1.2 Provisión de servicios 1.3 Economía de Internet
2. Almacenamiento de datos distribuido	2.1 Códigos localmente recuperables 2.2 Códigos regeneradores 2.3 Ejemplos y casos de estudio
3. Codificación de canal avanzada	3.1 Capacity-approaching codes: LDPC, turbo 3.2 Capacity-achieving-codes: códigos polares, SC-LDPC 3.3 Network coding
4. Asignación de recursos	4.1 Asignación de recursos cloud 4.2 Reparto de carga 4.3 Estrategias aleatorizadas y óptimas
5. Caches codificadas	5.1 Caches codificadas centralizadas y distribuidas 5.2 Edge computing
6. Networking para 5G	6.1 SDN, NFV & network slicing 6.2 Comunicaciones M2M, URLLC, NB-IoT 6.3 Arquitecturas de red para 5G 6.4 Modelos
7. Machine learning para redes	7.1 Data-driven network design 7.2 Model-based network design 7.3 Stochastic models: reinforcement and Q-learning 7.4 Stochastic games

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	13	26	39
Prácticas de laboratorio	14	56	70
Práctica de laboratorio	1	0	1
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	13	13

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

## Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición descriptiva de conceptos, técnicas, problemas y soluciones del estado del arte en la disciplina. Énfasis en la capacidad crítica para evaluar los modelos, las decisiones y el funcionamiento de los sistemas bajo estudio.  Con esta metodología se trabajan las competencias CB5, CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7 y CE8.
Prácticas de laboratorio	Desarrollo de un proyecto de ingeniería a escala: diseño, planificación, costes, dimensionamiento, configuración y pruebas, despliegue y mantenimiento de una infraestructura de cloud computing.  Con esta metodología se trabajan las competencias CB5, CG1, CG4, CG8, CG12, CE4, CE6, CE7 y CE8.

## Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Resolución de dudas, orientación sobre los contenidos, recomendación de bibliografía, resolución de ejercicios. Tutoría individual a los alumnos sobre cualquiera de las cuestiones anteriores.
Prácticas de laboratorio	Resolución de dudas prácticas sobre el diseño, instalación, configuración y desarrollo del software que constituye el proyecto práctico. Atención individual.

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas	
Práctica de laboratorio	Pruebas operativas y de rendimiento del proyecto de ingeniería. Evaluación crítica de las soluciones técnicas, las decisiones de diseño y la completitud del proyecto presentado. Se propondrán proyectos sobre evaluación de códigos avanzados, tunelado entre máquinas virtuales y desarrollo de módulos OpenStack/Cloudify.	30	CB5	CG1 CE4 CG4 CE6 CG8 CE7 CG12 CE8
Examen de preguntas de desarrollo	Examen escrito, sin libros ni material de apoyo, de dos horas de duración. Los alumnos responderán cuestiones de carácter conceptual y lógico sobre cualquiera de los sistemas, componentes, algoritmos o tecnologías que se hayan cubierto en las sesiones magistrales.	50		CG1 CE4 CG4 CE6 CG8 CE7 CG12 CE8
Resolución de problemas y/o ejercicios	Resolución autónoma e individual de problemas y ejercicios escritos.	20	CB5	CG4 CE8 CG8

## Otros comentarios sobre la Evaluación

Se dejan a discreción de los alumnos dos métodos de evaluación alternativos en la asignatura: evaluación continua y evaluación única.

La evaluación continua consistirá en la realización de un examen final (50% de la calificación), el desarrollo de proyectos de ingeniería a escala (30% de la calificación) que se presentará antes del último día hábil anterior al periodo oficial de exámenes y en la entrega a lo largo del curso de ejercicios resueltos (20%). La evaluación única consistirá en la realización de un examen final escrito (60% de la calificación) y en el desarrollo de proyectos de ingeniería a escala (40% de la calificación) que se presentará antes del último día hábil anterior al periodo oficial de exámenes. Las pruebas escritas de las modalidades de evaluación única y continua no serán necesariamente iguales.

Los alumnos optarán por una u otra modalidad de evaluación en el momento en que se anuncien los proyectos de desarrollo. Se considerarán no presentados todos aquellos que no efectúen elección explícita en ese momento.

Quienes no superen la asignatura en la primera oportunidad de la convocatoria disponen de una segunda oportunidad al final del curso en la que se reevaluarán sus conocimientos con una prueba escrita o se reevaluará su proyecto si se hubiera mejorado o modificado éste. Los pesos de cada una de las pruebas (examen y proyecto) serán los mismos que en el periodo ordinario de evaluación conforme a la modalidad que se hubiese elegido.

La calificación de las pruebas solo surte efecto en el curso académico en que se obtengan, con independencia del itinerario de evaluación escogido.

## Fuentes de información

### Bibliografía Básica

P. van Mieghem, **Performance analysis of communications networks and systems**, CambridgeUniversity Press, 2014  
P. Goransson, C. Black, **Software defined networking: a comprehensive approach**, Morgan Kauffman, 2014

### Bibliografía Complementaria

R. Srikant, L. Ying, **Communication networks. An optimization, control and stochastic networks perspective**, Cambridge University Press, 2013  
M. Medard, A. Sprintson, **Network coding. Fundamentals and applications**, Academic Press, 2011  
X. Guang, Z. Zhang, **Linear network error correcting coding**, Springer, 2014

## Recomendaciones

### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Tenologías de Red/V05M145V01104

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Redes Inalámbricas y Computación Ubicua**

Asignatura	Redes Inalámbricas y Computación Ubicua			
Código	V05M145V01211			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Gil Castiñeira, Felipe José			
Profesorado	Gil Castiñeira, Felipe José Lorenzo Veiga, Beatriz Rodríguez Pérez, Miguel			
Correo-e	felipe@uvigo.es			
Web	<a href="http://fatic.uvigo.es">http://fatic.uvigo.es</a>			
Descripción general	La materia de "Redes Inalámbricas y Computación Ubicua" examina las comunicaciones móviles, los servicios que habilitan y las tecnologías que las sustentan. Es decir, estudia los distintos sistemas de comunicación inalámbricos, los protocolos más destacados, las arquitecturas predominantes en la actualidad y los nuevos servicios que permite la computación ubicua.			
Se imparte en gallego y castellano, pero la documentación estará en inglés.				

**Competencias**

Código	
CB1	CB1 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG3	CG3 Capacidad para dirigir, planificar y supervisar equipos multidisciplinares.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CG12	CG12 Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
CE4	CE4 Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
CE6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
CE7	CE7 Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.
CE9	CE9 Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.
CE24	CE24/TE1 Capacidad para comprender los fundamentos de los sistemas distribuidos y los paradigmas de la computación distribuida, y su aplicación en el diseño, desarrollo y gestión de sistemas en escenarios de computación grid, ubicua y en la nube.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Comprender los aspectos básicos de las comunicaciones inalámbricas.	CB1 CB5
Comprender los aspectos básicos de las comunicaciones móviles.	CG3 CG8
Conocer los principales protocolos y arquitecturas utilizados en las redes de comunicaciones inalámbricas y móviles.	CG12 CE4 CE6
Conocimiento de los principales conceptos y principios de la computación ubicua.	CE7 CE9
Comprensión de la dependencia de la computación ubicua de la información de contexto. Conocimiento de diferentes sistemas de computación ubicua. Conocimiento de los últimos avances y tendencias relacionados con la computación ubicua.	CE24

<b>Contenidos</b>	
Tema	
Principios de funcionamiento de las redes inalámbricas	Características del canal inalámbrico; acceso al medio; soporte para movilidad; descubrimiento y encaminamiento; seguridad.
Arquitecturas y estándares	Redes de acceso; redes locales; redes personales; redes de sensores. Arquitectura TCP/IP y la interconexión de dispositivos móviles.
Fundamentos de la computación ubicua	Sistemas basados en contexto; arquitectura de servicios; gestión y distribución de la información; sincronización/consistencia de los datos; descubrimiento de servicios.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	13	24	37
Prácticas de laboratorio	10	10	20
Aprendizaje basado en proyectos	4	59	63
Examen de preguntas de desarrollo	2	0	2
Informe de prácticas	0	2	2
Trabajo	1	0	1

\*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, por parte de los profesores, de los principales contenidos teóricos relacionados con las redes sin hilos y la computación ubicua. Con esta metodología se contribuirá a la adquisición de las competencias CE4, CE6, CE7, CE9, CE24.
Prácticas de laboratorio	Realización por parte de los alumnos de prácticas guiadas y supervisadas en el laboratorio. Con esta metodología se trabajarán las competencias CE4, CE6 y CE24.
Aprendizaje basado en proyectos	Realización en grupo del diseño, implementación y prueba de un protocolo, sistema, aplicación o servicio. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB1, CB5, CG8, CG3, CG12, CE7 y CE9.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante la propia sesión magistral, o durante el horario establecido para las tutorías). El horario de tutorías se establecerá al principio del curso y se publicará en la página web de la materia.
Prácticas de laboratorio	Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Así mismo, los profesores orientarán y guiarán a los alumnos durante la realización de las tareas que tienen asignadas en las prácticas de laboratorio. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante las propias prácticas, o durante el horario establecido para las tutorías). El horario de tutorías se establecerá al principio del curso y se publicará en la página web de la materia.
Aprendizaje basado en proyectos	Los profesores de la materia proporcionarán atención individual y personalizada a los alumnos durante el curso, solucionando sus dudas y preguntas. Así mismo, los profesores orientarán y guiarán a los alumnos durante la realización del proyecto. Las dudas se atenderán de forma presencial (durante las sesiones de tutoría en grupo, o durante el horario establecido para las tutorías). El horario de tutorías se establecerá al principio del curso y se publicará en la página web de la materia.

<b>Evaluación</b>				
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas	
Lección magistral	Se realizarán uno o varios exámenes para evaluar la comprensión de los contenidos presentados en las sesiones magistrales. Si hay más de un examen, la nota final será la media aritmética de las distintas pruebas.	40	CB1	CE4 CE6 CE7 CE9 CE24

Prácticas de laboratorio	El alumnado completará de forma individual cuestionarios y/o informes de prácticas donde se mostrará la correcta realización y comprensión de las prácticas.  Los conceptos estudiados en estas clases prácticas podrá ser también requerido en el examen final de la materia.	20	CB1 CB5	CE4 CE6 CE7 CE9 CE24
Aprendizaje basado en proyectos	El alumnado se dividirá en grupos para la realización del diseño, implementación y prueba de un protocolo, sistema, aplicación o servicio. El resultado será evaluado después de su entrega valorando aspectos como la corrección, la calidad, las prestaciones y las funcionalidades. Asimismo, durante la realización del proyecto se realizará un seguimiento continuo del diseño y de la evolución de la implementación. Si los resultados intermedios no son satisfactorios, se podrá aplicar una penalización de hasta el 20% de la nota. El seguimiento será en grupo e individual: cada uno de los miembros del grupo debe documentar las tareas desarrolladas dentro de su equipo y responder sobre ellas.	40	CB1 CB5	CG3 CG8 CG12 CE4 CE6 CE7 CE9 CE24

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Para superar el curso es preciso completar las distintas partes en las que se divide la asignatura (sesión magistral, prácticas en aula y proyectos). La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes. Siendo "x" la nota de las sesiones magistrales, "y" la de las prácticas en aulas y "z" la de los proyectos, la nota final será:

$$\text{nota} = x^{0.4} \times y^{0.2} \times z^{0.4}$$

Durante el primer mes, los estudiantes deberán indicar explícitamente y por escrito su deseo de cursar la materia siguiente la evaluación única. En otro caso se considerará que siguen la evaluación continua. Aquellos que sigan la evaluación continua no se podrán considerar "no presentados" una vez se realice la entrega del primer cuestionario o tarea.

Los alumnos que opten por la evaluación única deberán superar las pruebas de respuesta corta (40%), presentar un proyecto (40%) y presentar las prácticas de laboratorio (20%). Estas partes serán evaluadas tal y como se indica en el apartado de descripción de las distintas pruebas. La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes. Además, deberá presentar adicionalmente un *dossier*, que deberá defender presencialmente ante los profesores, donde se incluyan todos los detalles sobre la realización de las distintas tareas, muy especialmente los proyectos. Durante el primer mes del curso, el profesorado les notificará a los estudiantes que opten por la evaluación final, si deben realizar el trabajo de forma individual.

Si bien el proyecto se realizará en grupo, se llevará a cabo un seguimiento continuo de la actividad realizada por cada alumno dentro del grupo. En caso de que el rendimiento de un alumno o alumna no sea acorde al de sus compañeros de grupo, se considerará su expulsión del mismo o podrá ser calificado de forma individual.

Se podrán fijar hitos intermedios para el proyecto. Si no se alcanzan se podrá aplicar una penalización de hasta el 20% de la nota.

### Segunda oportunidad para aprobar el curso

Solo podrán optar a la segunda oportunidad los alumnos que no superaron la primera oportunidad (al finalizar el cuatrimestre).

Para superar el curso será necesario completar las distintas partes en las que se divide la asignatura: las pruebas de respuesta corta (40%), presentar un proyecto (40%) y presentar las prácticas de laboratorio (20%). Estas partes serán evaluadas tal y como se indica en el apartado de descripción de las distintas pruebas. La nota final será el resultado de aplicar la **media geométrica ponderada** de la nota de cada una de las partes. Será necesario, además, presentar un *dossier*, que deberá defender presencialmente ante los profesores, donde se incluyan todos los detalles sobre la realización de las distintas tareas, muy especialmente el trabajo tutelado.

Aquellos estudiantes que siguieran la evaluación continua pueden optar por mantener las notas obtenidas en la primera oportunidad para las distintas partes de la asignatura o descartarlas.

### Otros comentarios

Las puntuaciones obtenidas solo son válidas para el curso académico en vigor.

Aunque el trabajo tutelado se desarrollará (en la medida de lo posible) en grupos, los alumnos deben guardar evidencias de su trabajo individual dentro del grupo. En el caso en el que el rendimiento de un alumno o alumna no sea acorde al de sus

compañeros de grupo, se considerará su expulsión del mismo y/o podrá ser evaluado de forma completamente individual en esta parte.

El uso de cualquiera material durante la realización de los exámenes tendrá que ser autorizado explícitamente por el profesorado.

En caso de detección de plagio o de comportamiento no ético en alguno de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación de la materia será de "suspense (0)" y los profesores comunicarán el asunto a las autoridades académicas para que tomen las medidas oportunas.

---

## **Fuentes de información**

### **Bibliografía Básica**

Cory Beard, William Stallings, **Wireless Communication Networks and Systems**, 1,

Christopher Cox, **An Introduction to LTE**, 2,

### **Bibliografía Complementaria**

Viajy Garg, **Wireless Communications and Networking**, 1,

Kaveh Pahlavan, Prashant Krishnamurthy, **Networking Fundamentals: Wide, Local and Personal Area Communications**, 1,

Pei Zheng, Larry L. Peterson, Bruce S. Davie, Adrian Farre, **Wireless Networking Complete**, 1,

F. Adelstein, Sandeep K.S. Gupta, Golden G. Richard III, Loren Schwiebert, **Fundamentals of Mobile and Pervasive Computing**, 1,

John Krumm, **Ubiquitous Computing Fundamentals**, 1,

Jean-Philippe vasseur, Adam Dunkels, **Interconnecting smart objects with IP**, 1,

James F. Kurose, Keith W. Ross, **Computer Networking: A Top-Down Approach**, 7,

---

## **Recomendaciones**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Ingeniería Web**

Asignatura	Ingeniería Web			
Código	V05M145V01212			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptor	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Santos Gago, Juan Manuel			
Profesorado	Álvarez Sabucedo, Luis Modesto Santos Gago, Juan Manuel			
Correo-e	Juan.Santos@det.uvigo.es			
Web	<a href="http://faitic.uvigo.es">http://faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	<p>La Web, concebida inicialmente como un sistema sencillo para la distribución telemática de información, ha llegado a ser en su conjunto la base de datos más extensa y heterogénea existente en la actualidad. Además, la Web se ha convertido en una importante plataforma de acceso a sofisticados servicios telemáticos en muy diferentes dominios, tales como el comercio, la educación, la administración pública y privada, la salud, el ocio, etc.</p> <p>El objetivo fundamental de esta asignatura es adentrarse en algunas de las principales técnicas y mecanismos que subyacen en el desarrollo de las aplicaciones Web, es decir, de las aplicaciones software que ofrecen servicios a sus usuarios accesibles a través de un navegador Web. No es objeto de esta asignatura profundizar en las tecnologías para la construcción de páginas Web dinámicas (se supone que el alumno tiene conocimientos previos de estos aspectos), sino el analizar las técnicas y adquirir las competencias necesarias para, por un lado, ser capaz de localizar y hacer uso del "conocimiento" implícito existente en la Web y, por otro lado, ser capaz de diseñar y desarrollar servicios de forma acorde a los modelos de distribución de software que predominan en la Web.</p> <p>La asignatura se impartirá en castellano o en gallego, aunque el material docente (transparencias, documentación bibliográfica, etc.) estará disponible predominantemente en inglés.</p>			

**Competencias**

Código	
CB1	CB1 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CB2	CB2 Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.
CB3	CB3 Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG5	CG5 Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.
CG6	CG6 Capacidad para la dirección general, dirección técnica y dirección de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE6	CE6 Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
CE8	CE8 Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------

Conocer la evolución de la Web y comprender las tecnologías en uso actualmente	CB5 CG8 CE8
Conocer y saber usar técnicas para la búsqueda avanzada tanto de documentos Web como otros recursos accesibles a través de la Web	CB1 CB2 CB4 CB5 CG8 CE8
Conocer y saber utilizar los mecanismos para representar y gestionar conocimiento en la Web	CB1 CB2 CB3 CB5 CE8
Saber plantear, analizar y diseñar aplicaciones Web de carácter innovador utilizando los modelos y patrones que predominan en la Web	CB2 CB4 CG5 CG6 CG8 CE6 CE8

## Contenidos

Tema	
La Web	Evolución histórica y estado actual Tecnologías subyacentes
Los contenidos de este tema están relacionados con la consecución de la competencia CE8	
Búsqueda de información en la Web	Algoritmos basados en técnicas de Information Retrieval Algoritmos basados en análisis de enlaces Tratamiento de grandes volúmenes de datos
Los contenidos de este tema están relacionados con la consecución de las competencias CB1, CB2, CB4, CB5 y CE8	
Representación del Conocimiento en la Web	Metadatos e indexación de texto Lógica computacional e inferencia lógica La Web Semántica: el conocimiento en la Web accesible a las máquinas Tecnologías de la Web Semántica Folksonomías y etiquetaje social y colaborativo
Los contenidos de este tema están relacionados con la consecución de las competencias CB1, CB2, CB3, CB4, CB5 y CE8	
Modelos de servicios y componentes software para la Web	Modelos y arquitecturas de referencia Descripción de servicios Web Patrones comunes de desarrollo en la Web
Los contenidos de este tema están relacionados con la consecución de las competencias CB2, CB5, CE6 y CE8	
Casos de estudio	Servicios de Recomendación Web Social Internet de las Cosas Inteligencia Colectiva
Los contenidos de este tema están relacionados con la consecución de las competencias CB2, CB3, CB4, CB5, CG5, CG6, CG8, CE6 y CE8	

## Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	14	5	19
Prácticas en aulas de informática	8	32	40
Aprendizaje basado en proyectos	4	32	36
Examen de preguntas de desarrollo	2	6	8
Informe de prácticas	0	10	10
Proyecto	2	10	12

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

## Metodologías

Descripción



Lección magistral	<p>En la primera hora de clase presencial se describe el marco en el que se encuadra la asignatura y se detallan las actividades concretas a realizar por el alumno para alcanzar los objetivos formativos previstos.</p> <p>En las sesiones posteriores, los conceptos fundamentales que se abordan en la asignatura serán presentados por el docente, haciendo hincapié en los aspectos más complejos y proponiendo ejemplos de aplicación de los mismos.</p> <p>Esta metodología se orienta, principalmente, a la consecución de las competencias CB1, CB5 y CE8.</p>
Prácticas en aulas de informática	<p>El docente planteará una serie de ejercicios orientados a poner en práctica las tecnologías y técnicas tratadas de forma teórica en las clases magistrales. En particular, se contempla la realización en pareja de ejercicios prácticos sobre i) algoritmos de búsqueda de información de carácter general y ii) análisis de fuentes de información disponibles en la Web, principalmente fuentes con información publicada mediante técnicas de Representación del Conocimiento.</p> <p>Esta metodología se orienta, principalmente, a la consecución de las competencias CB3, CB4, CB5 y CE8.</p>
Aprendizaje basado en proyectos	<p>Los alumnos, en grupos de 3 o 4 personas, deberán llevar a cabo un caso de estudio completo, consistente en el planteamiento, diseño, desarrollo y presentación de una aplicación Web que haga uso de las tecnologías y técnicas tratadas en el temario de la asignatura.</p> <p>Esta metodología se orienta, principalmente, a la consecución de las competencias CB2, CB4, CG5, CG6, CG8, CE6 y CE8.</p>

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En las clases magistrales los profesores resolverán dudas y orientarán sobre los contenidos teóricos y prácticos tratados.
Prácticas en aulas de informática	En las sesiones de práctica en el aula se hará un seguimiento cercano del trabajo de los alumnos, atendiendo en el propio aula las cuestiones que puedan surgir. Además, los profesores de la asignatura estarán disponibles durante las horas de tutoría para la resolución de dudas.
Aprendizaje basado en proyectos	En las sesiones presenciales de proyecto se hará un seguimiento cercano del trabajo de los alumnos, atendiendo a las cuestiones que puedan surgir. Además, los profesores de la asignatura estarán disponibles durante las horas de tutoría para la resolución de dudas.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas		
Examen de preguntas de desarrollo	Los alumnos deberán realizar de forma individual y sin material de apoyo una prueba de conocimiento general. Esta prueba consistirá en un examen escrito en el que se plantean cuestiones y ejercicios relativos a los conceptos teóricos tratados en las sesiones magistrales.	35	CB1 CB4 CB5		CE8
Informe de prácticas	Los alumnos entregarán un informe por cada uno de los ejercicios prácticos planteados en la asignatura. El informe describirá cuantitativa y cualitativamente las soluciones adoptadas, justificando su utilización frente a otras alternativas cuando fuese pertinente.	35	CB2 CB3 CB4	CG8	CE8
Proyecto	<p>En una primera fase, los alumnos deberán entregar una propuesta de proyecto innovador que utilice las tecnologías y técnicas tratadas en la asignatura. Esta propuesta será expuesta en clase y analizada y valorada tanto por los compañeros (evaluación por pares) como por el docente siguiendo una determinada rúbrica que será puesta a disposición de los alumnos antes del comienzo del proyecto.</p> <p>En una segunda fase, tras finalizar el desarrollo del proyecto, cada grupo deberá entregar una memoria en la que se documente el diseño de la solución propuesta y los resultados alcanzados. Esta memoria será evaluada por el docente en base a la obtención de los objetivos propuestos inicialmente y a la calidad de solución empleada para alcanzarlos.</p>	30	CB3 CB4	CG5 CG6 CG8	CE6 CE8

### Otros comentarios sobre la Evaluación

En la asignatura se contemplan dos modalidades de evaluación: Evaluación Continua y Evaluación Única. Independientemente de la modalidad elegida, el alumno deberá obtener una calificación mayor o igual a 5 (sobre 10) para superar la asignatura. A continuación se detallan las particularidades de ambas modalidades.

## Evaluación Continua

El alumno deberá realizar 5 pruebas de evaluación divididas en 3 grupos:

- 2 ejercicios prácticos (evaluación práctica). Estas prácticas se hacen en pareja, obteniendo los dos miembros la misma calificación. Cada práctica tiene el mismo peso y su media aritmética se corresponde con la Nota de Práctica (NPráctica)
- 2 pruebas relacionadas con el desarrollo de un proyecto (evaluación proyecto) llevado a cabo por un grupo de 3-4 alumnos. La primera prueba consiste en la presentación de la propuesta de proyecto y tiene un peso relativo de 0,40. La segunda prueba se refiere a la evaluación de la implementación del proyecto, para lo cual se habrán definido "paquetes de trabajo" que serán coordinados individualmente por cada miembro del grupo. Las pruebas se evalúan según una rúbrica predefinida que incluye elementos de evaluación grupal (e.g. nivel de innovación de la propuesta, grado de utilización de técnicas vistas en clase) y elementos de evaluación individual (e.g. calidad de la exposición, logros alcanzados en el "paquete de trabajo" asignado). La media ponderada de estas dos pruebas se corresponde con la Nota de Proyecto (NProyecto)
- 1 examen de carácter teórico (evaluación teoría). La calificación de este examen se corresponde con la Nota de Teoría (NTeoría)

El alumno deberá obtener una nota mínima de 3,5 puntos (sobre 10) en cada uno de los grupos para superar la asignatura. Siempre y cuando se cumpla esta condición, la Nota Final (NF) del alumno será la media aritmética ponderada de las calificaciones obtenidas en cada grupo, atendiendo a la siguiente relación:

$$NF = 0,35 * NTeoría + 0,35 * NPráctica + 0,30 * NProyecto$$

En caso de que el alumno no haya alcanzado una calificación de 3,5 en alguno de los grupos, la Nota Final será el mínimo entre 4 y el valor obtenido según la relación anterior.

Además, deben tenerse en cuenta las siguientes normas:

- Un alumno que no entregue el informe de la primera práctica se considerará que ha optado por la modalidad de Evaluación Única. Por el contrario, si entrega dicho informe se considerará que ha optado por la modalidad de Evaluación Continua (con lo cual ya no podrá figurar en actas como "No Presentado"). Al finalizar la primera práctica, el alumno habrá optado por una de las modalidades de evaluación, no pudiendo posteriormente cambiarla.
- Las pruebas de evaluación continua no son recuperables. Es decir, si un alumno no se presenta a alguna de ellas en la fecha preestablecida, el docente no tiene la obligación de repetírsela.

## Evaluación Única

El alumno que opte por la Evaluación Única deberá entregar el software y la memoria documental de un proyecto cuya funcionalidad, alcance y formatos serán previamente acordados con el docente (al menos con un mes de antelación a la fecha de entrega). Además, el alumno deberá realizar un examen escrito en el que se incluyen tanto preguntas de carácter teórico como problemas y ejercicios. La fecha de realización del examen, y de entrega del proyecto, será fijada en Junta de Escuela y comunicada oficialmente a través de los cauces pertinentes.

La Nota Final en esta modalidad será la media armónica de las calificaciones obtenidas en el examen y en el proyecto.

## Segunda oportunidad

El alumno que no supere la asignatura durante el cuatrimestre tendrá una segunda oportunidad en Junio/Julio. El método de evaluación en la segunda oportunidad se regirá por un procedimiento similar al de la Evaluación Única. En este caso, el alumno deberá entregar un proyecto y realizar un examen escrito. La Nota Final será la media armónica. En cualquier caso, si el alumno hubiese alcanzado en la primera oportunidad una nota superior a 4 en el proyecto (ya fuese por evaluación continua o única) no tendría la obligación de presentar un nuevo proyecto, manteniéndosele la nota anterior. En caso de entregar proyecto, la nota considerada sería únicamente la obtenida en la nueva entrega. De modo similar, si el alumno hubiese obtenido en la primera oportunidad una nota superior a 4 en el examen de evaluación única o una nota superior a 4 considerando la media aritmética no ponderada entre NTeoría y NPráctica de la evaluación continua, el alumno podría renunciar a presentarse al examen, en cuyo caso la nota de la parte de teoría sería la ya obtenida previamente (bien la nota del examen de evaluación única o bien la media aritmética no ponderada de NTeoría y NPráctica de la evaluación continua).

Ninguna de las calificaciones obtenidas durante el curso será conservada para cursos posteriores.

---

## Fuentes de información

---

### Bibliografía Básica

---

R. Baeza-Yates, B. Ribeiro-Neto, **Modern Information Retrieval. The concepts and technology behind search**, 2th Edition, Addison Wesley,

---

G. Antoniou, P. Groth, F. van Harmele, R. Hoekstra, **A Semantic Web Primer**, 3th Edition, MIT Press,

---

### Bibliografía Complementaria

---

G. Shroff, **The Intelligent Web: Search, smart algorithms, and big data**, Oxford University Press,

---

W.B. Croft, D. Metzler, T. Strohman, **Search Engines: Information Retrieval in Practice**, Pearson,

---

J. Domingue, D. Fensel, J.A. Hendler, **Handbook of Semantic Web Technologies**, Springer,

---

S. Casteleyn, F. Daniel, P. Dolog, M. Matera, **Engineering Web Applications**, Springer,

---

J. Leskovec, A. Rajaraman, J. Ullman, **Mining of Massive Datasets**, Cambridge University Press,

---

T. Berners-Lee, **The next web**, 2009

---

---

## Recomendaciones

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Circuitos Mixtos Analógicos y Digitales</b>				
Asignatura	Circuitos Mixtos Analógicos y Digitales			
Código	V05M145V01213			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento				
Coordinador/a	Quintáns Graña, Camilo			
Profesorado	Quintáns Graña, Camilo			
Correo-e	quintans@uvigo.es			
Web	http://faiatic.uvigo.es			
Descripción general	La mayoría de los sistemas electrónicos son una mezcla de circuitos analógicos y de circuitos digitales. Por ello, además de estudiarlos por separado, es necesario considerarlos en su conjunto y conocer sus características particulares. Desde un punto de vista de la señal eléctrica, los circuitos mixtos pueden manejar tanto señales digitales con información analógica como señales analógicas con información digital. Combinar el dominio de datos digital con el analógico y el temporal es fundamental para diseñar sistemas complejos. Esta asignatura aproxima al alumno al estudio multidisciplinar de los distintos tipos de circuitos que conforman los sistemas electrónicos.			

### Competencias

Código	
CB1	CB1 Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.
CG4	CG4 Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE11	CE11 Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.
CE14	CE14 Capacidad para desarrollar instrumentación electrónica, así como transductores, actuadores y sensores.

### Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer y comprender las bases de los circuitos mixtos para obtener aplicaciones nuevas que combinen distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas más complejos.	CB1
Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando las bases matemáticas de los sistemas analógicos continuos y de los sistemas discretos.	CG4
Saber combinar distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas complejos que incluyen circuitos analógicos y digitales.	CG8
Conocer las características de los lenguajes de descripción de circuitos electrónicos mixtos analógicos y digitales. Saber modelar sistemas electrónicos mixtos utilizando los lenguajes de descripción hardware.	CE11
Saber combinar distintos métodos y recursos para el diseño de sistemas complejos que incluyen circuitos analógicos y digitales.	CE12
Saber diseñar circuitos de acoplamiento de señales analógicas a procesadores digitales de forma eficiente. Así como señales de salida provenientes de procesadores digitales a sistemas analógicos.	
Saber diseñar moduladores y filtros digitales específicos para el muestreo y reconstrucción de señales.	CE14
Saber utilizar técnicas de modulación para el acondicionamiento de sensores y para la generación de señales para actuadores eléctricos.	

### Contenidos

Tema	
Tema 1: Introducción a los circuitos electrónicos mixtos analógicos y digitales.	Características de los circuitos mixtos. Modelado, simulación y aplicaciones de los circuitos mixtos. Introducción a los lenguajes de descripción hardware para circuitos mixtos analógicos/digitales.

Tema 2: Introducción a la técnicas de acoplamiento directo de señales analógicas a procesadores digitales.	Introducción: Técnicas de acoplamiento en banda-base y mediante modulación. Medida de constantes de tiempo. Modulación PWM. Modulación Sigma-Delta. Modulación de fase. Modulación de frecuencia. Recursos de acoplamiento de señales analógicas en los procesadores digitales.
Tema 3: Técnicas de sobremuestreo para tratamiento digital de señales analógicas.	Técnicas de sobremuestreo. Ganancia de resolución. Modificación del espectro del ruido de cuantificación. Modulador de primer orden. Técnicas de modelado, simulación y test de moduladores sigma-delta.
Tema 4: Circuitos moduladores sigma-delta.	Diseño de moduladores sigma-delta con distintas topologías. Parámetros de funcionamiento. Moduladores paso-bajo y paso-banda.
Tema 5: Introducción a los convertidores A/D multietapa.	Circuitos analógicos convertidores A/D segmentados. Etapas básicas, de sincronización y de alineación. Métodos de test.
Tema 6: Circuitos de filtrado digital para aplicaciones de muestreo y reconstrucción.	Síntesis en VHDL de filtros digitales. Filtros de diezrado. Filtros ecualizadores. Formato de datos. Optimización.
Tema 7: Síntesis digital de señales para excitación de sistemas analógicos.	Métodos de síntesis digital de señales analógicas. Síntesis directa. Filtros IIR. Modelado mediante lenguajes de descripción hardware de sintetizadores digitales de señales analógicas.
Tema 8: Aplicaciones de sistemas electrónicos mixtos a la instrumentación.	Sistemas electrónicos de medida analógico/digitales. Convertidores directos de variables físicas a digital. Convertidores resistencia/digital, capacidad/digital, inductancia/digital.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	0.5	1	1.5
Lección magistral	10.5	21	31.5
Trabajo tutelado	4.5	9	13.5
Resolución de problemas	2	4	6
Prácticas de laboratorio	7.5	15	22.5
Práctica de laboratorio	1	11	12
Trabajo	0.5	1	1.5
Examen de preguntas de desarrollo	1	15	16
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	15	16
Observación sistemática	1	1	2
Informe de prácticas	0.5	2	2.5

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

### Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Actividades encaminadas a tomar contacto y reunir información sobre el alumnado, así como a presentar la materia.
Lección magistral	Exposición por parte del profesor/a de los contenidos sobre la materia objeto de estudio, bases teóricas y/o directrices de un trabajo, ejercicio que el/la estudiante tiene que desarrollar.
Trabajo tutelado	El/la estudiante, de manera individual o en grupo, realiza actividades, que pueden ser: - Trabajos monográficos, búsqueda de información en publicaciones, bases de datos, artículos, libros... sobre un tema en concreto. - Preparación de seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, conferencias etc. - Recensiones sobre artículos científicos de actualidad. - Proyectos (diseñar y desarrollar proyectos).
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas y/o ejercicios relacionados con la materia. El alumno/a debe desarrollar las soluciones correctas mediante la ejercitación de rutinas, y aplicación de fórmulas o algoritmos, la aplicación de procedimientos de transformación de la información disponible y la interpretación de los resultados.
Prácticas de laboratorio	Actividades de aplicación de los conocimientos y situaciones concretas, y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales, relacionadas con la materia objeto de estudio. Se desarrollan en espacios especiales con equipamiento especializado (laboratorios, aulas informáticas etc.).

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre el estudio de los conceptos teóricos y los ejercicios. Las tutorías se harán en el despacho del profesor en el horario que se establezca al principio del curso y que se publicará en la página Web de la asignatura.

Prácticas de laboratorio	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre la preparación de las prácticas de laboratorio. Las tutorías se harán en el despacho del profesor en el horario que se establezca al principio del curso y que se publicará en la página Web de la asignatura.
Trabajo tutelado	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre los trabajos tutelados. Las tutorías se harán en el despacho del profesor en el horario que se establezca al principio del curso y que se publicará en la página Web de la asignatura.
Resolución de problemas	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre la resolución de los problemas. Las tutorías se harán en el despacho del profesor en el horario que se establezca al principio del curso y que se publicará en la página Web de la asignatura.
<b>Pruebas</b>	<b>Descripción</b>
Informe de prácticas	El profesor atenderá personalmente dudas y consultas de los alumnos sobre la preparación del informe de prácticas. Las tutorías se harán en el despacho del profesor en el horario que se establezca al principio del curso y que se publicará en la página Web de la asignatura.

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Práctica de laboratorio	Prácticas de ejecución de tareas reales o simuladas. Son pruebas en las que se evaluará el desempeño del alumnado sobre la base de los conocimientos mostrados, el comportamiento, organización y planificación durante la práctica, reflexión sobre los resultados obtenidos, etc.	20	CG8 CE11 CE12 CE14
Trabajo	Es un texto elaborado sobre un tema y debe redactarse siguiendo unas normas establecidas.	10	CB1 CG4 CG8
Examen de preguntas de desarrollo	Pruebas que incluyen preguntas abiertas sobre un tema. Los alumnos deben desarrollar, relacionar, organizar y presentar los conocimientos que tienen sobre la materia en una respuesta extensa.	20	CG4 CE11 CG8 CE12 CE14
Resolución de problemas y/o ejercicios	Prueba en la que el alumno/a debe solucionar una serie de problemas y/o ejercicios en un tiempo/condiciones establecido/as por el profesor/a. De esta forma, el alumnado debe aplicar los conocimientos adquiridos.	25	CB1 CG4 CE11 CG8 CE12 CE14
Observación sistemática	Percepción atenta, racional, planificada y sistemática para describir y registrar las manifestaciones del comportamiento del alumnado.	10	CG8
Informe de prácticas	Elaboración de un informe por parte del alumno/a en el que se reflejan las características del trabajo llevado a cabo. Los alumnos/as deben describir las tareas y procedimientos desarrollados, mostrar los resultados obtenidos u observaciones realizadas, así como el análisis y tratamiento de datos.	15	CG8 CE11 CE12

### Otros comentarios sobre la Evaluación

#### 1. Primera oportunidad: Evaluación continua

La evaluación continua está formada por las cuatro partes siguientes:

1.- Laboratorio (35%), que se divide en:

Desarrollo de las prácticas: seguimiento (10%) más la prueba práctica (10%).

Informe de las prácticas de laboratorio (15%).

2.- Exámenes de teoría (45%), que se divide de forma orientativa en:

Preguntas de desarrollo (20%).

Problemas (25%).

3.- Trabajo tutelado (10%), en el que se presentarán los resultados en un informe del trabajo de grupo C.

4.- Observación sistemática (10%). Se tendrá en cuenta, además de los aspectos mencionados en la descripción, la participación del alumno en la realización de las actividades propuestas para su trabajo autónomo y la participación en las tutorías.

La nota final, la cual se puntúa sobre un máximo de 10 puntos, es la suma de las notas de cada parte si se cumplen las siguientes condiciones:

1.- Realizar un mínimo del 80% de las prácticas de laboratorio.

2.- Obtener una puntuación mínima del 40% en la evaluación de laboratorio, en los exámenes y en el trabajo tutelado.

Si no se cumple alguno de los requisitos anteriores, la notafinal será la suma de las notas de cada parte, pero limitada a un 40% de lanota máxima (4 puntos). Los alumnos que no alcancen una puntuación mínima del40% en la evaluación de laboratorio, en los exámenes y en el trabajo tutelado enla evaluación continua podrán recuperarlos en las pruebas de la segunda oportunidad manteniendo los porcentajes de la evaluación continua.

Para aprobar, los alumnos deben obtener una puntuación totaligual o superior al 50% de la nota máxima (5 puntos).

La prueba práctica se realizará en una de las últimas sesionesde laboratorio. Las pruebas de preguntas de desarrollo y de problemas se dividirán en dos sesiones repartidas a lo largo del período de docencia de la materia.

## **2. Primera oportunidad: Examen final**

Los alumnos que no opten por la evaluación continua (norealizen, por lo menos, el 80% de las prácticas) podrán presentarse a unexamen final.

El examen final consistirá en una prueba práctica y en unateórica, cada una correspondiente al 50% de la nota total. Para aprobar deberáobtener un mínimo del 40% en cada parte e sumar en total, como mínimo, 5puntos.

Los alumnos de evaluación continua que tengan pendientesuperar el mínimo de alguna parte podrán hacerlo en el examen final. Si no alcanzaronel mínimo en el trabajo tutelado, tendrán de fecha límite para presentar las mejoraspropuestas hasta el examen final.

## **3. Segunda oportunidad**

En la segunda oportunidad la evaluación será como en la del examen finalde la primera oportunidad.

---

### **Fuentes de información**

#### **Bibliografía Básica**

R. Schreier y G.C. Temes, **Understanding Delta-Sigma Data Converters**, IEEE Press, John Wiley & Sons, Inc., 2005

U. Meyer-Base, **Digital Signal Processing with Fiel Programmable Gate Arrays**, 4, Springer, 2014

Charles H. Roth, Lizy Kurian John, **Digital Systems Design using VHDL**, 3, Cengage Learning, 2017

F. Maloberti, **Data Converters**, Springer, 2008

#### **Bibliografía Complementaria**

C. Quintáns, **Simulación de Circuitos Electrónicos con OrCAD 16 DEMO**, 1, Marcombo, 2008

Steven W. Smith, **The Scientist and Engineer's Guide to Digital Signal Processing**, California Technical Publishing, 1997

G.I. Bourdopoulos, et al, **Delta-Sigma modulators : modeling, design and applications**, Imperial College Press, 2003

S. J. Orfanidis, **Introduction to signal Processing**, Prentice Hall International, Inc., 1997

Alfi Moscovici, **High Speed A/D Converters: Understanding Data Converters Through SPICE**, Kluwer Academic Publishers, 2006

Libin Yao, Michel Steyaert and Willy Sansen, **Low-Power Low-Voltage Sigma-Delta Modulators in nanometer CMOS**, Springer, 2006

---

### **Recomendaciones**

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

Acondicionadores de Señal/V05M145V01331

#### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados/V05M145V01203

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

Diseño de Circuitos Electrónicos Analógicos/V05M145V01106

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Codiseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados**

Asignatura	Codiseño Hardware/Software de Sistemas Empotrados			
Código	V05M145V01214			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Poza González, Francisco			
Profesorado	Álvarez Ruiz de Ojeda, Luís Jacobo Poza González, Francisco			
Correo-e	fpoza@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.faitic.uvigo.es">http://www.faitic.uvigo.es</a>			
Descripción general	La documentación de la materia se encuentra en inglés. Las horas presenciales de la asignatura se podrán impartir indistintamente en cualquiera de las tres lenguas de impartición de la asignatura. Los objetivos que se persiguen con esta asignatura son: - Conocer los métodos de codiseño de aplicaciones basadas en microprocesadores empotrados en FPGAs. - Conocer los microprocesadores que se pueden implementar en las FPGAs comerciales. - Manejar las herramientas [software] necesarias para el desarrollo de aplicaciones empotradas mediante FPGAs. - Diseñar periféricos de aplicación específica y su conexión a los buses de los microprocesadores empotrados. - Realizar sistemas digitales de aplicación real con microprocesadores empotrados en FPGAs.			

**Competencias**

Código	
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE11	CE11 Conocimiento de los lenguajes de descripción hardware para circuitos de alta complejidad.
CE12	CE12 Capacidad para utilizar dispositivos lógicos programables, así como para diseñar sistemas electrónicos avanzados, tanto analógicos como digitales. Capacidad para diseñar componentes de comunicaciones como por ejemplo encaminadores, conmutadores, concentradores, emisores y receptores en diferentes bandas.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los métodos de codiseño de aplicaciones basadas en microprocesadores empotrados en FPGAs.	CB5 CE11 CE12
Conocer los microprocesadores que se pueden implementar en las FPGAs comerciales.	CB5 CE11 CE12
Manejar las herramientas software necesarias para el desarrollo de aplicaciones empotradas mediante FPGAs.	CB5 CE11 CE12
Diseñar periféricos de aplicación específica y su conexión a los buses de los microprocesadores empotrados.	CB5 CG1 CG8 CE11 CE12



**Contenidos**

Tema	
TEMA 1 TEORÍA. INTRODUCCIÓN AL DISEÑO DE SISTEMAS EMPOTRADOS. (1 h.)	1.1. Introducción. 1.2. Sistemas en un Circuito Programable (PSOC). 1.3. Codiseño "hardware"/"software". Fases del codiseño. 1.4. Introducción a la familia de circuitos SOC Zynq de Xilinx. 1.5. Herramientas Vivado y SDK de Xilinx para codiseño de sistemas empotrados.
TEMA 2 TEORÍA. MICROPROCESADOR DE LOS SOCs DE LA FAMILIA ZYNQ DE XILINX. (0□5 h.)	2.1. Procesador ARM de la familia de circuitos SOC Zynq (Zynq Processing System (PS) ). 2.2. Periféricos del procesador de la familia de circuitos SOC Zynq 2.3. Reloj, reset y depuración del procesador. 2.4. Interfaz AXI.
TEMA 3 TEORÍA. FPGA DE LOS SOCs DE LA FAMILIA ZYNQ DE XILINX. (0□5 h.)	3.1. Introducción a la serie 7 de FPGAs de Xilinx. 3.1.1. Recursos lógicos. 3.1.2. Recursos de entrada/salida. 3.1.3. Recursos de memoria y de procesado de señal. 3.1.4. Convertidor analógico/digital. 3.1.5. Recursos de reloj.
TEMA 4 TEORÍA. CONEXIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX. (1 h.)	4.1.- Introducción. 4.2.- Interfaz para periféricos básicos. GPIO. 4.3.- Interfaz para periféricos avanzados. IPIF. 4.4.- Interfaz para coprocesadores de usuario.
TEMA 5 TEORÍA. DESARROLLO DE SOFTWARE PARA EL MICROPROCESADOR ARM DE XILINX. (1 h.)	5.1.- Introducción. 5.2.- Estructura de las rutinas de manejo de periféricos. 5.3.- Manejo de interrupciones. 5.4.- Depuración del programa.
TEMA 6 TEORÍA. PARTICIONADO "HARDWARE / SOFTWARE". (1 h.)	6.1.- Introducción. 6.2.- Ejemplos de codiseño "hardware / software". 6.3.- Reparto de funciones entre "hardware y "software".
TEMA 7 TEORÍA. TRABAJO DE ANÁLISIS DE SISTEMAS EMPOTRADOS. (5 h.)	7.1. Diseño de una rutina software para realizar la función asignada. 7.2. Diseño de un periférico hardware (coprocesador) para realizar la función asignada. 7.3. Análisis de prestaciones de la rutina software y del periférico hardware. Comparación de resultados.
TEMA 1 LABORATORIO. ENTORNO VIVADO DE XILINX PARA EL DISEÑO DE SISTEMAS EMPOTRADOS. (1□5 h.)	1.1. Introducción. 1.2. Entorno Vivado de Xilinx. 1.3. Realización de ejemplos básicos de sistemas empotrados. 1.3.1. Adición de periféricos predefinidos ("IP cores"). 1.4. Implementación de los sistemas desarrollados en placas de evaluación de Digilent.
TEMA 2 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS BÁSICOS. (2 h.)	2.1. Introducción. 2.2. Desarrollo de periféricos de usuario básicos. GPIO.
TEMA 3 LABORATORIO. REALIZACIÓN DE CIRCUITOS PERIFÉRICOS AVANZADOS. (1□5 h.)	3.1. Introducción. 3.2. Desarrollo de periféricos de usuario avanzados ("Custom IP").
TEMA 4 LABORATORIO. ENTORNO SDK DE XILINX PARA EL DISEÑO DE SOFTWARE DE SISTEMAS EMPOTRADOS. (1 h.)	4.1. Introducción. 4.2. Entorno "Software Development Kit" (SDK) de Xilinx. 4.3. Realización de ejemplos básicos.
TEMA 5 LABORATORIO. DEPURACIÓN SOFTWARE DE APLICACIONES EMPOTRADAS. (1 h.)	5.1. Introducción. 5.2. Depuración de software en los sistemas empotrados mediante el depurador "GNU debugger" desde SDK.
TEMA 6 LABORATORIO. VERIFICACIÓN HARDWARE DE APLICACIONES EMPOTRADAS. (1□5 h.)	6.1. Introducción. 6.2. Verificación de hardware en los sistemas empotrados mediante el analizador hardware de Vivado.
TEMA 7 LABORATORIO. ANÁLISIS DE PRESTACIONES DE SISTEMAS EMPOTRADOS. (1□5 h.)	7.1. Introducción. 7.2. Analizador de prestaciones ("software profiler").

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	5	10	15
Resolución de problemas	5	20	25
Prácticas de laboratorio	10	10	20
Trabajo tutelado	9	48	57
Presentación	1	7	8

\*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 de los principales contenidos teóricos de la materia con ayuda de medios audiovisuales.  Con esta metodología se desarrollan las competencias CE11 y CE12.
Resolución de problemas	Aprendizaje basada en problemas (ABP): Resolución de problemas de diseño de circuitos sintetizables en VHDL y programas en C propuestos por el profesor.  Con esta metodología se desarrollan las competencias CB5, CG1, CG8, CE11 y CE12.
Prácticas de laboratorio	En estas prácticas se planteará el desarrollo de prácticas guiadas de realización de circuitos y programas.  Con esta metodología se desarrollan las competencias CB5, CG8, CE11 y CE12.
Trabajo tutelado	Enseñanza basada en proyectos de aprendizaje: Se propone a los alumnos la realización de un proyecto de diseño de un sistema empotrado para resolver un problema planteado por el profesor mediante la planificación, diseño y realización de las actividades necesarias.  Con esta metodología se desarrollan las competencias CB5, CG1, CG8, CE11 y CE12.
Presentación	Exposición de los resultados del proyecto realizado.  Con esta metodología se desarrollan las competencias CB5, CE11 y CE12.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	En las clases presenciales se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página de la asignatura.
Prácticas de laboratorio	En las clases presenciales se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página de la asignatura.
Resolución de problemas	En las clases presenciales se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página de la asignatura.
Trabajo tutelado	En las clases presenciales se atenderán las dudas de los alumnos. Además, los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas en el despacho de los profesores de la asignatura en el horario que los profesores establecerán a tal efecto a principio de curso y que se publicará en la página de la asignatura.

<b>Evaluación</b>			
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Resolución de problemas	Aprendizaje basado en problemas. Resolución de ejercicios y problemas teóricos. Se evaluará la correcta aplicación de los conceptos teóricos a los problemas realizados, de acuerdo a los criterios de valoración.	25	CB5 CG1 CE11 CG8 CE12

Prácticas de laboratorio	Se evaluará el correcto funcionamiento de los circuitos y programas realizados en las sesiones de prácticas correspondientes a los temas 1 a 7 de laboratorio de acuerdo a los criterios de valoración. Será necesario enseñar al profesor el correcto funcionamiento de cada uno de los circuitos y programas.	25	CB5	CG8	CE11 CE12
Trabajo tutelado	Aprendizaje basado en proyectos. Trabajo autónomo de diseño de un sistema empotrado. Será necesario entregar los ficheros fuente del trabajo realizado. Se evaluará el funcionamiento del sistema digital realizado y la correcta aplicación de los conceptos teóricos al diseño del sistema digital, de acuerdo a los criterios de valoración.	40	CB5	CG1 CG8	CE11 CE12
Presentación	Será necesario realizar una presentación oral de máximo 15 minutos sobre el trabajo tutelado realizado, según el índice suministrado por el profesor.	10	CB5		CE11 CE12

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La calificación final se expresará de forma numérica entre 0 y 10, según la legislación vigente (Real Decreto 1125/2003 de 5 de Septiembre; BOE 18 de septiembre).

Siguiendo las directrices propias de la titulación se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación única. Los alumnos deben elegir al inicio de la asignatura si desean seguir la evaluación continua o prefieren presentarse a la evaluación única al final del cuatrimestre.

#### EVALUACIÓN CONTINUA EN PRIMERA OPORTUNIDAD

Los alumnos que opten por evaluación continua, pero no aprueben la asignatura mediante esta modalidad, deberán realizar la evaluación única en la segunda oportunidad.

Las distintas tareas deben entregarse en la fecha especificada por el profesor. Si no es así, no serán calificadas para la evaluación continua.

Los alumnos realizarán los ejercicios teóricos, las prácticas de laboratorio y los trabajos de laboratorio preferentemente de forma individual. En caso de realizarlos en grupos de dos alumnos la calificación será la misma para ambos.

Si se sigue la asignatura de forma continua, se puede faltar como máximo a 2 sesiones presenciales. Si se ha faltado a más de 2 sesiones, será obligatorio realizar un trabajo individual adicional o un examen.

##### 1) Prácticas de laboratorio.

Cada práctica se puntuará sobre 10. Luego se ponderará su influencia en la nota total de la asignatura en función del número de horas asignado a cada tema práctico. Es decir, la nota de las prácticas, se obtiene de la forma siguiente:

$$PL = (\text{Nota Tema 1L} + \dots + \text{Nota Tema 7L}) / 7$$

##### 2) Ejercicios teóricos y problemas.

Se evaluará cada uno de los ejercicios y problemas planteados en las sesiones de teoría. Cada ejercicio se puntuará sobre 10. Luego se ponderará su influencia en la nota total de la asignatura en función de la dificultad y de la longitud del ejercicio.

El ejercicio principal consiste en la realización de una rutina software y un periférico hardware para realizar la función asignada a cada alumno y comparar las prestaciones de ambos, en cuanto a tiempo de ejecución y recursos lógicos utilizados. El contenido se corresponde con el tema 7 de teoría. Será necesario enseñar al profesor el funcionamiento de cada uno de los circuitos y programas. Será necesario entregar una memoria breve explicando el trabajo realizado.

La nota total será la suma de las notas de cada uno de los ejercicios:

$$ET = \text{Ejercicio 1} + \dots + \text{Ejercicio N}$$

##### 3) Trabajo tutelado.

Trabajo de diseño de un sistema empotrado. Se evaluará el correcto funcionamiento de los circuitos y programas desarrollados. El trabajo práctico se puntuará sobre 10.

##### 4) Presentación.

Exposición oral del trabajo realizado. La presentación se puntuará sobre 10.

En caso de superar los ejercicios teóricos (ET), las prácticas de laboratorio (PL) y el trabajo autónomo (TA), es decir, que la nota de cada parte  $\geq 5$ , la calificación final (NF) será la suma ponderada de las notas de cada parte de la asignatura:

$$NF = 0,25 * ET + 0,25 * PL + 0,40 * TA + 0,10 * PO$$

En caso de no superar alguna de las tres pruebas (nota de alguna prueba  $< 5$ ), la calificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo} [4,5; (0,25 * ET + 0,25 * PL + 0,40 * TA + 0,10 * PO)]$$

Siendo:

ET = Nota conjunta de los ejercicios y problemas teóricos.

PL = Nota conjunta de las prácticas de laboratorio.

TA = Trabajo Autónomo práctico.

PO = Presentación Oral.

### **EVALUACIÓN ÚNICA EN PRIMERA Y SEGUNDA OPORTUNIDAD**

Los alumnos que opten por la evaluación única en primera oportunidad o no aprueben la asignatura y tengan que presentarse a la evaluación única en segunda oportunidad deberán realizar un examen, que se dividirá en dos partes: una teórica y una práctica.

La parte teórica consistirá en el diseño de un periférico con una determinada funcionalidad que disponga de un interfaz AXI-Lite, que permita su conexión a un Microprocesador. La puntuación será sobre 10 y su ponderación en la nota final será del 40%.

La parte práctica consistirá en el diseño de un sistema empotrado con los periféricos necesarios para realizar una determinada tarea. La puntuación será sobre 10 y su ponderación en la nota final será del 60%.

En caso de superar cada una de las partes, es decir, que la nota de cada parte  $\geq 5$ , la calificación final (NF) será la suma ponderada de ambas notas:

$$NF = 0,40 * ET + 0,60 * EP$$

En caso de no superar alguna de las partes (nota  $< 5$ ), la calificación final (NF) será:

$$NF = \text{mínimo} [4,5; (0,40 * ET + 0,60 * EP)]$$

Siendo:

ET = Nota diseño periférico AXI.

EP = Nota diseño sistema empotrado.

---

#### **Fuentes de información**

##### **Bibliografía Básica**

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., POZA GONZÁLEZ, F., **Diseño de aplicaciones empotradas de 32 bits en FPGAs con Xilinx EDK 10.1 para Microblaze y Power-PC**, Vision Libros,

##### **Bibliografía Complementaria**

ÁLVAREZ RUIZ DE OJEDA, L.J., **Diseño Digital con FPGAs**, Vision Libros,

---

#### **Recomendaciones**

##### **Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente**

Sistemas Electrónicos Digitales Avanzados/V05M145V01203

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados</b>				
Asignatura	Diseño y Fabricación de Circuitos Integrados			
Código	V05M145V01215			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento				
Coordinador/a	Fariña Rodríguez, José			
Profesorado	Cao Paz, Ana María Fariña Rodríguez, José			
Correo-e	jfarina@uvigo.es			
Web				
Descripción general	Los objetivos que se persiguen con esta asignatura son : 1) Conocer y comprender las metodologías de diseño de circuitos electrónicos integrados basados en tecnología CMOS. 2) Conocer las topologías básicas utilizadas en circuitos electrónicos analógicos. 3) Saber analizar y dimensionar los dispositivos que forman las topologías básicas los circuitos analógicos en tecnología CMOS. 4) Conocer y saber utilizar herramientas software de ayuda al diseño de circuitos integrados. 5) Saber especificar un circuito electrónico integrado para su fabricación en tecnología CMOS.			

<b>Competencias</b>	
Código	
CB4	CB4 Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones, y los conocimientos y razones últimas que las sustentan, a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.
CB5	CB5 Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
CG8	CG8 Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.
CE10	CE10 Capacidad para diseñar y fabricar circuitos integrados.

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer las metodologías de diseño de circuitos electrónicos integrados.	CE10
Conocer las topologías básicas utilizadas en circuitos electrónicos analógicos.	CE10
Saber analizar y dimensionar los dispositivos que forman las topologías básicas de circuitos analógicos	CB5 CG8 CE10
Conocer herramientas software de ayuda al diseño de circuitos integrados.	CE10
Saber especificar un circuito electrónico para su fabricación	CB4 CE10

<b>Contenidos</b>	
Tema	
Tema 1: Introducción (1h)	Introducción a la materia. Objetivos y planificación del curso. Conceptos básicos de diseño microelectrónico de circuitos integrados (CI).
Tema 2: Secuencias de fabricación de CIs (1h)	Introducción a la fabricación de CIs. Tecnología planar. Secuencia de fabricación de CIs en tecnología CMOS. Estructura de un transistor MOS. Ejemplo de fabricación: inversor CMOS. Patrón de máscaras (layout). Reglas tecnológicas de diseño. Metodologías y herramientas de ayuda al diseño.
Tema 3. Estructura física de dispositivos básicos y estrategias de trazado (1h)	Especificación de la estructura física de un transistor MOS. Especificación de la estructura física de una resistencia. Especificación de la estructura física de un condensador. Estrategias para la realización de transistores con elevada relación de aspecto. Estrategias para transistores apareados.

Tema 4. Topologías básicas de Amplificador (2h)	Topología en Fuente común. Topología en Drenador común. Topología en Puerta común. Topología Cascode. Amplificador Push_Pull. Ejemplos de diseño físico.
Tema 5. Espejo de corriente (3h)	Fuentes de corriente. Estructura básica de un espejo. Análisis de funcionamiento. Repuesta en frecuencia. Topología Cascode. Ejemplos de diseño físico.
Tema 6. Par diferencial (3h)	Estructura del Par Diferencial. Análisis en continua. Análisis en alterna. Especificaciones y diseño de la estructura física de un amplificador diferencial con topología autopolarizada. Relación de rechazo en modo común. Apareamiento de transistores. Limitaciones de slew rate. Ejemplos de diseño físico.
Tema 7. Amplificador operacional (2h)	Amplificador operacional con dos etapas. Parámetros de diseño. Amplificador de transconductancia (OTA). Ejemplos de diseño físico.
Tema 8. Preparación para la fabricación (2h)	Distribución de plano base. PAD y terminales. Formatos de especificación. Encapsulados.
Práctica 1. Introducción a las herramientas de diseño de circuitos integrados (2h)	Introducción a las herramientas de diseño de circuitos electrónicos analógicos integrados. Ejemplo sobre un espejo de corriente. Simulación eléctrica. Diseño, comprobación (DRC) y extracción del diseño físico.
Práctica 2. Diseño de un par diferencial autopolarizado (2h)	Especificación eléctrica. Caracterización de parámetros de funcionamiento DC. Caracterización de parámetros de funcionamiento AC.
Práctica 3. Diseño de un par diferencial autopolarizado II (2h)	Especificación física. Comprobación de reglas de diseño. Extracción del circuito. Comprobación de funcionamiento.
Práctica 4. Diseño de un circuito amplificador de transconductancia (2h).	Especificación eléctrica. Especificación física. Comprobación de funcionamiento.
Práctica 5. Preparación para fabricación (2h).	Para el circuito obtenido en la práctica 4 realizar los pasos necesarios para crear la información necesaria para enviar a fabricación el circuito.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	13	26	39
Trabajo tutelado	4	28	32
Prácticas de laboratorio	9	22.5	31.5
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	3	4
Resolución de problemas y/o ejercicios	1	3	4
Práctica de laboratorio	1	7	8
Trabajo	1	5.5	6.5

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

### Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Consistirán en una exposición por parte del profesor de aspectos relevantes de la materia, relacionados con contenidos acerca de los cuales el alumno debe haber realizado un trabajo preparatorio previo. El objetivo es fomentar la participación activa de los alumnos, que podrán realizar preguntas o exponer dudas durante la sesión. Para una mejor comprensión de determinados contenidos, se expondrán ejemplos prácticos o se analizarán casos de estudio. En esta metodología se trabaja la competencia CB5 y CE10
Trabajo tutelado	Se establecerán grupos de trabajo que llevarán a cabo el diseño y comprobación de un circuito compuesto por componentes pasivos y dispositivos activos. Se dispondrá de grupos pequeños (C), que permitirán realizar un seguimiento del desarrollo de los proyectos. Se realizará un control de asistencia. Las actividades a desarrollar en los grupos C son: - Debate acerca de posibles soluciones y alternativas de diseño. - Análisis y seguimiento de la solución propuesta para el proyecto. - Memoria con la presentación y el análisis de los resultados obtenidos. - Presentación y debate de resultados En esta metodología se trabaja la competencia CB4, CB5, CG8 y la CE10
Prácticas de laboratorio	Los alumnos se organizarán en grupos de dos personas. Trabajarán con una herramienta de diseño de circuitos integrados, mediante la cual llevarán a cabo la definición de un circuito electrónico tanto a nivel eléctrico como físico, la comprobación del cumplimiento de especificaciones y la preparación del diseño para el envío a fabricación. Se realizará un control de asistencia y aprovechamiento de la sesión. En esta metodología se trabaja la competencia CB5, CG8 y la CE10

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
--------------	-------------

Lección magistral	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos teóricos, sobre las tareas previas a las prácticas de laboratorio, así como los propios contenidos de las prácticas. También resolverá las dudas y consultas de los estudiantes sobre las especificaciones y aspectos teóricos y prácticos relativos del proyecto asignado, así como al contenido y estructura de la memoria justificativa del proyecto. Además, orientará a los alumnos sobre la estructura y contenido de las sesiones de presentación y defensa de los resultados alcanzados en el proyecto. Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo.
Prácticas de laboratorio	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos teóricos, sobre las tareas previas a las prácticas de laboratorio, así como los propios contenidos de las prácticas. También resolverá las dudas y consultas de los estudiantes sobre las especificaciones y aspectos teóricos y prácticos relativos del proyecto asignado, así como al contenido y estructura de la memoria justificativa del proyecto. Además, orientará a los alumnos sobre la estructura y contenido de las sesiones de presentación y defensa de los resultados alcanzados en el proyecto. Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo.
Trabajo tutelado	El profesorado atenderá personalmente dudas y consultas de los estudiantes sobre los contenidos teóricos, sobre las tareas previas a las prácticas de laboratorio, así como los propios contenidos de las prácticas. También resolverá las dudas y consultas de los estudiantes sobre las especificaciones y aspectos teóricos y prácticos relativos del proyecto asignado, así como al contenido y estructura de la memoria justificativa del proyecto. Además, orientará a los alumnos sobre la estructura y contenido de las sesiones de presentación y defensa de los resultados alcanzados en el proyecto. Los estudiantes tendrán ocasión de acudir a tutorías personalizadas o en grupo.

## Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Resolución de problemas y/o ejercicios	<p>Como parte de la evaluación continua, se realizará a mediados de curso una prueba individual escrita, de 60 minutos, durante una de las sesiones magistrales. Esta prueba supondrá un 10% de la calificación final. Su realización marca el límite temporal para que los alumnos opten o no por evaluación continua. Para todos aquellos que la realicen se entenderá que optan por evaluación continua. Los restantes deberán indicar explícitamente su opción, entendiéndose la falta de notificación como renuncia a evaluación continua.</p> <p>En la fecha del examen final se realizará otra prueba individual escrita de este tipo, de 1 hora de duración, obligatoria en su totalidad para alumnos que no opten por evaluación continua. Para alumnos en evaluación continua, la prueba será voluntaria, ya que los contenidos corresponderán a los de la primera prueba realizada. A los alumnos que se presenten voluntariamente se les sustituirá la calificación de la primera prueba por la que obtengan en ésta parte. La nota de este examen supondrá un 10% de la calificación final.</p> <p>Para superar la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en cada una de las partes de la prueba final (o en la prueba intermedia, cuando proceda).</p> <p>En esta prueba se evalúan las competencias CE10 y CB4.</p>	10	CB4 CE10
Resolución de problemas y/o ejercicios	<p>Como parte de la evaluación continua, al finalizar la materia se realizará una prueba individual escrita, de 60 minutos, durante una de las sesiones magistrales. Esta prueba supondrá un 10% de la calificación final.</p> <p>En la fecha del examen final se realizará otra prueba individual escrita de este tipo, de 1 hora de duración, obligatoria en su totalidad para alumnos que no opten por evaluación continua. Para alumnos en evaluación continua, será voluntaria, ya que los contenidos corresponderán a los de la segunda prueba realizada. A los alumnos que se presenten voluntariamente se les sustituirá la calificación de la segunda prueba por la que obtengan en ésta parte. La nota de este examen supondrá un 10% de la calificación final.</p> <p>Para superar la asignatura será necesario obtener al menos una calificación de 4 sobre 10 en cada una de las partes de la prueba final (o en la prueba intermedia, cuando proceda).</p> <p>En esta prueba se evalúan las competencias CE10, CB4 y CG8.</p>	10	CB4 CE10

Práctica de laboratorio	Como parte de la evaluación continua de la asignatura, cada estudiante será evaluado de cada una de las prácticas. En la evaluación se tendrá en cuenta el trabajo de preparación previo a la realización de la práctica, la asistencia, la puntualidad y el aprovechamiento. El trabajo previo tendrá como máximo un peso del 30% de la nota de la práctica. La calificación total de las prácticas se obtendrá como media aritmética de la calificación de cada una de ellas. Para poder realizar la media, es necesario obtener en cada práctica una calificación igual o superior al 30% de la calificación máxima de la práctica. Por razones justificadas puede dejar de hacerse una de las prácticas. La nota correspondiente a dicha práctica será de cero (0.0). Si no se puede aplicar el criterio de la media, la nota de esta parte se calculará multiplicando por 0.42 la nota obtenida con la media ponderada y no será compensable con la nota de teoría. La nota de prácticas no se conserva para sucesivos cursos académicos.	20	CB4 CG8 CE10 CB5
Trabajo	La evaluación del trabajo se realizará a partir de la memoria justificativa y de la presentación pública de resultados. Cada grupo de alumnos deberá entregar una memoria del trabajo que ha llevado a cabo, con indicación expresa de la contribución de cada uno de ellos al conjunto, así como de la metodología que han seguido para el reparto y coordinación de las tareas. La evaluación de los trabajos se basará en los siguientes aspectos: - Análisis de alternativas - Correcta realización y comprobación del diseño - Compactación del diseño - Utilización de las estrategias adecuadas para minimizar los efectos de las imperfecciones del proceso de fabricación y para garantizar una buena coincidencia de las características eléctricas de los conjuntos de componentes o dispositivos que así lo requieran por motivos funcionales. - Información para la fabricación del circuito integrado. - Aspectos formales: claridad y orden, inclusión de figuras y datos adecuados y relevantes, así como de explicaciones pertinentes, concretas y completas. Cada alumno deberá realizar una exposición pública individual de la parte del proyecto que ha llevado a cabo personalmente (incluyendo las tareas de planificación o coordinación si procede). Las presentaciones de los alumnos pertenecientes a cada grupo se llevarán a cabo en la misma sesión, de 1 hora de duración. Cada alumno dispondrá de 5 minutos para su presentación. Al final de las presentaciones, los alumnos se someterán a las preguntas del profesorado y de otros alumnos de la asignatura que voluntariamente asistan a la sesión. La evaluación se basará tanto en el contenido y los aspectos formales de la presentación realizada como en las respuestas a las preguntas planteadas. Se podrá asimismo valorar positivamente a aquellos alumnos que realicen preguntas pertinentes. Dicha valoración se añadiría a la que obtengan de su propia exposición personal. La memoria justificativa deberá entregarse al menos dos días antes de la presentación pública del trabajo. Para superar la asignatura, será necesario que el grupo al que pertenece el alumno obtenga al menos una calificación de 5 sobre 10 en la memoria. Para superar la asignatura, es necesario obtener al menos una calificación de 5 sobre 10 en la presentación pública. En la nota final del proyecto la nota de la memoria tendrá un peso del 70% y la presentación un 30%. En esta prueba se evalúan las competencias CE10, CB4, CB5 y CG8.	60	CB4 CG8 CE10

### Otros comentarios sobre la Evaluación

La evaluación de los alumnos que no opten por evaluación continua será como sigue:

- Un examen final cuya nota será el 50% de la nota de la asignatura. Constará de dos partes: Cuestiones de respuesta corta y resolución de problemas. La parte de cuestiones supondrá el 50% de la nota del examen y la resolución de problemas el 50%. Para poder calcular la nota es necesario obtener al menos el 50% de la nota máxima de cada parte.
- Deberán obligatoriamente realizar un proyecto, entregar el correspondiente informe y realizar la preceptiva presentación pública (en las mismas sesiones y con los mismos criterios que la de los alumnos que opten por evaluación continua). La memoria justificativa deberá entregarse al menos dos días antes de su presentación pública. La nota del proyecto supondrá el 50% de la nota total de la asignatura. La memoria supondrá el 70% de la nota del proyecto y la presentación el 30%. Para poder calcular la nota es necesario sacar en cada parte al menos el 50% de la nota máxima correspondiente. En segunda convocatoria y para todos los alumnos, se considerará superada aquella parte en la que el alumno alcance al menos el 50% de la máxima de dicha parte.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

R. Jacob Baker, **CMOS Circuits desing, Layout and Simulation**, John Wiley & Sons,  
Paul R. Gray, Paul J. Hurst, Stephen H. Lewis, Robert G. Meyer, **Analysis and Design of Analog Integrated Circuits**, John Wiley & Sons,



Behzad Razavi, **Design of Analog CMOS Integrated Circuits**, McGraw Hill,

Stephen A. Campbell, **Fabrication Engineering at the micro-and nanoscale**, Oxford University Press,

**Bibliografía Complementaria**

---

## **Recomendaciones**

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Redes de Ordenadores**

Asignatura	Redes de Ordenadores			
Código	V05M145V01403			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	López Ardao, José Carlos			
Profesorado	López Ardao, José Carlos			
Correo-e	jardao@det.uvigo.es			

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Técnicas de Transmisión y Recepción de Señales**

Asignatura	Técnicas de Transmisión y Recepción de Señales			
Código	V05M145V01404			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	López Valcarce, Roberto			
Profesorado	López Valcarce, Roberto			
Correo-e	valcarce@gts.uvigo.es			

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Servicios de Internet**

Asignatura Servicios de Internet

Código V05M145V01501

Titulación Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c

Lengua Impartición

Departamento

Coordinador/a Gil Solla, Alberto

Profesorado Gil Solla, Alberto

Correo-e alberto.gil@uvigo.es

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----