



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Comunicaciones Ópticas

Asignatura	Comunicaciones Ópticas			
Código	V05M145V01207			
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	5	OP	1	2c
Lengua Impartición	Inglés			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	<a href="http://fatic.uvigo.es">http://fatic.uvigo.es</a>			
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.			

## Competencias

Código	
B1	CG1 Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
B4	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.
B8	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.
C13	CE13 Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

## Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
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.	B4 C13
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.	B4 C13
3. Conocimiento de los formatos básicos de transmisión digital por fibra óptica, y de transmisión analógica en sistemas fibra-radio.	B4 C13
4. Conocimiento de algunos sistemas avanzados de transmisión por fibra: nuevos formatos de modulación, sistemas coherentes, sistemas no lineales y gestión de la dispersión.	B4 B8 C13
5. Conocimientos de las tecnologías específicas de redes ópticas WDM y DWDM, y opciones de diseño de las mismas.	B1 B4 C13
6. Conocimiento de las topologías de redes ópticas de larga distancia, metropolitanas y regionales, y de acceso.	B1 B4 C13

7. Conocimientos de seguridad en transmisión y redes ópticas.	B4 B8 C13
8. Conocimientos de sistemas no guiados IR y visibles.	B4 B8 C13

## Contenidos

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
Sesión magistral	18	54	72
Prácticas de laboratorio	6	6	12
Estudio de casos/análisis de situaciones	2	12	14
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	2	12	14
Pruebas de respuesta corta	1	5	6
Estudio de casos/análisis de situaciones	1	6	7

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

## Metodologías

Descripción
-------------

Sesión 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/análisis de situaciones 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
Sesión 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/análisis de situaciones	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	Resultados de Formación y Aprendizaje
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Prueba final en la que se evaluarán todos los contenidos de la materia.	30	B1 B4 B8 C13
Pruebas de respuesta corta	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 (30%) sobre los contenidos de los cuatro primeros temas.	50	B4 B8 C13
Estudio de casos/análisis de situaciones	Se evalúa el trabajo realizado por el alumno en el estudio de casos planteados en clase.	20	B1 B4 B8 C13

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Se ofrecerá a los alumnos que cursen esta materia dos sistemas de evaluación: evaluación continua y evaluación al final del cuatrimestre.

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 (30%) que se realizará antes de comenzar el tema 5, y (b) la participación del alumno en las actividades realizadas en el estudio de casos (20%) lo cual se evaluará en la séptima semana 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, 8 puntos sobre 20 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 al final del cuatrimestre:

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 el mes de Julio:

Aquellos estudiantes que optaron por un sistema de evaluación continua 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.

El resto de alumnos (esto es, aquellos que optaron por un sistema de evaluación continua y no cumplen los requisitos (a) y (b), y aquellos estudiantes que optaron por realizar un único examen final) 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 alguno de los trabajos/pruebas realizadas en alguna de las evaluaciones arriba indicadas, 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**

No existe ningún libro de texto ajustado a los contenidos de esta materia. La bibliografía que se cita a continuación es solamente recomendada; únicamente el conjunto de los apuntes y otros documentos repartidos en clase constituyen la guía exacta de los contenidos de la asignatura.

Bibliografía adicional:

1. J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, Fundamentos de Comunicaciones Ópticas. Ed. Síntesis, Madrid (2001), 2a Edición. (La Fe de Erratas -parcial- de la Edición puede encontrarse en <http://www.com.uvigo.es/~jfraile/erratas.pdf>)
2. G. P. Agrawal, Fiber-Optic Communication Systems. Wiley-Interscience (2010), 4a Edición.
3. J. Capmany, F. J. Fraile Peláez y J. Martí, Dispositivos de Comunicaciones Ópticas. Ed. Síntesis, Madrid (1999).

4. G. Keiser, Optical Fiber Communications. McGraw-Hill (2014), 5a Edición.

5. J. Capmany y B. Ortega-Tamarit, Redes Ópticas, Ed. Universidad Politécnica de Valencia (2006).

---

## **Recomendaciones**

---

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

---

Electrónica y Fotónica para Comunicaciones/V05M145V01202

---