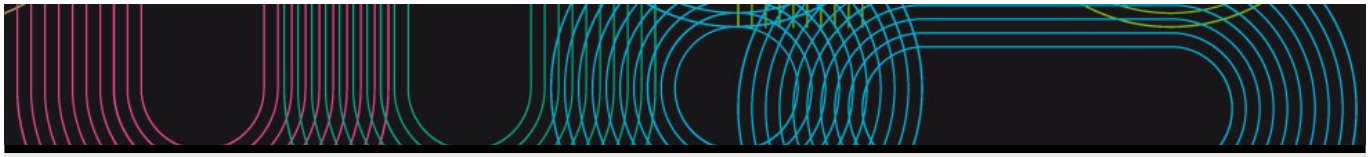

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Infraestructuras ópticas de telecomunicación				
Asignatura	Infraestructuras ópticas de telecomunicación			
Código	V05G300V01614			
Titulacion	Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	3	2c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Curty Alonso, Marcos			
Profesorado	Curty Alonso, Marcos Fraile Peláez, Francisco Javier			
Correo-e	mcurty@com.uvigo.es			
Web	http://faitic.uvigo.es			
Descripción general	Se explican, en primer lugar, los fundamentos físicos de la tecnología de fibra óptica: electromagnetismo en medios dieléctricos dispersivos y/o no lineales, teoría de la recepción óptica y ruido, y teoría de las fuentes y moduladores ópticos. A continuación, se describen los distintos sistemas de transmisión por fibra punto a punto y de redes ópticas, y se introducen los fundamentos técnicos de análisis y diseño de los mismos.			

Competencias de titulación	
Código	
A3	CG3 Conocimiento de materias básicas y tecnologías que capaciten al alumnado para el aprendizaje de nuevos métodos y tecnologías, así como que le dote de una gran versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
A5	CG5 Conocimientos para la realización de mediciones, cálculos, valoraciones, tasaciones, peritaciones, estudios, informes, planificación de tareas y otros trabajos análogos su ámbito específico de la telecomunicación.
A30	CE21/ST1 Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
A34	CE25/ST5 Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

Competencias de materia	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
1. Comprender el origen y razón de ser de los sistemas de transmisión ópticos.	A3
2. Aprender los fundamentos físicos de la transmisión y del procesado óptico, en particular los que más se alejan de las técnicas más clásicas, como son los conceptos de generación y detección fotónica.	A3
3. Conocer la teoría básica de las los dispositivos y subsistemas ópticos como fuentes LED y láser, fotodetectores, moduladores, amplificadores de fibra, y filtros ópticos.	A3 A5
4. Especificar las fibras ópticas y otros componentes optoelectrónicos necesarios para un enlace, conociendo y comprendiendo sus limitaciones tanto por motivos puramente físicos como tecnológicos.	A3 A5 A34
5. Desarrollar modelos de enlaces troncales de fibra óptica y evaluar el impacto en las prestaciones de los mismos de los diferentes subsistemas y formatos de transmisión.	A3 A5 A34
6. Conocer los fundamentos, topologías y tecnologías de conmutación de las redes ópticas, así como de las actuales propuestas de FTTH	A3 A30

Contenidos	
Tema	
1. Introducción a las comunicaciones ópticas	1.1. Razones para la transmisión óptica 1.2. Transmisión digital en fibras multimodo
2. Electromagnetismo en dieléctricos	2.1. Ecuaciones de Maxwell en dieléctricos 2.1. Ecuaciones de onda en dieléctricos 2.3. Índice de refracción y pérdidas 2.4. Dispersión
3. Propagación monocromática en guías planas	3.1. Solución de la ecuación de onda en guías planas 3.2. Modos guiados TE y TM 3.3. Potencia modal 3.4. Parámetros normalizados
4. Propagación monocromática en fibras de salto de índice	4.1. Solución de la ecuación de onda en fibras de salto de índice 4.2. Modos guiados 4.3. Potencia modal 4.4. Fibras de guiado débil 4.5. Pérdidas; ventanas de transmisión
5. Propagación de pulsos en fibras ópticas monomodo	5.1. Distorsión de pulsos en fibras ópticas 5.2. Propagación de pulsos gaussianos en fibras monomodo 5.3. Propagación de señales analógicas en fibras monomodo 5.4. Minimización de la dispersión en fibras monomodo
6. Detección de la radiación luminosa	6.1. Detección de luz en semiconductores 6.2. Fotodiodos p-i-n y APD 6.3. Ruido fotónico 6.4. Eficiencia cuántica, respuesta y potencia equivalente de ruido
7. Fuentes y amplificadores ópticos	7.1. Conceptos básicos de emisión fotónica 7.2. Diodos emisores de luz espontánea (LEDs) 7.3. Láseres de semiconductor (LDs) 7.4. Modulación externa del láser 7.5. Amplificadores ópticos de fibra dopada y semiconductor
8. Sistemas digitales de modulación de intensidad	8.1. Conceptos básicos de transmisión digital por fibra 8.2. Modelo simplificado de receptor digital 8.3. Límite fotónico o cuántico 8.4. Modelo complejo: Interferencia y Ecualización 8.5. Penalizaciones adicionales de ruido
9. Sistemas analógicos de modulación de intensidad	9.1. Características de la transmisión analógica, sistemas SCM 9.2. Relación señal-ruido 9.3. Distorsión 9.4. Planificación de frecuencias 9.5. Consideraciones de diseño
10. Introducción a la WDM y las redes ópticas	10.1. Panorámica 10.2. Sistemas WDM 10.3. Redes de fibra óptica 10.4. Topologías básicas de red 10.5. FTTH
Práctica 1. Medida de la apertura numérica de una fibra multimodo	Cálculo de la apertura numérica de una fibra multimodo
Práctica 2. Modulador acustoóptico	Montaje de un enlace analógico con modulación acustoóptica de un láser de He-Ne
Práctica 3. Amplificador óptico	Caracterización de un amplificador óptico de fibra dopada con erbio
Práctica 4. Fusionador óptico.	Fusionar fibra multimodo de salto de índice.
Práctica 5. Enlace digital con fibra de índice gradual	Caracterización de fuentes LED y láser FP, y atenuación y ruido, en un enlace digital con fibra de índice gradual
Práctica 6. Características espectrales de fuentes ópticas y observación del chirp	Caracterización de varias fuentes ópticas con un analizador de espectros óptico y observación del chirp
Práctica 7. Sistemas WDM	Caracterización de sistemas WDM trabajando a 1310/1550nm

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Actividades introductorias	1	0	1
Sesión magistral	18	27	45
Resolución de problemas y/o ejercicios	0	12	12
Prácticas de laboratorio	12	9	21
Proyectos	6	39	45
Presentaciones/exposiciones	1	3	4
Pruebas de respuesta corta	2	8	10

Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	2	10	12

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

Metodologías

	Descripción
Actividades introductorias	Presentación de la materia: programa, bibliografía, metodología docente y sistema de evaluación
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.
Resolución de problemas y/o ejercicios	Se propondrán problemas y/o ejercicios relacionados con los contenidos expuestos en la clase magistral y los referenciados en la guía de cada tema. Los alumnos resuelven los problemas y/o ejercicios en grupos y deben entregar sus soluciones al profesor en el plazo establecido.
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 1-7 en contenidos de la materia)
Proyectos	El alumno realizará varios pequeños proyectos en grupo en un tiempo determinado en el que resolverá un problema propuesto por el profesor mediante la planificación, diseño y realización de una serie de actividades.
Presentaciones/exposiciones	Exposición por parte del alumnado ante el profesor y un grupo de estudiantes de los resultados de los proyectos realizados.

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. En estas tutorías, se resolverán las dudas que le surjan a los estudiantes sobre: 1. Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y/o incluidos en la guía de cada tema, y se les orientará como abordar su estudio. 2. El desarrollo de las prácticas de laboratorio incluidas en la materia. 3. Los problemas y/o ejercicios propuestos así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la materia. 4. Los contenidos y desarrollo de los diferentes proyectos.
Resolución de problemas y/o ejercicios	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. En estas tutorías, se resolverán las dudas que le surjan a los estudiantes sobre: 1. Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y/o incluidos en la guía de cada tema, y se les orientará como abordar su estudio. 2. El desarrollo de las prácticas de laboratorio incluidas en la materia. 3. Los problemas y/o ejercicios propuestos así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la materia. 4. Los contenidos y desarrollo de los diferentes proyectos.
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. En estas tutorías, se resolverán las dudas que le surjan a los estudiantes sobre: 1. Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y/o incluidos en la guía de cada tema, y se les orientará como abordar su estudio. 2. El desarrollo de las prácticas de laboratorio incluidas en la materia. 3. Los problemas y/o ejercicios propuestos así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la materia. 4. Los contenidos y desarrollo de los diferentes proyectos.
Proyectos	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. En estas tutorías, se resolverán las dudas que le surjan a los estudiantes sobre: 1. Los contenidos impartidos en las sesiones magistrales y/o incluidos en la guía de cada tema, y se les orientará como abordar su estudio. 2. El desarrollo de las prácticas de laboratorio incluidas en la materia. 3. Los problemas y/o ejercicios propuestos así como de otros problemas y/o ejercicios que puedan aparecer a lo largo del estudio de la materia. 4. Los contenidos y desarrollo de los diferentes proyectos.

Evaluación

	Descripción	Calificación

Resolución de problemas y/o ejercicios	El alumno deberá solucionar, aplicando los conocimientos adquiridos, una serie de problemas y/o ejercicios propuestos por el profesor en el tiempo y condiciones establecidas por éste. Con esta metodología se evalúan básicamente todas las competencias específicas de la materia	8
Proyectos	Los alumnos deberán entregar una memoria de cada uno de los proyectos realizados, así como efectuar una exposición de los mismos en el tiempo y condiciones establecidas por el profesor Con esta metodología se evalúan básicamente las competencias A3, A5 y A34	25
Pruebas de respuesta corta	Antes de comenzar las prácticas de laboratorio, el alumno realizará una prueba puntuable (8%) sobre los contenidos de los enunciados de prácticas. Asimismo, al finalizar las prácticas, el alumno realizará una prueba puntuable (20%) sobre los conocimientos adquiridos en estas sesiones Con esta metodología se evalúan básicamente las competencias A3 y A5	27
Pruebas de respuesta larga, de desarrollo	Prueba final en la que se evaluarán todos los contenidos de la materia Con esta metodología se evalúan básicamente todas las competencias específicas de la materia	40

Otros comentarios sobre la Evaluación

Siguiendo las directrices propias de la titulación 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.

Evaluación continua:

La evaluación continua comprende una serie de tareas que se realizan a lo largo del cuatrimestre (60%) y una prueba de respuesta larga (40%) que se realiza el día que corresponda de acuerdo con el calendario de exámenes oficial. Estas tareas comprenden la resolución de problemas y/o ejercicios (8%), la realización de dos pruebas de respuesta corta relacionadas con las prácticas de laboratorio (27%), y la realización de varios proyectos (25%). Se enviarán dos boletines de ejercicios (la sexta y la novena semana del curso) que los alumnos deben resolver en grupos y entregar al profesor, respectivamente, las semanas nueve y doce del curso. Las dos pruebas de respuesta corta sobre las prácticas de laboratorio se efectuarán, respectivamente, las semanas ocho y dieciséis del curso. Los proyectos se presentarán, respectivamente, las semanas doce, catorce y dieciséis del curso. Todas 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 6 de las 7 prácticas de laboratorio hardware; (b) obtener, al menos, 10 puntos sobre 25 en los proyectos; (c) obtener, al menos, 16 puntos sobre 40 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 séptima 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 (60%) y realizar una prueba de respuesta larga (40%). Para poder superar la asignatura, estos alumnos deberán obtener, al menos, 16 puntos sobre 40 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.

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 (2002), 3ª 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 (1991), 2ª Edición.

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Matemáticas: Probabilidad y estadística/V05G300V01204
Transmisión electromagnética/V05G300V01303