



PLAN DOCENTE DE LA ASIGNATURA DEL CAMPUS VIRTUAL COMPARTIDO

"REDES DE TELECOMUNICACIÓN POR FIBRA ÓPTICA", curso 2006/07



**DIRIGIDO POR PROFESORES DE LA
UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA/
NAFARROAKO UNIBERSITATE PUBLIKOA**

Sitio público de la asignatura: <http://cive2006.blogspot.com>

Nota: El plan docente contenido en este documento pretende responder a los postulados metodológicos del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) actualmente en construcción en todos los sistemas universitarios europeos en convergencia. En el nuevo escenario, el/la alumno(a) se hace responsable de su aprendizaje y, bajo el supuesto de dicha responsabilidad, se le ofrece libertad para configurar los contenidos que quiere aprender y con qué intensidad. Asimismo, se hace un esfuerzo especial en cuantificar la dedicación horaria del alumno(a) para que éste/a pueda planificar el resto de actividades formativas de su titulación. La plataforma *e-learning* que se empleará con esta asignatura es WebCT a través del portal del Aulario Virtual de la Universidad Pública de Navarra donde ejercen su labor docente e investigadora los profesores responsables (<http://aulariovirtual.unavarra.es>). Las claves de acceso serán proporcionadas por el Campus Virtual Compartido del G9 tras la formalización de la matrícula en la universidad de origen del alumno. Para otras tareas administrativas del profesor y el/la alumno/a en esta asignatura el portal de referencia será el del G9 (<http://www.uni-g9.net/portal/index.jsp>)

0. Aclaración inicial para el/la alumno(a)

Al comienzo del curso, los profesores responsables de la asignatura ajustan el plan docente completo recogido en este documento al currículum previo del alumno(a) (titulación de procedencia, asignaturas concretas cursadas, etc.). El procedimiento de ajuste seguido consiste en la realización de una serie de encuestas y entrevistas por mail individualizadas entre profesores y alumno(a)s. La descripción del plan docente que recoge este documento hace referencia por tanto a un(a) alumno(a) de segundo ciclo de titulación tecnológica altamente motivado por las Redes de Telecomunicación por Fibra Óptica cuyos intereses incluyan todos los aspectos de la asignatura (tanto prácticos como teóricos) y que dispone del tiempo suficiente para completar todas las actividades propuestas por los profesores diseñadores del curso.

Una vez han concluido estas encuestas y entrevistas, que se realizarán durante la primera semana del segundo cuatrimestre, los profesores y alumno(a)s formalizarán "contratos de aprendizaje" para la acreditación de los conocimientos adquiridos por el/la alumno(a): el/la alumno(a) que decida realizar todas o la mayoría de las actividades formativas de la asignatura (dedicando una media de 8 h/s -horas por semana- o más a esta asignatura) recibirá la calificación final de Matrícula de Honor (10). El resto de contratos se indican a continuación (la dedicación máxima teórica prevista del alumno(a) para esta asignatura es de 187,5 horas):

Tipo de contrato	Calificación final conseguida	Dedicación media en h/s	Dedicación total del alumno(a) en h
Contrato tipo IV	Matrícula de Honor, 10	Más de 10	>150
Contrato tipo III	Sobresaliente, 9	Alrededor de 8,5	130
Contrato tipo IIb	Notable, 8	Alrededor de 7	105
Contrato tipo IIa	Notable, 7	Alrededor de 6	90
Contrato tipo Ib	Aprobado, 6	Entre 4 y 4,5	65
Contrato tipo Ia	Aprobado, 5	Entre 3 y 3,5	50

Durante la negociación entre profesores y alumno(a)s, los/las alumno(a)s acabarán decidiendo qué tipo de contrato quieren seguir en función de la nota final que desean y el interés que las distintas actividades programadas despiertan en ellos. Se decidirá qué se excluye del plan formativo total del alumno(a) hasta ajustar el número de horas al mínimo requerido en cada contrato. En todo caso, son obligatorias todas las actividades de los bloques temáticos I y V descritos en el punto 3 de esta memoria. El resto de la configuración del curso será flexible por parte del alumno(a) aunque razonable a juicio de los profesores. Durante el desarrollo de la asignatura, un(a) alumno(a) podrá cambiar de contrato una sola vez a un contrato de tipo inferior y una sola vez a un contrato de tipo superior. Todos los cambios de contrato suponen un proceso negociado con el profesor que reajusta las actividades del curso que permiten el cambio de contrato (eliminando o añadiendo actividades según el caso).

Al final del curso el/la alumno(a) recibirá la calificación de aprobado o suspenso en el contrato. En el caso de aprobar el contrato, su calificación final será la correspondiente al contrato. En el caso de suspender el contrato, se suspende la asignatura.

Las actividades finalmente cursadas por los/las alumno(a)s en su contrato deben sumar un peso total en aspectos evaluables igual a 100 puntos (o más) de acuerdo con la tabla del punto 4 de esta memoria. Es necesario superar con éxito un peso total de más de 60 puntos entre los criterios de evaluación que finalmente sean evaluados para poder aprobar el contrato de aprendizaje que se sigue y sacar la nota que dicho contrato implica. No hay ningún criterio 'llave' cuya no superación suponga el suspenso del contrato de aprendizaje. Igualmente no existe ningún criterio cuya superación suponga automáticamente el aprobado del contrato de aprendizaje. Los criterios de evaluación serán aclarados con cada alumno(a) individualmente al comienzo del curso.

La idea de un modelo de evaluación basado en contratos para alumno(a)s de currículum previo dispares es la de conseguir que cada alumno(a) pueda confeccionar con responsabilidad su asignatura ajustada a sus intereses y su disponibilidad horaria, al mismo tiempo que el desarrollo de la asignatura es armonizado con el trabajo de otros compañeros de su curso y de los profesores.

1.- Datos de la asignatura

A) DATOS BÁSICOS DE LA ASIGNATURA		
NOMBRE: Redes de Telecomunicación por Fibra Óptica		
CÓDIGO: ----	AÑO DE PLAN DE ESTUDIOS: ----	
TITULACION: Cualquier titulación técnica (preferentemente Informática o Ingenierías)		
TIPO (troncal/obligatoria/optativa) : Libre elección		
Créditos totales (LRU / ECTS): 6 (LRU)/4 (ECTS)	Créditos teóricos (LRU / ECTS): 4 (LRU)/2,5 (ECTS)	Créditos prácticos (LRU / ECTS): 2 (LRU)/1,5 (ECTS)
CURSO: 2005/06	<input type="checkbox"/> ANUAL <input checked="" type="checkbox"/> CUATRIMESTRAL	CICLO: 1º ó 2º
Idioma de impartición: castellano (bibliografía en inglés fundamentalmente)		
DESCRIPTOR BOE (si procede)		
<p>DESCRIPTOR (bloque formativo al que pertenece la materia, papel de la materia en el bloque formativo y en el plan de estudios, interés de la materia para la futura profesión, etc...)</p> <p>Esta asignatura forma parte del bloque formativo de <i>nivel físico de las nuevas tecnologías</i> de los futuros ingenieros e informáticos. Una vez los estudiantes han cursado otras asignaturas más elementales dentro del mismo bloque como Electrónica o Fundamentos Físicos en sus correspondientes planes de estudio, cursan esta asignatura de libre elección para comprender mejor las tendencias dentro del nivel físico y de enlace en redes de alta capacidad usando la fibra óptica. Esta asignatura es por tanto finalista dentro del bloque. Los/las alumno(a)s aprenden en ella la descripción actual del nivel físico y del nivel de enlace de las redes de alta capacidad así como las tendencias futuras. El informático encuentra aquí un complemento valioso a su formación universitaria ya que ésta normalmente trata de forma ligera el nivel físico de las redes. El ingeniero de cualquier especialidad aprende la nomenclatura básica de las redes de fibra y conoce los componentes y la infraestructura de los sistemas de Comunicaciones Ópticas (CCOO).</p>		
PRERREQUISITOS/ORIENTACIONES (normativos o recomendados)		
<p>Para matricularse es obligatorio estar cursando el primer o segundo ciclo de alguna titulación técnica (preferentemente Ingenierías o Informática). Es recomendable haber cursado previamente alguna asignatura de Física y Electrónica de nivel universitario.</p> <p>Los contenidos desarrollados para esta asignatura responden a la actividad docente de los profesores diseñadores de la misma en la titulación de Ingeniería en Telecomunicación</p> <p>http://www.unavarra.es/organiza/etsiit/cas/estudiantes/planes.htm</p> <p>mms://130.206.164.138/documental/itel.wmv</p> <p>del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Pública de Navarra</p> <p>http://www.unavarra.es/organiza/diee/index.htm</p> <p>Muchos contenidos de esta asignatura coinciden con los de Comunicaciones Ópticas en dicha titulación de dicha universidad y en general con los de la asignatura del mismo nombre en los planes de estudio de Ingeniería de Telecomunicación de cualquier universidad española. A los estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación matriculados en esta asignatura, se les remite a los comentarios específicamente destinados a ellos en esta guía.</p>		

PROFESORES		
NOMBRE: Dr. David Benito Pertusa		
CENTRO/DEPARTAMENTO: ETSII y de Telecom. UPNA / Dpto. Ing. Eléctrica y Electrónica		
ÁREA: Tecnología Electrónica		
Nº DESPACHO: -----	E-MAIL: dbenito@unavarra.es	TF: 948 169 259
URL WEB: http://www.unavarra.es/organiza/diee/index.htm		
Horas Tutoría: (se negocia con los/las alumno(a)s a comienzos de cuatrimestre)		
NOMBRE: Dr. Miguel Ángel Gómez Laso		
CENTRO/DEPARTAMENTO: ETSII y de Telecom. UPNA / Dpto. Ing. Eléctrica y Electrónica		
ÁREA: Tecnología Electrónica		
Nº DESPACHO: -----	E-MAIL: mangel.gomez@unavarra.es	TF: 948 169 734
URL WEB: http://www.unavarra.es/organiza/diee/index.htm		
Horas Tutoría: (se negocia con los/las alumno(a)s a comienzos de cuatrimestre)		

2. Objetivos

B) OBJETIVOS	
OBJETIVOS que revelen competencias sobre:	
¿ Qué hay que conocer ? Conocimientos mínimos que necesariamente se han de adquirir	
Genéricas	Específicas
conocer el uso actual de la fibra óptica en los sistemas de telecomunicación así como las previsiones de su uso en el futuro	conocer y saber distinguir entre fenómenos lineales y no lineales en la propagación de la señal de luz por la fibra
conocer cómo se produce la transmisión de señales ópticas en enlaces punto a punto y redes de fibra óptica desde el punto de vista de teoría de la señal	conocer los métodos de fabricación y cableado de fibras ópticas así como los mecanismos de interconexión de fibras
conocer las causas del deterioro de la calidad de la señal en un sistema de CCOO	conocer los distintos tipos de fibra existentes y las ofertas comerciales
conocer las diferentes arquitecturas, topologías y funcionamiento de enlaces y redes ópticas actuales y previstas	conocer los componentes pasivos y activos empleados en los sistemas de comunicaciones ópticas
	conocer los formatos de modulación y multiplexación de señales en sistemas ópticos
	conocer los componentes ópticos avanzados de las futuras redes con conmutación de circuitos ópticos
	conocer los fundamentos físicos de la emisión y detección de fotones en emisores y receptores de luz respectivamente
	conocer y dominar los conceptos implicados en la conversión de la señal entre los dominios eléctrico y óptico realizada por emisores y receptores de luz
	conocer las soluciones en el tramo más próximo al usuario (last-mile) y el papel desempeñado por las CCOO
¿ Qué hay que saber hacer ? Habilidades, destrezas, competencias procedimentales o instrumentales	
Genéricas	Específicas
saber dibujar los diagramas de bloques de sistemas de comunicaciones por fibra óptica en función del tipo de modulación y multiplexación que se emplean para las señales eléctricas y ópticas	saber seleccionar el componente pasivo o activo más adecuado en cada aplicación, empleando la documentación que los fabricantes proporcionan por ejemplo a través de sus páginas <i>web</i> (estudio de alternativas de mercado a través de hojas de características)
saber calcular, desde el punto de vista de la señal transmitida, la influencia sobre la calidad de los distintos bloques de un sistema de comunicaciones por fibra	saber redactar las hojas de características de un dispositivo óptico dado
saber especificar numéricamente los requerimientos que se deben exigir a los distintos componentes de un enlace óptico punto a punto según sean los tipos de modulación y multiplexación empleadas	saber elegir el formato más adecuado de modulación y multiplexación en un sistema de CCOO
saber planificar y diseñar un enlace de fibra óptica, aplicando la metodología correspondiente	saber determinar las medidas necesarias para comprobar y certificar una instalación de fibra óptica
saber manejar un <i>software</i> de simulación de enlaces y redes de fibra óptica	saber ajustar los parámetros escogidos para los componentes de un sistema de CCOO con ayuda de un simulador
¿ Cómo hay que ser/actuar ? Competencias referidas a actitudes y/o valores (deontología) relacionados con la materia y la profesión a la que contribuye la misma	
Genéricas	Específicas
tener conciencia de la tecnología al servicio del bienestar del ciudadano y su derecho al acceso a la información con independencia de cualquier circunstancia social, geográfica, económica, etc.	ser capaz de analizar los retos de los sistemas y las redes de CCOO actuales y las tendencias futuras atendiendo a un juicio técnico independiente de las opiniones interesadas de las empresas
tener conciencia de las CCOO como una solución tecnológica que favorece el proceso de la denominada Sociedad de la Información	saber exponer ante un público especializado el diseño de un sistema de comunicaciones ópticas, defendiendo las soluciones adoptadas con razonamientos técnicos y de mercado
tener conciencia de las implicaciones políticas y socio-económicas vinculadas a las grandes redes de fibra intra o inter-continentales supranacionales.	saber estimar el coste aproximado de las soluciones de sistemas de CCOO que se planteen, buscando siempre un compromiso entre calidad técnica y precio

OBJETIVOS Complementarios

Al tratarse de una materia desarrollada en uno de los primeros Campus Virtuales Compartidos a nivel nacional, se pretende también fomentar el intercambio virtual de estudiantes y profesores entre las universidades del grupo G9. Esto, unido al hecho de la particularidad de la plataforma sobre la que se ofrece, que es uno de los motivos de matrícula de mucho(a)s alumno(a)s, hace que se persiga fomentar el uso de las nuevas tecnologías y el trabajo colaborativo en red, por ejemplo mediante la distribución de contenidos multimedia para exploradores de Internet y la creación de equipos formados siempre por personas de distintas universidades.

3.- Bloques temáticos

BLOQUE TEMÁTICO I. Introducción a las redes de telecomunicación por fibra óptica
<p>Introducción</p> <p>Las redes de telecomunicación actuales se caracterizan por una enorme diversidad de medios de transmisión, técnicas de modulación y multiplexación de las señales, topologías y protocolos. En los núcleos de dichas redes la fibra óptica y los sistemas de comunicaciones por luz son la forma más habitual del transporte de la información. La gran capacidad de transmisión de la fibra excede progresivamente el recinto de dichos núcleos y se extiende hacia la periferia de las redes, acercándose la fibra óptica cada vez más al usuario final. Los sistemas de CCOO por fibra, el estudio de sus componentes, su diseño y las redes de telecomunicación a que dan lugar, son la materia de esta asignatura.</p>
<p>Objetivos</p> <p>Cuando el/la alumno(a) complete este bloque temático conocerá el panorama actual de las redes de telecomunicación: medios de transmisión, topologías, técnicas de modulación y multiplexación, protocolos, etc. Sabrá clasificar las redes de telecomunicación y definir sus características principales atendiendo a los criterios anteriores. En particular, conocerá el papel desempeñado por los sistemas de CCOO y sabrá la evolución de las redes de fibra así como las expectativas de desarrollo futuro. El/la alumno(a) manejará al final de este bloque los conceptos fundamentales de modulación y multiplexación de señales en sistemas de CCOO, sus componentes básicos y los parámetros de calidad de la transmisión que serán estudiados más profundamente en los siguientes bloques temáticos de la asignatura.</p>
<p>Contenidos</p> <p><i>(Tema 1)</i></p> <ol style="list-style-type: none">I.1. Qué son las Comunicaciones ÓpticasI.2. Cuándo utilizar sistemas de CCOOI.3. Tipos y ejemplos de sistemas de CCOOI.4. Diagrama de bloques básico de un sistema de CCOOI.5. Tipos de técnicas de modulación empleadas con las señales en un sistema de CCOOI.6. Técnicas de multiplexación en sistemas de CCOOI.7. Redes ópticas clásicas y evolución histórica de las redes de fibra ópticaI.8. Redes ópticas modernasI.9. Conclusiones
<p>Materiales para el aprendizaje de este bloque temático</p> <p>- Presentación multimedia que desarrolla los contenidos teóricos del bloque temático I</p>
<p>Método de trabajo</p> <p>Al inicio del curso se convocará una tutoría de grupo por chat para la presentación de la asignatura, profesores, alumno(a)s y de este proyecto docente. El/la alumno(a) trabajará individualmente los contenidos de este bloque. Como es importante que todos los conceptos introducidos en este bloque estén claros, al final del bloque se organizará otra tutoría de grupo por chat para resolver simultáneamente todas las dudas. Como es previsible que al menos un(a) alumno(a) pregunte por un concepto dado, la tutoría dará oportunidad al profesor de repasar todos los conceptos básicos que se emplearán en la asignatura.</p>
<p>Actividades</p> <ul style="list-style-type: none">- Tutoría de grupo de presentación de la asignatura, profesores y alumno(a)s.- Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático I.- Tutoría de grupo para resolver las dudas sobre los conceptos definidos en el bloque temático I.

Dificultades principales

Para el/la alumno(a) que no cursa la titulación de Ingeniería de Telecomunicación, puede haber conceptos que le resulte extraños (definición de calidad de la señal, definición de modulación y multiplexación de señales, etc.). Especialmente para detectar estos casos está organizada la segunda tutoría de grupo descrita. Para estos/estas alumno(a)s se proporciona además la referencia a un libro recomendado en el que podrán encontrar definidos con sencillez estos conceptos.

Bibliografía recomendada para este bloque temático

Optical Networks: A Practical Perspective (2ª edición), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001

BLOQUE TEMÁTICO II. El canal de transmisión: la Fibra Óptica

Introducción

La principal característica de los sistemas de CCOO es la utilización de un canal de transmisión totalmente novedoso: la fibra óptica. Ésta es capaz de transmitir señales con longitudes de onda que van desde el visible hasta el infrarrojo cercano. La generación y detección de estas señales requiere emisores y receptores propios que se tratarán en el siguiente bloque temático junto con componentes de fibra específicos empleados para el procesado de la señal. Una vez conocidos los elementos básicos de un sistema óptico estaremos en disposición de abordar el análisis y diseño de estos sistemas en los bloques temáticos posteriores.

Objetivos

Tras estudiar este bloque, el/la alumno(a) será capaz de analizar desde el punto de vista de la teoría de la señal el canal de transmisión de los sistemas de CCOO, es decir, la fibra óptica. Sabrá distinguir entre fenómenos lineales y no lineales en la propagación de la señal. También conocerá las técnicas de fabricación de la fibra óptica, los métodos de cableado y las conexiones de distintos tramos de fibra. Asimismo será capaz de establecer criterios de clasificación de las fibras ópticas y conocerá y sabrá analizar ofertas comerciales de distintos tipos de fibra.

Contenidos

(Tema 2)

II.0. Introducción

II.1. El guiado de la luz en la fibra óptica

II.2. Fenómenos de propagación lineal de señales por la fibra óptica: atenuación y dispersión

II.2.1. Fibra óptica multimodo: ancho de banda de la fibra

II.2.2. Fibra óptica monomodo: tipos

II.3. Fenómenos de propagación no lineal de señales por fibra óptica: auto-modulación de fase (SPM), modulación de fase cruzada (XPM), mezclado de cuatro ondas (FWM), *scattering* estimulado de Brillouin (SBS) y de Raman (SRS)

II.4. Aspectos comerciales y tecnológicos de la fibra óptica: métodos de fabricación y cableado, conexiones y ofertas comerciales

II.5. Conclusiones

Materiales para el aprendizaje de este bloque temático

- Presentación multimedia que desarrolla los contenidos teóricos de este bloque
- *Links* a las páginas *web* de los fabricantes de fibra óptica
- Hojas de características de distintos tipos de fibra óptica
- Ejercicios guiados para la simulación de la propagación de pulsos en la fibra óptica utilizando el *software OptSim*
- Ejercicios resueltos sobre el cálculo analítico de la propagación de pulsos en la fibra utilizando la teoría de la señal
- Módulo de apoyo: conceptos de la teoría de la señal

Método de trabajo

Las actividades de este bloque se trabajarán individualmente. Al finalizar el bloque, el/la alumno(a) entregará un trabajo breve al profesor así como la resolución de unos ejercicios guiados de simulación.

Actividades

- Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático II
- Estudio de los ejercicios resueltos de propagación de pulsos en la fibra utilizando la teoría de la señal y el cálculo analítico
- Búsqueda en Internet de todos los tipos de fibra que ofrece un fabricante en particular escogido por el/la alumno(a) y elaboración de un breve informe sobre sus características
- Resolución de ejercicios guiados de simulación sobre la propagación de pulsos en la fibra óptica utilizando el *software OptSim* y elaboración de una memoria

Dificultades principales

- El/la alumno(a) puede encontrar dificultad en el análisis electromagnético de la fibra como guía. Se recomienda un repaso rápido de la resolución de las ecuaciones de Maxwell en dieléctricos de Física de 1º de las titulaciones técnicas. En el tema no se darán excesivos detalles sobre este análisis y se irá rápidamente a mostrar y explicar los resultados. En todo caso, la comprensión de este análisis electromagnético no es un objetivo principal de esta asignatura sino entender su resultado (modos en la fibra, frecuencia de corte del modo, etc.). Para el/la alumno(a) interesado en profundizar en este análisis, se sugiere la consulta de uno de los libros recomendados para este bloque.

- El/la alumno(a) puede encontrar dificultad en el modelado de la fibra por teoría de la señal. La teoría de la señal puede no ser un conocimiento común a todos los/las alumno(a)s. Se recomienda estudiar o repasar los conceptos fundamentales de la teoría de sistemas lineales utilizando el módulo correspondiente de este bloque temático. Entre la bibliografía recomendada también se sugiere un libro en donde se puede encontrar lo fundamental de teoría de la señal para seguir este bloque.

Bibliografía recomendada para este bloque temático

Optical Networks: A Practical Perspective (2ª edición), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
Fundamentos de Comunicaciones Ópticas (2ª edición), J. Capmany, F.J. Fraile, J. Martí, Síntesis - Ingeniería, 2000.

BLOQUE TEMÁTICO III. Emisor, receptor y componentes en un sistema de CCOO

Introducción

Una vez el canal de transmisión ha sido estudiado en el bloque temático II, es el momento de introducir los emisores y receptores que se utilizan en los sistemas de CCOO. Con ellos y la fibra ya se pueden montar sencillos enlaces ópticos cuyo análisis y diseño serán objeto de bloques temáticos posteriores. Igual que para los sistemas de comunicaciones eléctricas además del medio de transmisión, el emisor y el receptor, son necesarios otros componentes (acopladores, multiplexores, etc.), en los sistemas ópticos existen componentes que en general realizan el procesado de la señal óptica y que también se estudiarán en este bloque.

Objetivos

Al finalizar el trabajo en este bloque, el/la alumno(a) conocerá los fundamentos físicos de la emisión y detección de fotones. Sabrá explicar cómo la fuente de luz convierte la información del dominio eléctrico al dominio óptico y cómo se regresa de nuevo al dominio eléctrico desde el dominio óptico gracias al fotodetector tras haber viajado la señal de luz sobre la fibra. También conocerá otros componentes pasivos y activos que la luz ha podido atravesar en su viaje por la fibra: amplificadores de la señal óptica, acopladores, aisladores, circuladores, atenuadores, filtros y demultiplexores ópticos.

Contenidos

(Tema 3)

III.0. Introducción

III.1. El emisor en un sistema de CCOO

III.1.1. Fundamentos físicos de la emisión óptica

III.1.2. Tipos de emisores: fundamentos físicos del diodo LED y el láser (LD)

III.1.3. Comparación de las características como emisores del sistema de CCOO del diodo LED y el láser

III.1.4. Polarización del emisor y modulación de la señal óptica

III.1.5. Modulación externa del emisor

III.1.6. Circuitos electrónicos en el emisor

III.1.7. Ancho de banda del emisor

(Tema 4)

III.2. El receptor en un sistema de CCOO

III.2.1. Fundamentos físicos de la detección óptica

III.2.2. Tipos de detectores: fundamentos físicos del fotodiodo PIN y el APD

III.2.3. Comparación de las características como detectores del sistema de CCOO del fotodiodo PIN y el APD: ganancia de fotocorriente

III.2.4. Circuitos electrónicos en el receptor

III.2.5. Ancho de banda del receptor

(Tema 5)

III.3. Componentes activos y pasivos en un sistema de CCOO

III.3.1 Componentes activos

III.3.1.1. Amplificador óptico de fibra dopada con Erblio (EDFA)

III.3.1.2. Amplificador óptico de semiconductor (SOA)

III.3.2. Componentes pasivos

III.3.2.1. Acopladores

III.3.2.2. Aisladores y circuladores

III.3.2.3. Atenuadores

III.3.2.4. Filtros y multiplexores

III.4. Conclusiones

Materiales para el aprendizaje de este bloque temático

- Presentación multimedia que desarrolla los contenidos del bloque temático III
- *Links* a las páginas *web* de los fabricantes de fuentes, detectores y componentes activos y pasivos de sistemas de CCOO
- Hojas de características comentadas de fuentes, detectores y componentes de sistemas de CCOO
- Ejercicios guiados para la simulación con el *software OptSim* de la influencia sobre la calidad de la señal eléctrica recibida de fuentes y receptores reales
- Ejercicios guiados para la simulación con el *software OptSim* de las funciones realizadas por componentes activos y pasivos de CCOO

Método de trabajo

Las actividades de este bloque se trabajarán individualmente. Al finalizar el bloque, el/la alumno(a) entregará al profesor un breve informe así como la resolución de unos ejercicios guiados de simulación.

Actividades

- Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático III
- Estudio de la hojas de características comentadas de algunos ejemplos de fuentes, emisores y componentes de sistemas de CCOO
- Elaboración de un breve informe en el que se resuman y comenten los valores de los parámetros fundamentales de un ejemplo de fuente, un emisor, un amplificador óptico y un componente pasivo, escogidos por el/la alumno(a) de entre los ofrecidos por cualquiera de los fabricantes cuyos *links* se suministran
- Resolución de los ejercicios guiados y elaboración de una memoria utilizando el *software OptSim* que resuma las principales conclusiones sobre la influencia de emisor y receptor en la forma temporal y espectral de la señal transmitida entre los extremos eléctricos.
- Resolución de los ejercicios guiados y elaboración de una memoria que describa el funcionamiento de los componentes activos y pasivos estudiados en casos reales de enlaces ópticos.

Dificultades principales

- El/la alumno(a) puede tener cierta dificultad a la hora de comprender los fenómenos de física de semiconductores que acompañan a la generación o detección de la luz. Aunque no es imprescindible para seguir la asignatura, se puede profundizar en el estudio de la emisión y absorción de fotones en semiconductores en uno de los libros que se recomiendan para este bloque
- El/la alumno(a) puede tener cierta dificultad a la hora de comprender los circuitos electrónicos asociados a la fuente o el detector óptico. Aunque no es imprescindible para seguir la asignatura, se recomienda repasar el funcionamiento de las configuraciones más típicas de electrónica analógica de polarización y modulación de diodos y amplificación de trans-impedancia de corriente. Estas configuraciones aparecen descritas con suficiente detalle en el libro que se recomienda

Bibliografía recomendada para este bloque temático

- Optical Networks: A Practical Perspective (2ª edición), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
- Fundamentos de Comunicaciones Ópticas (2ª edición), J. Capmany, F.J. Fraile, J. Martí, Síntesis - Ingeniería, 2000
- Dispositivos de Comunicaciones Ópticas, J. Capmany, Síntesis - Ingeniería, 1999

BLOQUE TEMÁTICO IV. Sistemas básicos y avanzados de CCOO

Introducción

Estudiados el medio de transmisión, el transmisor y receptor ópticos, así como los componentes básicos de un sistema de CCOO, es el momento de abordar el análisis y diseño de dicho sistema. El objetivo central de esta asignatura consiste en saber determinar si determinada configuración de sistema óptico cumple con ciertos criterios de calidad de la transmisión de la información, así como saber proponer modificaciones a dicho sistema en el caso de que los incumpliera. Dicho objetivo se aborda fundamentalmente en este bloque temático. En este bloque temático se considerarán exclusivamente enlaces punto a punto. En realidad, las redes de fibra del siguiente bloque temático pueden descomponerse en un conjunto de enlaces punto a punto interconectados, de modo que cada uno de ellos se analizaría y diseñaría como se estudia aquí.

Objetivos

En este bloque temático el/la alumno(a) comprenderá las técnicas de modulación y multiplexación de las señales eléctricas y ópticas y su utilización en los sistemas actuales. Al finalizar el bloque, el/la alumno(a) sabrá determinar si la calidad de la señal eléctrica recibida es la suficiente, supuestos conocidos los parámetros necesarios del transmisor, el detector, la fibra y otros componentes. Reconocerá cuáles son los factores que degradan dicha calidad y sabrá proponer las características de los equipos necesarios para cumplir los requisitos mínimos de calidad tanto para sistemas con modulación analógica como digital de la señal óptica. Sabrá asimismo ajustar los parámetros calculados analíticamente del modo anterior por medio del simulador *OptSim*.

Contenidos

(Tema 6)

- IV.1. Análisis de la relación señal/ruido en un sistema de CCOO
 - IV.1.1. Definición de relación señal/ruido en un sistema de telecomunicación
 - IV.1.2. Fuentes de ruido asociadas al transmisor
 - IV.1.3. Fuentes de ruido asociadas al receptor
 - IV.1.4. Fuentes de ruido asociadas a la fibra
 - IV.1.5. Fuentes de ruido asociadas a los amplificadores ópticos
 - IV.1.6. Cálculo de la relación señal/ruido (SNR) y la relación señal/ruido óptica (OSNR) en un enlace óptico
- IV.2. Técnicas de modulación de la señal óptica
 - IV.2.1. Sistemas IM-OOK/DD: modulación de intensidad y detección directa
 - IV.2.2. Sistemas con modulaciones angulares y detección coherente
- IV.3. Enlaces punto a punto con modulación digital de la señal óptica OOK/DD
 - IV.3.1. Técnicas digitales de modulación de la señal óptica
 - IV.3.2. Multiplexación en el dominio del tiempo (TDM) de las señales eléctricas digitales modulantes
 - IV.3.3. Códigos empleados con la señal eléctrica digital modulante
 - IV.3.4. Balance de potencia óptica en el enlace
 - IV.3.5. Balance de tiempos de subida: velocidad máxima de transmisión digital
 - IV.3.6. Parámetros de calidad en un sistema óptico digital: diagramas de ojo y probabilidad de error (BER). Curva de sensibilidad del receptor vs. velocidad de transmisión
 - IV.3.7. Consideraciones generales sobre el diseño de enlaces ópticos digitales punto a punto: concepto de penalización en potencia sobre la sensibilidad y factores que suponen fuentes de penalización en potencia
- IV.4. Enlaces punto a punto con modulación analógica de la señal óptica IM/DD
 - IV.4.1. Técnicas analógicas de modulación de la señal óptica
 - IV.4.2. Multiplexación en el dominio de la frecuencia (SCM) de las señales eléctricas analógicas modulantes
 - IV.4.3. Limitación del ancho de banda de modulación en sistemas analógicos: fenómenos asociados a la fuente, al receptor y a la fibra
 - IV.4.4. Distorsión en sistemas analógicos: linealidad de la conversión E/O y O/E y distorsión por la dispersión de la fibra óptica. Planes de sub-portadoras eléctricas
 - IV.4.5. Parámetros de calidad en un sistema óptico analógico: relación portadora/ruido (CNR) y relación entre CNR y SNR
 - IV.4.6. Consideraciones generales sobre el diseño de enlaces ópticos analógicos punto a punto: factores de degradación de la CNR

(Tema 7)

- IV.5. Técnicas de multiplexación de la señal óptica
 - IV.5.1. Multiplexación por división del espacio (SDM)
 - IV.5.2. Multiplexación por división de la longitud de onda (WDM)
 - IV.5.3. Multiplexación en el tiempo de pulsos ópticos (OTDM)
 - IV.5.4. Multiplexación por división en el código (OCDMA)
- IV.6. Sistemas avanzados de CCOO
 - IV.6.1. Sistemas con multiplexación óptica en la longitud de onda (sistemas WDM)
 - IV.6.1.1. Dispersión y atenuación de la fibra en sistemas con varios canales ópticos
 - IV.6.1.2. Planes estandarizados de canales en sistemas ópticos WDM (rejilla ITU)
 - IV.6.1.3. Diafonía entre canales ópticos
 - IV.6.2. El concepto de la conmutación de circuitos ópticos y de la conmutación de paquetes ópticos
- IV.7. Conclusiones

Materiales para el aprendizaje de este bloque temático

- Presentación multimedia que desarrolla los contenidos del bloque temático IV
- Colección de problemas referidos al análisis de la calidad de la señal en enlaces ópticos punto a punto analógicos y digitales
- Ejercicios guiados para la simulación con el *software OptSim* de enlaces ópticos analógicos y digitales
- Colección de ejercicios experimentales resueltos que ilustran diversos fenómenos en enlaces ópticos

Método de trabajo

Los contenidos de este bloque se trabajarán individualmente. Al finalizar el bloque, el/la alumno(a) entregará al profesor la resolución de los problemas planteados en la colección así como la de los ejercicios de simulación

Actividades

- Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático IV con ayuda de los ejercicios experimentales resueltos
- Resolución de los problemas de diseño. Algunos problemas suponen la interpretación de hojas de características de componentes reales o bien la búsqueda en las páginas *web* de los fabricantes de soluciones comerciales a los equipos propuestos en la respuesta al problema
- Resolución de los ejercicios guiados de simulación con *OptSim* de enlaces ópticos analógicos y digitales

Dificultades principales

Este bloque utiliza los conceptos desarrollados en los bloques temáticos anteriores. Con frecuencia el/la alumno(a) encuentra problemas en el bloque temático IV porque no ha estudiado bien los anteriores. Se recomienda no abordar este bloque sin haber realizado todas las actividades de los bloques temáticos I a III.

Bibliografía recomendada para este bloque temático

- Optical Networks: A Practical Perspective (2a Ed), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001
- Fiber-Optic Communications Systems (3a Ed), G.P. Agrawal, Wiley-Interscience, 2002
- Optical Fiber Communications (3a Ed), Gerd Keiser, McGraw-Hill Internacional, 2000
- Problemas de Comunicaciones Ópticas, J. Capmany, D. Pastor, B. Ortega, Salvador Sales, Servicio Publicaciones UPV

BLOQUE TEMÁTICO V. Componentes para redes de fibra WDM con conmutación de circuitos ópticos. Panorámica actual y tendencias de evolución de las redes de telecomunicación por fibra óptica

Introducción

Una vez se conocen los componentes básicos de un enlace punto a punto de CCOO y se sabe cómo diseñarlo, se puede abordar el estudio de las redes ópticas. Las redes ópticas actuales son múltiples enlaces punto a punto que se diseñan como se ha aprendido en el bloque anterior. En este bloque se estudian también los componentes que permitirán en un futuro próximo redes ópticas con conmutación de circuitos ópticos. Por otro lado, la fibra óptica es el medio de transmisión por excelencia de la parte troncal de las redes de telecomunicación pero todavía comparte protagonismo con otros medios en la parte de la red más próxima al usuario final. La situación de las denominadas redes de acceso y las tendencias de evolución son también analizadas viendo para cada solución el papel desempeñado por la tecnología óptica.

Objetivos

Al terminar este bloque temático, el/la alumno(a) conocerá los componentes avanzados de CCOO que permitirán la nueva generación de redes ópticas WDM con conmutación de circuitos ópticos. Asimismo conocerá el presente de las redes de transporte en las que todo el procesado y enrutamiento de la información se produce en el dominio eléctrico (múltiples enlaces punto a punto). Comprenderá las distintas soluciones existentes en la actualidad para la última milla (*last mile*) de las redes de telecomunicación y conocerá el papel desempeñado por las CCOO en cada una de ellas. Finalmente, será capaz de justificar una opinión propia sobre el futuro de las redes de acceso y de transporte troncal teniendo en cuenta también criterios económicos y de mercado.

Contenidos

(Tema 8)

- V.1. Componentes para redes de fibra óptica WDM con conmutación de circuitos ópticos
 - V.1.1. Conmutadores
 - V.1.2. Optical Add and Drop Multiplexer (OADM)
 - V.1.3. Optical Cross-connect (OXC)
 - V.1.4. Conversores en longitud de onda

(Tema 9)

- V.2. Panorámica actual y tendencias de evolución de las redes de telecomunicación por fibra óptica
 - V.2.1. Las redes de telecomunicación en la actualidad: criterios de clasificación de redes y topologías de redes. Protocolos empleados. Tipo de señales (digitales o analógicas). Medios de transmisión.
 - V.2.2. Análisis de las redes de transporte: redes ópticas SDH/SONET
 - V.2.2.1. El presente de las redes de transporte: enrutado en el dominio eléctrico (ADM y DXC)
 - V.2.2.2. El futuro de las redes de transporte: enrutado dinámico en longitud de onda (OADM y OXC) con conversión en longitud de onda. Técnicas avanzadas de conmutación de paquetes ópticos (OPS)
 - V.2.3. Análisis de las redes de acceso
 - V.2.3.1. Acceso cableado: xDSL, redes ópticas pasivas (PON) y redes híbridas fibra-coaxial (HFC). Clasificación según la cercanía de la fibra al usuario final: fibra hasta el hogar, edificio,... (FFTH, FTTB,...)
 - V.2.3.2. Acceso no cableado: acceso por satélite, redes móviles y redes híbridas fibra-radio (HFR)
 - V.2.4. Análisis de las redes de datos: Gigabit-Ethernet sobre cableado estructurado que emplea fibra óptica
- V.3. Conclusiones

Materiales para el aprendizaje de este bloque temático

- Presentación multimedia que desarrolla los contenidos del bloque temático V
- *Links* a descripción de redes ópticas y noticias sobre redes ópticas (actualidad y tendencias)

Método de trabajo

Los/las alumno(a)s trabajarán en grupos para redactar un proyecto final de curso. Se programará una tutoría de grupo por chat al final del bloque y otra al final del curso

Actividades

- Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático V, con apoyo de los *links* suministrados
- Trabajo en grupo para redactar un proyecto final de curso sobre la situación de las redes de acceso en España
- Participación en una tutoría de grupo al final del bloque para orientar el proyecto en redes de acceso
- Participación en una tutoría de grupo al final del curso para comentar las principales conclusiones a las que cada grupo ha llegado en su proyecto

Dificultades principales

En este bloque temático se mezclan la situación actual de las redes de CCOO, la previsible y las opiniones más o menos parciales. Con frecuencia el/la alumno(a) no sabe distinguir si los datos que maneja son presentes o futuros ya que mucha de la información que encuentra en Internet no es clara o está mediatizada por las empresas. La tutoría de grupo al final del bloque da al profesor la oportunidad de un encuentro *online* con los/las alumno(a)s para asegurarse de que todos ellos saben bien dónde está la frontera de lo implementado y la investigación, antes de iniciar el trabajo en el proyecto final de curso.

Bibliografía recomendada para este bloque temático

- Optical Networks: A Practical Perspective (2a Ed), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001

Tabla 1. OBJETIVOS DE CADA BLOQUE TEMÁTICO

	BLOQUE TEMÁTICO I. Introducción	BLOQUE TEMÁTICO II. La Fibra Óptica	BLOQUE TEMÁTICO III. Fuente, receptor y componentes			BLOQUE TEMÁTICO IV. Sistemas de fibra punto a punto		BLOQUE TEMÁTICO V. Redes de fibra	
	Tema 1	Tema 2	Tema 3. Fuente	Tema 4. Receptor	Tema 5. Componentes	Tema 6. Básicos	Tema 7. Avanzados	Tema 8	Tema 9
objetivo 1	adquirir una visión global y unificada de los contenidos de la asignatura	conocer cuáles son los parámetros que caracterizan a una fibra óptica como medio de transmisión	conocer el uso de los semiconductores en la construcción de emisores y detectores de luz	saber explicar el proceso de detección de luz con semiconductores	entender el fundamento de la amplificación óptica y los fenómenos físicos básicos que involucran los amplificadores ópticos actuales	saber clasificar los sistemas de CCOO en función de las técnicas de modulación y mux. de las señales ópticas y eléctricas (SCM, TDM, WDM)	conocer las dificultades propias de los sistemas WDM: influencia de la atenuación y la dispersión de la fibra en un gran ancho de banda	comprender el modo eléctrico en que tiene lugar el enrutamiento en redes ópticas	conocer el papel que las comunicaciones por fibra óptica juegan en las redes de transmisión actuales
objetivo 2	saber explicar cuándo y por qué se recomienda la transmisión de información con técnicas ópticas	entender las ventajas y los inconvenientes de la fibra óptica como guía	saber describir (aunque no en profundidad) los fenómenos de interacción radiación-materia relevantes en la generación y detección de fotones	ser capaz de comparar las prestaciones de los fotodiodos PIN y APD	conocer la importancia de la amplificación óptica en las redes ópticas actuales	saber interpretar los diagramas de ojo, el factor Q y otros parámetros que miden la calidad en sistemas ópticos digitales (banda base)	conocer los sistemas ópticos DWDM y CWDM y la rejilla ITU de canales ópticos	conocer los equipos ópticos que se emplean en las redes de fibra actuales para enrutado óptico	conocer las redes ópticas de transporte: del enrutado eléctrico al enrutado óptico dinámico
objetivo 3	identificar los componentes básicos de un sistema de transmisión por fibra óptica	conocer las ventanas de transmisión de la fibra de sílice y saber cuándo y por qué se utiliza cada una	saber identificar el principio de funcionamiento de las dos fuentes de CCOO estrella: fuentes LED y LD	conocer las variables y los parámetros más relevantes de la conversión óptico-eléctrica	conocer los diferentes tipos de amplificadores ópticos, sabiendo describir su rango de aplicación y sus limitaciones más destacadas	saber qué son y cómo se calculan la relación C/N, S/N, CTO, CSB y otros parámetros que miden la calidad de sistemas analógicos	conocer el concepto de diafonía entre canales ópticos en un sistema WDM	saber distinguir un OADM y un OXC de un ADM y un DCS	conocer el estado de las redes de acceso y el papel de la fibra óptica en ellas
objetivo 4	repassar los conceptos fundamentales de modulación y multiplexación de señales y anticipar su uso en sistemas de CCOO	identificar los factores que influyen en la dispersión de la fibra y conocer cómo afecta la fuente empleada	conocer las condiciones necesarias para la oscilación láser en una fuente LD	comprender el concepto de límite cuántico del receptor ideal	conocer las ventajas e inconvenientes de las diferentes tecnologías empleadas para la fabricación de dispositivos ópticos y distinguir la más adecuada según el objetivo de diseño	dominar en profundidad la metodología empleada en el diseño y planificación de enlaces básicos punto a punto de fibra óptica, tanto analógicos como digitales	conocer los conceptos básicos de otras técnicas de multiplexación óptica: OTDM y OCDMA	conocer qué es un conversor en longitud de onda o un conmutador óptico	saber cuáles son las tendencias futuras de las redes ópticas de acceso y transporte y qué demandas suponen para las técnicas disponibles
objetivo 5	repassar los conceptos fundamentales de calidad de la señal en sistemas analógicos y digitales y anticipar su aplicación en sistemas de CCOO	conocer la función de transferencia de la fibra óptica desde el punto de vista de teoría de la señal	comprender el efecto que tienen sobre la transmisión de señal en la fibra óptica las características de las fuentes de semiconductor	conocer las ventajas y desventajas de los distintos tipos de preamplificación eléctrica tras la fotodetección	ser capaz de seleccionar el componente pasivo más adecuado para realizar una determinada función óptica, empleando hojas de fabricantes	conocer las causas del deterioro de la calidad de un sistema óptico y saber proponer formas de evitarlo	conocer los conceptos de conmutación de circuitos ópticos y conmutación de paquetes ópticos	conocer la investigación actual en componentes ópticos para redes	conocer las redes ópticas de datos (Gigabit-Ethernet sobre fibra)

Tabla 1. OBJETIVOS DE CADA BLOQUE TEMÁTICO

	BLOQUE TEMÁTICO I. Introducción	BLOQUE TEMÁTICO II. La Fibra Óptica	BLOQUE TEMÁTICO III. Fuente, receptor y componentes			BLOQUE TEMÁTICO IV. Sistemas de fibra punto a punto		BLOQUE TEMÁTICO V. Redes de fibra	
	Tema 1	Tema 2	Tema 3. Fuente	Tema 4. Receptor	Tema 5. Componentes	Tema 6. Básicos	Tema 7. Avanzados	Tema 8	Tema 9
objetivo 6	saber clasificar las redes de telecomunicación atendiendo al medio de transmisión, la topología, los métodos de multiplexación y modulación, los protocolos, etc.	saber cuáles son los efectos ópticos no lineales que pueden tener lugar en la fibra y saber cómo afectan a la transmisión	saber establecer criterios para la elección de la fuente óptica adecuada para cada tipo de aplicación	conocer los mecanismos que provocan la aparición de ruido en el receptor y saber cuál limita la calidad de la señal según la configuración del sistema	saber redactar los puntos principales de las hojas de especificaciones de un dispositivo óptico activo o pasivo	saber definir los requerimientos exigibles a los distintos componentes según sea el tipo de transmisión, modulación y multiplexación			
objetivo 7	conocer el papel desempeñado por los sistemas ópticos en las redes de telecomunicación actuales	ser capaz de distinguir los distintos tipos de fibras ópticas entre las ofrecidas por los distintos fabricantes y saber elegir la idónea para cada aplicación	señalar en qué casos conviene la modulación externa y qué ventajas y desventajas presenta frente a la directa	dominar en profundidad el concepto de sensibilidad y la curva potencia recibida vs. tasa de error (BER) en un receptor digital	conocer (aunque no en profundidad) el mercado de los componentes ópticos (fabricantes, páginas web,...)	ser capaz de justificar con razonamientos técnicos el diseño de un sistema óptico			
objetivo 8	apuntar las expectativas de desarrollo futuro de las técnicas ópticas dentro de las redes de telecomunicación	saber diferenciar los conectores empleados para las conexiones de fibra y saber cómo se hace y cómo se caracteriza una unión de fibras	conocer (aunque no en profundidad) los circuitos electrónicos asociados a la fuente de luz			ser capaz de ajustar los parámetros de diseño de un enlace óptico por medio del SW OptSim para garantizar cierta calidad en la transmisión			
objetivo 9		saber describir los procesos en la industria de manufactura y cableado de fibra							

Tabla 2. (A) PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL ALUMNO(A)			Nº HORAS	
BLOQUE	ACTIVIDAD	MÉTODO	online	offline
I. Introducción	Tutoría de grupo de presentación de la asignatura, profesores y alumno(a)s	Tutoría de grupo por chat	2.5	
	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático I	Estudio personal	10	
	Tutoría de grupo para resolver las dudas sobre los conceptos definidos en el bloque temático I	Tutoría de grupo por chat	2	
II. La Fibra Óptica	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático II	Estudio personal	15	
	Estudio de los ejercicios resueltos de propagación de pulsos en la fibra utilizando la teoría de la señal y el cálculo analítico	Estudio personal		2
	Búsqueda en Internet de todos los tipos de fibra que ofrece un fabricante en particular escogido por el/la alumno(a) y elaboración de un breve informe sobre sus características	Búsqueda en Internet / Elaboración de informe	2	8
	Resolución de ejercicios guiados de simulación sobre la propagación de pulsos en la fibra utilizando el <i>SW OptSim</i> y elaboración de una memoria	Resolución de problemas usando <i>SW</i> / Elaboración de memoria	4	3
III. Fuente, receptor y componentes	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático III	Estudio personal	15	
	Estudio de la hojas de características comentadas de algunos ejemplos de fuentes, emisores y componentes de sistemas de CCOO	Estudio personal		2
	Elaboración de un breve informe en el que se resuman y comenten los valores de los parámetros fundamentales de un ejemplo de fuente, un emisor, un amplificador óptico y un componente pasivo, escogidos por el/la alumno(a) de entre los ofrecidos por cualquiera de los fabricantes cuyos <i>links</i> se suministran	Búsqueda en Internet / Elaboración de un informe	3	6
	Resolución de los ejercicios guiados utilizando el <i>software OptSim</i> y elaboración de una memoria que resuma las principales conclusiones sobre la influencia de emisor y receptor en la forma temporal y espectral de la señal transmitida entre los extremos eléctricos	Resolución de problemas usando <i>SW</i> / Elaboración de memoria	4	3
	Resolución de los ejercicios guiados utilizando el <i>software OptSim</i> y elaboración de una memoria que describa el funcionamiento de los componentes activos y pasivos estudiados en casos reales de enlaces ópticos	Resolución de problemas usando <i>SW</i> / Elaboración de memoria	4	3
IV. Sistemas de fibra punto a punto	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático IV con ayuda de los ejercicios experimentales resueltos	Estudio personal	25	
	Resolución de los problemas de diseño. Algunos problemas suponen la interpretación de hojas de características de componentes reales o bien la búsqueda en las páginas <i>web</i> de los fabricantes de soluciones comerciales a los equipos propuestos en la respuesta al problema	Resolución de problemas / Búsqueda en Internet	3	14
	Resolución de los ejercicios guiados de simulación con <i>OptSim</i> de enlaces ópticos analógicos y digitales y elaboración de una memoria	Resolución de problemas usando <i>SW</i> / Elaboración de memoria	4	3
V. Redes de fibra	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático V, con apoyo de los <i>links</i> suministrados	Estudio personal	6	
	Trabajo en grupo para redactar un proyecto final de curso sobre la situación de las redes de acceso en España	Trabajo en grupo	7	8
	Participación en una tutoría de grupo al final del bloque para orientar el proyecto en redes de acceso	Tutoría de grupo por chat	2	
	Participación en una tutoría de grupo al final del curso para comentar las conclusiones a las que cada grupo ha llegado en su proyecto	Tutoría de grupo por chat	2	
Examen	Preparación y realización del examen final de la asignatura	Prueba objetiva	17	8
TOTAL DEDICACIÓN			130.5	57

Tabla 2. (B) PLANIFICACIÓN DE ACTIVIDADES DEL PROFESOR				Nº HORAS	
BLOQUE	ACTIVIDAD	MÉTODO	online	offline	
I. Introducción	Tutoría de grupo de presentación de la asignatura, profesores y alumno(a)s	Tutoría de grupo por chat	2.5		
	Tutoría de grupo para resolver las dudas sobre los conceptos definidos en el bloque temático I	Tutoría de grupo por chat	2		
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	Tutoría individual	2		
II. La Fibra Óptica	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático II	Desarrollo material multimedia	2	1	
	Corrección de los breves informes relacionados con la búsqueda en Internet de todos los tipos de fibra que ofrece un fabricante en particular escogido por el/la alumno(a) y sus características	Corrección trabajo alumno(a)	2		
	Corrección de la memoria con los ejercicios de simulación sobre la propagación de pulsos en la fibra utilizando el <i>SW OptSim</i>	Corrección trabajo alumno(a)	4		
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	Tutoría individual	2		
III. Fuente, receptor y componentes	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático III	Desarrollo material multimedia	2	1	
	Corrección de los breves informes en los que el/la alumno(a) resume y comenta los valores de los parámetros fundamentales de un ejemplo de fuente, un emisor, un amplificador óptico y un componente pasivo, escogidos de entre los ofrecidos por cualquiera de los fabricantes cuyos <i>links</i> se suministran	Corrección trabajo alumno(a)	2		
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) resuelve los ejercicios de simulación con los que se pretende enseñar las principales conclusiones sobre la influencia de emisor y receptor en la forma temporal y espectral de la señal transmitida entre los extremos eléctricos	Corrección trabajo alumno(a)	4		
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) resuelve los ejercicios de simulación con los que se pretende enseñar el funcionamiento de los componentes activos y pasivos estudiados en casos reales de enlaces ópticos	Corrección trabajo alumno(a)	4		
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	Tutoría individual	2.5		
IV. Sistemas de fibra punto a punto	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático IV	Desarrollo material multimedia	2	1	
	Corrección de los problemas de diseño	Corrección trabajo alumno(a)	4		
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) estudia, a través de los ejercicios guiados de simulación, los enlaces ópticos analógicos y digitales	Corrección trabajo alumno(a)	4		
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	Tutoría individual	3		
V. Redes de fibra	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático V	Desarrollo material multimedia	2	1	
	Participación en una tutoría de grupo al final del bloque para orientar el proyecto en redes de acceso	Tutoría de grupo por chat	2		
	Participación en una tutoría de grupo al final del curso para comentar las conclusiones a las que cada grupo ha llegado en su proyecto	Tutoría de grupo por chat	2		
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	Tutoría individual	3		
Examen	Preparación del examen final de la asignatura, corrección y puesta de calificaciones	Corrección de exámenes y evaluación final del alumno(a)	3		
TOTAL DEDICACIÓN			56	4	

Tabla 3. (A) SECUENCIA DE LA CARGA DE TRABAJO DEL ALUMNO(A)

BLOQUE	ACTIVIDAD	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	Tot
I. Introducción	Tutoría de grupo de presentación de la asignatura, profesores y alumno(a)s	2.5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2.5
	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático I	5	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10
	Tutoría de grupo para resolver las dudas sobre los conceptos definidos en el bloque temático I	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2
II. La Fibra Óptica	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático II	--	--	7	4	4	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	15
	Estudio de los ejercicios resueltos de propagación de pulsos en la fibra utilizando la teoría de la señal y el cálculo analítico	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2
	Búsqueda en Internet de todos los tipos de fibra que ofrece un fabricante en particular escogido por el/la alumno(a) y elaboración de un breve informe sobre sus características	--	--	4	3	3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	10
	Resolución de ejercicios guiados de simulación sobre la propagación de pulsos en la fibra utilizando el <i>SV OptSim</i> y elaboración de una memoria	--	--	--	2	5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	7
III. Fuente, receptor y componentes	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático III	--	--	--	--	--	7	5	3	--	--	--	--	--	--	--	15
	Estudio de la hojas de características comentadas de algunos ejemplos de fuentes, emisores y componentes de sistemas de CCOO	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	2
	Elaboración de un breve informe en el que se resuman y comenten los valores de los parámetros fundamentales de un ejemplo de fuente, un emisor, un amplificador óptico y un componente pasivo, escogidos por el/la alumno(a) de entre los ofrecidos por cualquiera de los fabricantes cuyos <i>links</i> se suministran	--	--	--	--	--	2	2	5	--	--	--	--	--	--	--	9
	Resolución de los ejercicios guiados utilizando el <i>software OptSim</i> y elaboración de una memoria que resuma las principales conclusiones sobre la influencia de emisor y receptor en la forma temporal y espectral de la señal transmitida entre los extremos eléctricos	--	--	--	--	--	4	3	--	--	--	--	--	--	--	--	7
	Resolución de los ejercicios guiados utilizando el <i>software OptSim</i> y elaboración de una memoria que describa el funcionamiento de los componentes activos y pasivos estudiados en casos reales de enlaces ópticos	--	--	--	--	--	--	2	5	--	--	--	--	--	--	--	7
IV. Sistemas de fibra punto a punto	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático IV con ayuda de los ejercicios experimentales resueltos	--	--	--	--	--	--	--	--	10	7	5	3	--	--	--	25
	Resolución de los problemas de diseño. Algunos problemas suponen la interpretación de hojas de características de componentes reales o bien la búsqueda en las páginas <i>web</i> de los fabricantes de soluciones comerciales a los equipos propuestos en la respuesta al problema	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5	8	4	--	--	17
	Resolución de los ejercicios guiados de simulación con <i>OptSim</i> de enlaces ópticos analógicos y digitales y elaboración de una memoria	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	5	--	--	--	7
V. Redes de fibra	Visualización y estudio de la presentación multimedia del bloque temático V, con apoyo de los <i>links</i> suministrados	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	6	--	--	6
	Trabajo en grupo para redactar un proyecto final de curso sobre la situación de las redes de acceso en España	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	5	5	5	15
	Participación en una tutoría de grupo al final del bloque para orientar el proyecto en redes de acceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	2
	Participación en una tutoría de grupo al final del curso para comentar las conclusiones a las que cada grupo ha llegado en su proyecto	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2
Examen	Preparación y realización del examen final de la asignatura	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	11	10	25
Total horas por semana		7.5	7	11	11	12	13	14	13	10	12	15	12	17	16	17	187.5

Tabla 3. (B) SECUENCIA DE LA CARGA DE TRABAJO DEL PROFESOR

BLOQUE	ACTIVIDAD	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	Tot	
I. Introducción	Tutoría de grupo de presentación de la asignatura, profesores y alumno(a)s	2,5	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2,5	
	Tutoría de grupo para resolver las dudas sobre los conceptos definidos en el bloque temático I	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	--	2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	
II. La Fibra Óptica	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático II	--	--	2	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3	
	Corrección de los breves informes relacionados con la búsqueda en Internet de todos los tipos de fibra que ofrece un fabricante en particular escogido por el/la alumno(a) y sus características	--	--	--	--	--	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	2	
	Corrección de la memoria con los ejercicios de simulación sobre la propagación de pulsos en la fibra utilizando el <i>SW OptSim</i>	--	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	--	--	--	--	4	
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	--	--	--	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	
III. Fuente, receptor y componentes	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático III	--	--	--	--	--	2	1	--	--	--	--	--	--	--	--	3	
	Corrección de los breves informes en los que el/la alumno(a) resume y comenta los valores de los parámetros fundamentales de un ejemplo de fuente, un emisor, un amplificador óptico y un componente pasivo, escogidos de entre los ofrecidos por cualquiera de los fabricantes cuyos <i>links</i> se suministran	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	--	--	--	--	2
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) resuelve los ejercicios de simulación con los que se pretende enseñar las principales conclusiones sobre la influencia de emisor y receptor en la forma temporal y espectral de la señal transmitida entre los extremos eléctricos	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	--	--	4
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) resuelve los ejercicios de simulación con los que se pretende enseñar el funcionamiento de los componentes activos y pasivos estudiados en casos reales de enlaces ópticos	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	--	--	--	--	--	4
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	--	--	--	--	--	--	1	1,5	--	--	--	--	--	--	--	--	2,5
IV. Sistemas de fibra punto a punto	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático IV	--	--	--	--	--	--	--	--	1	2	--	--	--	--	--	3	
	Corrección de los problemas de diseño	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	4	
	Corrección de las memorias en las que el/la alumno(a) estudia, a través de los ejercicios guiados de simulación, los enlaces ópticos analógicos y digitales	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	4	--	--	4	
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	--	--	--	3	
V. Redes de fibra	Gestión y actualización del material multimedia: preparación de nuevos materiales multimedia para la presentación del bloque temático V	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	1	3	
	Participación en una tutoría de grupo al final del bloque para orientar el proyecto en redes de acceso	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	--	--	2	
	Participación en una tutoría de grupo al final del curso para comentar las conclusiones a las que cada grupo ha llegado en su proyecto	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	2	2	
	Respuesta a las dudas de los/las alumno(a)s planteadas a través del correo electrónico	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	1	3	
Examen	Preparación del examen final de la asignatura, corrección y puesta de calificaciones	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	3	3	
Total horas por semana		2,5	4	2	2	1	5	5	3,5	7	5	1	1	11	3	7	60	

4.- Evaluación (por contratos entre profesores y alumno(a)s): aspectos evaluables y pesos

ASPECTO	OBJETIVOS	CRITERIOS	INSTRUMENTO	PESO
Adquisición de conceptos técnicos relacionados con las CCOO	Se trata de medir el grado de asimilación de los conceptos técnicos estudiados en los bloques temáticos de la asignatura	Se valorará la amplitud y profundidad de los conocimientos adquiridos	Prueba objetiva tipo test	33,3 puntos
Aplicación de conceptos teóricos a la resolución de problemas numéricos de diseño de sistemas de CCOO	Se trata de medir la capacidad del alumno(a) para utilizar durante la resolución de problemas numéricos de diseño de sistemas de CCOO los conceptos técnicos estudiados en los bloques temáticos	Se valorará la corrección en la utilización de los contenidos teóricos así como la capacidad de relación entre los mismos que haga el/la alumno(a)	Memoria con la resolución de los problemas de diseño	33,3 puntos
Manejo del SW de simulación de sistemas de CCOO	Se trata de medir el conocimiento adquirido por el/la alumno(a) sobre las capacidades del SW <i>OptSim</i> de simulación de sistemas de CCOO	Se valorará la capacidad de utilizar el SW al servicio de la demostración de los fenómenos y comportamientos teóricos estudiados	Memorias de ejercicios guiados de simulación	33,3 puntos
Lectura y comentario de hojas de características de instrumentos de sistemas de CCOO	Se trata de medir la capacidad del alumno(a) para interpretar los diferentes parámetros de una hoja de características de un instrumento de un sistema de CCOO	Se valorará la capacidad del alumno(a) para reconocer los parámetros fundamentales de cada instrumento de un sistema de CCOO a través de sus hojas de características	Informe elaborado por el/la alumno(a)	33,3 puntos
Búsqueda selectiva de información comercial sobre equipos de CCOO	Se trata de medir la competencia técnica para clasificar críticamente la información	Se valorará la capacidad de comparar equipos de distintos fabricantes indicando las ventajas y desventajas de cada uno	Información recopilada por el estudiante e informes comparativos elaborados por el estudiante	33,3 puntos
Trabajo en grupo	Se trata de medir el grado de implicación del alumno(a) en las actividades de sus compañeros de equipo y su capacidad de colaborar con los mismos para alcanzar unos objetivos comunes	Se valorará la actitud positiva del estudiante a la hora de discutir las ideas aportadas por otros, su grado de implicación en el trabajo y su flexibilidad para adaptarse a la dinámica del grupo	Elaboración en equipo de un Proyecto Final de Curso, participación en tutorías relacionadas con el mismo, examen de pares y observación del profesor	33,3 puntos
Participación activa en las herramientas de comunicación del curso	Se trata de premiar un alto grado de implicación del alumno(a) en el desarrollo de un clima de estudio propicio para todos	Se valorará la capacidad de proponer y participar en temas interesantes de debate en los foros y en las sesiones de chat	Estadísticas de participación del alumno(a) en las herramientas de comunicación del curso	33,3 puntos
Contribución a la mejora de los materiales de los bloques temáticos	Se trata de premiar a los estudiantes que son capaces de proponer ideas interesantes sobre la organización de los contenidos de los bloques temáticos o sobre los contenidos en sí	Se valorará la calidad de las propuestas así como la generación de nuevos materiales	Nuevos materiales desarrollados por el/la alumno(a)	33,3 puntos

5.- Oferta complementaria de trabajos optativos. Estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación

Todos los alumnos, a excepción de los estudiantes de Ingeniería de Telecomunicación, pueden elegir alguno de los siguientes trabajos de forma optativa para poder subir su contrato formativo. Para los Ing. de Telecomunicación, ver comentarios específicos al final de esta sección.

Group 1

Blog: <http://rtfogrupo1.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_1/rtfo_grupo_1.cfm

Commercial offer of optical multiplexers and filters.

As we have studied, optical multiplexers and filters include fiber Bragg gratings, Fabry-Perot filters, thin-film filters, Mach-Zehnder interferometers, arrayed waveguide gratings and acousto-optic tunable filters, among several others. All of them have a wide commercial offer. Keep this blog to inform your colleagues about companies that provide all or some of these components and give optical filter/multiplexer-related news from February to June. In your wikipage, give a brief summary of the working principle for each kind of filter along with an example of commercially available device relating its performance with the theoretical parameters.

Group size: 4 people
Target student: learning itinerary including module III (not available for Ingeniero de Telecomunicación students)
Equivalence: 25h

Group 2

Blog: <http://rtfogrupo2.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_2/rtfo_grupo_2.cfm

Passive Optical Networks (PONs).

Fiber-based services are now available for many businesses in metropolitan areas. When it comes to residential access, however, fiber is yet to reach the home. The two main architectures for broadband access networks are the hybrid fiber coaxial (HFC) architecture and the fiber to the curb (FTTC) architecture, or equivalently, a passive optical network (PON) architecture. Compared to the HFC approach, FTTC has a higher initial cost, but provides bandwidth deeper in the network and may prove to be a better longer-term solution. Although FTTC refers to a simple broadcast TDM star PON architecture, several upgrade options of the PON approach should be considered by this group that provide higher capacities by making a clever use of WDM techniques for instance.

FTTC is more attractive in places where coaxial cable is not already deployed, which is the case in many countries other than the US. FTTC also makes sense for telephone companies who lack a cable infrastructure. Variants of FTTC have been around a long time, but deployment has been slow for several reasons: cost associated with building and deploying a new access network, cost of the optical components for PONs which are only now starting to decline, etc. The HFC approach, on the other hand, is attractive in places where coaxial cable is already deployed to the home such as the US.

This group should discuss the alternatives of passive optical networks and their advantages and disadvantages over hybrid fiber-coaxial networks.

Group size: 4 people
Target student: everyone
Equivalence: 25h

Group 3

Blog: <http://rtfogrupo3.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_3/rtfo_grupo_3.cfm

Long-haul network case study.

Section 13.2.6 of Optical Networks by Ramaswami and Sivarajan (which it's highly probable to be available in your university library) describes a realistic example of designing a North American long-haul backbone network. This has 19 nodes in 19 different US cities across the country and 28 links interconnecting the nodes. Discuss in your group the decisions that had to be made during the design of the transmission layer. Keep a diary of your discussions in this blog and describe carefully in your wiki page this example along with alternative solutions.

Group size: 4 people
Target student: only Ingeniero de Telecomunicación students
Equivalence: 25h

Group 4

Blog: <http://rtfogrupo4.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_4/rtfo_grupo_4.cfm

Architectural choices for next-generation transport networks.

The optical layer has emerged as the main transmission layer for telecommunications backbone networks. The real debate is about what set of technologies to use above the optical layer to deliver services. This in turn decides the set of boxes that will need to be deployed at the network nodes. The choices today include SONET/SDH, IP, and ATM.

One option is to use SONET/SDH layer as the common transmission layer above the optical layer. Other services, including ATM and IP, would be carried over the SONET/SDH layer. However, this scheme has several deficiencies. Another alternative uses ATM as the common link layer (layer 2) with all services riding above the ATM layer. In the third approach, the IP layer resides directly on top of the optical layer. The IP layer classically belongs to layer 3 of the OSI hierarchy but, with the advent of MPLS, the IP layer also includes layer 2 functionality. In this case, IP routers are directly connected to optical layer equipment.

Some other alternatives might be also be suggested elsewhere in the www. Compare all these approaches giving advantages and disadvantages and discuss where and when use each one. Keep your colleagues informed about this issue in this blog and arrive at clear conclusions at your wiki page.

Group size: 4 people
Target student: Informática/Telecomunicación students of all levels
Equivalence: 25h

Group 5

Blog: <http://rtfogrupo5.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_5/rtfo_grupo_5.cfm

Network survivability.

Providing resilience against failures is an important requirement for many high-speed networks. As these networks carry more and more data, the amount of disruption caused by a network-related outage becomes more and more significant. A single outage can disrupt millions of users and result in millions of euros of lost revenue to users and operators of the network.

As part of the service-level agreement between a carrier and its customer leasing a connection, the carrier commits to providing certain availability for the connection. A common requirement is that the connection be available 99.999% of the time. This requirement corresponds to a connection downtime of less than 5 minutes per year.

The only practical way of obtaining 99.999% availability is to make the network survivable, that is, able to continue providing service in the presence of failures. Protection switching is the key technique to ensure survivability. These protection techniques involve providing some redundant capacity within the network and automatically re-routing traffic around the failure using this redundant capacity. A related term is restoration. People usually refer to protection when the traffic is restored in the tens to hundreds of milliseconds, and use the term restoration to schemes where traffic is restored on a slower time scale.

Survivability can be addressed within many layers in the network. Protection can be performed at the physical layer, or layer 1, which includes the SONET/SDH and the optical layers. Protection can also be performed at the link layer, or layer 2, which includes the ATM layer and the MPLS layer that is part of IP networks. Finally, protection can also be performed at the network layer, or layer 3, such as the IP layer. I want you to remain focussed primarily on layer 1 restoration.

Find information on optical layer protection schemes and inform your colleagues about them. Summarise your conclusions in your wiki page. You should include concepts like 1+1 OMS protection, 1:1 OMS protection, OMS-DPRing, etc.

Group size: 4 people
Target student: Informática/Telecomunicación students of all levels
Equivalence: 25h

Group 6

Blog: <http://rtfogrupo6.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_6/rtfo_grupo_6.cfm

Metro-ring case study.

Section 13.2.9 in Optical Networks by Ramaswami and Sivarajan (very probably available at your own university library) describes an example of upgrading a metro ring. I want this group to discuss the design decisions that had to be made during the upgrading, and propose alternatives. Use this blog as the diary of the discussions in the group and give your conclusions at the wikipage.

Group size: 4 people
Target student: only Ingeniero de Telecomunicación students
Equivalence: 25h

Group 7

Blog: <http://rtfogrupo7.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_7/rtfo_grupo_7.cfm

Optical Virtual Private Networks.

To combat network security weaknesses, more and more enterprises and service providers are turning to virtual private networks (VPN). VPNs establish secure connections between two sub-networks to transmit confidential information across a shared infrastructure. What's more, they are just as secure as dedicated private networks, and can be outsourced to a service provider.

Currently, many enterprises base their VPN infrastructure on low-cost Internet connections. This technique, known as an IP-VPN, is gaining popularity. One special variant is the optical VPN (OVPN), a system that is based on an intelligent optical network.

From February to June, you should maintain a blog on OVPNs, discussing news and commenting commercial offers. You should also summarise your conclusions in the group's wiki page that, along with your blog, will be used for your assessment.

Group size: 3 people
Target student: Informática/Telecomunicación students of all levels
Equivalence: 25h

Group 8

Blog: <http://rtfogrupo8.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_8/rtfo_grupo_8.cfm

Optical Time-Domain Reflectometry.

The Optical Time Domain Reflectometer (OTDR) is one of the most common test and measurement equipments in an optical network. On the other hand, Agilent is one of the leading companies in electronic and optical measurement equipments. Agilent provide the telecom carriers with OTDRs.

You should discuss in your group the OTDR theory and OTDR models from different companies comparing their features. You should make a technical summary of they way OTDRs work and arrive at some conclusions of commercial availability in your final report on your wiki page. Use this blog to keep your colleagues informed on up-to-date OTDR-related news and as a diary of your research.

Group size: 3 people
Target student: everyone
Equivalence: 25h

Group 9

Blog: <http://rtfogrupo9.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_9/rfo_grupo_9.cfm

Hybrid Fiber-Coaxial Networks.

Hybrid Fiber Coaxial (HFC) Networks is one of the access solutions where the optical fiber plays a role. In Spain, cable companies (like ONO) offer telephone, television and data services for the residential end-user and companies over optical fiber rings and coax.

In this blog, you should keep your colleagues informed on the HFC offers (compared to xDSL services for instance) and all news concerning the HFC optical networks in Spain (companies, deployment, networks...). You should also give an overview of the situation of the cable networks in Europe, the US and Asia (Japan, South Korea,...). When and where is a HFC network a good access solution compared to other alternatives? , how does the physical layer of a HFC network look like?,... those are some of the questions you have to answer in your online final report in your wiki page.

Group size: 4 people
Target student: everyone
Equivalence: 25h

Group 10

Blog: <http://rtfogrupo10.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_10/rfo_grupo_10.cfm

Undersea cables.

Tyco Telecommunications or Alcatel, just to name a few, have deployed some of the many submarine optical fiber cables in the world. In Spain, Islalink links Valencia and Palma de Mallorca offering carriers its capacity.

This group should find out how an optical cable is deployed on the seabed and how the optical physical layer of the optical subsea systems looks like. Find your information primarily in the www. You should make your final report with your conclusions available on your wiki webpage and keep your colleagues informed on the topic using this blog.

Group size: 4 people
Target student: everyone
Equivalence: 25h

Group 11

Blog: <http://rtfogrupo11.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_11/rfo_grupo_11.cfm

Optical amplification: Erbium-doped fiber amplifiers, Raman amplifiers and semiconductor optical amplifiers. Commercial offer.

In an optical communication system, the optical signals from the transmitter are attenuated by the optical fiber as they propagate through it. Other optical components, such as multiplexers and couplers, also add some losses. After some distance, the cumulative loss of signal strength may cause the signal to become too weak to be detected. Before this happens, the signal strength must be restored. Prior to the advent of optical amplifiers over the last decade, the only option was to regenerate the signal, that is, receive the signal and retransmit it. A regenerator converts the optical signal to an electrical signal, cleans it up, and converts it back into an optical signal for onward transmission. Optical amplifiers offer several advantages over regenerators: optical amplifiers are insensitive to the bit rate or signal formats. Furthermore, optical amplifiers have fairly large gain bandwidths and, as a consequence, a single amplifier can simultaneously amplify several WDM signals. In contrast, we would need a regenerator for each wavelength.

Amplifiers, however, aren't perfect devices and they introduce additional noise, have non-flat spectral shape, limited output optical power and the amplifier's gain depends on the input signal power causing undesirable transient effects.

Consider the three main types of optical amplifiers that we have studied here: EDFA, Raman amplifier, and SOA. Keep your colleagues informed on the commercial availability of these three types of amplifiers. Summarise briefly in your wiki page their working principle and compare the theoretical parameters with those in a commercially-available model for each kind of amplifier.

Group size: 3 people

Target student: learning itinerary including module III (not available for Ingeniero de Telecomunicación students)

Equivalence: 25h

Group 12

Blog: <http://rtfogrupo12.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_12/rfo_grupo_12.cfm

Fiber dispersion management.

Dispersion management is a very important part of designing optical (monochannel or WDM) transmission systems. We can use several techniques to reduce the impact of chromatic dispersion: 1) using external modulation in conjunction with DFB lasers, 2) using fiber with small chromatic dispersion, and 3) by chromatic dispersion compensation.

The first alternative is commonly used today in high-speed systems. New builds over the past few years have used dispersion shifted fiber (DSF) or nonzero dispersion shifted fiber (NZ-DSF) that has null or a small chromatic dispersion value in the C-band. Dispersion compensation can be employed when external modulation alone is not sufficient to reduce the chromatic dispersion penalty on the installed fiber type. Along with the development of different fiber types, researchers have also developed various methods of compensating for chromatic dispersion. The two most popular methods use dispersion compensating fibers and chirped fiber Bragg gratings.

I'd like this group to remain focussed on the fiber dispersion management issue. Review the most common ways of keeping the accumulated dispersion within tolerable values nowadays. Use this blog as the diary of the activities in the group and give a report on the issue in the wikipage.

Group size: 4 people

Target student: learning itinerary including module II (not available for Ingeniero de Telecomunicación students)

Equivalence: 25h

Group 13

Blog: <http://rtfogrupo13.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_13/rfo_grupo_13.cfm

Modulation and multiplexing of optical carriers and electrical subcarriers.

Consider the (digital/analog) modulation of the optical carrier: intensity modulation/direct detection (IM/DD) is the most common choice but angular modulation/coherent detection schemes are also possible offering some advantages and disadvantages. Multiplexing in the optical domain include: wavelength division multiplexing or WDM, optical time domain multiplexing or OTDM, and optical code-division multiple access or OCDMA.

But before the optical carrier is actually modulated and optical signals are eventually multiplexed, the electrical signal itself may be (digital/analog) modulated using several techniques and different electrical channels may be multiplexed (TDM or SCM) before modulating the optical carrier.

I want this group to clearly distinguish all the modulation and multiplexing formats for both the optical and electrical signals in an optical system and give a description of the working principles for each technique. It is very important for this group to arrive at clear conclusions in their report at the wikipage. This blog should be kept as the diary of the discussions in the group.

Group size: 4 people

Target student: everyone (not available for Ingeniero de Telecomunicación students)

Equivalence: 25h

Group 14

Blog: <http://rtfogrupo14.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rfo_grupo_14/rfo_grupo_14.cfm

WDM network elements: OADM and OXC.

Optical add/drop multiplexers (OADMs) provide a cost-effective means for handling passthrough traffic in both metro and long-haul networks. Several architectures have been proposed for building OADMs and different technologies have been envisaged. Reconfigurability (ROADMs) is a very desirable attribute in an OADM. Reconfigurability refers to the ability to select the desired wavelengths to be dropped and added on the fly, as opposed to having to plan ahead and deploy appropriate equipment. This allows carriers to be flexible when planning their network and allows lightpaths to be set up and taken down dynamically as needed in the network.

OADMs are useful network elements to handle simple network topologies, such as the linear topology or ring topologies, and a relatively modest number of wavelengths. An additional network element is required to handle more complex mesh topologies and large number of wavelengths, particularly at hub locations handling a large amount of traffic. This element is the optical cross-connect (OXC). Once more, different architectures and technologies have been proposed for OXCs.

This group should discuss on OADM and OXC architectures and technologies. Give your main conclusions at the wikipage and keep a diary of the discussions in your group using this blog.

Group size: 4 people
Target student: everyone
Equivalence: 25h

Group 15

Blog: <http://rtfogrupo15.blogspot.com> Wikipage: http://www.seedwiki.com/wiki/rtfo_grupo_15/rtfo_grupo_15.cfm

Optical fiber non-linearities and soliton systems.

Soliton pulses balance the effects of chromatic dispersion and the nonlinear refractive index of the fiber in order to preserve their shapes during propagation. I want this group to study what a soliton pulse is and how this distortionless propagation is possible. As solitons seem to be the solutions to fiber dispersion, many soliton optical systems would be expected to be deployed in the world. Is that the case?

Study the non-linear effects in the optical fiber and solitons. Look for information on commercial soliton optical systems. Give your conclusions at the wikipage and keep this blog as your diary.

Group size: 3 people
Target student: learning itineraries including module II (not available for Ingeniero de Telecomunicación students)
Equivalence: 25h

ATENCIÓN ALUMNOS DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN

Los estudiantes de Ing. de Telecomunicación encontrarán coincidencia de materia entre esta asignatura y la troncal de Comunicaciones Ópticas de su titulación.

Por eso, en el caso de los Ing. de Telecomunicación, no es aplicable la fórmula general de personalización del itinerario formativo válida para los otros alumnos y, en su caso, el aprendizaje será basado en proyectos. Así, los estudiantes de Telecomunicación deberán cursar obligatoriamente los bloques I y V, como el resto de alumnos, y **realizar al menos 1 de los proyectos** que son optativos para el resto de alumnos. Pueden realizar más de un proyecto en función del contrato formativo al que deseen acogerse. Ej.: con 1 trabajo en grupo, opta a un contrato Ib (nota final: Aprobado, 6); con 2 trabajos en grupo, a un contrato IIa (nota final: Notable, 7); con 3 trabajos en grupo, a un contrato IIb-III (nota final: Notable, 8.5); y con 4 trabajos en grupo, a un contrato III-IV (nota final: Sobresaliente, 9; además, si la calidad de los trabajos es alta, el alumno y el grupo del alumno puede optar a la calificación de Matrícula de Honor, 10).

Los criterios de evaluación que se emplearán con los estudiantes de Ing. de Telecomunicación serán, excepcionalmente, sólo 2: 1) trabajos en grupo, y 2) participación activa en las herramientas de comunicación del curso. El profesor os evaluará cada criterio dándoos una puntuación con arreglo al siguiente peso: 60 puntos para trabajos en grupo (el de redes de acceso del Bloque V y el obligatorio de la lista de 15 trabajos, más otros que hayáis podido escoger de la lista de 15) y 40 puntos para participación en las herramientas de comunicación del curso. Aprobáis el contrato (y sacáis la nota del contrato) si conseguís al menos 60 puntos en total entre los 2 criterios.

6.- Recomendaciones complementarias

CONSEJOS GENERALES DURANTE EL ESTUDIO DE ESTA ASIGNATURA

- Disponer de una buena conexión a Internet: todos los bloques temáticos han sido generados con *Macromedia Flash* y exigen varias horas de visualización de las presentaciones. Estas presentaciones, que incluyen audio y video, son los materiales centrales de los bloques. Asimismo, la utilización del *SW OptSim* funciona en modo cliente/servidor por lo que no podemos utilizarlo *offline*.

- Los profesores quieren un seguimiento continuado del trabajo del alumno(a) para poder guiarle en cuanto antes en caso de dificultad. Se recomienda al alumno(a) mantener informados a los profesores en todo momento por correo electrónico sobre el trabajo que se está realizando y los problemas que se van encontrando.

7.- Fuentes de información

(Aunque recomendable, no es necesaria la compra de ninguno de los ejemplares que a continuación se citan. Toda la información necesaria para la superación de la asignatura será proporcionada a través del portal de la asignatura.)

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA
- Optical Networks: A Practical Perspective (2ª ed.), R. Ramaswami and K.N. Sivarajan, Morgan Kaufmann Publishers, 2001.
- Fiber-Optic Communications Systems (3ª ed.), G.P. Agrawal, Wiley-Interscience, 2002
- Optical Fiber Communications (3ª ed.), Gerd Keiser, McGraw-Hill Internacional, 2000
- Dispositivos de Comunicaciones Ópticas, J. Capmany, Síntesis - Ingeniería, 1999
- Fundamentos de Comunicaciones Ópticas (2ª ed.), J. Capmany, F.J. Fraile, J. Martí, Síntesis - Ingeniería, 2000
- Problemas de Comunicaciones Ópticas, J.Capmany, D. Pastor, B. Ortega, Salvador Sales, Servicio Publicaciones UPV

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA
- Fundamentals of Photonics, B.E.A. Saleh, y M.C. Teich, Wiley-Interscience, 1991
- Non-linear fibre optics, G. Agrawal, Academic Press, Inc, 1989
- Fiber Optic Test and Measurement, D. Derickson, Prentice Hall, 1998
- Optical Electronics in Modern Communications (5ª ed.), A. Yariv, Oxford, 1997
- Optical Fiber Communications. Principles and Practice (2ª ed.), J.M. Senior, Prentice Hall, 1992
- Optical Waveguide Theory, A.W. Snyder and J.D. Love, Chapman and Hall, 1983
- Optical Fiber Communications Systems (2ª ed.), John Gowar, Prentice Hall Intern. Series in Optoelectronics, 1993

8.- Ejemplos de presentaciones multimedia empleadas en el curso

Bloque temático I

http://www.campusred.net/straining/Cursos/C3Bdbenito/lecciones/tema1_2a.swf

Bloque temático II

http://www.campusred.net/straining/Cursos/C3Bdbenito/lecciones/tema2_3.swf

Bloque temático III

http://www.campusred.net/straining/Cursos/C3Bdbenito/lecciones/tema3_20.swf

Bloque temático IV

http://www.campusred.net/straining/Cursos/C3Bdbenito/lecciones/tema4_24.swf

Bloque temático V

http://www.campusred.net/straining/Cursos/C3Bdbenito/lecciones/tema5_09.swf