

FICHA TÉCNICA DE LA ASIGNATURA

Datos de la asignatura	
Nombre	Planificación y Operación de Redes
Código	-
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación
Curso	1º
Cuatrimestre	1º
Créditos ECTS	6 ECTS
Carácter	Obligatorio
Departamento	Telemática y Computación
Área	-
Universidad	Comillas
Horario	-
Profesores	Verdú Sánchez, María Teresa y García San Luis, Jesús
Descriptor	-

Datos del profesorado	
Profesor	
Nombre	Verdú Sánchez, María Teresa
Departamento	Telemática y Computación
Área	-
Despacho	-
e-mail	mtverdus@repsol.com
Horario de Tutorías	-
Profesor	
Nombre	García San Luis, Jesús
Departamento	Telemática y Computación
Área	-
Despacho	-
e-mail	jgarciasl@repsol.com
Horario de Tutorías	-

DATOS ESPECÍFICOS DE LA ASIGNATURA

Contextualización de la asignatura

Aportación al perfil profesional de la titulación

El objetivo de la asignatura es proporcionar al alumno los fundamentos que le permitan tomar decisiones de diseño de redes en un entorno empresarial, de forma que se cumplan los requisitos de tráfico y ancho de banda necesarios para que sea escalable conforme a las previsiones de crecimiento del negocio y que permita optimizar el coste combinado de inversión y explotación.

Para alcanzar este objetivo el alumno debe dominar los fundamentos teóricos de redes, conocer todas las opciones disponibles en cada uno de los niveles de red, los servicios de interconexión y de acceso que proporcionan los operadores de telecomunicaciones y cómo predecir las características de calidad de servicio y costes de una opción de diseño determinada. También debe ser capaz de diseñar y utilizar la infraestructura de internet, para lo que debe comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de esta red, sus tecnologías y protocolos de nueva generación, la estructura de operadores, el software intermediario y sus servicios.

Al finalizar esta asignatura el alumno tendrá conocimientos suficientes para diseñar la red, planificarla y operarla en la mayoría de las situaciones a las que se enfrentan grandes corporaciones.

Prerrequisitos

BLOQUES TEMÁTICOS Y CONTENIDOS

Contenidos – Bloques Temáticos

Tema 1: ARQUITECTURA GLOBAL DE UNA RED DE COMUNICACIONES

Introducción a la asignatura: motivación y contenidos. Metodología de Diseño. Estructura de Internet: sistemas autónomos, estructura de operadores e ISPs, conectividad entre operadores, puntos de intercambio de tráfico. Tendencias en Internet.

Caso de Estudio: Infraestructura de un ISP

- Diseño, solución técnica.
- Conectividad (Tier 1,2 y3).
- Infraestructura necesaria para clientes, acceso desde el bucle de abonado.

Tema 2: REDES DE ACCESO

Redes de acceso: Medios de transmisión guiados: par trenzado (xDSL), fibra óptica (FTTx) y coaxial (HFC). Medios de transmisión inalámbricos: Radio y Microondas. Satélites de comunicaciones. Criterios de valoración de tecnologías de acceso.

Caso de Estudio: Soluciones de acceso para la red Estaciones de Servicio de una empresa española: Proponer la solución de red de datos necesaria para 100 Estaciones de servicio a partir de unos requerimientos de números de usuarios, servicios demandados y ubicación (condicionaran los diferentes accesos). La solución deberá constar de los siguientes apartados:

- Requisitos técnicos de la solución
- Modelo de operación
- Evolución de red y gestión del cambio
- Gestión del servicio: SLA's y penalizaciones
- Costes de la solución

Tema 3: REDES DE AGREGACIÓN Y REDES TRONCALES

Redes Metro Ethernet: componentes (UNI, CE, EVC, E-NNI, OVC), redes privadas virtuales. Redes de agregación Carrier Ethernet: servicios (E-LINE, E-LAN, E-TREE, E-ACCESS). Servicios de LAN transparentes, IPTV y redes multicast. Modelado de tráfico y COS. Gestión OAM. Redes troncales: SDH, DWDM y GMPLS.

Caso de Estudio: Soluciones de comunicaciones de voz fija, redes de transporte nacional y acceso Internet para una gran corporación en España y Portugal.

A partir de unos requerimientos técnicos mínimos sobre cada una de las redes, dimensionamiento, priorización de tráfico, calidades de servicio, y las necesidades de cada uno de los servicios actuales y futuros se determinará la solución al caso que constará de los siguientes apartados:

- Infraestructura de operador y requerimientos
- Solución técnica propuesta
- Plan de explotación
- Plan de calidad
- Plan de implantación
- Plan de adecuación y no obsolescencia
- Costes de la solución

Tema 4: INTERCONEXIÓN DE REDES

Escenarios de interconexión. Como difieren las redes y como se pueden conectar: circuitos virtuales concatenados e interconectividad no orientada a la conexión. Tunnelización, enrutamiento y fragmentación. Protocolo BGP: características, sesiones, mensajes, atributos, y el proceso de decisión.

Caso de Estudio: Diseño, planificación y operación de una red de comunicaciones de datos internacional para una multinacional con presencia en 22 países

Realizar la propuesta técnica de la red con los condicionantes y limitaciones de los diferentes países a cubrir: infraestructuras, operadores locales, interconexión de redes, latencias en WAN, etc. La solución deberá constar de los siguientes apartados:

- Infraestructura de operador y requerimientos
- Solución técnica propuesta
- Plan de explotación
- Plan de calidad
- Plan de implantación
- Plan de adecuación y no obsolescencia
- Costes de la solución

Tema 5: DISEÑO ÓPTIMO DE REDES

Definiciones de Planificación de Red, de Ingeniería de Red y Calidad de Servicio (QoS). Caracterización de tráfico. La matriz de tráfico. Especificación de problemas de optimización. Diseño topológico y algoritmos relacionados. Diseño de redes resilientes. Procesos estocásticos y teoría de colas.

Laboratorio: Simulación de procesos estocásticos en redes.

Tema 6: INGENIERÍA DE TRÁFICO

Ingeniería de tráfico: de la práctica a la teoría y de nuevo a la práctica. Estimación de la matriz de tráfico a partir de los datos reales. Ruteo óptimo bajo condiciones de calidad de servicio. Simulación de redes de paquetes. Diseño óptimo de redes SONET/SDH. Restauración en redes resilientes.

Laboratorio: Resolución de problemas de optimización.

Competencias – Resultados de Aprendizaje
Competencias
Competencias Básicas
<p>CB 02. Saber aplicar e integrar sus conocimientos, la comprensión de estos, su fundamentación científica y sus capacidades de resolución de problemas en entornos nuevos y definidos de forma imprecisa, incluyendo contextos de carácter multidisciplinar tanto investigadores como profesionales altamente especializados.</p> <p>CB 05. Saber transmitir de un modo claro y sin ambigüedades a un público especializado o no, resultados procedentes de la investigación científica y tecnológica o del ámbito de la innovación más avanzada, así como los fundamentos más relevantes sobre los que se sustentan.</p> <p>CB 07. Ser capaces de asumir la responsabilidad de su propio desarrollo profesional y de su especialización en uno o más campos de estudio.</p>
Competencias Generales
<p>CG 01. Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.</p> <p>CG 05. Capacidad para la elaboración, planificación estratégica, dirección, coordinación y gestión técnica y económica de proyectos en todos los ámbitos de la Ingeniería de Telecomunicación siguiendo criterios de calidad y medioambientales.</p> <p>CG 08. Capacidad para la aplicación de los conocimientos adquiridos y resolver problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios y multidisciplinarios, siendo capaces de integrar conocimientos.</p> <p>CG 09. Capacidad para comprender la responsabilidad ética y la deontología profesional de la actividad de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.</p> <p>CG 11. Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.</p> <p>CG 12. Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.</p> <p>CG 13. Conocimiento, comprensión y capacidad para aplicar la legislación necesaria en el ejercicio de la profesión de Ingeniero de Telecomunicación.</p>
Competencias Específicas
<p>CTT 08. Capacidad de comprender y saber aplicar el funcionamiento y organización de Internet, las tecnologías y protocolos de Internet de nueva generación, los modelos de componentes, software intermediario y servicios.</p> <p>CTT 09. Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.</p>

Resultados de Aprendizaje

Al final de curso los alumnos deben ser capaces de:

Comprender la arquitectura global de las redes de comunicaciones.

- RA1. Conoce la función de cada capa en el modelo OSI y en TCP/IP. Es capaz de describir la funcionalidad de una red utilizando el modelo de capas, asignando componentes a niveles.
- RA2. Es capaz de describir peculiaridades de IPv6 frente IPv4.
- RA3. Conoce la estructura de internet, tanto desde el punto de vista de los proveedores de servicios como de los usuarios (empresas y clientes finales) y lo aplica al diseño de redes empresariales.

Conocer las tecnologías utilizadas en las redes de acceso, agregación y troncales.

- RA4. Conoce las opciones tecnológicas de acceso a la red (xDSL, fibra, radio, satélite, microondas) y es capaz de evaluarlas en su aplicación a un problema de diseño concreto
- RA5. Es capaz de manejar los componentes y tecnologías que configuran una red de agregación aplicando técnicas de modelado de tráfico, criterios de calidad de servicio y criterios económicos tanto de inversión como de coste de explotación
- RA6. Sabe aplicar las características de rendimiento, escalabilidad, operación y gestión de las principales tecnologías de redes troncales. Maneja los criterios económicos de contratación en relación al nivel de servicio requerido.

Diferenciar la funcionalidad que se lleva a cabo en cada una de las redes.

- RA7. Es capaz de seleccionar las funciones adecuadas de cada red y combinarlas para satisfacer las necesidades de tráfico y de negocio de un problema concreto
- RA8. Conoce la funcionalidad de las redes como para descomponer de forma óptima un servicio final entre las opciones de red disponibles.

Diseñar redes de acceso a partir de las características específicas del usuario y sus necesidades de tráfico.

- RA9. Tiene capacidad para extraer las necesidades concretas de tráfico y calidad de servicio a partir de descripciones imprecisas de las necesidades de negocio.
- RA10. Maneja las técnicas de evaluación de rendimiento para seleccionar las opciones de diseño más adecuadas.
- RA11. Es capaz de visualizar la posible evolución de la red en función de las necesidades futuras del negocio y plasma esta visión en los diseños de red.
- RA12. Incorpora en los diseños las necesidades que pueden preverse de monitorización, gestión de red optimizando los costes de explotación de la red.

Evaluar y seleccionar la tecnología a utilizar extremo a extremo para el diseño de redes de distribución de contenidos de voz, audio y televisión.

- RA13. Diseña redes para la comunicación de soluciones de comunicaciones de voz fija para una gran corporación.

Diseñar redes de agregación y troncales que permitan la interconexión de distintas redes heterogéneas.

- RA14. Conoce las tecnologías de redes de agregación y troncales: tipos, ventajas, limitaciones, modelización del tráfico y predicción del rendimiento
- RA15. Es capaz de crear diseños que aprovechan diferentes componentes de redes de agregación y redes troncales para conectar redes heterogéneas y crear servicios extremos a extremo
- RA16. Es capaz de realizar diseños básicos de redes de agregación y troncales a partir

de una descripción de los requisitos de tráfico.

Entender la distribución de contenidos y servicios desde las redes troncales a las redes de acceso.

RA17. Conoce el modelo de servicios y arquitectura para la distribución de contenidos multimedia

RA18. Es capaz de diseñar una red de entrega de contenidos.

Manejar los métodos matemáticos que permiten llevar a cabo la planificación y operación de red

RA19. Es capaz de especificar, utilizando el lenguaje matemático, los problemas relacionados con la planificación y operación de red.

RA20. Conoce las distintas técnicas de estimación de tráfico y medida de datos reales en la red que le permiten resolver los distintos problemas de optimización de red.

RA21. Conoce las herramientas de especificación y resolución de problemas de optimización matemática más comunes del mercado y es capaz de manejarlas para resolver los problemas

METODOLOGÍA DOCENTE

Aspectos metodológicos generales de la asignatura

Con el fin de conseguir el desarrollo de competencias propuesto, la materia se desarrollará promoviendo la participación activa del alumno en las actividades de aprendizaje tanto en las sesiones presenciales como en las no presenciales.

Metodología Presencial: Actividades

- **Lección expositiva (40 horas presenciales):** El profesor desarrolla el temario explicándolo mediante la proyección de transparencias y el uso de pizarra. Una vez desarrollados los conceptos teóricos, se exponen ejemplos de aplicación junto con la resolución de ejercicios.
- **Exposición de casos de estudio (10 horas presenciales):** En estas sesiones se expondrán los casos de estudio propuestos en el temario de la asignatura. El objetivo es que los alumnos aprendan a defender y argumentar en público sus diseños. En el transcurso del debate se solucionarán las dudas técnicas que hayan surgido en la elaboración.
- **Prácticas de laboratorio (10 horas presenciales):** Cada alumno realizará de forma aislada o en grupo una serie de prácticas de laboratorio regladas. Las prácticas de laboratorio finalizarán con la redacción de un informe de laboratorio o la inclusión de las distintas experiencias en un cuaderno de laboratorio.
- **Tutorías.** Se realizarán tutorías en grupo e individualmente para resolver las dudas de los alumnos sobre la materia impartida y para orientar al alumno en su proceso de aprendizaje.

Metodología No presencial: Actividades

- **Estudio individual del material (60 horas no presenciales).** Actividad realizada individualmente por el estudiante cuando analiza, busca e interioriza la información que aporta la materia y que será discutida con sus compañeros y el profesor en clases posteriores.
- **Resolución de problemas prácticos a resolver fuera del horario de clase por parte del alumno (20 horas no presenciales).** El alumno debe utilizar e interiorizar los conocimientos aportados en la materia. La corrección a la clase se realizará por parte de alguno de los alumnos o el profesor según los casos. La corrección individualizada de cada ejercicio la realizará el propio alumno u otro compañero según los casos (método de intercambio).
- **Trabajos de carácter práctico individual (20 horas no presenciales).** Actividades de aprendizaje que se realizarán de forma individual fuera del horario lectivo, que requerirán algún tipo de investigación o la lectura de distintos textos.
- **Preparación de las prácticas del laboratorio de comunicaciones (10 horas no presenciales).**
- **Elaboración del cuaderno de prácticas del laboratorio de comunicaciones (10 horas no presenciales).** Incluyen los procedimientos, informes, resultados y comentarios de cada una de las prácticas realizadas.

FICHA RESUMEN

Semana	Contenido	Temas	Actividad			Dedicación (h)		Coment. Profesor
			Actividades Formativas Presenciales	Actividades Formativas no Presenciales	Entrega	Pres.	No pres.	
1	Tema 1: Introducción a la asignatura: motivación y contenidos. Metodología de Diseño. Guión general para los casos de estudio. Estructura de Internet. Tendencias en Internet. Presentación del caso 1	1	Exposición teoría y ejemplos.	Estudio de teoría		4	6	
2	Tema 2: Redes de acceso. Criterios de valoración de las tecnologías de acceso. Presentación del caso de estudio 2: Soluciones de acceso para la red de estaciones de servicio	2	Exposición teoría y ejemplos. Resolución de problemas.	Estudio de teoría y resolución de problemas		4	6	Tutoría grupal tema 1.
3	Debate caso 1 (dos exposiciones)	1	Exposición y discusión del caso	Preparación del caso	C1	4	8	
4	Tema 3: Redes de Agregación y Redes Troncales. Presentación del caso de estudio 3: Comunicaciones de voz y datos para una gran corporación en España y Portugal	3	Exposición teoría y ejemplos. Resolución de problemas.	Estudio de teoría y resolución de problemas	P2	4	6	Tutoría grupal tema 2.
5	Debate caso 2 (dos exposiciones)	2	Exposición y discusión del caso	Preparación del caso	C2	4	8	
6	Tema 4: Interconexión de Redes. Presentación del caso de estudio 4: Planificación y operación de una red de comunicaciones de datos para una multinacional con presencia en 22 países	4	Exposición teoría y ejemplos. Resolución de problemas.	Estudio de teoría y resolución de problemas	P3	4	6	Tutoría grupal tema 3.
7	Debate caso 3 (dos exposiciones)	3	Exposición y discusión del caso	Preparación del caso	C3	4	8	
7	Tema 5: Diseño Óptimo de Redes. Enunciado de la práctica de optimización de redes	5	Exposición teoría y ejemplos. Resolución de problemas.	Estudio de teoría y resolución de problemas		4	6	Tutoría grupal tema 4.
8	Problemas: Desarrollo en clase de la práctica I de optimización: uso de AMPL y resolución de dudas	3,4	Realización de la práctica y resolución de dudas	Preparación de la práctica. Elaboración del cuaderno de laboratorio		4	6	Tutoría grupal tema 5.
9	Debate caso 4 (dos exposiciones)	4	Exposición y discusión del caso	Preparación del caso	C4	4	10	
10	Tema 6: Ingeniería de Tráfico. Presentación de la práctica de optimización de ingeniería de tráfico	6	Exposición teoría y ejemplos. Resolución de problemas.	Estudio de teoría y resolución de problemas		4	6	
11	Exposición resultados práctica I de optimización	5	Exposición y discusión de resultados	Preparación del caso	P5	4	8	
12	Exposición resultados práctica II de optimización	6	Exposición y discusión de resultados	Preparación del caso	P6	4	8	Tutoría grupal del curso
14			Examen final de Teoría		P6	3	10	
15			Examen final de Laboratorio		P1	1	2	

EVALUACIÓN Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

Actividades de evaluación	Criterios de evaluación	PESO
Examen Final de Teoría	<ul style="list-style-type: none">- Comprensión de conceptos.- Aplicación de conceptos para la resolución de problemas.- Análisis e interpretación de los resultados obtenidos en la resolución de problemas.- Participación activa y resolución de problemas en clase.- Pruebas en clase.	50%
Exposición de Casos de Estudio	<ul style="list-style-type: none">- Claridad en la presentación- Argumentación de defensa- Preguntas planteadas a los casos presentados por otros alumnos- Calidad del diseño presentado	30%
Prácticas de Laboratorio	<ul style="list-style-type: none">- Preparación del cuaderno- Prácticas individuales	20%

Calificaciones

Criterios de Calificación
<p>La calificación en la convocatoria ordinaria de la asignatura se obtendrá como:</p> <ul style="list-style-type: none">• Un 50% de la calificación de los exámenes.• Un 50% de la calificación procederá de las prácticas y la exposición y resolución de casos de estudio <p>La calificación en la convocatoria extraordinaria:</p> <ul style="list-style-type: none">• Será igual que en la convocatoria ordinaria.• Se guardará la nota de las partes de la convocatoria ordinaria que se hayan aprobado, excepto de las pruebas intermedias <p>Para aprobar la asignatura los alumnos tienen que tener al menos 5 puntos sobre 10 en el examen final de teoría, tanto en la convocatoria ordinaria como en la extraordinaria.</p>

PLAN DE TRABAJO Y CRONOGRAMA¹

Actividades No presenciales	Fecha de realización	Fecha de entrega			
Lectura y estudio de los contenidos teóricos en los apuntes de la asignatura	Después de cada clase				
Preparación de los casos de estudio	Dos semanas antes de su presentación	En el momento de la presentación			
Ejercicios	Después de la clase en la que son propuestos	Siguiente día de clase de teoría			
Preparación de las prácticas de laboratorio	Dos días antes de cada práctica				
Preparación de Examen Final de Teoría	Diciembre				
RESUMEN HORAS DE TRABAJO DEL ALUMNO					
HORAS PRESENCIALES					
Lección magistral	Casos de estudio	Prácticas laboratorio			
23	23	10			
HORAS NO PRESENCIALES					
Lectura y estudio sesiones de teoría	Preparación Casos de Estudio	Resolución de problemas.	Preparación de prácticas.	Realización cuaderno de prácticas.	Preparación de exámenes
24	48	12	10	10	16
CRÉDITOS ECTS:					6 (180 horas)

¹ En la ficha resumen se encuentra una planificación detallada de la asignatura. Esta planificación tiene un carácter orientativo y las fechas podrán irse adaptando de forma dinámica a medida que avance el curso.

BIBLIOGRAFÍA Y RECURSOS

Bibliografía Básica

- **Deploying IP and MPLS QoS for Multiservice Networks: Theory & Practice** The Morgan Kaufmann Series in Networking...by John William Evans and Clarence Filstis (Mar 23, 2007)
- **Network Routing: Algorithms, Protocols, and Architectures** (The Morgan Kaufmann Series in Networking) by Deepankar Medhi, Karthikeyan Ramasamy and Jane Zupan (31 May 2007)
- **Internet Multimedia Communications Using SIP: The Morgan Kaufmann Series...**by Martinez Perea (26 Feb 2008)
- **Routing, Flow, and Capacity Design in Communication and Computer Networks** (The Morgan Kaufmann Series in Networking) by Micha Pióro and Deepankar Medhi, 2004
- **Linear Programming and Algorithms for Communication Networks** (CRC Press) by Eiji Oki, 2013
- **Design of Modern Communication Networks** (Academic Press, Elsevier) by Christofer Larsson, 2014
- **Computer Networking: a Top-Down Approach.** (6th Edition) by James F. Kurose and Keith W. Ross (Mar 5, 2012)
- **Network Design Cookbook:** by Ccie #6778, Michel Thomatis (Dec 7, 2013)