



**Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Telecomunicación**

UPCT



**GUÍA DOCENTE DE LA ASIGNATURA:
OPERACIÓN E INGENIERÍA DE RED
(NETWORK OPERATIONS AND ENGINEERING)**

Titulación/es: Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación

Curso: 2014-15



1. Datos de la asignatura

Nombre	Operación e ingeniería de red				
Materia*	Operación e ingeniería de red				
Módulo*	Módulo TT: materias obligatorias				
Código	211101007				
Titulación	Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación				
Plan de estudios					
Centro	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación				
Tipo	Obligatoria				
Periodo lectivo	2º cuatrimestre	Cuatrimestre	2º	Curso	
Idioma	Español				
ECTS	6	Horas / ECTS	30	Carga total de trabajo (horas)	180

* Todos los términos marcados con un asterisco están definidos en *Referencias para la actividad docente en la UPCT y Glosario de términos*:

<http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/3330/1/isbn8469531360.pdf>



2. Datos del profesorado

Profesor responsable	Pablo Pavón Mariño		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Ingeniería Telemática		
Ubicación del despacho	Despacho 18, 1º planta Edificio Antiguones (ETSIT)		
Teléfono	968325952	Fax	968325973
Correo electrónico	pablo.pavon@upct.es		
URL / WEB	http://ait.upct.es/~ppavon		
Horario de atención / Tutorías	Se indicará en la presentación de la asignatura		
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		
Perfil Docente e investigador	Profesor Titular de Universidad. Ingeniero de Telecomunicación. Licenciado en Matemáticas. Doctor por la UPCT.		
Experiencia docente	Desde el curso 1999-2000.		
Líneas de Investigación	Planificación, gestión y optimización de redes de comunicaciones		
Experiencia profesional	Ver http://ait.upct.es/~ppavon		
Otros temas de interés	Ver http://ait.upct.es/~ppavon		

Otros profesores



Nombre	María Victoria Bueno Delgado		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Ingeniería Telemática		
Ubicación del despacho	Despacho 22, 1º planta Edificio Antiguones (ETSIT)		
Teléfono	968326505	Fax	968325973
Correo electrónico	mvictoria.bueno@upct.es		
URL / WEB	http://www.ait.upct.es/~mvbueno/		
Horario de atención / Tutorías	Lunes de 10:00 a 13:00 y de 15:00 a 18:00		
Ubicación durante las tutorías	Despacho de la profesora		
Perfil Docente e investigador	Profesora Universidad. Cat. Contratado Doctor, Dic. 2012. Ingeniera de Telecomunicación, Sept. 2004. Doctora en Telecomunicaciones, Mayo 2010.		
Experiencia docente	Desde el curso 2005-2006. 1 quinquenio docente reconocido. Asignaturas impartidas (ETSIT-UPCT).		
Líneas de Investigación	Planificación y optimización de redes de comunicaciones: redes de sensores, RFID, redes ópticas.		
Experiencia profesional	Docente en otras asignaturas del área de conocimiento: Laboratorio de Redes y Servicio de Comunicaciones, Complementos de Telemática, Transmisión de datos, Laboratorio de Software de Comunicaciones, Tendencias de Ingeniería Telemática, Planificación y Gestión de Redes, Teoría de Redes de Telecomunicaciones		
Otros temas de interés	Ver http://ait.upct.es/~mvbueno		

Nombre	María Dolores Cano Baños		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Ingeniería Telemática		
Ubicación del despacho	Despacho 17, 1ª planta ETSIT (Antigones)		
Teléfono	968 32 5953	Fax	968 32 5973
Correo electrónico	mdolores.cano@upct.es		
URL / WEB			
Horario de atención / Tutorías	Miércoles 10:00-14:00h y 16:00-18:00h		
Ubicación durante las tutorías	Despacho 17, 1ª planta ETSIT (Antigones)		



Perfil Docente e investigador	Profesora Titular de Universidad Ingeniera de Telecomunicación por la UPV (2000) Doctora Ingeniera de Telecomunicación por la Universidad Politécnica de Cartagena (2004) Fulbright Posdoc en Columbia University, EEUU (2006)
Experiencia docente	Desde 2000. Asignaturas impartidas.: i) Ingeniería Técnica de Telecomunicación especialidad Telemática: Sistemas de Información Distribuidos (2º curso) ii) Ingeniería de Telecomunicación: Instrumentación Telemática (2º curso), Telemática (3er curso), Seguridad en Redes de Comunicaciones (5º curso) iii) Master de Ingeniería Telemática: Sistemas Distribuidos Avanzados, Seguridad en Redes iv) Master en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones: Calidad de Servicio en Entornos Heterogéneos v) Grado en Ingeniería Telemática: Sistemas y Servicios Distribuidos (3er curso), Seguridad en Redes (4º curso). vi) Master en ingeniería de Telecomunicación: Conceptos Avanzados de Internet, Operación e Ingeniería de Red.
Líneas de Investigación	Grupo de investigación Ingeniería Telemática. Las líneas de investigación actuales incluyen provision de QoS/QoE (Quality of Service/ Quality of user Experience) en redes de telecomunicación, provisión de Seguridad en redes de comunicaciones e Innovación en Educación.

Nombre	José Luis Izquierdo Zaragoza		
Departamento	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
Área de conocimiento	Ingeniería Telemática		
Ubicación del despacho	Laboratorio I+D+i IT3		
Teléfono	968338872	Fax	968325973
Correo electrónico	josel.izquierdo@upct.es		
URL / WEB	http://www.ait.upct.es/~jlizquierdo/		
Horario de atención / Tutorías			
Ubicación durante las tutorías	Despacho del profesor		
Perfil Docente e investigador	Becario de investigación FPU		
Experiencia docente	Desde el curso 2013-14		



3. Descripción de la asignatura

3.1. Descripción general de la asignatura

En esta asignatura los alumnos adquieren conocimientos y capacidades para el diseño, configuración de equipos y operación de una red de comunicaciones, por ejemplo una red de operadora o un proveedor de servicios de pequeña, mediana o gran escala.

El diseño e ingeniería de la red se realizará teniendo en cuenta requisitos de calidad de servicio y requisitos de disponibilidad (supervivencia ante fallos de red). Los alumnos realizarán estudios de costes de la red, estimaciones de tiempos de recuperación de la inversión y estrategias de despliegue. Se describirán tareas básicas y mejores prácticas para la operación de red: gestión y monitorización de red, atención de incidencias y alarmas, actualización periódica de la red, relación con proveedores y clientes (*Request For Information* (RFI)/*Request For Proposals* (RFP), *Service Level Agreements* (SLA)), acuerdos de conexión con otras redes (p.e. a través de puntos neutros, Internet Exchange Point (IXP)).

El diseño de red se realizará utilizando la herramienta de diseño *net2plan*. La configuración de red se realizará utilizando el emulador de routers GNS3. Los alumnos aprenderán a configurar en los routers IP el diseño de red realizado. En especial: la política de calidad de servicio en redes IP utilizando un modelo DiffServ (servicios diferenciados) y la configuración del encaminamiento (principalmente OSPF y BGP –este último para la interconexión de proveedores de servicio).

Como metodología de trabajo, los alumnos aplicarán los conceptos anteriormente citados a un caso de estudio completo, basado en parámetros reales.

3.2. Aportación de la asignatura al ejercicio profesional

En esta asignatura los alumnos adquieren conocimientos y capacidades para el diseño, configuración, despliegue, y definición de tareas de operación de una red de comunicaciones. La red objetivo será una red de operadora o un proveedor de servicios de pequeña, mediana o gran escala.

Los conceptos explicados se aplicarán a un caso completo de estudio basado en parámetros reales.

3.3. Relación con otras asignaturas del plan de estudios

La asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre del primer curso de los estudios de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación. Se trata de una asignatura obligatoria.



3.4. Incompatibilidades de la asignatura definidas en el plan de estudios

No se definen

3.5. Recomendaciones para cursar la asignatura

Esta asignatura no tiene prerequisites distintos a los de acceso a la titulación de Máster Universitario en Ingeniería de Telecomunicación.

3.6. Medidas especiales previstas

Estudiantes discapacitados

Los alumnos en esta situación deberán hablar con el profesor de la asignatura. Se buscará la manera de adaptar los materiales y recursos utilizados, a las necesidades específicas

Estudiantes extranjeros

La bibliografía empleada en esta asignatura se encuentra en idioma inglés. Las clases de la asignatura serán impartidas en idioma español. Sin embargo, los alumnos que así lo requieran pueden dirigirse a los profesores de la asignatura en inglés.



4. Competencias y resultados del aprendizaje

4.1. Competencias básicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.2. Competencias generales del plan de estudios asociadas a la asignatura

4.3. Competencias específicas* del plan de estudios asociadas a la asignatura

Competencias del módulo de Tecnologías de Telecomunicación

- TT6** Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
- TT7** Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.

4.4. Competencias transversales del plan de estudios asociadas a la asignatura

COMPETENCIAS INSTRUMENTALES

- ☒ Ta1. Capacidad de análisis y síntesis
- ☒ Ta2. Capacidad de planificación, toma de decisiones
- ☒ Ta3. Comunicación oral y escrita en la lengua nativa
- ☒ Ta4. Conocimiento de una lengua extranjera
- ☒ Ta5. Resolución de problemas

COMPETENCIAS INTERPERSONALES

- ☒ Tb1. Trabajo en equipo
- ☒ Tb2. Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar
- ☒ Tb3. Habilidades en las relaciones interpersonales
- ☒ Tb4. Compromiso ético
- ☒ Tb5. Aprendizaje autónomo
- ☒ Tb6. Adaptación a nuevas situaciones
- ☐ Tb7. Sensibilización hacia temas medioambientales

COMPETENCIAS SISTÉMICAS

- ☒ Tc1. Creatividad e innovación
- ☒ Tc2. Liderazgo, iniciativa, espíritu emprendedor
- ☒ Tc3. Motivación por la calidad



4.5. Resultados** del aprendizaje de la asignatura

1. Tener una panorámica de los problemas y tareas de ingeniería y operación de red en un caso de estudio completo (p.e. proveedor de servicios de Internet). Aplicación de los objetivos descritos a continuación dentro de un caso de estudio completo.
2. Conocer, diseñar y configurar los mecanismos de encaminamiento intra-dominio e inter-dominio en redes IP.
3. Conocer, diseñar y configurar las políticas de calidad de servicio en redes IP.
4. Conocer, diseñar y configurar distintos mecanismos de recuperación ante fallos de red.
5. Conocer y aplicar distintos modelos de estimación de costes y beneficios en la provisión de servicios de comunicaciones.
6. Conocer las tareas, herramientas de soporte y guías de buenas prácticas para la operación y gestión de red.

**** Véase también la *Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los resultados del aprendizaje*, de ANECA:**

http://www.aneca.es/content/download/12765/158329/file/learningoutcomes_v02.pdf



5. Contenidos

5.1. Contenidos del plan de estudios asociados a la asignatura

Planificación, modelado y diseño de redes. Despliegue e implantación de redes y servicios. Modelos de costes y beneficios. Gestión y operación de red (instrumentación, monitorización, medidas extremo a extremo, etc.). Fiabilidad y disponibilidad en redes. Calidad de servicio.

5.2. Programa de teoría (unidades didácticas y temas)

Unidad Didáctica 0.- Presentación del caso de estudio

Unidad Didáctica 1.- Ingeniería de red.

En este bloque se describen diversas tecnologías de red, con especial énfasis en las utilizadas en el caso de estudio a desarrollar.

- 1.1. Tecnologías de red capa 1 y 2. Aplicación al caso de estudio, p.e. red óptica WDM y MPLS.
- 1.2. Encaminamiento IP intra-dominio e inter-dominio. Aplicación al caso de estudio (p.e. OSPF y BGP4)
- 1.3. Calidad de servicio (QoS). Aplicación al caso de estudio: servicios diferenciados, DiffServ.

Unidad Didáctica 2.- Diseño de redes

En este bloque se abordará el diseño de redes con requisitos de disponibilidad de red, incluyendo modelos de previsión de costes y beneficios. Se hará especial énfasis en el diseño de la red del caso de estudio descrito.

- 2.1. Fundamentos del diseño de redes
- 2.2. Fiabilidad en redes. Recuperación ante fallos.
- 2.3. Modelos de costes y beneficios

Unidad Didáctica 3.- Operación

En este bloque se abordarán técnicas y prácticas habituales para la gestión y operación de red. Se hará especial énfasis en las tareas de operación de red del caso de estudio descrito.

- 3.1. Operación de red. Tareas y buenas prácticas.
- 3.2 Herramientas de apoyo a la operación de red. OAM (Operations, Administration and Management). OSS (Operations Support Systems), BSS (Business Support Systems).

5.3. Programa de prácticas (nombre y descripción de cada práctica)

El trabajo de laboratorio se orienta en general a llevar a la práctica el diseño, ingeniería y operación de la red del caso de estudio de la asignatura.

Prácticas Diseño e ingeniería de red y modelo de costes. (aprox. 50% tiempo de



laboratorio). El objetivo es que los alumnos sean capaces de diseñar la red del caso de estudio (IP sobre WDM), teniendo en cuenta requisitos de tráfico, fiabilidad de red y costes. Deberán implementar las estimaciones de costes según los modelos explicados en teoría. Los alumnos utilizarán la herramienta Net2Plan (<http://www.net2plan.com>).

Prácticas Operación de red. (aprox. 25% tiempo de laboratorio). El objetivo es que los alumnos se familiaricen con algunas herramientas disponibles para apoyar tareas de gestión y operación de red.

Prácticas Ingeniería de red IP/OSPF/BGP (aprox. 25% tiempo de laboratorio). El objetivo es que los alumnos sean capaces de configurar los equipos del caso de estudio de la asignatura (p.e. configuración OSPF, BGP4, técnicas de calidad de servicio en routers IP). Los alumnos configurarán equipos emulados mediante la herramienta GNS3.

5.4. Programa de teoría en inglés (unidades didácticas y temas)

Section 0.- Presentation of the case study

Section 1.- Network engineering

This section describe different network technologies, with special emphasis in the ones related to the case study.

- 1.1. Network technologies layer 1-2. Application to the case study (e.g. WDM network, MPLS).
- 1.2. Intra-domain and inter-domain IP routing. Application to the case study (i.e. OSPF and BGP4)
- 1.3. Quality of Service (QoS). Application to the case study (i.e. differentiated services, DiffServ).

Section 2.- Network design

This section deals with the network design, considering aspects like network availability, and cost and benefit models. Special emphasis will be put on those aspects related to the case study.

- 2.1. Fundamentals of network design
- 2.2. Network reliability. Network recovery.
- 2.3. Cost models

Section 3.- Network operation

This section deals with the common techniques and best practices for network operation and management. Special emphasis will be put on the network operation tasks related to the case study.

- 3.1 Network operation. Common tasks and best practices.
- 3.2 Supporting tools to network operation. OAM tools (Operations, Administration and Management). OSS/BSS tools (Operations/Business Support Systems).

5.5. Objetivos del aprendizaje detallados por unidades didácticas

Unidad Didáctica 1: Resultados de aprendizaje 1, 2, 3 (sección 4.5)

Unidad Didáctica 2: Resultados de aprendizaje 4,5 (sección 4.5)

Unidad Didáctica 3: Resultados de aprendizaje 6 (sección 4.5)



6. Metodología docente

6.1. Metodología docente*

Actividad*	Técnicas docentes	Trabajo del estudiante	Horas
Clase de teoría	Clase expositiva con intervención del alumno. Resolución de dudas planteadas por el estudiante. Resolución de problemas	Presencial: Clase magistral y resolución de problemas	30
		No presencial: Estudio de la materia	30
Prácticas de laboratorio	Se trabaja con los alumnos en el laboratorio, guiando las actividades de las sesiones de prácticas. Los alumnos presentan y muestran el trabajo al profesor (podría ser en forma de entregables). Se incluye en esta parte la elaboración del caso de estudio	Presencial: Sesiones de prácticas, potencialmente con entregables presentados por los estudiantes en el laboratorio.	24
		No presencial: Estudio de la materia, preparación de las prácticas y el caso de estudio	60
Realización de pruebas de evaluación	Preparación y asistencia a pruebas de evaluación.	Presencial:	6
		No presencial: Estudio de la materia	30
			180



6.2. Resultados (4.5) / actividades formativas (6.1) (opcional)										
Actividades formativas (6.1)	Resultados del aprendizaje (4.5)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. Metodología de evaluación

7.1. Metodología de evaluación*

Actividad	Tipo		Sistema y criterios de evaluación*	Peso (%)	Resultados (4.5) evaluados
	Sumativa*	Formativa*			
Examen escrito en aula	X		Examen escrito de los contenidos teóricos de la asignatura. Será necesario un mínimo de 3.5 sobre 10 para aprobar la asignatura.	50%	Todos
Examen en laboratorio	X		Uno o varios exámenes en el laboratorio, empleando las herramientas utilizadas en las prácticas evaluando el trabajo en el laboratorio y el desarrollo del caso de estudio.	25%	2,3,4,6
Caso de estudio	X		El alumno deberá completar un caso de estudio de diseño e ingeniería de red.	25%	Todos
Comentarios adicionales: Los pesos mostrados son aproximados. Los pesos exactos se indicarán al alumno en la presentación de la asignatura.					

7.2. Mecanismos de control y seguimiento (opcional)



8 Bibliografía y recursos

8.1. Bibliografía básica*

Apuntes, transparencias, lecturas específicas recomendadas y boletines de problemas proporcionados por el profesor.

8.2. Bibliografía complementaria*

- Erick Simpson, "The Best NOC and Service Desk Operations BOOK EVER! For Managed Services", Intelligent Enterprise, 2009.
- Iljitsch Van Beijnum, "BGP", O'Reilly Media, 2002.
- Randy Zhang , Micah Bartell, "BGP Design and Implementation", Cisco Press, 2003.
- William B. Norton, "The Internet Peering Playbook: Connecting to the Core of the Internet (Second Edition)", Dr. Peering Press; 2nd edition, 2013

8.3. Recursos en red y otros recursos

- Diversas RFCs sobre distintas tecnologías de red.
- <http://www.net2plan.com/>
- <http://www.gns3.net>

