



**OPERACIÓN E INGENIERÍA DE RED**  
**(NETWORK OPERATIONS AND ENGINEERING)**

**Titulación:**

**Máster Universitario en Ingeniería  
de Telecomunicación**

**Curso:**

**2013-2014**

Huella Digital

1Y3jRpbQrXFTIXMFluFfmDWmDvA=



Código seguro  
de verificación

mFHJZZ7mcltwH9YylPcG4TMmW



# Guía Docente

## 1. Datos de la asignatura

<b>Nombre</b>	Operación ingeniería de red		
<b>Módulo</b>	Módulo de tecnologías de la telecomunicación		
<b>Código</b>			
<b>Titulación</b>	Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicación		
<b>Plan de estudios</b>	2013		
<b>Centro</b>	Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación		
<b>Tipo</b>	Obligatoria		
<b>Periodo lectivo</b>	Segundo cuatrimestre	<b>Curso</b>	Primero
<b>Idioma</b>	Español		
<b>ECTS</b>	6	<b>Horas / ECTS</b>	30
		<b>Carga total de trabajo (horas)</b>	180
<b>Horario clases teoría</b>		<b>Aula</b>	
<b>Horario clases prácticas</b>		<b>Lugar</b>	



## 2. Datos del profesorado

### 2.1 Profesor/a responsable

<b>Nombre</b>	Pablo Pavón Mariño		
<b>Departamento</b>	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Telemática		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 18, 1ª planta Edificio Antigones (ETSIT)		
<b>Teléfono</b>	968325952	<b>Fax</b>	968325973
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:pablo.pavon@upct.es">pablo.pavon@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://ait.upct.es/~ppavon">http://ait.upct.es/~ppavon</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Martes 11:00 a 14:00 y de 16:00 a 19:00		
<b>Ubicación durante las tutorías</b>	Despacho del profesor		
<b>Perfil Docente e investigador</b>	Profesor Titular de Universidad. Ingeniero de Telecomunicación. Licenciado en Matemáticas. Doctor por la UPCT		
<b>Experiencia docente</b>	Desde el curso 1999-2000.		
<b>Líneas de Investigación</b>	Planificación, gestión y optimización de redes de comunicaciones		

### 2.2 Otros profesores/as de la asignatura

<b>Nombre</b>	María Victoria Bueno Delgado		
<b>Departamento</b>	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Telemática		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 22, 1ª planta Edificio Antigones (ETSIT)		
<b>Teléfono</b>	968326505	<b>Fax</b>	968325973
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:mvictoria.bueno@upct.es">mvictoria.bueno@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>	<a href="http://www.ait.upct.es/~mvbueno/">http://www.ait.upct.es/~mvbueno/</a>		
<b>Horario de tutorías</b>	Lunes de 10:00 a 13:00 y de 16:00 a 19:00		
<b>Ubicación tutorías</b>	Despacho de la profesora		
<b>Perfil Docente e investigador</b>	Profesor Contratado Doctor. Ingeniera de Telecomunicación. Doctora por la UPCT		
<b>Experiencia docente</b>	Desde el curso 2005-2006.		
<b>Líneas de Investigación</b>	Protocolos anticollisión y dimensionamiento y planificación de redes de sensores y RFID.		

<b>Nombre</b>	María Dolores Cano Baños
---------------	--------------------------



<b>Departamento</b>	Tecnologías de la Información y las Comunicaciones		
<b>Área de conocimiento</b>	Ingeniería Telemática		
<b>Ubicación del despacho</b>	Despacho 17, 1ª planta ETSIT (Antigones)		
<b>Teléfono</b>	968 32 5953	<b>Fax</b>	968 32 5973
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:mdolores.cano@upct.es">mdolores.cano@upct.es</a>		
<b>URL / WEB</b>			
<b>Horario de tutorías</b>	Miércoles 10:00-14:00h y 16:00-18:00h		
<b>Ubicación tutorías</b>	Despacho 17, 1ª planta ETSIT (Antigones)		
<b>Perfil Docente e investigador</b>	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) Profesora Titular de Universidad		
<b>Experiencia docente</b>	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: Seguridad en Redes (4º curso).		
<b>Líneas de Investigación</b>	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.		
<b>Experiencia profesional</b>			
<b>Otros temas de interés</b>			



### 3. Descripción de la asignatura

#### 3.1. Presentación

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. Ubicación en el 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.

#### 3.3. Descripción de la asignatura. Adecuación al perfil 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.

#### 3.4. Relación con otras asignaturas. Prerrequisitos y recomendaciones



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

### 3.5. 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

### 4.1. Competencias específicas de 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.

### 4.2. Competencias transversales

#### 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

### 4.3. Objetivos generales

Los objetivos generales son los descritos en el apartado “Resultados esperados del aprendizaje”





#### 4.4. Resultados esperados del aprendizaje

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.





## 5. Contenidos

### 5.1. Contenidos según el plan de estudios

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: bloques y temas

#### Bloque 0.- Presentación del caso de estudio

#### Bloque 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. 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 (p.e. servicios diferenciados, DiffServ)

#### Bloque 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

#### Bloque 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

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 Ingeniería de red (aprox. 60% 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.

**Prácticas Diseño de red y modelo de costes. (aprox. 20% tiempo de laboratorio).** El objetivo es que los alumnos sean capaces de diseñar una red, 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. 20% tiempo de laboratorio).** El objetivo es que los alumnos se familiaricen con algunas herramientas disponibles para apoyar tareas de gestión y operación de red.

## 5.4. Programa resumido en inglés

### 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 (i.e. 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

#### Bloque 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).



## 6. Metodología docente

### 6.1. Actividades formativas

Actividad	Trabajo del profesor	Trabajo del estudiante	ECTS
<b>Clase de teoría</b>	Clase expositiva con intervención del alumno. Resolución de dudas planteadas por el estudiante. Resolución de problemas	Presencial (P1,P2): Clase magistral y resolución de problemas	<b>1</b>
<b>Prácticas de laboratorio</b>	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)	Presencial (P3, P5): Sesiones de prácticas, potencialmente con entregables presentados por los estudiantes en el laboratorio.	<b>0,8</b>
<b>Estudio personal o en grupo del alumno</b>	El alumno realizar un estudio personal o en grupo de los temas tratados. Trabaja en la elaboración del caso de estudio planteado	Estudio y preparación del caso de estudio (NP1 y NP2):	<b>4</b>
<b>Realización de pruebas de evaluación</b>	Preparación y asistencia a pruebas de evaluación.	Presencial (P6): Asistencia a examen.	<b>0,2</b>
			<b>6,0</b>

## 7. Técnicas de valuación

### 7.1. Técnicas de evaluación

Instrumentos	Realización / criterios	Peso	Competencias genéricas (4.2) evaluadas	Resultados (4.4) evaluados
Examen escrito en aula	Examen escrito de los contenidos teóricos de la asignatura. Será necesario un mínimo de 2.5 sobre 10 para aprobar la asignatura.	40 %	Ta1, Ta5, Tb5	Todos
Examen en laboratorio	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.	50 % (Junio) 60% (resto)	Ta2, Ta5, Tc1	Todos
Asistencia y aprovechamiento sesiones de laboratorio	En la convocatoria de junio un 10 % de la nota final de la asignatura es la asistencia y aprovechamiento de las prácticas.	10% (Junio)	Tb1, Tb3	Todos

Comentarios adicionales:

La asistencia a prácticas no es obligatoria. En la convocatoria de junio hay un 10 % de la nota final de la asignatura que es asistencia a prácticas. No asistir a una sesión, implica



perder simplemente la parte proporcional de ese 10 %. En las convocatorias de septiembre y febrero, el 40 % de la nota final procede del examen de teoría y el otro 60 % del examen de prácticas en el laboratorio.



## 8. Distribución de la carga

## de trabajo del estudiante

Semana	Bloque / Tema / Actividad	Actividades presenciales							Actividades no presenciales		
		Convencionales				No convencionales					
		P1. Clases teoría	P2. Clases problemas	P3. Prácticas de laboratorio	Total convencionales	P4. Conferencias, seminarios, etc.	P5. Presentación de trabajos	Total no convencionales	NP1. Estudio	NP2. Preparación de trabajos	Total no presenciales
1	Bloque 0	1	1		2						
2	Bloque 1	1	1		2				5	3	8
3	Bloque 1	1	1		2				5	3	8
4	Bloque 1	1	1	1	3		1	1	5	3	8
5	Bloque 1	1	1	1	3		1	1	5	3	8
6	Bloque 1	1	1	1	3		1	1	5	3	8
7	Bloque 1	1	1	1	3		1	1	5	6	11
8	Bloque 2	1	1	1	3		1	1	5	3	8
9	Bloque 2	1	1	1	3		1	1	5	3	8
10	Bloque 2	1	1	1	3		1	1	5	3	8
11	Bloque 2	1	1	1	3		1	1	5	3	8
12	Bloque 2	1	1	1	3		1	1	5	3	8
13	Bloque 3	1	1	1	3		1	1	5	3	8
14	Bloque 3	1	1	1	3		1	1	5	3	8
15	Bloque 3	1	1	1	3		1	1	5	3	8
Periodo de exámenes							6	6	5		5
Otros											
TOTAL HORAS		15	15	12	42		18	18	75	45	120
Comentarios:											

Total horas	Entregables
2	
10	
10	
12	
12	
12	
15	
12	
12	
12	
12	
12	
12	
12	
12	
11	
180	



## 9. Recursos y bibliografía

### 9.1. Bibliografía básica

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

### 9.2. Bibliografía complementaria

- Douglas Comer, "Internetworking With TCP/IP Volume 1: Principles Protocols, and Architecture", Ed. Addison-Wesley, 6th edition, 2013.
- 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.

### 9.3. Recursos en red y otros recursos

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

