



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93001080 - Redes definidas por software y virtualización de redes

PLAN DE ESTUDIOS

09BA - Master Universitario En Ingeniería De Redes Y Servicios Telemáticos

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2018/19 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--------------------------------------------------|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 2 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 2 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 3 |
| 6. Cronograma..... | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 9 |
| 8. Recursos didácticos..... | 12 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| Nombre de la asignatura | 93001080 - Redes definidas por software y virtualización de redes |
| No de créditos | 6 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Primer curso |
| Semestre | Primer semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 09BA - Master universitario en ingeniería de redes y servicios telemáticos |
| Centro responsable de la titulación | 09 - Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Telecomunicacion |
| Curso académico | 2018-19 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|----------------------------------------------|-----------------|---------------------------|----------------------------------|
| David Fernandez Cambroner (Coordinador/a) | B-216 | david.fernandez@upm.es | Sin horario. |
| Luis Bellido Triana | B-215 | luis.bellido@upm.es | Sin horario. |
| Carlos Mariano Lentisco Sanchez | B-423 | c.lentisco@upm.es | Sin horario. |

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería de Redes y Servicios Telemáticos no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Por su temática, el curso exige unos conocimientos de nivel medio sobre redes y protocolos TCP/IP, especialmente sobre el protocolo de nivel de red IP.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB09 - Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades

CB10 - Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CEC01 - Capacidad para comprender el funcionamiento del nivel de red de las redes IP en el contexto de Internet y las redes multiservicio basadas en MPLS, con soporte de calidad de servicio, servicios multidestino y movilidad de terminales.

CEC09 - Capacidad para comprender cómo las tecnologías de red emergentes, tales como las redes definidas por software y la virtualización de funciones de red, transforman el modelo de redes IP.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA42 - Comprender el funcionamiento de las técnicas básicas que permiten proporcionar calidad de servicio en redes de comunicaciones y su aplicación a las redes IP

RA46 - Capacidad de evaluar los trabajos presentados por otros alumnos.

RA47 - Comprender el funcionamiento de las arquitecturas de red definidas por software y conocer las ventajas que aportan con respecto a las arquitecturas de red clásicas.

RA48 - Comprender las razones que llevaron al rediseño del protocolo IP y conocer las principales características de IPv6.

RA44 - Comprender el funcionamiento de las redes IP, principalmente en lo relativo a la organización del direccionamiento y encaminamiento, así como las soluciones que han permitido su adaptación continua a las nuevas tecnologías de red surgidas desde su creación.

RA45 - Comprender los conceptos de virtualización de redes y de virtualización de funciones de red y conocer casos de aplicación de dichas técnicas.

RA43 - Comprender el funcionamiento de las tecnologías de conmutación basadas en etiquetas (MPLS) y las aplicaciones que permiten.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo general de la asignatura es que el alumno comprenda el importante papel que tienen los protocolos y soluciones aplicados en el nivel de red de la arquitectura TCP/IP para la creación de una red global que de soporte a todo tipo de servicios telemáticos. En particular, se busca que:

- Comprenda el funcionamiento del nivel de red de las redes IP en el contexto de Internet, centrándose en el protocolo IP y su función de protocolo interred, que facilita la interconexión de subredes heterogéneas, y en los protocolos de encaminamiento y soluciones administrativas que permiten la interconexión a gran escala de las redes y organizaciones que componen la Internet.
- Conozca los últimos avances en tecnologías de red asociados a las tecnologías de computación en la nube y los centros de datos que las soportan, prestando especial atención a las redes definidas por software (SDN), a la virtualización de redes y a la virtualización de funciones de red (NFV).

Adicionalmente, se pretende que el alumno sea capaz de redactar y presentar un trabajo final similar a un artículo científico siguiendo las reglas básicas que rigen los congresos de investigación. Además, el alumno participará activamente en la evaluación de los trabajos presentados por sus compañeros, con el objeto de que conozca los procedimientos de revisión basada en pares.

5.2. Temario de la asignatura

1. Repaso de la Arquitectura TCP/IP

- 1.1. Subredes. Interconexión de Redes. Interredes. Modelo extremo a extremo de Internet.
- 1.2. Nivel de Transporte: TCP y UDP. Aplicaciones.
- 1.3. Protocolo IP. Funciones. Formato datagrama.
- 1.4. Encaminamiento en Redes IP. Protocolos: OSPF, BGP.

2. Evolución de Internet. IPv6

- 2.1. Crecimiento de Internet. Problemas. Soluciones a corto plazo: Supernetting (CIDR), proxies, NAT, firewalls, etc. Solución a largo plazo: IP Next Generation (IPv6). Organización de Internet. Evolución.
- 2.2. Objetivos IPv6. Características Generales. Formato de Paquete. Direccionamiento y Encaminamiento en IPv6. Protocolo de Control: ICMPv6. Transición a IPv6. Presente y Futuro de IPv6.

3. Calidad de Servicio en Redes IP. MPLS.

3.1. Calidad de Servicio

3.1.1. Flujos multimedia. Requisitos. Internet de Servicios Integrados. Problemas ISI: Escalabilidad. Tipos de servicios: garantizado y carga controlada. Protocolos de Reserva: RSVP.

3.1.2. Internet de Servicios Diferenciados. Servicios Integrados vs. Diferenciados. Modelo de Gestión de Recursos. Funciones básicas: clasificación, marcado, etc. Servicios definidos: Expedited y Assured Forwarding.

3.1.3. Interfuncionamiento con ISI. Modelos de QoS mixtos: IntServ/DiffServ, IntServ agregado, etc.

3.2. Multiprotocol Label Switching (MPLS)

3.2.1. Motivación. Técnicas de conmutación rápida en IP. Funcionamiento básico de MPLS. Redes Privadas Virtuales.

3.2.2. Ingeniería de Tráfico con MPLS. QoS en MPLS: MPLS/DiffServ

4. Virtualización de Redes

4.1. Virtualización de Redes. Definición. Virtualización de Funciones de Red (NFV). Virtualización de escenarios de red. Servicios de redes en Linux. OpenvSwitch.

5. Redes en Centros de Datos

5.1. Introducción a los Centros de Datos. Computación en la nube. Modelos de Servicio. Requisitos de red de un centro de datos para computación en la nube. Openstack.

5.2. Arquitecturas de red. Topologías. Encaminamiento. Nuevos protocolos de transporte: DTCP, MPTCP.

6. Redes definidas por software (SDN)

6.1. Paradigma de redes definidas por software (SDN). Tecnologías. Protocolo Openflow. Controladores: OpenDaylight y ONOS. Ejemplos de Aplicación..

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Otra actividad presencial | Actividades de evaluación |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Introducción al curso Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1: Repaso TCP/IP Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Examen de evaluación de nivel de conocimientos EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 2 | Tema 1: Repaso TCP/IP Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P1: Práctica básica sobre Redes IP Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 3 | Tema 1: Repaso TCP/IP Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P2: Estudio del funcionamiento de los protocolos de encaminamiento OSPF y BGP sobre un escenario de red emulado mediante virtualización Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 4 | Tema 1: Repaso TCP/IP Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2: Evolución de Internet Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | Evaluación Practicas 1 y 2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 5 | Tema 2: IP versión 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3: Calidad de Servicio en Redes IP Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | | | |
| 6 | Tema 3: Calidad de Servicio en Redes IP Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3: Multiprotocol Label Switching (MPLS) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P3: Estudio del funcionamiento del protocolo IPv6 sobre un escenario de red emulado mediante virtualización. Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación Practica 3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 7 | Tema 3: Multiprotocol Label Switching (MPLS) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P4: Práctica sobre VPLS Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |

| | | | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8 | Tema 4: Virtualización de Redes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P5: Práctica sobre virtualización de redes interna Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación Prácticas 4 y 5 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 9 | Tema 4: Virtualización de Redes Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P5: Práctica sobre virtualización de redes interna Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Primer examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 10 | Tema 5: Redes en Centros de Datos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P6: Práctica sobre OpenStack Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 11 | Tema 5: Redes en Centros de Datos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P6: Práctica sobre OpenStack Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | |
| 12 | Tema 6: Redes definidas por software (SDN) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P7: Práctica sobre Redes definidas por Software Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio P8: Práctica sobre Virtualización de Redes basada en SDN Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Evaluación Prácticas 6 y 7 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 13 | Tema 6: Redes definidas por software (SDN) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | P8: Práctica sobre Virtualización de Redes basada en SDN Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | Visita al Centro de Datos del DIT Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas | Evaluación Prácticas 8 y 9 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 01:00 Segundo examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Duración: 01:00 |
| 14 | | P9: Práctica sobre SDN-IP con controlador ONOS Duración: 04:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | | Presentación de trabajos de alumnos PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 06:00 |
| 15 | Tutorías orientación trabajos Duración: 03:00 OT: Otras actividades formativas | | | Evaluación de trabajos alumnos TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua Duración: 03:00 Presentación de trabajos de alumnos PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación continua Duración: 06:00 |
| 16 | | | | |

| | | | |
|----|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 17 | | | <p>Presentación de trabajos de alumnos PI: Técnica del tipo Presentación Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00</p> <p>Evaluación Prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00</p> <p>Examen escrito (primer y segundo parcial) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 01:00</p> |
|----|--|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

Las horas de actividades formativas no presenciales son aquellas que el estudiante debe dedicar al estudio o al trabajo personal.

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 1 | Examen de evaluación de nivel de conocimientos | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | % | 4 / 10 | |
| 4 | Evaluación Practicas 1 y 2 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 4% | 4 / 10 | CEC01 |
| 6 | Evaluación Practica 3 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 4% | 4 / 10 | CEC01 |
| 8 | Evaluación Prácticas 4 y 5 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 4% | 4 / 10 | CEC01 CEC09 |
| 9 | Primer examen parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 10% | 4 / 10 | CB10 |
| 12 | Evaluación Prácticas 6 y 7 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 4% | 4 / 10 | CEC09 |
| 13 | Evaluación Prácticas 8 y 9 | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 4% | 4 / 10 | CEC09 |
| 13 | Segundo examen parcial | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 10% | 4 / 10 | CB10 |

| | | | | | | | |
|----|-------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|-------|-------|--------|--------------|
| 14 | Presentación de trabajos de alumnos | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 06:00 | 27.5% | 5 / 10 | CB09 |
| 15 | Evaluación de trabajos alumnos | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 03:00 | 5% | 4 / 10 | CB09 CB10 |
| 15 | Presentación de trabajos de alumnos | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 06:00 | 27.5% | 5 / 10 | CB09 |

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|-------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17 | Presentación de trabajos de alumnos | PI: Técnica del tipo Presentación Individual | Presencial | 01:00 | 60% | 5 / 10 | CB09 |
| 17 | Examen escrito (primer y segundo parcial) | EX: Técnica del tipo Examen Escrito | Presencial | 01:00 | 20% | 4 / 10 | CB10 |
| 17 | Evaluación Prácticas | TI: Técnica del tipo Trabajo Individual | No Presencial | 01:00 | 20% | 4 / 10 | CEC01 CEC09 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

No se ha definido la evaluación extraordinaria.

7.2. Criterios de evaluación

Los alumnos serán calificados por la calidad técnica y originalidad de los trabajos realizados, ponderando los resultados obtenidos, la claridad y capacidad de síntesis del artículo generado, la presentación oral de los resultados, la asistencia a las actividades del curso y el interés y participación en las actividades de discusión y reflexión (foros de debate, exposiciones...). Se calificará con una nota numérica de 0 a 10.

Se realizarán dos exámenes parciales sobre los contenidos de las clases impartidas por los profesores de la asignatura, el primero a finales de octubre y el segundo a mediados de diciembre. Es necesaria una nota mínima de 4 sobre 10 en cada examen para aprobar la asignatura. La nota media entre estos dos exámenes contribuirá con un 20% a la nota final.

Los alumnos deberán realizar las prácticas propuestas y entregar una memoria de resultados de cada una de ellas. La nota media de todas las prácticas, que deberá superar un mínimo de 4 para poder aprobar la asignatura, contribuirá con un 20% a la nota final.

El trabajo a realizar por los alumnos consistirá en escribir un artículo sobre algún tema relacionado con la asignatura y presentarlo posteriormente en clase. El trabajo y la presentación serán evaluados por los profesores y la nota final asignada contribuirá con un 55% a la nota final, siempre que dicha nota supere el 5 sobre 10.

Adicionalmente, se realizará una evaluación cruzada de los trabajos presentados por parte de los alumnos. La calidad de la evaluación realizada será valorada por los profesores y contribuirá con un 5% a la nota final.

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá comunicarlo por escrito al coordinador de la asignatura a través de solicitud presentada en el registro de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación antes de la fecha del primer examen parcial.

La evaluación mediante prueba final se basará en las mismas técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo que el número de alumnos que se presenten a la prueba final lo impida, en cuyo caso se buscarán fechas alternativas para realizarlos en coordinación con Jefatura de Estudios.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Laboratorios docentes del Dpto. de Ingeniería de Sistemas Telemáticos | Equipamiento | Utilizados opcionalmente para las prácticas, que también pueden realizarse en los ordenadores personales de los alumnos. |
| Herramienta Virtual Networks over linuX (VNX) | Otros | Utilizada para crear los escenarios de red virtuales utilizados en las prácticas de laboratorio. La herramienta ha sido desarrollada en el propio departamento (vnx.dit.upm.es) y es utilizada en varias asignaturas de redes impartidas en la ETSIT-UPM. |
| Computer Networking: A Top-Down Approach (6th Edition), James F. Kurose and Keith W. Ross, Pearson, 2012. | Bibliografía | Texto básico recomendado que cubre gran parte de los contenidos de la asignatura. |
| Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. William Stallings, Addison Wesley, 2015 | Bibliografía | Texto básico recomendado para los temas finales de la asignatura. |
| Lista de referencias adicional proporcionada junto con la documentación de cada tema. | Bibliografía | |