



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

2022/23 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

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	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Carlos Mariano Lentisco Sanchez	B-203	c.lentisco@upm.es	Sin horario. Sin horario. Horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.

David Fernandez Cambronero (Coordinador/a)	B-216	david.fernandez@upm.es	Sin horario. Sin horario. Horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.
Luis Bellido Triana	B-215	luis.bellido@upm.es	Sin horario. Sin horario. Horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.
Ignacio Soto Campos	B-218	ignacio.soto@upm.es	Sin horario. Sin horario. Horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.
Daniel Gonzalez Sanchez	B-203-i	daniel.gonzalez.sanchez@u pm.es	Sin horario. Sin horario. Horario flexible a convenir entre profesor y alumnos.

* 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

RA82 - Capacidad de identificar los diferentes componentes de una arquitectura de red definida por "software"

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

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.

RA79 - Capacidad de definir y dimensionar la arquitectura de redes corporativas como resultado de una especificación de servicios, tipos de usuarios, tráfico, y distribución geográfica

RA85 - Capacidad de analizar y sintetizar modelos arquitectónicos de red basados en virtualización de funciones

RA78 - Capacidad de analizar y sintetizar la segmentación de redes basada en técnicas de virtualización

RA80 - Saber realizar una presentación de carácter técnico, ante una audiencia de pares, que describa el trabajo realizado y sus resultados, de forma clara y bien estructurada, en el tiempo establecido, y usando un lenguaje

preciso

RA81 - Capacidad de diferenciar entre modelos arquitecturales de red basados en capas y definidos por software

RA83 - El alumno conoce y es capaz de cuantificar los principales parámetros que definen los requisitos de los tráficos multimedia, estableciendo un compromiso calidad/coste y es capaz de aplicarlo al dimensionado de las redes de soporte.

RA84 - Capacidad de analizar y sintetizar modelos arquitectónicos de red basados en orquestación de funciones

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura profundiza en los conceptos de Redes Definidas por Software y de Virtualización de Funciones de Red mediante la exposición de su aplicación en ámbitos específicos y en la elaboración de casos de uso. Presenta, además los conceptos de segmentación de redes basada en la virtualización de las mismas y, por último, presenta el análisis y diseño de redes definidas por orquestación de servicios y el ciclo de vida de los mismos.

La asignatura tiene un fuerte componente práctico por lo que se propondrán problemas específicos sobre el análisis y diseño de redes de ordenadores que cubrirán el análisis y diseño de tecnologías, topologías, arquitecturas, servicios y calidad del servicio de las mismas.

A tal fin, se proporcionarán conocimientos específicos sobre los nuevos paradigmas arquitecturales de las redes de comunicaciones basados en la definición "software" de las redes (SDN), en la virtualización de las funciones de la red (NFV) y en la orquestación de servicios.

Aunando los servicios proporcionados por operadores de telecomunicaciones, las tecnologías y técnicas de redes existentes y los nuevos paradigmas mencionados, cada alumno desarrollará una solución a un problema de redes de comunicaciones cuyos requisitos son conocidos en términos de servicios portadores y finales, perfiles de usuarios y su distribución geográfica.

El profesorado guiará las diferentes fases de la resolución del problema, determinando los "entregables" a producir y su planificación temporal.

5.2. Temario de la asignatura

1. Repaso de la arquitectura TCP/IP
2. Fundamentos en nuevos paradigmas de arquitectura de redes. Separación de plano de control y de datos
3. El plano de datos. Conmutación 123. Conmutación basada en Openflow
4. El plano de control. Sistemas operativos de red. ODL y ONOS.
5. Virtualización de redes y de funciones de red.
6. Computación en el borde. Centrales de conmutación definidas por software.
7. Redes definidas por software y virtualización de redes en CPDs
8. Redes definidas por software en el entorno de las redes de gran alcance. SD-WAN
9. Proyecto final

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Introducción al curso Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1: Repaso TCP/IP Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	Tema 2.1: Redes definidas por software (SDN). OpenFlow Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		P2.1: Práctica de SDN y análisis básico de OpenFlow Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio P2.2 Práctica de conmutador simple con soporte de VLAN no etiquetada Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
4	Tema 2.2: Calidad de Servicio en SDN Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2.3: Controladores SDN: ONOS Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Memoria de resultados P2.1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
5	Tema 2.4: Controladores SDN: OpenDaylight Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	P2.3: Práctica sobre SDN-IP con controlador ONOS Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Memoria de resultados P2.2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:30
6		P2.4: Práctica sobre QoS en SDN Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Primer examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00
7	Tema 3: Virtualización de Funciones de Red (I) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	P3.1: Práctica sobre virtualización de funciones de red - VNX Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Memoria de resultados P2.3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:30

8	<p>Tema 3: Virtualización de Funciones de Red (II) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>P3.2: Práctica sobre virtualización de funciones de red - Hipervisor de red Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria de resultados P2.4 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:30</p>
9	<p>Tema 3: Virtualización de Funciones de Red (III) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>P3.2: Práctica sobre virtualización de funciones de red - Hipervisor de red Duración: 01:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> <p>P3.3: SDN y NFV en Centros de Proceso de Datos Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria de resultados P3.1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>Tema 4: Centrales Definidas por Software. MEC. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>P4.1: Práctica sobre plataforma OSM Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria de resultados P3.2 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:30</p>
11	<p>Tema 5: SD-WAN Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6: Planteamiento del trabajo final Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>P5.1: Práctica sobre SD-WAN Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Memoria de resultados P3.3 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:30</p> <p>Segundo examen parcial EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
12				<p>Memoria de resultados P4.1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 04:30</p>
13				<p>Memoria de resultados P5.1 TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 02:30</p>
14				<p>Trabajo final TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua No presencial Duración: 22:00</p> <p>Examen del trabajo final EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
15				

16				
17				<p>Examen escrito (primer y segundo parcial) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p> <p>Memoria de resultados de las prácticas TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 23:00</p> <p>Examen del trabajo final EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 01:00</p> <p>Trabajo final TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 22:00</p>

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 derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Memoria de resultados P2.1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	2%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
5	Memoria de resultados P2.2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:30	5%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
6	Primer examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09
7	Memoria de resultados P2.3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	6%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
8	Memoria de resultados P2.4	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	4%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
9	Memoria de resultados P3.1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	01:00	4%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
10	Memoria de resultados P3.2	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	9%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
11	Memoria de resultados P3.3	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:30	9%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09

11	Segundo examen parcial	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	10%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09
12	Memoria de resultados P4.1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	04:30	7%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
13	Memoria de resultados P5.1	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:30	4%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
14	Trabajo final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	22:00	15%	5 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
14	Examen del trabajo final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	15%	5 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen escrito (primer y segundo parcial)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	24%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
17	Memoria de resultados de las prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	23:00	46%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
17	Trabajo final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	22:00	15%	5 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
17	Examen del trabajo final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	01:00	15%	5 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen escrito (primer y segundo parcial)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:00	24%	4 / 10	CEC09 CB09 CEC01 CB10
Memoria de resultados de las prácticas	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	23:00	46%	4 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
Trabajo final	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	Presencial	22:00	15%	5 / 10	CEC01 CB10 CEC09 CB09
Examen del trabajo final	EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas	Presencial	00:00	15%	5 / 10	CEC09 CB09 CEC01 CB10

7.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación progresiva (apartado "7.1.1 Evaluación continua"). El trabajo final y el examen del trabajo final son pruebas de evaluación global, y por tanto, habrá una única convocatoria tanto para los estudiantes que siguen la evaluación progresiva como para los que opten por evaluación global.

Para superar la asignatura es necesario:

- obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en los exámenes parciales
- obtener una calificación mínima de 4 sobre 10 en las memorias de las prácticas
- realizar y superar con una calificación mínima de 5 sobre 10 las actividades "Trabajo final" y "Examen de trabajo final"
- obtener una suma ponderada de las anteriores calificaciones, según el peso indicado en la tabla "evaluación continua", mayor o igual a 5 puntos.

La evaluación global (apartado "7.1.2 Evaluación solo 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 aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre. Las calificaciones obtenidas durante la evaluación progresiva se guardan para la evaluación global. En la evaluación global, los estudiantes tendrán la oportunidad de repetir únicamente las prácticas o exámenes para los que no hayan superado la calificación mínima.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará aplicando las técnicas y criterios de la evaluación global.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Portal Moodle de la asignatura	Recursos web	https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales
Foundations of Modern Networking: SDN, NFV, QoE, IoT, and Cloud. William Stallings, Addison Wesley, 2015	Bibliografía	Texto básico recomendado que cubre gran parte de los contenidos de la asignatura. Disponible en formato electrónico en Safari: https://proquest.safaribooksonline.com/
Computer Networking: A Top-Down Approach (7th Edition), James F. Kurose and Keith W. Ross, Pearson, 2017.	Bibliografía	Texto básico recomendado que cubre principalmente los conceptos básicos sobre redes y arquitectura TCP/IP.
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.
Lista de referencias adicional proporcionada junto con la documentación de cada tema.	Bibliografía	

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

- La asignatura se relaciona con el ODS 9 "Industria, innovación e infraestructura", en el ámbito de las TIC.
- La modalidad de enseñanza es presencial.