



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

95000052 - Redes De Comunicaciones Moviles

PLAN DE ESTUDIOS

09TT - Grado En Ingenieria De Tecnologias Y Servicios De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - 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.....	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	95000052 - Redes de Comunicaciones Moviles
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	09TT - Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Julio Jose Berrocal Colmenarejo	B-219	julio.berrocal@upm.es	L - 12:00 - 13:00
Manuel Alvarez-Campana Fdez.-Corredor (Coordinador/a)	B-214	manuel.alvarez- campana@upm.es	X - 15:00 - 16:00 V - 15:00 - 16:00

Enrique Vazquez Gallo	B-202-D	enrique.vazquez@upm.es	X - 10:00 - 11:00 V - 10:00 - 11:00
-----------------------	---------	------------------------	----------------------------------------

* 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

- Redes Y Servicios De Telecomunicacion
- Redes De Ordenadores

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicacion no tiene definidos otros conocimientos previos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-TL1 - Capacidad de construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los servicios telemáticos

CE-TL2 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, tales como sistemas de gestión, señalización y conmutación, encaminamiento y enrutamiento, seguridad (protocolos criptográficos, tunelado, cortafuegos, mecanismos de cobro, de autenticación y de protección de contenidos), ingeniería de tráfico (teoría de grafos, teoría de colas y teletráfico) tarificación y fiabilidad y calidad de servicio, tanto en entornos fijos, móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía y datos

CE-TL3 - Capacidad de construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis

CE-TL4 - Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes

CE-TL5 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos

CE-TL6 - Capacidad de diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

CG11 - Liderazgo de equipos

CG4 - Que los estudiantes puedan transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado como no especializado

CG7 - Trabajo en equipo

CG8 - Comunicación oral y escrita

4.2. Resultados del aprendizaje

RA474 - Conocer la evolución de las redes de comunicaciones móviles, a través de las distintas generaciones, y de los servicios que prestan. Conocer los organismos de normalización implicados.

RA475 - Conocer los subsistemas en que se divide una red de comunicaciones móviles (red de acceso y núcleo de red). Conocer sus funciones básicas: control de comunicaciones, gestión de movilidad, control de recursos, inteligencia de red, interfuncionamiento con otras redes.

RA479 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles 4G. Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA477 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles de segunda generación (2G). Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA478 - Comprender la estructura y funcionamiento de las redes de comunicaciones móviles 3G. Conocer sus elementos, interfaces y protocolos. Saber utilizar los modelos de dimensionado aplicables a estas redes.

RA476 - Conocer los nuevos protocolos introducidos en las redes de comunicaciones móviles para permitir su evolución hacia arquitecturas todo IP.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

La asignatura cubre los principios de las redes de comunicaciones móviles, incluyendo: arquitecturas de red, protocolos de comunicación, procedimientos de señalización, servicios, dimensionado e ingeniería de tráfico. El desarrollo del temario sigue un orden cronológico a través de las principales generaciones de redes de comunicaciones móviles: 2G (GSM/GPRS), 3G (UMTS/HSPA), 4G (LTE) y 5G.

5.2. Temario de la asignatura

1. Introducción a las Redes de Comunicaciones Móviles
 - 1.1. Principios de las Redes de Comunicaciones Móviles
 - 1.2. Normalización de las Redes de Comunicaciones Móviles
 - 1.3. Evolución de las Redes de Comunicaciones Móviles
2. Redes de Comunicaciones Móviles 2G y 3G (Rel 99)
 - 2.1. Redes de comunicaciones móviles 2G (GSM y GPRS)
 - 2.1.1. Introducción a las redes GSM. Operadores móviles. Servicios. Elementos. Interfaces.
 - 2.1.2. Red de acceso. Protocolos. Dimensionado
 - 2.1.3. Núcleo de red. Procedimientos de control de movilidad y seguridad, control de llamadas, mensajes cortos.
 - 2.1.4. Inteligencia de Red. CAMEL.
 - 2.1.5. GPRS. Servicios, arquitectura y procedimientos. Dimensionado.
 - 2.2. Redes de Comunicaciones Móviles 3G (UMTS Rel99)
 - 2.2.1. Principios de la arquitectura UMTS Release 99. Evolución desde GSM/GPRS.
 - 2.2.2. Red de acceso UTRAN. Protocolos. Uso de ATM. Dimensionado.
 - 2.2.3. Núcleo de red. Protocolos. Servicios modo circuito y servicios modo paquete. Calidad de servicio. Dimensionado.
3. Evolución de redes de Comunicaciones Móviles 3G (IMS y HSPA)

- 3.1. Evolución de UMTS en Releases 4, 5 y posteriores. Dominio CS basado en VoIP. Subsistema IP Multimedia (IMS).
- 3.2. Voz sobre IP. Codificación, empaquetado, calidad de servicio. Señalización para VoIP. Escenarios de aplicación. Dimensionado
- 3.3. Dominio CS basado en VoIP. Subsistema IP Multimedia (IMS).
- 3.4. Servicios de datos de alta velocidad (HSPA). Dimensionado.
- 4. Redes de Comunicaciones Móviles 4G (LTE)
 - 4.1. Principios de la arquitectura LTE/EPS. Elementos e interfaces.
 - 4.2. Red de acceso E-UTRAN. Protocolos. Transporte sobre IP.
 - 4.3. Núcleo de red EPC. Protocolos. Portadoras EPS y calidad de servicio. Procedimientos.
 - 4.4. Interfuncionamiento con otras redes (2G, 3G, WiFi, WIMAX). Escenarios de itinerancia.
 - 4.5. Soporte de servicios de voz. Solución con IMS (VoLTE). Solución transitoria con paso a circuitos (CS fallback).
- 5. Redes de Comunicaciones Móviles 5G
 - 5.1. Principios de arquitectura de 5G. Casos de uso. Elementos e Interfaces.
 - 5.2. Redes de acceso NG-RAN. Protocolos. Alternativas de despliegue SA y NSA
 - 5.3. Núcleo de red 5GC. Arquitectura SBA
 - 5.4. Network Slicing (SDN y NFV). Computación en el borde (MEC)

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Tema 1. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 1. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
2	Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
3	Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
4	Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
5	Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral		Tema 2. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	
6	Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 2. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	
7	Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas		Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas	

8	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 3. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Examen parcial 1 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p>
9	<p>Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 4. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 3. Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3. Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 4. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	
10	<p>Tema 4 . Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 4. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 4 . Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 4. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Trabajo en equipo Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
11	<p>Tema 4 . Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 5. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>		<p>Tema 4 . Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 5. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Trabajo en equipo Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
12	<p>Tema 5. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>		<p>Tema 5. Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Trabajo en equipo Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	
13			<p>Trabajo en equipo Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas</p>	

14			Trabajo en equipo Duración: 02:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Entrega de trabajo en equipo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua No presencial Duración: 00:00
15			Trabajo en equipo Duración: 04:00 AC: Actividad del tipo Acciones Cooperativas	Presentación oral de trabajo PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación continua Presencial Duración: 04:00
16				
17				Entrega de trabajo en equipo TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación sólo prueba final No presencial Duración: 00:00 Presentación oral de trabajo PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:00 Examen parcial 2 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen Final EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00

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 continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
8	Examen parcial 1	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6
14	Entrega de trabajo en equipo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CG11 CG8 CG4 CG7 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6
15	Presentación oral de trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	04:00	10%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
17	Examen parcial 2	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Entrega de trabajo en equipo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7

17	Presentación oral de trabajo	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
17	Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	70%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega de trabajos en equipo	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	00:00	20%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
Presentación oral de trabajos	PG: Técnica del tipo Presentación en Grupo	Presencial	02:00	10%	4 / 10	CG11 CG8 CG4 CG7
Examen Final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	70%	4 / 10	CE-TL1 CE-TL4 CE-TL5 CE-TL2 CE-TL3 CE-TL6

7.2. Criterios de evaluación

Será obligatorio realizar todas las actividades de evaluación propuestas para superar la asignatura. Todas ellas deben ser fruto del trabajo personal del alumno, aunque se fomentará la discusión y el trabajo en grupo para ayudar a entender mejor los problemas que se intentan resolver. La copia supondrá el suspenso de la asignatura, tanto para quien copie como para quien deje copiar.

CONVOCATORIA ORDINARIA

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante las actividades de evaluación continua especificadas en el apartado anterior. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final, formada por las actividades de evaluación especificadas en el apartado anterior, deberá comunicarlo en el plazo de 30 días a contar desde el primer día de clase de la asignatura mediante escrito firmado que se presentará a través del enlace habilitado para ello en la página Moodle de la asignatura.

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua, pero se realizará en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre. Si esto no fuera posible para alguna actividad de evaluación, se habilitarían fechas y horas alternativas.

Evaluación continua

La asignatura se aprobará cuando se obtenga una nota global mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10. La nota global se obtendrá mediante suma ponderada de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación. Para realizar la suma y, por tanto, para poder superar la evaluación continua, es requisito imprescindible que se alcance la nota mínima de cada actividad indicada en el apartado anterior. Si la nota obtenida en el parcial 1 fuera menor que la mínima, se deberá repetir dicho parcial el mismo día que se realiza el examen parcial 2.

Evaluación por prueba final

Se realizará en las fechas que determine la Escuela. La asignatura se aprobará cuando se obtenga una nota final mayor o igual a 5 puntos sobre un total de 10. La nota final se obtendrá mediante suma ponderada de las calificaciones correspondientes a las diferentes actividades de evaluación incluidas en la prueba final, siempre que se alcance la nota mínima de cada actividad indicada en el apartado anterior. El examen final tiene dos partes que se corresponden, respectivamente, con los temas 1-2 y los temas 3-4. Se deberá obtener un mínimo de 4 puntos sobre 10 en cada una de las dos partes indicadas.

CONVOCATORIA EXTRAORDINARIA

Se realizará en las fechas que determine la Escuela. En la convocatoria extraordinaria los estudiantes serán evaluados exclusivamente a través del sistema de prueba final descrito más arriba. Para esta convocatoria se permite guardar las notas de las actividades aprobadas con al menos 5 puntos sobre 10 en la convocatoria ordinaria del mismo curso.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Libro de consulta tema 2	Bibliografía	J. Eberspächer, H.J. Vögel, C. Bettstetter, C. Hartmann. GSM Architecture, Protocols and Services. Thrid Edition, Wiley, 2009.
Libro de consulta tema 3	Bibliografía	C. Kappler. UMTS Networks and Beyond, Wiley, 2009.
Libro de consulta tema 4	Bibliografía	C. Cox. An introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE and 4G Mobile Communications, Wiley, 2012.
Apuntes de la asignatura	Otros	Apuntes propios de la asignatura
Recursos WEB	Recursos web	Trasparencias, problemas resueltos, lecturas complementarias, etc. Disponibles en la página web de la asignatura.
Medios audiovisuales	Equipamiento	Aula con medios audiovisuales

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Las clases presenciales serán retransmitidas por streaming desde el aula mediante Microsoft Teams. De este modo, los alumnos que no puedan estar presentes en el aula por cuestiones de aforo máximo por motivos de seguridad podrán seguir la clase desde otro aula. Adicionalmente, las clases quedarán grabadas.

La asignatura se relaciona con los ODS 4 y 9:

Subobjetivo 4.4: Aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias profesionales y técnicas necesarias para acceder al empleo y al emprendimiento.

Subobjetivo 9.1: Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad.