



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería y Sistemas
de Telecomunicación

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

595020234 - Redes De Comunicaciones Móviles

PLAN DE ESTUDIOS

59EC - Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2022/23 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Requisitos previos obligatorios.....	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.....	8
8. Recursos didácticos.....	12
9. Otra información.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	595020234 - Redes de Comunicaciones Móviles
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Tercero curso
Semestre	Quinto semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59EC - Grado en Ingeniería Electronica de Comunicaciones
Centro responsable de la titulación	59 - Escuela Tecnica Superior De Ingeniería Y Sistemas De Telecomunicacion
Curso académico	2022-23

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Castillejo Parrilla (Coordinador/a)	A4401	pedro.castillejo@upm.es	Sin horario.
Carlos Ramos Nespereira	A4413	carlos.ramosn@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. Requisitos previos obligatorios

3.1. Asignaturas previas requeridas para cursar la asignatura

- Redes de Ordenadores
- Redes y Servicios de Telecomunicación

3.2. Otros requisitos previos para cursar la asignatura

El plan de estudios Grado En Ingeniería Electronica De Comunicaciones no tiene definidos requisitos para esta asignatura.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE TL01 - 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 TL02 - 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 TL04 - Capacidad de describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.

CE TL05 - Capacidad de seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios Telemáticos.

CE TL08 - Capacidad para realizar proyectos en el ámbito de las tecnologías específicas de la Ingeniería de Telecomunicación, de naturaleza profesional en que se sinteticen e integren las competencias adquiridas en las

enseñanzas.

CG 02 - Capacidad de búsqueda y selección de información, de razonamiento crítico y de elaboración y defensa de argumentos dentro del área.

CG 03 - Capacidad para expresarse correctamente de forma oral y escrita y transmitir información mediante documentos y exposiciones en público.

CG 04 - Capacidad de abstracción, de análisis y de síntesis y de resolución de problemas.

CG 10 - Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normativas y la aplicación de las mismas en el desarrollo de la profesión.

CG 11 - Habilidades para la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

CG 13 - Habilidades de aprendizaje con un alto grado de autonomía.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA992 - Capacidad de analizar los procedimientos básicos de una red LTE

RA972 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones telemáticas, en entornos móviles locales y de área extendida, con diferentes anchos de banda e incluyendo telefonía y datos

RA974 - Capacidad de describir las características básicas de los sistemas móviles celulares

RA985 - Capacidad de describir la funcionalidad de los elementos de la arquitectura de las redes móviles GSM

RA983 - Capacidad de describir las interfaces y protocolos de redes UMTS/HSDPA/HSUPA

RA977 - Capacidad de justificar las mejoras funcionales entre las tecnologías 2G

RA975 - Capacidad de identificar las alternativas tecnológicas emergentes en 4G

RA984 - Capacidad de relacionar los tipos, clases y parámetros de calidad de servicio en UMTS

RA981 - Capacidad de explicar las mejoras técnicas y funcionales entre las tecnologías 3G

RA979 - Capacidad de establecer una clasificación cronológica comparativa de los sistemas de comunicaciones móviles

RA991 - Capacidad de detallar la funcionalidad de los elementos de la arquitectura de una red LTE

RA978 - Capacidad de detallar la funcionalidad de los elementos de la arquitectura en las redes 3G:

UMTS/HSDPA/HSUPA

RA988 - Capacidad de describir las interfaces y protocolos en redes LTE

RA982 - Capacidad de identificar la funcionalidad de los mensajes de control intercambiados en la interfaz radio de redes

RA1165 - Capacidad de analizar los procedimientos básicos de una red 5G

RA1163 - Capacidad de describir la funcionalidad de los elementos de la arquitectura de una red 5G

RA1164 - Capacidad de describir las interfaces y protocolos de una red 5G

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El objetivo general de la asignatura es analizar la estructura de red, la arquitectura de protocolos y las características y servicios de las redes móviles, realizando un estudio cronológico de las redes con tecnologías 2G (GSM/GPRS/EDGE), 3G (UMTS/HSDPA/HSUPA), 4G (LTE/LTE-Advanced) y 5G (NSA y SA).

5.2. Temario de la asignatura

1. UNIDAD 1.- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS MÓVILES CELULARES

- 1.1. Evolución de las tecnologías de comunicaciones móviles
- 1.2. Características básicas de los sistemas celulares
- 1.3. Arquitectura global de las redes de comunicaciones móviles
- 1.4. El mercado de las comunicaciones móviles

2. UNIDAD 2.- SISTEMAS 3G: UMTS, HSDPA, HSUPA

- 2.1. Introducción a UMTS, HSDPA y HSUPA
- 2.2. Arquitectura de red (UTRAN y CN), servicios y aplicaciones
- 2.3. Interfaces y protocolos UMTS, HSDPA y HSUPA
- 2.4. Procedimientos básicos UMTS, HSDPA y HSUPA
- 2.5. Evolución de HSPA: HSPA+

3. UNIDAD 3.- SISTEMAS 4G: LTE, LTE-Advanced

3.1. Características básicas de LTE

3.2. Arquitectura de red LTE

3.3. Interfaces y protocolos LTE

3.4. Procedimientos básicos LTE

3.5. Introducción a LTE-Advanced y LTE Advanced-Pro

4. UNIDAD 4. SISTEMAS 5G

4.1. Características básicas de 5G: NR y NGC

4.2. Arquitectura de red y servicios 5G

4.3. Interfaces y protocolos 5G

4.4. Procedimientos básicos 5G

4.5. Virtualización y despliegues en la nube

5. PRACTICA 1: Análisis de tráfico y protocolos en redes 3G: UMTS, HSDPA, HSUPA

5.1. Análisis de protocolos del plano de control en la interfaz radio de redes 3G

5.2. Análisis de parámetros de nivel físico y procedimientos RRC en redes 3G

6. PRÁCTICA 2: Configuración y análisis de protocolos en una red LTE

6.1. Configuración de una red LTE: gestión del núcleo y parámetros radio

6.2. Análisis de protocolos en interfaces LTE

7. PRÁCTICA 3: Despliegue y configuración de un prototipo de red 5G

7.1. Despliegue de las diferentes entidades funcionales de una red 5G

7.2. Estudio de los parámetros de configuración de las entidades funcionales desplegadas

7.3. Análisis de protocolos y procedimientos básicos

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	UNIDAD 0 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral UNIDAD 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	UNIDAD 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral UNIDAD 2 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3	UNIDAD 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
4	UNIDAD 2 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
5		PRÁCTICA 1 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
6	UNIDAD 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral UNIDAD 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega PRÁCTICA 1 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:05
7	UNIDAD 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	UNIDAD 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
9	UNIDAD 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		

10	UNIDAD 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		Evaluación Continua 1 (EC1) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00
11	UNIDAD 3 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 2 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
12	UNIDAD 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega PRÁCTICA 2 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:05
13	UNIDAD 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
14	UNIDAD 4 Duración: 03:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral	PRÁCTICA 3 Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		
15	UNIDAD 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega PRÁCTICA 3 OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 00:05
16				
17				Examen Global-Evaluación Continua 1 (EG-EC1) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30 Examen Global-Evaluación Continua 2 (EG-EC2) EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 01:30

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
6	Entrega PRÁCTICA 1	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10
10	Evaluación Continua 1 (EC1)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	30%	3.5 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL01 CE TL02 CE TL08 CG 02 CG 13 CG 10
12	Entrega PRÁCTICA 2	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10
15	Entrega PRÁCTICA 3	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10

17	Examen Global-Evaluación Continua 1 (EG-EC1)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	3.5 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL01 CE TL02 CE TL08 CG 02 CG 13 CG 10
17	Examen Global-Evaluación Continua 2 (EG-EC2)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	3.5 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL01 CE TL02 CE TL08 CG 02 CG 13 CG 10

7.1.2. Prueba evaluación global

No se ha definido la evaluación sólo por prueba final.

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Entrega PRÁCTICA 1	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10
Entrega PRÁCTICA 2	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10
Entrega PRÁCTICA 3	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:05	10%	0 / 10	CE TL05 CE TL02 CG 02 CG 04 CG 11 CG 13 CG 03 CG 10

Examen Global-Evaluación Continua 1 (EG-EC1)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	30%	3.5 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL01 CE TL02 CE TL08 CG 02 CG 13 CG 10
Examen Global-Evaluación Continua 2 (EG-EC2)	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	01:30	40%	3.5 / 10	CE TL05 CE TL04 CE TL01 CE TL02 CE TL08 CG 02 CG 13 CG 10

7.2. Criterios de evaluación

El sistema de evaluación progresiva será el que se aplique a todos los estudiantes de la asignatura. Se establecen un total de seis actividades de evaluación para los periodos ordinario y extraordinario: tres entregas de memorias de prácticas, un examen parcial de evaluación continua denominado EC1, un examen global en periodo ordinario y un examen global en periodo extraordinario. Tanto en la convocatoria ordinaria como extraordinaria, el examen global tendrá dos partes diferenciadas: una parte que incluye una prueba de evaluación continua EG-EC1 (Examen Global - Evaluación Continua 1) y una prueba de evaluación continua EG-EC2 (Examen Global - Evaluación Continua 2). Es posible que se incluya la organización de una conferencia invitada, cuyo contenido podrá ser objeto de evaluación dentro de cualquier examen, parcial o global.

Algunos resultados de aprendizaje son difícilmente evaluables mediante una única prueba, siendo evaluados fundamentalmente a partir de las memorias de las prácticas entregadas por los estudiantes. Por este motivo, y en consistencia a lo especificado en el artículo 12.1.2 de la "Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de la Universidad Politécnica de Madrid" (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022), que es de aplicación a esta asignatura, todos los estudiantes, independientemente del periodo (ordinario o extraordinario), deben entregar en tiempo y forma a lo largo del curso las memorias de las prácticas para optar a la puntuación que se otorga a las mismas. Por tanto, las prácticas de la asignatura se consideran actividades obligatorias no recuperables.

La asignatura se calificará sobre un total de 10 puntos. Para aprobarla se deben cumplir todos los requisitos siguientes:

- Tener una nota global en la asignatura de al menos 5 puntos, calculada según los pesos establecidos en la tabla de actividades de evaluación.
- Tanto en el periodo ordinario como extraordinario: tener una nota ponderada de EC1 (en su caso EG-EC1) y EG-EC2 de al menos el 50% de la suma de sus pesos, no pudiendo ser ninguna de las notas individuales de dichas partes inferior al 35% de su peso.

Los estudiantes que hayan aprobado (obtenido al menos el 50% de su calificación máxima) uno de los dos exámenes EC1 (o, en su caso, EG-EC1) o EG-EC2, podrán optar por no realizar en el examen extraordinario la parte correspondiente a dicho examen, conservando en este caso la nota anteriormente obtenida para esta parte. Los estudiantes que no hayan aprobado (obtenido al menos el 50% de su calificación máxima) alguno de los exámenes realizados, ya sea EC1 (o, en su caso, EG-EC1) o EG-EC2, en periodo ordinario deberán presentarse obligatoriamente a la parte correspondiente a dicho examen en la convocatoria extraordinaria, dejando de tener validez la nota anteriormente obtenida.

En esta asignatura no se producirá la liberación de ningún bloque temático para posteriores cursos académicos.

Tanto en el periodo ordinario y extraordinario, si la suma ponderada de las notas de EC1 (o, en su caso, EG-EC1) y EG-EC2 es inferior al 50% de la suma de sus pesos, la nota que se publicará oficialmente en las correspondientes actas de las convocatorias ordinaria y extraordinaria será la menor de entre las dos siguientes: a) la nota global obtenida en la asignatura y b) la suma ponderada de las notas de EC1 (o, en su caso, EG-EC1) y EG-EC2.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
-Hernando Rábanos, José M. Comunicaciones móviles (2ª edición). Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, 2004.	Bibliografía	Bibliografía básica para Unidad 1 y Unidad 2
- Lluch Mesquida, Cayetano. Comunicaciones móviles de tercera generación UMTS. Ed. Telefónica Móviles España, Madrid, 2000	Bibliografía	Bibliografía básica Unidad 2
- Cox, Christopher. Essentials of UMTS. Ed. Cambridge University Press, New York, 2008.	Bibliografía	Bibliografía complementaria Unidad 2
-Kaarainen, Heikki. UMTS Networks: architecture, mobility and services (2nd Ed.). Ed. John Wiley & Sons, 2005.	Bibliografía	Bibliografía complementaria Unidad 2
- Kreher, Ralf. UMTS signaling: UMTS interfaces, protocols, message flows and procedures analyzed and explained (2nd Ed.). Ed. John Wiley & Sons, 2007.	Bibliografía	Bibliografía complementaria Unidad 2
- Huidobro Moya, José Manuel. ?Comunicaciones móviles: GSM, UMTS, LTE?. Ed. Ra-Ma Madrid, 2012.	Bibliografía	Bibliografía básica Unidad 1, Unidad 2 y Unidad 3
- Holma, Harri. WCDMA for UMTS: HSPA Evolution and LTE. 5ª Ed. Ed. Wiley, 2010	Bibliografía	Bibliografía complementaria Unidad 2 y Unidad 3

-Rodríguez, Jonathan. Fundamentals of 5G mobile networks. 2018	Bibliografía	Bibliografía básica Unidad 4.
- UMTS Forum. http://www.umts-forum.org/	Recursos web	Acceso a especificaciones UMTS
- The 3rd Generation Partnership Project (3GPP). http://www.3gpp.org/	Recursos web	Acceso a todas las especificaciones del 3GPP de 2G, 3G, 4G y 5G
- Plataforma institucional de tele-enseñanza de la Universidad Politécnica de Madrid (Moodle)	Otros	Acceso a todas aquellas informaciones, avisos, documentos, actividades y recursos que el profesorado de la asignatura considere adecuado para el correcto desarrollo de la misma.
Equipamiento laboratorio	Equipamiento	Los estudiantes dispondrán del equipamiento específico, software y permisos de acceso necesarios para la realización de las prácticas de laboratorio que así lo requieran

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Con respecto a la detección de plagio, se atenderá a lo establecido en el artículo 13 de la "Normativa de evaluación del aprendizaje en las titulaciones oficiales de Grado y Máster Universitario de la Universidad Politécnica de Madrid" (aprobada por Consejo de Gobierno en su sesión del 26 de mayo de 2022):

- De acuerdo con las obligaciones establecidas en el Estatuto del Estudiante Universitario, el estudiantado debe abstenerse de la utilización o cooperación que den lugar a fraude académico en cualquiera de las pruebas de evaluación, así como en los trabajos e informes que realicen.
- Ante la comprobación de fraude académico en una prueba de evaluación, se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados en la calificación final de la

convocatoria correspondiente a la celebración de la prueba (ordinaria o extraordinaria). Además, en función de la gravedad del caso, el Tribunal de la asignatura podrá acordar la realización de un examen especial y equivalente para evaluar los resultados de aprendizaje de la asignatura en la siguiente convocatoria oficial.

- El Tribunal de la Asignatura podrá poner los hechos en conocimiento del Director/a del Departamento, y éste a su vez podrá elevarlos al Rector/a para que pudiera abrirse, en su caso, expediente disciplinario.

La información contenida en esta guía es orientativa y por tanto es susceptible de modificación debido a erratas, omisiones, incidencias no previstas ocurridas durante el curso académico o si el correcto desarrollo de la asignatura así lo aconseja.