



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

595010342 - Comunicaciones Mviles

PLAN DE ESTUDIOS

59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicación

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2019/20 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Requisitos previos obligatorios.....	2
4. Conocimientos previos recomendados.....	2
5. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
6. Descripción de la asignatura y temario.....	4
7. Cronograma.....	8
8. Actividades y criterios de evaluación.....	10
9. Recursos didácticos.....	12

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	595010342 - Comunicaciones Mviles
No de créditos	4.5 ECTS
Carácter	Optativa
Curso	Cuarto curso
Semestre	Séptimo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	59SC - Grado En Ingeniería De Sistemas De Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	59 - Escuela Tecnica Superior de Ingeniería y Sistemas de Telecomunicacion
Curso académico	2019-20

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Pedro Garcia Del Pino	D8210	pedro.gdelpino@upm.es	Sin horario.
Antonio Perez Yuste (Coordinador/a)	D8304	antonio.perez@upm.es	Sin horario.
Cesar Briso Rodriguez	D8416	cesar.briso@upm.es	Sin horario.
Juan Anton Moreno Garcia- Loygorri	D8418	juan.moreno.garcia- loygorri@upm.es	Sin horario.

Jose Enrique Gonzalez Garcia	D8415	joseenrique.gonzalez@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

- Sistemas De Radiocomunicacion
- Sistemas De Telecomunicacion

3.2. Otros requisitos previos para cursar la asignatura

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

4. Conocimientos previos recomendados

4.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicacion no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

4.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Utilización y programación en Matlab
- Habilidades en el Manejo instrumentación, (Generadores de RF, Analizador Espectros) y en la medida y caracterización de equipos y sistemas..Uso de Matlab
- Manejo, búsqueda y comprensión de información de artículos y en Internet (en español e inglés).

5. Competencias y resultados de aprendizaje

5.1. Competencias

CE SC02 - Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.

CE SC05 - Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.

CE TEL01 - Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

CE TEL16 - Conocimiento de la normativa y la regulación de las telecomunicaciones en los ámbitos nacional, europeo e internacional.

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

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.

5.2. Resultados del aprendizaje

RA284 - Diseño y planificación de redes y sistemas de comunicaciones móviles

RA285 - Utilización de los procedimientos y técnicas de medida y caracterización de estos sistemas y de los elementos de comunicaciones implicados

RA282 - Descripción y comparación de los principales sistemas digitales de comunicaciones móviles europeos (TETRA, GSM/GPRS, UMTS, LTE), incluidas la arquitectura, servicios, interfaces, las diferentes capas y en especial la correspondiente al interfaz radio

RA283 - Análisis de la estructura de ráfagas y tramas y de los procedimientos de codificación y modulación utilizados

RA280 - Análisis y simulación del canal móvil y de los modelos de propagación

RA281 - Cálculo de los balances de enlace y de la calidad de los sistemas de Comunicaciones Móviles

6. Descripción de la asignatura y temario

6.1. Descripción de la asignatura

La asignatura está orientada al estudio, análisis y planificación de los Sistemas de Comunicaciones móviles y de otras tecnologías inalámbricas para las comunicaciones.

Palabras Clave (Keywords): Comunicaciones Móviles, GSM, 2G, UMTS, 3G, LTE, 4G, 5G, WLAN, WiFi

6.2. Temario de la asignatura

1. T1. Introductory concepts
 - 1.1. The mobile communication market: facts and figures
 - 1.2. The wireless spectrum: GSM, UMTS, LTE, ISM
 - 1.3. Roadmap of cellular communications
 - 1.4. Roadmap for wireless networking
 - 1.5. Regulatory bodies
2. T2. Cellular systems foundations
 - 2.1. Cellular geometry
 - 2.2. Frequency reuse and cluster formation
 - 2.3. Interference and co-channel interference
 - 2.4. Range, interference, and capacity-limited systems
 - 2.5. Handover and location update
 - 2.6. Traffic modelling: capacity
3. L1. Wireless spectrum measurements
 - 3.1. Wireless spectrum distribution
 - 3.2. Bandwidth and power spectrum profile
4. T3. The wireless channel
 - 4.1. Physical modelling for wireless channels
 - 4.2. Input/Output model of the wireless channel
 - 4.3. Time and frequency coherence
 - 4.4. Statistical distributions of wireless channels
 - 4.5. Stochastic models for path loss estimation
5. T4. Broadband mobile communication systems: 3G-UMTS
 - 5.1. UMTS system architecture
 - 5.2. Circuit switched vs. packet-switched connections
 - 5.3. Duplex and multiple-access procedures
 - 5.4. Direct-sequence CDMA

- 5.5. Spreading codes
- 5.6. Modulation in UMTS
- 6. T5. Broadband mobile communication systems: 4G-LTE
 - 6.1. LTE system architecture
 - 6.2. Orthogonal frequency division multiple access (OFDMA)
 - 6.3. Single-carrier FDMA
 - 6.4. Multiple antenna techniques
 - 6.5. Cell acquisition
 - 6.6. Data transmission and reception
- 7. L2. LTE Vienna Simulator
 - 7.1. Fading models
 - 7.2. Effect of the scheduler
 - 7.3. Transmit diversity
 - 7.4. MIMO mode
- 8. T6. Broadband wireless data networks
 - 8.1. General features of a wireless data network
 - 8.2. Wireless local area networks: IEEE 802.11
 - 8.3. Wireless personal area networks: Bluetooth, Zigbee, NFC
 - 8.4. Wireless body area networks: IEEE 802.15
- 9. L3. WiFi measurements with Ekahau
 - 9.1. Survey of a WiFi network
 - 9.2. Coverage analysis
- 10. T7. The road to 5G
 - 10.1. Usage scenario and key capabilities
 - 10.2. Air interface standards
 - 10.3. New radio frequencies
 - 10.4. Massive MIMO
 - 10.5. Beam-forming
- 11. L4. 5G channel sounding

11.1. Power delay profile measurement

7. Cronograma

7.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Otra actividad presencial	Actividades de evaluación
1	T1. Introductory Concepts Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T2. Cellular systems foundations Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
2	T2. Cellular systems foundations Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T2. Cellular systems foundations Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
3		L1. Wireless spectrum measurements Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio		L1. Wireless spectrum measurements TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00
4	T3. The wireless channel Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T3. The wireless channel Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
5	T3. The wireless channel Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T3. The wireless channel Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			T1-T2-T3. Cellular systems and Wireless channel ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 02:00
6	T4. Broadband mobile communication systems: 3G-UMTS Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T4. Broadband mobile communication systems: 3G-UMTS Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
7	T5. Broadband mobile communication systems: 4G-LTE Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral T5. Broadband mobile communication systems: 4G-LTE Duración: 02:00			

	LM: Actividad del tipo Lección Magistral			
8	<p>T5. Broadband mobile communication systems: 4G-LTE Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T5. Broadband mobile communication systems: 4G-LTE Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>T4-T5. Broadband mobile communication systems: UMTS and LTE ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 02:00</p>
9		<p>L2. LTE Vienna Simulator Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>L2. LTE Vienna Simulator TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00</p>
10		<p>L2. LTE Vienna Simulator Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>L2. LTE Vienna Simulator TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00</p>
11	<p>T6. Broadband wireless data networks Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>T6. Broadband wireless data networks Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>T6. Broadband wireless data networks ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Duración: 02:00</p>
12		<p>L3. WiFi measurements with Ekahau Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>L3. WiFi Measurements with Ekahau TI: Técnica del tipo Trabajo Individual Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00</p>
13	<p>T7. The road to 5G Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>	<p>L4. 5G Channel Sounding Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>L4. 5G Channel Sounding TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo Evaluación continua y sólo prueba final Duración: 02:00</p>
14				<p>T1-T7. Course final exam EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Duración: 03:00</p>
15				
16				
17				

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.

8. Actividades y criterios de evaluación

8.1. Actividades de evaluación de la asignatura

8.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	L1. Wireless spectrum measurements	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE SC05 CE TEL16 CG 10
5	T1-T2-T3. Cellular systems and Wireless channel	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	24%	5 / 10	CE TEL16 CG 02 CG 10 CG 04 CE TEL01
8	T4-T5. Broadband mobile communication systems: UMTS and LTE	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	24%	5 / 10	CG 04 CE SC02 CE TEL01 CE TEL16 CG 02
9	L2. LTE Vienna Simulator	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	
10	L2. LTE Vienna Simulator	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE TEL01 CG 02 CG 04 CE SC02
11	T6. Broadband wireless data networks	ET: Técnica del tipo Prueba Telemática	No Presencial	02:00	12%	5 / 10	CG 04 CE SC02 CE TEL16 CG 10
12	L3. WiFi Measurements with Ekahau	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CG 04 CE SC02 CG 02 CG 10
13	L4. 5G Channel Sounding	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE TEL01 CG 02 CE SC05 CE SC02

8.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
3	L1. Wireless spectrum measurements	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE SC05 CE TEL16 CG 10
9	L2. LTE Vienna Simulator	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	
10	L2. LTE Vienna Simulator	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE TEL01 CG 02 CG 04 CE SC02
12	L3. WiFi Measurements with Ekahau	TI: Técnica del tipo Trabajo Individual	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CG 04 CE SC02 CG 02 CG 10
13	L4. 5G Channel Sounding	TG: Técnica del tipo Trabajo en Grupo	No Presencial	02:00	8%	5 / 10	CE TEL01 CG 02 CE SC05 CE SC02
14	T1-T7. Course final exam	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	5 / 10	CE SC05 CG 04 CE SC02 CE TEL01 CE TEL16 CG 02 CG 10

8.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
La evaluación de la convocatoria extraordinaria tendrá las mismas características que la evaluación según solo prueba final?	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	03:00	60%	5 / 10	CE SC05 CG 04 CE SC02 CE TEL01 CE TEL16 CG 02 CG 10

8.2. Criterios de evaluación

En función del número de alumnos matriculados, podrán hacerse dos grupos de laboratorio (A y B), que realizarán las prácticas presenciales en diferentes días. En el cronograma y en la evaluación, se muestra sólo uno de los grupos.

La asistencia a las clases de teoría y a las clases de laboratorio es obligatoria.

Los contenidos teóricos se evaluarán de forma continua, a lo largo del curso, mediante cuatro pruebas que se realizarán utilizando la plataforma Moodle. El peso total de esta parte es del 60%. La nota mínima necesaria para superar esta parte es de 5 puntos.

Los contenidos prácticos se evaluarán mediante la realización de una memoria individual sobre las actividades y medidas realizadas en el laboratorio. Hay cuatro prácticas programadas. El peso total de esta parte es del 40%. La nota mínima necesaria para superar esta parte es de 5 puntos.

Los alumnos que prefieran optar por la modalidad de evaluación sólo por prueba final, tendrán que superar un examen presencial escrito que se realizará en la fecha de la convocatoria oficial. Este examen incluirá todos los contenidos vistos en el curso, tanto teóricos como de laboratorio, y para aprobarlo será necesario alcanzar los 5 puntos.

9. Recursos didácticos

9.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Presentaciones de la asignatura	Recursos web	Plataforma Teleenseñanza Moodle
Guiones de prácticas	Recursos web	Plataforma Teleenseñanza Moodle
José M. Hernando et al.	Bibliografía	Comunicaciones Móviles, 3ª ed, Ed. Centro de Estudios Ramón Areces, Madrid, 2015
3 puestos de laboratorio de Sistemas de Telecomunicación/Radiocomunicación (Fuente de alimentación, Generador de señales digitales,	Equipamiento	

Generador de RF, Osciloscopio y Analizador de espectros) y otro equipamiento adicional		
6 puestos con ordenador. Matlab y Software para análisis, simulación y cálculo de sistemas de Com. Móviles	Equipamiento	
Tse, D. and Viswanath, P.	Bibliografía	Fundamentals of Wireless Communications, Cambridge University Press, 2005
Du, K.L and Swamy, M.N.S.	Bibliografía	Wireless Communication Systems, Cambridge University Press, New York, 2010
Dahlman, E.	Bibliografía	4G, LTE-Advanced Pro and The Road to 5G, 3ª ed., Academic Press, 2016
Cox, C.	Bibliografía	An Introduction to LTE, John Wiley & Sons, West Sussex, UK, 2012.
3GPP	Recursos web	The 3rd Generation Partnership Project, http://www.3gpp.org/
IEEE 802.11	Recursos web	IEEE 802.11 wireless local area networks standards: http://www.ieee802.org/11/
Dahlman, E. et al.	Bibliografía	The Next Generation Wireless Access Technology. Academic Press, 2018