

Guía docente

230253 - LCM - Laboratorio de Comunicaciones Móviles

Última modificación: 24/03/2026

Unidad responsable: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación de Barcelona

Unidad que imparte: 739 - TSC - Departamento de Teoría de la Señal y Comunicaciones.

Titulación: GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN (Plan 2015). (Asignatura optativa).

Curso: 2026

Créditos ECTS: 6.0

Idiomas: Catalán, Castellano, Inglés

PROFESORADO

Profesorado responsable:

Otros:

CAPACIDADES PREVIAS

Fundamentos de radiocomunicaciones y de comunicaciones móviles celulares.

COMPETENCIAS DE LA TITULACIÓN A LAS QUE CONTRIBUYE LA ASIGNATURA

Genéricas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

METODOLOGÍAS DOCENTES

La asignatura se desarrolla mediante la realización de actividades prácticas de forma presencial en el laboratorio, complementadas con la realización de actividades de preparación de estudios previos y la elaboración de los informes de final de práctica correspondientes.

Para cada bloque de contenidos, el profesor proporcionará la documentación y las referencias necesarias para permitir al alumno adquirir el nivel de conocimientos necesario para el correcto desarrollo de las sesiones prácticas. A partir del material indicado, el estudiante deberá realizar un estudio previo según un modelo que se proporcionará para cada práctica. Las sesiones prácticas se realizarán en grupos de 2 o 3 personas. En las sesiones prácticas, se plantearán actividades dirigidas a desarrollar la capacidad de realizar simulaciones o experimentos y evaluar los resultados, comparar resultados teóricos con prácticos y evaluar prestaciones en entornos reales. Una vez finalizado cada bloque de contenidos prácticos, los estudiantes deberán realizar y presentar una memoria de los trabajos llevados a cabo en el laboratorio.

- Clases expositivas
- Clases de laboratorio
- Trabajo individual (no presencial)
- Ejercicios
- Pruebas de respuesta corta
- Otras actividades.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ASIGNATURA

Conocimiento y aprendizaje de herramientas y equipos empleados en el ámbito de los sistemas de comunicaciones móviles:

- Herramientas informáticas para la simulación de la capa física de sistemas de comunicaciones móviles.
- Herramientas informáticas para la planificación, diseño y análisis de prestaciones de sistemas de comunicaciones móviles.
- Equipos de test de RF y protocolos de terminales móviles.
- Redes privadas experimentales con equipos SDR

-Herramientas de "drive testing" para el análisis del funcionamiento de redes de comunicaciones móviles.

Mediante el uso de las anteriores herramientas:

- Adquirir un conocimiento práctico del funcionamiento de las principales tecnologías y sistemas de comunicaciones móviles.
- Desarrollar la capacidad para identificar, analizar y resolver problemas de ingeniería en el contexto de los sistemas de comunicaciones móviles.
- Desarrollar la capacidad de realizar simulaciones o experimentos y evaluar los resultados, comparar resultados teóricos con prácticos y evaluar prestaciones en entornos controlados o reales de sistemas de comunicaciones radio.

HORAS TOTALES DE DEDICACIÓN DEL ESTUDIANTADO

Tipo	Horas	Porcentaje
Horas grupo pequeño	48,0	32.00
Horas grupo grande	4,0	2.67
Horas aprendizaje autónomo	98,0	65.33

Dedicación total: 150 h

CONTENIDOS

1. Introducción y conceptos previos para la realización de las prácticas

Descripción:

Introducción a los sistemas de comunicaciones móviles. Tecnologías y estándares. Sector de las comunicaciones móviles. Conceptos básicos y punto de partida para la realización de las prácticas.

Objetivos específicos:

Conocer las principales características de los sistemas de comunicaciones móviles.

Actividades vinculadas:

Clases de teoría.

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 12h

Grupo grande/Teoría: 4h

Aprendizaje autónomo: 8h

2. Prácticas de generación de señales LTE y análisis de prestaciones con MATLAB LTE Toolbox

Descripción:

En esta práctica se trabaja la simulación, análisis y la caracterización de prestaciones de la tecnología LTE mediante MATLAB. Se estudia la estructura tiempo-frecuencia de la señal LTE, canales físicos y señales de referencia, modelado del canal de propagación, modos de operación FDD/TDD, modos de transmisión multi-antena (Transmit Diversity, Spatial Multiplexing) y mecanismos de adaptación de enlace (Link Adaptation).

Objetivos específicos:

Los objetivos de aprendizaje son:

- Adquirir un conocimiento detallado de las tecnologías de transmisión y recepción radio utilizadas en las redes móviles 4G/LTE
- Simular, analizar y realizar pruebas de prestaciones de la capa física de un enlace LTE mediante herramientas de simulación.

Actividades vinculadas:

Práctica de generación de señales LTE y análisis de prestaciones con MATLAB LTE Toolbox

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 24h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 16h

3. Prácticas de planificación y dimensionado de redes móviles

Descripción:

Introducción a la planificación y el dimensionado de sistemas móviles 4G/5G. Incluye la configuración del despliegue de una red (ubicación antenas, características equipos), modelos de propagación radio, caracterización de servicios, movilidad y terminales, configuración de celdas vecinas, frecuencias e identificadores de celda, utilización de mapas de tráfico, cálculo de predicciones de cobertura, capacidad y calidad del servicio. Se realizan comparativas de prestaciones por tipo de servicio, impacto en la planificación de las estrategias de gestión de recursos radio (ICIC, Power Control, Scheduling) e impacto de canalización frecuencial y banda de operación.

Objetivos específicos:

Conocer los pasos a seguir y aprender a dimensionar y planificar sistemas de comunicaciones móviles.

Actividades vinculadas:

Planificación de red 4G/5G con la herramienta comercial de planificación y evaluación de redes ATOLL.

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 36h

Grupo pequeño/Laboratorio: 12h

Aprendizaje autónomo: 24h

4. Prácticas de monitorización de redes operativas con herramientas de drive testing

Descripción:

Aprendizaje de las capacidades y utilización de una herramienta comercial de drive testing para la monitorización de una red comercial en Campus Nord. Se realizan pruebas que abarcan el acceso 2G, 3G y 4G disponible en las redes actuales. Se miden niveles de señal en diferentes localizaciones del Campus y se analizan KPIs de los servicios de voz y de acceso a Internet.

Objetivos específicos:

Aprender a monitorizar redes móviles reales.

Actividades vinculadas:

Monitorización y estudios de prestaciones de una red comercial con la herramienta de Drive Test QualiPoc y la de post-procesado de medidas NQView de Rohde Schwarz.

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 24h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 16h

5. Prácticas con equipos de test de radiocomunicaciones

Descripción:

Estudio de los parámetros de capa física y los procedimientos de señalización con terminals móviles y equipos de test de radiocomunicaciones. Se analiza la estructura temporal de las señales, espectro y utilización de los recursos (slots, códigos). Se hacen medidas de interferencia en canal adyacente y tasas de error en el bit. Se estudian diferentes configuraciones de servicios en los terminales. Se analiza el comportamiento de diferentes mecanismos (frequency hopping, attach / detach, handover).

Objetivos específicos:

Conocer y aprender a caracterizar y medir los parámetros de nivel físico de de diferentes tecnologías de acceso, así como también la señalización involucrada.

Actividades vinculadas:

Medidas de las prestaciones de teléfonos móviles comerciales con el equipo HP / Agilent 8922.

Medidas de las prestaciones de teléfonos móviles comerciales con el analizador de radiocomunicaciones CMU-200 de Rhode & Schwarz.

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 30h

Grupo pequeño/Laboratorio: 10h

Aprendizaje autónomo: 20h

6. Prácticas con una red privada experimental 4G/5G

Descripción:

En esta práctica se trabaja con una red privada experimental LTE que permite hacer pruebas funcionales y de prestaciones de terminales convencionales. La red LTE, implementada con el equipo OTS 100 de Amarisoft, está operativa en el laboratorio D4-115 del Grupo de Investigación de Comunicaciones Móviles (GRCM). La práctica pretende que el estudiante conozca este tipo de equipamiento experimental que, en el caso del equipo en cuestión, permite testear, además de LTE, tecnologías para comunicaciones IoT (LTE-M, NB-IOT) y tecnologías 5G (configuraciones E-UTRAN New Radio - Dual Connectivity [EN-DC]).

Objetivos específicos:

Los objetivos de las actividades prácticas son:

- Conocer el funcionamiento del OTS 100 y las herramientas de configuración y monitorización de las que dispone.
- Estudiar el funcionamiento de una red LTE operativa a partir del análisis de procedimientos de señalización y de la monitorización de medidas y estadísticas.
- Realizar pruebas que permitan caracterizar las prestaciones que se pueden conseguir con diferentes configuraciones y condiciones de operación de la red LTE, incluyendo configuraciones con diferentes modos de duplexado (FDD o TDD), el uso de diferentes bandas y canalizaciones frecuenciales, el uso de mecanismos de agregación de portadora (Carrier Aggregation) y transmisión multiantena MIMO 2x2, ejecución de procedimientos de handover entre celdas, mecanismos de QoS y provisión de servicios de voz sobre LTE (llamados como volte).

Actividades vinculadas:

Práctica para la configuración y operación de una red privada LTE con el equipo de test Amarisoft OTS 100

Competencias relacionadas:

10 ECI N2. EXPERIMENTALIDAD Y CONOCIMIENTO DE LA INSTRUMENTACIÓN: desenvolverse de forma competente en un entorno de laboratorio del ámbito TIC. Operar instrumentación y herramientas propias de las ingenierías de telecomunicación y electrónica e interpretar sus manuales y especificaciones. Evaluar los errores y las limitaciones asociados a las medidas y resultados de simulaciones.

Dedicación: 24h

Grupo pequeño/Laboratorio: 8h

Aprendizaje autónomo: 16h

SISTEMA DE CALIFICACIÓN

Cualquier acto de fraude académico, plagio o uso o mera tenencia al alcance de medios no autorizados en cualquier actividad de evaluación comportará la calificación de cero (0) en la prueba o entrega afectada. Además, de acuerdo con la normativa de la Universidad, la posible derivación de los hechos para la apertura de un expediente disciplinario implicará que la asignatura quede en el estado provisional de "pendiente de evaluación" hasta la resolución del expediente. La gestión de estas incidencias se lleva a cabo de acuerdo con el [Marco de actuación para la integridad académica en la evaluación de la UPC](#).

La nota final de la asignatura se obtendrá a partir de la calificación de evaluación continuada (trabajos propuestos por el profesor a lo largo del curso y prácticas de laboratorio) y del examen final, según el siguiente criterio:

Examen final, asistencia y actitud mostrada en clase: 25%

Ejercicios (Estudios previos): 15%

Prácticas de laboratorio (Informes finales): 60%

NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS.

La presentación de los estudios previos será un requisito indispensable para poder llevar a cabo las sesiones prácticas.

Durante las sesiones prácticas, se deberán rellenar cuestionarios que permitan valorar el progreso en el trabajo. El informe final se presentará una vez finalizada la sesión práctica.

BIBLIOGRAFÍA

Básica:

- Sallent Roig, O.; Pérez Romero, J. Fundamentos de diseño y gestión de sistemas de comunicaciones móviles celulares [en línea]. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica, 2014 [Consulta: 25/06/2015]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36630>. ISBN 9788498804812.
- R. Agustí, F. Bernardo Álvarez, F. Casadevall, R. Ferrús, J. Pérez, O. Sallent. LTE: nuevas tendencias en comunicaciones móviles [en línea]. [S.l.]: Fundación Vodafone, 2010 [Consulta: 09/04/2021]. Disponible a: <https://proyectolte.files.wordpress.com/2012/09/lte-nuevas-tendencias.pdf>. ISBN 8493474045.
- Holma, H.; Toskala, A. WCDMA for UMTS - HSPA evolution and LTE. 5th ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2010. ISBN 9780470686461.
- Hernando, J.M. (Coord.). Comunicaciones móviles GSM y GPRS. Alcobendas: Fundación Vodafone España, 2007. ISBN 84-934740-1-0.

Complementaria:

- Lee, W.C.Y. Mobile communications design fundamentals [en línea]. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 1993 [Consulta: 21/09/2020]. Disponible a: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/book/10.1002/9780470930427>. ISBN 0471574465.
- Sallent, O.; Valenzuela, J.L.; Agustí, R. Principios de comunicaciones móviles [en línea]. Barcelona: Edicions UPC, 2003 [Consulta: 10/03/2015]. Disponible a: <http://hdl.handle.net/2099.3/36768>. ISBN 84-8301-715-6.
- Pérez-Romero, J.; Sallent, O.; Agustí, R.; Díaz-Guerra, M.A. Radio resource management strategies in UMTS. Chichester: John Wiley & Sons, 2005. ISBN 0470022779.
- Laiho, J.; Wacker, A.; Novosad, T. Radio network planning and optimisation for UMTS. 2nd. ed. Chichester: John Wiley & sons, 2006. ISBN 0470015756.

RECURSOS

Otros recursos:

Manuales de usuario de los equipos y programas utilizados en el laboratorio en ATENEA