



Máster en Ingeniería de Telecomunicación 60928 - Redes y servicios de comunicaciones móviles

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Antonio Valdovinos Bardají** toni@unizar.es
- **María Ángela Hernández Solana** anhersol@unizar.es

Recomendaciones para cursar esta asignatura

No existen recomendaciones particulares para cursar esta asignatura.

Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el segundo semestre del primer curso de la titulación con un total de 5 créditos ECTS. Las actividades principales de la misma se dividen en clases teóricas, resolución de problemas o supuestos prácticos en clase y trabajos tutelados. Esta distribución tiene como objetivo fundamental facilitar la comprensión y asimilación de todo aquel conjunto de conceptos que permitan cubrir las competencias a adquirir por esta asignatura y su relación con las telecomunicaciones. Por último existirá una prueba global dividida en dos partes. Un examen final de evaluación de los contenidos teórico/prácticos, en el que se evaluará el nivel de comprensión de los conceptos teóricos y la competencia en la resolución de problemas o supuestos prácticos, y un examen final de evaluación de los contenidos tratados en los trabajos tutelados. Esta prueba global, junto con la evaluación continua de los mencionados trabajos tutelados y las prácticas de laboratorio, constituye la evaluación de la asignatura. Para más detalles relativos al sistema de evaluación consultar el apartado destinado para tal fin en esta guía docente.

Las fechas de inicio y finalización del curso y las horas concretas de impartición de la asignatura así como las fechas de realización de las diversas actividades a desarrollar se harán públicas una vez que la Universidad y la Escuela hayan aprobado el calendario académico.

Inicio

Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...

- 1:**
- Conoce las características de las nuevas tecnologías de acceso móvil y sus principios de evolución.
 - Conoce el marco tecnológico, regulatorio, económico y empresarial de desarrollo de las nuevas tecnologías

- de acceso y arquitecturas de redes móviles.
- Conoce y comprende la estructura y operación de la interfaz radio de las nuevas redes de comunicaciones móviles, así como sus principios de diseño.
- Conoce y aplica técnicas de gestión de recursos radio y del espectro radioeléctrico.
- Conoce y comprende el diseño y evolución de la arquitectura global, incluyendo la asignación de funciones (movilidad, encaminamiento y provisión de servicios portadores unicast, multicast, seguridad) en los diferentes subsistemas (acceso, core) y los principios, mecanismos, procedimientos y protocolos que regulan la transmisión extremo a extremo.
- Conoce y comprende el diseño y evolución de nuevas topologías de red basadas en despliegues de nodos heterogéneos para entornos de alta demanda de capacidad.
- Conoce y comprende el diseño de la arquitectura y mecanismos de soporte de servicios y capacidad de transporte unicast y multicast/broadcast, incluyendo el modelo de prestación de QoS en los diferentes subsistemas.
- Conoce y comprende los mecanismos de provisión de servicios multimedia extremo a extremo (VoIP, videostreaming, ...) sobre redes móviles basadas en IP.
- Conoce y aplica los principios de diseño, dimensionamiento, planificación y optimización de la red de acceso y la red troncal para la provisión de servicios multimedia en movilidad.
- Conoce y analiza los diferentes costes que intervienen en el diseño y despliegue de una red de comunicaciones móviles, así como la relación entre el diseño, la planificación y los precios en una red de comunicaciones móviles.
- Conoce y aplica las técnicas de despliegue, instalación, operación, administración y mantenimiento de redes móviles.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura Redes y Servicios de Comunicaciones Móviles se enmarca dentro de la materia Redes y Servicios, que engloba otras tres asignaturas obligatorias, con las cuales guarda relación. Tiene como las anteriores, carácter obligatorio.

Esta asignatura proporcionará al alumno el conocimiento y la comprensión de los aspectos tecnológicos, económicos, regulatorios, etc. que caracterizan las nuevas redes y servicios de comunicaciones móviles, así como los principios y técnicas de diseño, dimensionamiento, planificación, despliegue, instalación, operación, administración, mantenimiento y optimización de dichas redes.

La asignatura consta de 5 créditos ECTS, que se distribuyen en sesiones presenciales de clases teóricas, clases de problemas, trabajos prácticos tutelados, actividades de trabajo personal del estudiante y sesiones de evaluación.

Contexto y competencias

Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:

El objetivo general de esta asignatura es que el alumno conozca las tecnologías en las que se basan los nuevos sistemas de comunicaciones móviles, comprenda los mecanismos de provisión de servicios en movilidad con calidad diferenciada y sea capaz de analizar, diseñar y planificar todos los aspectos relacionados con el despliegue, operación, administración y mantenimiento de redes móviles, teniendo en cuenta aspectos no solamente técnicos, sino también económicos y regulatorios.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura forma parte de la materia denominada Redes y Servicios, que cubre competencias obligatorias dentro de la titulación del máster en Ingeniería de Telecomunicación.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura servirán de complemento a las asignaturas de Redes Heterogéneas, Internet de Nueva Generación y Seguridad y Gestión Avanzadas que forman parte de la misma materia, proporcionando al alumno el conjunto de todas ellas, la visión global que éste necesita sobre las redes y servicios de telecomunicación.

Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...

1:

CB6: Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.

CB7: Los estudiantes sabrán aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio

CB8: Los estudiantes serán capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios.

CB9: Los estudiantes sabrán 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: Los estudiantes poseerán las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG1: Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.

CG4: Capacidad para el modelado matemático, cálculo y simulación en centros tecnológicos y de ingeniería de empresa, particularmente en tareas de investigación, desarrollo e innovación en todos los ámbitos relacionados con la Ingeniería de Telecomunicación y campos multidisciplinares afines.

CG7: Capacidad para la puesta en marcha, dirección y gestión de procesos de fabricación de equipos electrónicos y de telecomunicaciones, con garantía de la seguridad para las personas y bienes, la calidad final de los productos y su homologación.

CG11: Capacidad para saber comunicar (de forma oral y escrita) las conclusiones- y los conocimientos y razones últimas que las sustentan- a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades.

CG12: Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.

CE4: Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.

CE6: Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.

CE7: Capacidad para realizar la planificación, toma de decisiones y empaquetamiento de redes, servicios y aplicaciones considerando la calidad de servicio, los costes directos y de operación, el plan de implantación, supervisión, los procedimientos de seguridad, el escalado y el mantenimiento, así como gestionar y asegurar la calidad en el proceso de desarrollo.

CE9: Capacidad para resolver la convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas con redes locales, de acceso y troncales, así como la integración de servicios de telefonía, datos, televisión e interactivos.

Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:

La comprensión de *Redes y Servicios de Comunicaciones Móviles*, así como de los principios en los que esta materia se sustenta, es imprescindible para el ejercicio de las competencias de un ingeniero de telecomunicación, por lo que las capacidades adquiridas en esta asignatura serán de gran utilidad para su formación.

Igualmente, adquiere gran importancia la formación recibida en los trabajos tutelados realizados a lo largo del curso, pues

promueven la aplicación práctica de los contenidos teóricos derivados de la descripción de estándares (tipos de tecnologías para el acceso móvil, sus correspondientes protocolos, y mecanismos de gestión recursos, calidad de servicio, etc.) y el análisis crítico de los resultados derivados de las tareas de planificación, dimensionado y optimización de la red y de las prestaciones recibidas por el usuario.

Evaluación

Actividades de evaluación

El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación

- 1:** El alumno dispondrá de una prueba global en cada una de las convocatorias establecidas a lo largo del curso. Las fechas y horarios de las pruebas vendrán determinadas por la Escuela. La calificación de dicha prueba se obtendrá de la siguiente forma:

E1: Examen final (100%). Puntuación de 0 a 10 puntos. Consta de dos partes:

E1A: Examen de contenidos teórico/prácticos (80%). Puntuación de 0 a 10 puntos. Se trata de una prueba escrita que puede incluir tanto la resolución de problemas como preguntas teóricas y prácticas formuladas en modo de test de respuesta múltiple (las respuestas incorrectas penalizarán como $1/(N-1)$ siendo N el nº de posibles respuestas). Mediante esta prueba se evalúan todos los resultados de aprendizaje definidos para la asignatura.

Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 4,5 puntos sobre 10 en esta prueba.

E1B: Prueba final de trabajos tutelados (20%). Puntuación de 0 a 10 puntos. Sólo deberá ser realizada por los estudiantes que no hayan superado los trabajos tutelados durante el periodo docente. Consiste en la resolución de un ejercicio práctico que será evaluado oralmente y mediante un cuestionario escrito. Este ejercicio podrá incluir contenidos de todos los trabajos tutelados realizados durante el periodo docente, sin excluir aspectos específicamente relacionados con el manejo de las herramientas utilizadas en las mismas. La prueba se realizará el mismo día en el que se realice el examen de contenidos teórico/práctico, si bien, dado el carácter individualizado de la evaluación, podría ser necesario programar estas pruebas en días diferentes, lo que será notificado a los estudiantes afectados con suficiente antelación. Se exigirá una nota mínima de 4,5 puntos sobre 10 en esta prueba.

Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 4,5 puntos sobre 10 en esta prueba.

Para aprobar la asignatura se requieren 5 puntos sobre 10 en la nota final.

E2B: Trabajos tutelados (20%). Puntuación de 0 a 10 puntos. **Los trabajos tutelados que deberán ser llevados a cabo por cada alumno durante el curso serán evaluados a través de las** memorias presentadas por los alumnos y de las sesiones de seguimiento en las que el alumno expondrá de forma oral el trabajo realizado y responderá a las cuestiones que se le planteen por parte del profesor. De este modo se evaluarán todas las competencias de la asignatura. La calificación de estas pruebas representará el 20% de la nota final. La obtención de una calificación igual o superior a 4,5 puntos eximirá al alumno de realizar la prueba final práctica descrita en E1B. Los alumnos que no alcancen esta calificación deberán realizar la prueba final de trabajos tutelados de acuerdo con el procedimiento descrito en E1B.

En resumen:

La nota final se calculará mediante la siguiente expresión:

$0,8 \times E1A + 0,2 \times EB$ siempre que se cumplan las tres condiciones siguientes:

$$(0,8 \times E1A + 0,2 \times EB) \geq 5 \text{ y } E1A \geq 4,5 \quad EB \geq 4,5$$

Donde EB corresponde a la nota de los trabajos tutelados obtenida en la evaluación continua (E2B) o bien

mediante la prueba final de trabajos tutelados (E1B) de acuerdo a los procedimientos descritos anteriormente. Así:

EB=E1B si realiza la prueba final.

EB=E2B si NO realiza la prueba final....

Si no se cumplen las condiciones anteriores, en la nota final figurará suspenso, con la calificación numérica obtenida a partir de la expresión $\min((0,8 \times E1A + 0,2 \times EB), 4,5)$.

La nota E2B se mantendrá para su cómputo en la siguiente convocatoria del mismo año académico. No se guardarán las notas de la prueba final de la primera convocatoria para la segunda convocatoria.

Actividades y recursos

Presentación metodológica general

El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:

Las metodologías de enseñanza-aprendizaje que se realizarán para conseguir los resultados de aprendizaje propuestos son las siguientes:

Clase magistral participativa (42 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

Clases de problemas en el aula (8 horas). Resolución de problemas y casos prácticos propuestos por el profesor, con posibilidad de exposición de los mismos por parte de los alumnos de forma individual o en grupos autorizada por el profesor. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial, y puede exigir trabajo de preparación por parte de los alumnos.

Realización de trabajos prácticos tutelados (30 horas). Esta actividad no presencial, de carácter obligatorio, permitirá avanzar en todos los resultados de aprendizaje propuestos. Se realizarán sesiones de seguimiento por parte del profesor en las que cada alumno presentará el trabajo realizado.

Atención personalizada al alumno a través de las tutorías

Pruebas de evaluación. Conjunto de pruebas teórico-prácticas y presentación de informes o cuestionarios utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle de la evaluación se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

Trabajo personal del estudiante.

Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

1:

1. Sesiones teórico/prácticas en el aula, cuyos contenidos principales se organizan en las siguientes unidades temáticas:

Bloque 0. Introducción.

- *Presentación de la asignatura.*
- *El sector de las comunicaciones móviles. Acceso radio móvil: principios de evolución y expansión. Características de los sistemas de cuarta generación.*

Bloque 1. Redes móviles de cuarta generación.

- *Arquitectura funcional de la red, interfaces y protocolos del sistema LTE - LTE Advanced. Red de acceso y red troncal. Subsistema IMS.*
- *Interfaz radio: arquitectura de protocolos, capa física, procedimientos asociados a la interfaz aire.*
- *Provisión de servicios portadores unicast/ multicast/broadcast.*
- *Gestión de sesiones, movilidad y seguridad en las redes móviles de cuarta generación.*

Bloque 2. Mecanismos de provisión de servicios y aplicaciones con calidad de servicio.

- *Gestión de Recursos Radio y del Espectro Radioeléctrico.*
- *Mecanismos de soporte de servicios y capacidad de transporte unicast y multicast/broadcast,*
- *Mecanismos de provisión de calidad de servicio en redes móviles de nueva generación.*
- *Servicios multimedia sobre redes móviles basadas en IP.*

Bloque 3. Dimensionado, planificación y optimización de redes móviles 4G.

- *Dimensionado, planificación y optimización de redes móviles.*
- *Planificación tecno-económica de redes y servicios móviles.*
- *Operación, Administración y Mantenimiento de redes móviles (OAM).*

Bloque 4. Convergencia, interoperabilidad y diseño de redes heterogéneas

- *Configuraciones heterogéneas de red.*
- *Despliegues heterogéneos Multi-RAN.*
- *Interoperabilidad con otras redes.*

2. Trabajos prácticos tutelados que tienen por objeto resolver casos prácticos de análisis tecno-económico, diseño, dimensionamiento, planificación, despliegue, instalación, operación, administración, mantenimiento y optimización de redes y servicios de comunicaciones móviles mediante la aplicación de las técnicas y procedimientos vistos en las sesiones teóricas y de problemas. La evolución del trabajo será presentada periódicamente al profesor y se entregará una memoria final explicativa de la metodología de resolución seguida por el alumno y justificativa de la solución propuesta.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, en concreto las horas presenciales en aula (42 horas), estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente.

Las fechas para la realización y seguimiento de los trabajos prácticos y otras actividades programadas se indicarán con suficiente antelación por parte del profesor.

Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada

- Agustí, Ramón. *LTE: Nuevas Tendencias en Comunicaciones Móviles* / Ramón Agustí, Francisco Bernardo, Fernando Casadevall, Ramon Ferrús, Jordi Pérez-Romero, Oriol Sallent Fundación Vodafone España. 2010
- Cox, Christopher. *An introduction to LTE : LTE, LTE-advanced, SAE and 4G mobile communications* / Christopher Cox Ed. John Wiley & Sons, 2012
- Holma, Harri. *LTE for UMTS Evolution to LTE-Advanced* / Harri Holma and Antti Toskala. - 2nd ed. John Wiley & Sons, 2011
- Hämäläinen, Seppo. *LTE self-organising networks (SON) : network management automation for operational efficiency* / Seppo Hämäläinen, Henning Sanneck, Cinzia Sartori John Wiley & Sons, 2012
- kreher, Ralf. *LTE Signaling, Troubleshooting and Optimization* / Ralf Kreher, Karsten Gaenger John Wiley & Sons, 2011
- Rumney, Moray. *LTE and the Evolution to 4G Wireless Design and Measurement Challenges* / Moray Rumney. - 2nd ed. John Wiley & Sons, 2013.