

## 30387 - Redes de comunicaciones móviles

### Información del Plan Docente

**Año académico:** 2022/23

**Asignatura:** 30387 - Redes de comunicaciones móviles

**Centro académico:** 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

**Titulación:** 581 - Graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación

**Créditos:** 6.0

**Curso:** 4

**Periodo de impartición:** Primer semestre

**Clase de asignatura:** Optativa

**Materia:**

## 1. Información Básica

### 1.1. Objetivos 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 los principios de funcionamiento de las principales tecnologías en las que se basan las redes móviles y, teniendo en cuenta aspectos tales como el área de cobertura, los servicios proporcionados, el número de usuarios, el modo de explotación, etc., comprenda la metodología de dimensionado y planificación de las redes móviles y sea capaz de aplicarla en despliegues de redes en escenarios realistas.

Estos planteamientos y objetivos están alineados con algunos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, ODS, de la Agenda 2030 (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>) y determinadas metas concretas, de tal manera que la adquisición de los resultados de aprendizaje de la asignatura proporciona capacitación y competencia al estudiante para contribuir en cierta medida a su logro:

- Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos
  - Meta 7.3. De aquí a 2030, duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética.
  - Meta 7.b. De aquí a 2030, ampliar la infraestructura y mejorar la tecnología para prestar servicios energéticos modernos y sostenibles para todos en los países en desarrollo, en particular los países menos adelantados, los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países en desarrollo sin litoral, en consonancia con sus respectivos programas de apoyo.
- Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todo
  - Meta 8.2. Lograr niveles más elevados de productividad económica mediante la diversificación, la modernización tecnológica y la innovación, entre otras cosas centrándose en los sectores con gran valor añadido y un uso intensivo de la mano de obra.
- Objetivo 9: Industria, innovación e infraestructuras.
  - Meta 9.5 Aumentar la investigación científica y mejorar la capacidad tecnológica de los sectores industriales de todos los países, en particular los países en desarrollo, entre otras cosas fomentando la innovación y aumentando considerablemente, de aquí a 2030, el número de personas que trabajan en investigación y desarrollo por millón de habitantes y los gastos de los sectores público y privado en investigación y desarrollo
  - Meta 9.c Aumentar significativamente el acceso a la tecnología de la información y las comunicaciones y esforzarse por proporcionar acceso universal y asequible a Internet en los países menos adelantados de aquí a 2020.
  - Meta 9.1 Desarrollar infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad, incluidas infraestructuras regionales y transfronterizas, para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, haciendo especial hincapié en el acceso asequible y equitativo para todos.
- Objetivo 13: Acción por el clima.
  - Meta 13.2. Incorporar en las políticas, estrategias y planes nacionales medidas que tengan en cuenta el cambio climático.
  - Meta 13.3. Promover la sensibilización y educación respecto a la mitigación de la crisis climática.

## 1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura forma parte de la materia denominada Arquitectura de Redes y Servicios que cubre competencias obligatorias dentro de la titulación del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación en la tecnología específica de Telemática.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura servirán de complemento a las asignaturas Transporte de Servicios Multimedia y Diseño y Evaluación de Redes que forman parte de la misma materia, proporcionando al alumno el conjunto de todas ellas la visión global que éste necesita sobre la construcción, explotación y gestión de las redes de telecomunicación.

## 1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

Para seguir con normalidad esta asignatura es imprescindible que el alumno que quiera cursarla haya cursado y superado previamente las asignaturas obligatorias comunes Fundamentos de Redes de primer curso, Interconexión de Redes de segundo curso y Análisis y Dimensionado de Redes y Tecnologías de Red de tercer curso.

Por otro lado se recomienda al alumno la asistencia activa a clase (tanto de teoría como de problemas y supuestos prácticos). Del mismo modo se recomienda al alumno el aprovechamiento y respeto de los horarios de tutorías del profesorado para la resolución de posibles dudas de la asignatura y un correcto seguimiento de la misma.

# 2. Competencias y resultados de aprendizaje

## 2.1. Competencias

(C1) Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de Ingeniería.

(C2) Planificar, presupuestar, organizar, dirigir y controlar tareas, personas y recursos.

(C3) Combinar los conocimientos generalistas y los especializados de Ingeniería para generar propuestas innovadoras y competitivas en la actividad profesional.

(C4) Resolver problemas y tomar decisiones con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.

(C5) Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en castellano.

(C6) Usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la práctica de la misma.

(C9) La gestión de la información, manejo y aplicación de las especificaciones técnicas y la legislación necesarias para la práctica de la Ingeniería.

(C10) Aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo.

(C11) Aplicar las tecnologías de la información y las comunicaciones en la Ingeniería.

(CT2) 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.

(CT3) Construir, explotar y gestionar servicios telemáticos utilizando herramientas analíticas de planificación, de dimensionado y de análisis.

(CT4) Describir, programar, validar y optimizar protocolos e interfaces de comunicación en los diferentes niveles de una arquitectura de redes.

(CT5) Seguir el progreso tecnológico de transmisión, conmutación y proceso para mejorar las redes y servicios telemáticos.

(CT6) Diseñar arquitecturas de redes y servicios telemáticos

## 2.2. Resultados de aprendizaje

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

R1. Conoce y utiliza el concepto de red móvil, diferencia y conoce la red de acceso y el núcleo de red y clasifica las redes móviles atendiendo a técnicas de conmutación, ámbito geográfico, modo de explotación y servicios proporcionados.

R2. Comprende y describe las arquitecturas de las redes móviles, conoce los elementos de red y sus correspondientes funciones así como las relaciones entre ellas.

R3. Conoce y comprende las características fundamentales de los principales sistemas de comunicaciones móviles en servicio y las tendencias evolutivas en ámbitos de área extensa, metropolitana, local y personal, así como los servicios proporcionados.

R4. Comprende las necesidades de regulación derivadas del uso del espectro radioeléctrico y conoce las implicaciones del uso de bandas libres y licenciadas.

R5. Conoce los distintos procedimientos de gestión de recursos radio, gestión de la movilidad, gestión de conexiones y seguridad en redes móviles.

R6. Comprende los conceptos de cobertura, capacidad y calidad de servicio y las relaciones entre ellos, conoce las herramientas y procedimientos necesarios para la planificación de redes celulares de diferentes tecnologías de acceso y sabe dimensionar la red de acceso en lo que se refiere a los recursos radio.

R7. Sabe plantear todas las implicaciones de instalación técnica, despliegue de infraestructuras, rentabilidad económica y captación de clientes en los nuevos modelos de negocio soportados por las redes móviles.

R8. Sabe aplicar los conceptos aprendidos en el equipamiento comercial del laboratorio adquiriendo autonomía en el trabajo y tomando contacto con tecnologías de amplio uso en el mundo empresarial.

R9. Desarrolla la habilidad de trabajar en equipo para realizar los diseños y configuraciones consideradas, repartiendo la carga de trabajo para afrontar problemas complejos, intercambiando información entre distintos grupos, de manera coordinada y organizada.

R10. Plantea correctamente el problema a partir del enunciado propuesto e identifica las opciones para su resolución. Aplica el método de resolución adecuado e identifica la corrección de la solución.

R11. Identifica, modela y plantea problemas a partir de situaciones abiertas. Explora y aplica las alternativas para su resolución. Maneja aproximaciones.

R12. Desarrolla el espíritu crítico antes las soluciones planteadas y la capacidad de seleccionar la mejor opción tecnológica, justificando la selección en parámetros técnicos, económicos y de usabilidad.

### 2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La comprensión de *Redes 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 graduado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación y en particular en su perfil Telemático, 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 tecnología para el acceso móvil, sus correspondientes protocolos, y mecanismos de cálculo de cobertura y capacidad) 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.

## 3. Evaluación

### 3.1. Tipo de pruebas y su valor sobre la nota final y criterios de evaluación para cada prueba

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

El alumno podrá superar la asignatura mediante evaluación continua, consistente en la realización y entrega de trabajos tutelados y la realización de dos pruebas de evaluación.

Los trabajos tutelados representan el 20% de la nota final.

Cada una de las dos pruebas de evaluación representará el 40% de la nota final.

Para superar la asignatura por evaluación continua es necesario que la calificación de los trabajos tutelados sea superior a 5 puntos sobre 10, que la calificación media de las dos pruebas de evaluación escritas sea también superior a 5 puntos sobre 10 y que en todas y cada una de esas dos pruebas la calificación sea superior a 4 puntos sobre 10.

El alumno que no haya superado la asignatura por evaluación continua 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 (80-100%).** Puntuación de 0 a 10 puntos. La calificación de esta prueba podrá representar el 80% de la nota final cuando se disponga de una calificación igual o superior a 5 en la evaluación de los trabajos tutelados. En caso contrario, representa el 100% de la nota. 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.

**E2: 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. De este modo se evaluarán todas las competencias de la asignatura. La calificación de estas pruebas representará el 20% de la nota final. Para los alumnos que no alcancen una calificación de 5 puntos en E2, el examen final representará el 100% de la calificación final.

*Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10 en E1 en caso de representar el 100% de la nota. Cuando representa el 80%, será necesaria una puntuación mínima de 4,5 puntos en E1 y 5 puntos en E2. En este caso, la puntuación final será el máximo entre (80% E1+20% E2, 100% E1). Esta puntuación final debe ser superior a 5 para superar la asignatura.*

#### En resumen:

La nota final se calculará mediante la siguiente expresión:

$Max(0,8xE1+0,2xE2, E1)$  siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

$(0,8xE1+0,2xE2) \geq 5$  y  $E1 \geq 4,5$ ;  $E2 \geq 5$

## 4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

### 4.1. 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** (45 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** (12 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 (M13).

**Realización de dos trabajos prácticos tutelados** (30 horas). Esta actividad no presencial 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.

**Visita externa** (3 horas). Se realizará una visita a la empresa TELTRONIC.S.A.U., fabricante de equipos de comunicaciones móviles para el mercado profesional.

**Atención personalizada al alumno a través de las tutorías.**

**Pruebas de evaluación.**

**Trabajo personal del estudiante.**

### 4.2. Actividades de aprendizaje

1 Sesiones teórico/prácticas en el aula, cuyos contenidos principales se organizan en las unidades temáticas descritas en el Programa detallado en el siguiente apartado.

2 Trabajos prácticos tutelados que tienen por objeto resolver casos prácticos de análisis, diseño, dimensionado y planificación de redes 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.

3 Visita externa a la empresa TELTRONIC.S.A.U, ubicada en el Polígono Industrial de Malpica, en Zaragoza, y dedicada al diseño y fabricación de terminales, equipos de red y aplicaciones para comunicaciones móviles profesionales (seguridad pública, bomberos, etc.)

### 4.3. Programa

#### Bloque 0. Introducción.

- *Presentación de la asignatura.*
- *Revisión de conceptos generales.* Introducción y justificación de las redes móviles. Implicaciones de la movilidad.

#### Bloque 1. Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles.

- *Redes celulares. Funciones generales. Arquitectura de red móvil: Redes de acceso y núcleo de red.*
- *Espectro, estandarización y regulación.*
- *Acceso radio móvil: principios de evolución y expansión.*
- *Arquitectura de red móvil.*
- *Tecnologías, servicios y aplicaciones.*

#### Bloque 2. Redes móviles de segunda y tercera generación.

- *Redes GSM y GPRS: Estructura de la Interfaz radio. Definición y organización de canales físicos y lógicos. Implementación de las funciones de red sobre la interfaz radio.*
- *Principios de funcionamiento de las redes móviles basadas en CDMA.*
- *Dimensionado de redes móviles de tercera generación basadas en CDMA. Red de acceso y red troncal.*
- *Redes móviles de tercera generación: UMTS, HSDPA/HSUPA:  
Estructura de la interfaz radio. Definición y organización de canales físicos, de transporte y lógicos.  
Implementación de las funciones de red sobre la interfaz radio.*

### **Bloque 3. Redes móviles de cuarta generación.**

- *Interfaz radio de los sistemas de comunicaciones móviles de cuarta generación.*
- *Dimensionado de redes móviles de cuarta generación.*

### **Bloque 4. Redes inalámbricas de área local (WLAN).**

- *Capas física y MAC de las redes inalámbricas de área local. Estándares 802.11x.*

## **4.4. Planificación de las actividades de aprendizaje y calendario de fechas clave**

El calendario de la asignatura estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente. La fecha de la visita externa se acordará durante el curso.

La asignatura se imparte en el primer semestre del cuarto curso de la titulación con un total de 6 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 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. Para más detalles relativos al sistema de evaluación consultar el apartado destinado para tal fin en esta guía docente.

## **4.5. Bibliografía y recursos recomendados**

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=30387>