

30375 - Análisis y dimensionado de redes

Información del Plan Docente

Año académico: 2022/23

Asignatura: 30375 - Análisis y dimensionado de redes

Centro académico: 110 - Escuela de Ingeniería y Arquitectura

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

Créditos: 6.0

Curso: 3

Periodo de impartición: Primer semestre

Clase de asignatura: Obligatoria

Materia:

1. Información Básica

1.1. Objetivos de la asignatura

El objetivo general de esta asignatura es que el alumno conozca los fundamentos y sea capaz de utilizar herramientas de modelado matemático y de análisis para evaluar las prestaciones, planificar y dimensionar redes de telecomunicaciones fijas y móviles en función de parámetros de tráfico. Para ello, se presentan en primer lugar los fundamentos de la planificación y dimensionado de redes. Posteriormente, se presentan las herramientas básicas de modelado y evaluación de sistemas basadas en teoría de colas (modelos markovianos y semi-markovianos, sistemas de colas con prioridades, con desbordamiento y sistemas de colas abiertos,...). Se presenta el concepto, las características y las funcionalidades propias de una red celular. Los conceptos de cobertura, capacidad y calidad de servicio e interrelaciones entre ellos. Se identifican las necesidades de tráfico asociadas a señalización y tráfico de usuario, las implicaciones de tipos de recursos y modo de compartición en el acceso radio y la parte troncal. El objetivo es identificar los recursos compartidos de una red fija y móvil que son susceptibles de bloqueo o condicionan la calidad de servicio. A continuación, se aplican las herramientas introducidas en la asignatura en el análisis de protocolos de acceso al medio, en el dimensionado de redes fijas y móviles, de conmutación de circuitos y de paquetes, llevando a cabo las estimaciones necesarias y en el análisis de las prestaciones de mecanismos de gestión de tráfico.

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 todos

- 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.

1.2. Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La asignatura forma parte de la materia denominada Redes, Sistemas y Servicios que cubre competencias de formación común a la rama de Telecomunicación de la titulación del grado en Ingeniería de Tecnologías y Servicios de Telecomunicación. Esta titulación habilita para la profesión de ingeniero técnico de telecomunicación en las tecnologías específicas de sistemas de telecomunicación, telemática, sistemas electrónicos y sonido e imagen. Los 4 itinerarios comparten 30 créditos del módulo de formación común al que pertenece dicha asignatura.

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura servirán de base en otras asignaturas de los diferentes itinerarios del Grado en las que también se abordará la problemática de análisis y dimensionado de redes.

1.3. Recomendaciones para cursar la asignatura

El profesorado encargado de la asignatura pertenece al Área de Ingeniería Telemática.

Para seguir con normalidad esta asignatura es recomendable que el alumno disponga de conocimientos básicos de redes de comunicaciones, y por tanto que haya cursado las asignaturas Fundamentos de redes e Interconexión de redes.

Por otro lado, se recomienda al alumno la asistencia activa a clase (tanto de teoría como de problemas). 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. Además, la asignatura presenta actividades prácticas de laboratorio.

2. Competencias y resultados de aprendizaje

2.1. Competencias

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

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

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

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

(CRT1) Aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.

(CRT2) Utilizar aplicaciones de comunicación e informáticas (ofimáticas, bases de datos, cálculo avanzado, gestión de proyectos, visualización, etc.) para apoyar el desarrollo y explotación de redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación y electrónica.

(CRT6) Concebir, desplegar, organizar y gestionar redes, sistemas, servicios e infraestructuras de telecomunicación en contextos residenciales (hogar, ciudad y comunidades digitales), empresariales o institucionales responsabilizándose de su puesta en marcha y mejora continua, así como conocer su impacto económico y social.

(CRT13) Diferenciar los conceptos de redes de acceso y transporte, redes de conmutación de circuitos y de paquetes, redes fijas y móviles, así como los sistemas y aplicaciones de red distribuidos, servicios de voz, datos, audio, vídeo y servicios interactivos y multimedia.

(CRT14) Conocer los métodos de interconexión de redes y encaminamiento, así como los fundamentos de la planificación, dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.

2.2. Resultados de aprendizaje

R1. Conoce los fundamentos de la planificación y dimensionado de redes en función de parámetros de tráfico.

R2. Conoce y sabe aplicar herramientas básicas de modelado y evaluación de sistemas y sabe dimensionar redes de comunicaciones.

R3. Conoce y comprende el concepto y principales características y funcionalidades propias de una red móvil celular. Comprende las implicaciones de tipos recursos y modos de compartición de éstos en el acceso radio de una red celular.

R4. Comprende los conceptos de cobertura, capacidad y calidad de servicio y las relaciones entre ellos.

R5. Es capaz de identificar las necesidades de tráfico asociadas a señalización y tráfico y los recursos compartidos de una red fija y móvil que son susceptibles de bloqueo.

R6. Es capaz de evaluar sistemas de comunicaciones basados en modelos markovianos y semi-markovianos, sistemas de colas con prioridades, con desbordamiento y sistemas de colas abiertos.

R7. Es capaz de llevar a cabo las estimaciones necesarias para la planificación y dimensionado de redes fijas y móviles, de conmutación de circuitos y de paquetes, mediante software de simulación.

2.3. Importancia de los resultados de aprendizaje

La comprensión de *Análisis y Dimensionado de Redes*, 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, por lo que las capacidades adquiridas en esta asignatura serán de gran utilidad para su formación.

Igualmente, adquiere gran importancia la formación práctica recibida en el laboratorio, pues introduce por primera vez al estudiante en las herramientas de simulación de redes de comunicaciones.

3. Evaluación

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

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

E1: Examen final (75%). Puntuación de 0 a 10 puntos. Se trata de un examen escrito que consta de un conjunto de problemas, pudiendo incluir cuestiones en formato tipo test. Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10, como resultado de la suma del examen final E1 y de la nota asociada a las pruebas de resolución de problemas E4, y adicionalmente una puntuación mínima de más de 4.5 puntos en el examen final E1. Mediante esta prueba se evalúan los resultados de aprendizaje desde R1 a R5.

E2: Prácticas (10%). Puntuación de 0 a 10 puntos. La realización de las prácticas de laboratorio en las sesiones programadas durante el curso es obligatoria para todos los alumnos. La evaluación se realizará mediante la resolución de una serie de cuestiones al finalizar la práctica (unidad completa de una o más sesiones). Estas pruebas tienen por objeto evaluar todas las competencias de la asignatura, con especial énfasis en las competencias C6, CRT2 y CRT14 y los resultados de aprendizaje R6. La calificación de estas pruebas representará el 10% de la nota final y para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima en las mismas de 5 puntos sobre 10.

Dado el carácter excepcionalmente práctico de esta parte de la asignatura, así como la necesidad del uso de material específico de laboratorio, el sistema de evaluación de la misma se regirá por la modalidad de evaluación continua (Según Art. 9.4 del Reglamento de Evaluación) y su nota tendrá vigencia en todas y cada una de las evaluaciones globales de la asignatura, que sólo contemplarán, en consecuencia, el examen final ya indicado.

E3: Trabajos tutelados (15%). Puntuación de 0 a 10 puntos. Los trabajos tutelados que deberán ser llevados a cabo por cada alumno durante el curso complementando las prácticas de laboratorio serán evaluados a través de las memorias presentadas por los alumnos y de las sesiones de seguimiento en las que el alumno 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 15% de la nota final y para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima en las mismas de 5 puntos sobre 10. Para los alumnos que no alcancen una calificación de 5 puntos en E2, el examen final representará el 100% de la calificación final.

E4: Resolución de problemas (5% adicional a la nota del examen final E1). Puntuación de 0 a 10 puntos de la prueba. A lo largo del curso se realizará una prueba basada en la resolución de uno o varios problemas análogos a los del examen final, para evaluar los resultados de aprendizaje R1 a R5. La calificación de esta prueba aporta un 5% adicional a la nota del examen final o del conjunto de las otras pruebas, siempre y cuando se obtenga una puntuación en ella superior a 5 puntos. Esta prueba tendrá carácter voluntario para los alumnos y será anunciada con suficiente antelación durante el curso.

En resumen:

La nota final se calculará mediante la siguiente expresión:

$$0,75 \times E1 + 0,1 \times E2 + 0,15 \times E3 + 0,05 \times E4$$

siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

Condición 1: $0,75 \times E1 + 0,1 \times E2 + 0,15 \times E3 + 0,05 \times E4 \geq 5$

Condición 2: $(E1 + 0,05 \times E4) \geq 5$

Condición 3: $E1 \geq 4.5, E2 \geq 5$ y $E3 \geq 5$

Condición 4: $E4 \geq 5$

Si no se cumplen las condiciones anteriores, en la nota final figurará suspenso con la calificación de E1.

Las notas de E2, E3 y E4 se mantendrán para su cómputo en la siguiente convocatoria del mismo año académico.

4. Metodología, actividades de aprendizaje, programa y recursos

4.1. Presentación metodológica general

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

M1: Clase magistral participativa (30 horas). Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno (M14) está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

M8: Prácticas de aula (15 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 puede exigir trabajo de preparación por parte de los alumnos (M13).

M9: Prácticas de laboratorio (15 horas). Los alumnos realizarán sesiones de prácticas de 2,5 horas de duración cada semana. El trabajo a desarrollar se realizará mediante herramientas de simulación de red para resolver aspectos relacionados con los conceptos teóricos presentados en las clases magistrales y prácticas de aula. Cada práctica completa (considerada como unidad) podrá constar de una o más sesiones. Se requerirá la resolución de un breve cuestionario al

finalizar (M15). En las sesiones de laboratorio los alumnos aprenderán a utilizar herramientas de simulación y análisis de redes.

M4 Trabajos prácticos tutelados (24 horas). Los alumnos resolverán casos prácticos de modelado, evaluación y dimensionado, asociados a distintos escenarios de red. El seguimiento y presentación de los resultados se hará en la forma y fecha indicadas por el profesor.

M10: Tutoría. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los conceptos presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

M11: 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.

4.2. Actividades de aprendizaje

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

A01: Clase magistral participativa. Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura, combinada con la participación activa del alumnado. Esta metodología, apoyada con el estudio individual del alumno (A07) está diseñada para proporcionar a los alumnos los fundamentos teóricos del contenido de la asignatura.

A02: Resolución de problemas y casos. 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 puede exigir trabajo de preparación por parte de los alumnos (A07).

A03: Prácticas de laboratorio. Los alumnos realizarán sesiones de prácticas de 2,5 horas de duración. Se requerirá la entrega del informe de seguimiento de la misma.

A04 Trabajos prácticos tutelados. Esta actividad no presencial consistirá en la resolución por parte de los alumnos de varios casos prácticos de modelado, evaluación y dimensionado, asociados a distintos escenarios de red. El seguimiento y presentación de los resultados se hará en la forma y fecha indicadas por el profesor.

A06: Tutela personalizada profesor-alumno. Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas.

A08: Pruebas de evaluación. Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

4.3. Programa

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

Sesiones teórico/prácticas cuyos contenidos principales se organizan en las siguientes unidades temáticas:

Bloque 0. Introducción.

Presentación de la asignatura. Introducción al problema del análisis y dimensionado de redes de comunicaciones fijas y móviles.

Bloque 1. Herramientas matemáticas

- *Evaluación basada en modelos matemáticos.* Teoría de colas: Características generales, tipos de problemas y notación. Notación de Kendal. Objetivos de evaluación y parámetros relacionados.
- *Relación de Little*
- *Modelos basados en Cadenas de Markov.* Modelado estadístico. Procesos Markovianos. Cadenas de Markov. Resolución y propiedades.
- *Caracterización de Procesos de Llegada.* Procesos de Poisson. Procesos de nacimiento puro continuos en el tiempo. Proceso Binomial. Procesos de nacimiento puro discretos en el tiempo.
- *Principio de PASTA*
- *Caracterización Tiempo de Servicio*
- *Análisis de prestaciones.* Cola M/M/1. Cola M/D/1

Bloque 2. Dimensionado de redes/sistemas markovianos

- *Modelo M/M/m, M/M/m/m, M/M/1/K, ?*
- *Modelado, análisis de prestaciones y dimensionado de sistemas con pérdidas, con demora y con desbordamiento.*
- *Modelado y análisis de prestaciones de sistemas con población finita.*

Bloque 3. Sistemas semimarkovianos y sistemas de colas abiertos

- *Análisis de procesos con tiempos de servicio genéricos.* Sistemas semi-markovianos. Evaluación del sistema M/G/1.
- *Análisis de sistemas con asignación de prioridades en el tráfico.* Sistema M/G/1 con prioridades.

- *Sistemas de colas abiertos. Nodos de redes de datos. Colas en tándem. Teorema de Burke. Principio de independencia de Kleinrock. Sistemas con realimentación.*

Bloque 4. Redes móviles. Análisis de prestaciones, planificación y dimensionado.

- *Fundamentos de los sistemas de comunicaciones móviles. Implicaciones básicas del acceso radio. Cobertura, capacidad y calidad de servicio.*
- *Funciones generales de una red móvil (gestión de movilidad, recursos, etc). Arquitectura de una red móvil: red de acceso y núcleo de red y su evolución de 2G a 4G. Implicaciones de las necesidades de transporte de señalización asociadas en el dimensionado de la red.*
- *Impacto de la estructura interfaz radio y modo de compartición en el acceso radio en el análisis de prestaciones y metodología de dimensionado.*
- *Ejemplos de aplicación de teoría de colas en el dimensionado de recursos para envío de datos y señalización en redes móviles con acceso TDMA/FDMA u OFDMA.*

Bloque 5. Aplicación de la teoría de colas en el análisis de mecanismos de control de tráfico.

- *Aplicación de la teoría de colas al control de tráfico. Aplicación en el control de admisión. Aplicación en la regulación del tráfico.*

Sesiones de laboratorio, que tienen por objeto el desarrollo de las técnicas y procedimientos vistos en las sesiones teóricas y de problemas. Las prácticas de laboratorio se organizan en 6 sesiones de 2,5 horas de duración cada una de ellas. Al finalizar la práctica, los alumnos resolverán un breve cuestionario para evaluar el grado de comprensión de los conceptos estudiados. Asimismo, con carácter previo al desarrollo de las prácticas, los alumnos realizarán trabajos prácticos tutelados relacionados con la temática de las mismas.

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

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las horas de aula (45 horas), como las sesiones de laboratorio (15 horas) estará definido por el centro en el calendario académico del curso correspondiente. Las fechas para la realización de las pruebas basadas en la resolución de problemas (E4) y otras actividades programadas se indicarán con suficiente antelación por parte del profesor.

La asignatura se imparte en el primer semestre del tercer curso de la titulación. Entre las principales actividades previstas se encuentran: la exposición de los contenidos teóricos, el planteamiento y resolución de problemas o supuestos prácticos en clase, prácticas de laboratorio, y la realización de trabajos prácticos tutelados, relacionadas con contenidos de la asignatura. Todo ello con objeto de facilitar la comprensión y asimilación de los conceptos básicos asociados al análisis y dimensionado de redes.

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 prácticas de laboratorio se harán públicas atendiendo a los horarios fijados por la Escuela, al comienzo del curso académico.

4.5. Bibliografía y recursos recomendados

Como colección de apuntes se recomienda:

Transparencias de la asignatura. Colección de problemas de la asignatura.

Como bibliografía se recomienda:

<http://psfunizar10.unizar.es/br13/egAsignaturas.php?codigo=30375>