



Máster en Ingeniería de Telecomunicación 60947 - Sistemas de comunicaciones para misión crítica

Guía docente para el curso 2015 - 2016

Curso: , Semestre: , Créditos: 5.0

Información básica

Profesores

- **Pedro Luis Carro Ceballos** plcarro@unizar.es
- **Jesús De Mingo Sanz** mingo@unizar.es
- **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 segundo 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, trabajos tutelados y prácticas de laboratorio. 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 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. 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 los escenarios de uso asociados a los sectores de aplicación de las comunicaciones en misión crítica.
- 2:** Conoce y comprende los requisitos técnicos y funcionales derivados de los sectores y escenarios de uso de los sistemas de comunicaciones radio para misión crítica.
- 3:** Conoce el marco tecnológico, regulatorio, económico y empresarial de desarrollo de los sistemas de comunicaciones radio para misión crítica.
- 4:** Conoce y comprende el diseño, desarrollo y evolución de las tecnologías existentes, operativas en el mercado.
- 5:** Conoce y comprende el diseño de las tecnologías candidatas para el despliegue de los sistemas de comunicaciones radio de banda ancha para misión crítica, y el diseño de los elementos funcionales que garantizan la evolución de éstas para adecuarse a los requisitos técnicos y funcionales de las comunicaciones en misión crítica (despliegues HetNet y multitecnología, desarrollo optimizado de servicios de proximidad (D2D), M2M, servicios multicast optimizados y de llamada de grupo, seguimiento de terminales...).
- 6:** Domina los algoritmos de tratamiento de señal en radiocomunicaciones y sus arquitecturas para servicios críticos.
- 7:** Conoce los *Front-end* para comunicaciones críticas con especial énfasis en las características de linealidad y eficiencia de los amplificadores para aplicaciones de potencia en RF correspondiente a la capa física en misión crítica.
- 8:** Sabe obtener modelos comportacionales de dispositivos no lineales con y sin efectos de memoria y tiene una visión de las distintas técnicas de linealización de amplificadores de potencia.
- 9:** Es capaz de aplicar las técnicas de linealización y mejora de la eficiencia basadas en predistorsión digital a transmisores de comunicaciones en misión crítica.
- 10:** Conoce los conceptos y métodos avanzados de las radiocomunicaciones relacionados con sistemas reconfigurables para futuros sistemas de emergencias y seguridad.

Introducción

Breve presentación de la asignatura

La asignatura Comunicación en Misión Crítica tiene carácter optativo. Temáticamente se abarca aspectos relacionados con las materias Redes y Servicios y Señales y Comunicaciones.

Esta asignatura proporcionará al alumno el conocimiento y la comprensión de los aspectos tecnológicos que caracterizan los sistemas de comunicaciones radio para misión crítica, dirigidos a solventar las comunicaciones en sectores tan relevantes como la Seguridad Pública, el transporte, sectores críticos e industriales.

La asignatura consta de 5 créditos ECTS, que se distribuyen en sesiones presenciales de clases teóricas, clases de problemas, trabajos prácticos tutelados, prácticas de laboratorio, 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 radio para misión crítica, los requisitos funcionales y de operación que se imponen en este tipo de sistemas y que los diferencian de forma singular con respecto a los sistemas radio comerciales. El objetivo último es que el alumno profundice en el conocimiento y diseño de los elementos, tecnologías de red y aspectos técnicos que a nivel físico, MAC; red y aplicación, garantizan la satisfacción de esos requisitos funcionales y de operación. La asignatura hará énfasis en aspectos relacionados con la gestión y planificación de recursos radio, coexistencia e interoperabilidad entre tecnologías en despliegues heterogéneos.

Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

Los resultados de aprendizaje de esta asignatura optativa servirán de complemento a las asignaturas de las materias Redes y Servicios y Señales y Comunicaciones proporcionando al alumno la visión global sobre las problemáticas específicas asociadas al soporte de comunicaciones en sectores dónde éstas son particularmente críticas como son la seguridad pública, control de grandes infraestructuras de transporte, sectores estratégicos e industriales.

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.
- 2:
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.
- 3:
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.
- 4:
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.
- 5:
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.
- 6:
CG1: Capacidad para proyectar, calcular y diseñar productos, procesos e instalaciones en todos los ámbitos de la ingeniería de telecomunicación.
- 7:
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.
- 8:
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.
- 9:
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.

- 10:**
CG12: Poseer habilidades para el aprendizaje continuado, autodirigido y autónomo.
- 11:**
CE1: Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesado digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
- 12:**
CE2: Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
- 13:**
CE4: Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
- 14:**
CE5: Capacidad para diseñar sistemas de radionavegación y de posicionamiento, así como los sistemas radar.
- 15:**
CE6: Capacidad para modelar, diseñar, implantar, gestionar, operar, administrar y mantener redes, servicios y contenidos.
- 16:**
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.
- 17:**
CE13: Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

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

La comprensión de *las peculiaridades asociadas al desarrollo de los sistemas de comunicaciones radio para misión crítica*, así como de los principios en los que esta materia se sustenta, resulta de alto interés para el desarrollo de la profesión de Ingeniero de telecomunicación en el ámbito genérico de las comunicaciones radio, y en particular en el ámbito de las comunicaciones para usuarios profesionales (seguridad pública, emergencias, transporte,...).

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 (70-100%). Puntuación de 0 a 10 puntos. La calificación de esta prueba podrá representar el 70% de la nota final cuando se disponga de una calificación igual o superior a 4,5 tanto en la evaluación de los trabajos tutelados como en las prácticas de laboratorio. 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.

Para superar la asignatura es necesaria una puntuación mínima de 5 puntos sobre 10 en esta prueba en caso de representar el 100% de la nota. Cuando representa el 70%, será necesaria una puntuación mínima de 4,5 puntos tanto en E2 como en E3. En este caso, la puntuación final será el máximo entre (70% E1+20% E2+10% E3, 100% E1).

2: **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 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. Para los alumnos que no alcancen una calificación de 4,5 el examen final representará el 100% de la calificación final.

3: **E3: Prácticas de Laboratorio (10%).** Puntuación de 0 a 10 puntos. Las prácticas de laboratorio que deberán ser llevadas a cabo por cada alumno durante el curso serán evaluadas a través de las memorias presentadas por los alumnos y/o de forma oral. La calificación de estas pruebas representará el 10% de la nota final. Para los alumnos que no alcancen una calificación de 4,5 el examen final representará el 100% de la calificación final.

4:
En resumen:

La nota final se calculará mediante la siguiente expresión:

$Max(0,7xE1+0,2xE2+0,1xE3, E1)$ siempre que se cumplan las condiciones siguientes:

$(0,7xE1+0,2xE2+0,1xE3) \geq 5$ y $E1 \geq 4,5$ $E2 \geq 4,5$ $E3 \geq 4,5$

o

$E1 \geq 5$

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 (35 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 (9 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.

Prácticas de Laboratorio (6 horas). Esta actividad es presencial, de carácter obligatorio, y permitirá avanzar en todos los resultados de aprendizaje propuestos.

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: 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 radio de misión crítica.*

Bloque 1. Redes y sistemas de comunicaciones radio para misión crítica

- *Identificación de los escenarios de uso.*
- *Requisitos funcionales y operativos.*
- *Tecnologías existentes: TETRA, APCO P25, TETRAPOL*
- *Evolución: LTE-Advanced- Rel12, TETRA Rel 2.*

Bloque 2. Técnicas específicas de capa física para misión crítica

- *Introducción del procesamiento digital de la señal en las técnicas de linealización: predistorsión digital, realimentación digital cartesiana, etc.*
- *Terminales reconfigurables y evolución hacia el Software Defined Radio. Problemas de linealidad y soluciones particulares.*
- *Arquitecturas avanzadas de tratamiento de señal para servicios específicos de Misión Crítica*

2: Trabajos prácticos tutelados que tienen por objeto resolver casos prácticos de análisis y diseño técnico, mediante la aplicación de los mecanismos, 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: Prácticas de Laboratorio consistente en modelado matemático, cálculo y simulación y medida de los bloques de capa física tratados en clase.

Planificación y calendario

Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, en concreto las horas presenciales en aula (50horas), 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

- Cripps, Steve C.. RF Power amplifiers for wireless communications / Steve C. Cripps Norwood, MA : Artech House, cop. 1999
- Dunlop, John. Digital mobile communications and the TETRA system / John Dunlop, Demessie Girma, James Irvine . - [1st ed.], repr. with corr. Chichester (England) : John Wiley & Sons, 2000
- Kenington, P.B. High linearity RF amplifier design / P. B. Kenington Artech House.
- Kenington, P.B. RF and Baseband Techniques for Software Defined Radio / P. B. Kenington Artech House.
- Mohammadi, A.. RF Transceiver Design for MIMO Wireless Communications / A. Mohammadi, F. M. Ghannouchi Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012
- Stavroulakis, Peter. TERrestrial Trunked RAdio □ TETRA A Global Security Tool / Peter Stavroulakis Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2007
- Vuolevi, J.. Distortion in RF power amplifiers / J. Vuolevi, T. Rahkonen Artech House