

UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

GUÍA DE APRENDIZAJE

SISTEMAS DE COMUNICACIONES

MASTER UNIVERSITARIO EN INGENIERIA DE
TELECOMUNICACION

CURSO ACADÉMICO	CÓDIGO	CURSO	CRÉDITOS	CARÁCTER	SEMESTRE
2026-27	93000791	1	6 ECTS	OBLIGATORIA	PRIMER SEMESTRE

IDIOMA	CENTRO RESPONSABLE
ESPAÑOL	E.T.S. DE INGENIEROS DE TELECOMUNICACION

DEPARTAMENTO RESPONSABLE
SEÑALES, SISTEMAS Y RADIOCOMUNICACIONES

COORDINADOR/A
FEDERICO ÁLVAREZ GARCÍA - federico.alvarez@upm.es

REQUISITOS OBLIGATORIOS

ASIGNATURAS REQUERIDAS

CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS

ASIGNATURAS RECOMENDADAS

OTRAS RECOMENDACIONES

RESULTADOS

RD-1393/2007

Competencias

- CG2** Que los estudiantes sepan 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.
- CE1** Capacidad para aplicar métodos de la teoría de la información, la modulación adaptativa y codificación de canal, así como técnicas avanzadas de procesamiento digital de señal a los sistemas de comunicaciones y audiovisuales.
- 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.
- CG4** Que los estudiantes sepan 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.
- CT5** Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.
- CG1** 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.
- CG5** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.
- CE2** Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.
- CT4** Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.
- CE13** Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.
- CT3** Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

- CE3** Capacidad para implementar sistemas por cable, línea, satélite en entornos de comunicaciones fijas y móviles.
- CE4** Capacidad para diseñar y dimensionar redes de transporte, difusión y distribución de señales multimedia.
- CT2** Capacidad para dinamizar y liderar equipos de trabajo multidisciplinarios.

Resultados de aprendizaje

- RA33** Capacidad para abordar y desarrollar en grupo casos prácticos de análisis, diseño, dimensionamiento, simulación, pruebas y su gestión técnico-económica de sistemas de comunicaciones que usen redes satelitales, redes fijas troncales y de acceso óptico y/o eléctricas y redes móviles incluyendo el concepto de Internet de las Cosas
- RA28** Conocimiento extenso de los sistemas de comunicaciones más comunes y utilizados en la actualidad, orientado principalmente a las capas inferiores de dichos sistemas de comunicaciones (aunque contando también con su interrelación con las capas superiores y arquitecturas de los sistemas)
- RA32** Conocimiento práctico de los nuevos sistemas de comunicaciones en movilidad avanzadas (hacia la 5G), y el Internet de las Cosas (y su aplicación a las ciudades inteligentes) incluyendo aquellos a desarrollarse en los próximos 5-10 años.
- RA29** Habilidad para diseñar y dimensionar un sistema de comunicaciones que integre partes tanto fijas como móviles, de forma práctica, en grupo y con una orientación profesional al trabajo en una empresa
- RA30** Conocimiento práctico de nuevos sistemas de comunicaciones satelitales y posicionamiento, incluyendo la metodología, técnicas y herramientas de análisis y diseño de los mismos y sus aplicaciones
- RA31** Conocimiento práctico de los nuevos sistemas de comunicaciones fijas (ópticas y eléctricas) avanzadas para triple-play, y aquellos a desarrollarse en los próximos 5-10 años
- RA41** Capacidad de presentar los resultados de lo anterior en grupo de forma oral y escrita

DESCRIPCIÓN

Introducción

"Sistemas de Comunicaciones" va a ofrecer a los alumnos el conocimiento de los tipos de sistemas más comunes y utilizados en la actualidad, orientado principalmente a las capas inferiores de dichos sistemas de comunicaciones (aunque contando también con su interrelación con las capas superiores y arquitecturas de los sistemas, las cuales se explican en otras asignaturas del programa).

La asignatura cubre los conocimientos necesarios para un ingeniero de máster de los sistemas de comunicaciones más actuales, además de las tendencias y próximos sistemas que llegarán al mercado en 5-10 años, de modo que el alumno pueda conocer tanto la tecnología actual más desplegada como la vanguardia tecnológica de los sistemas de comunicaciones más utilizados, en detalle y profundidad, y no solamente como visión general.

Dichos sistemas de comunicaciones se presentarán como casos, que se irán entrelazando para que al final del esta asignatura el alumno sea capaz no solamente de diseñar y dimensionar un sistema de comunicaciones (objetivo que también se busca), sino que sea capaz de desarrollarlo, de forma práctica y con una orientación profesional al trabajo en una empresa.

Organización de la asignatura

- Casos de estudio:

Los sistemas de comunicaciones se desarrollarán de forma avanzada partiendo el estudio de casos, profundizando en cada uno de los 3 tipos, especialmente en las capas inferiores de los sistemas, y en su interrelación:

A) Caso 1: Nuevos sistemas de comunicaciones satelitales y posicionamiento: Las comunicaciones satelitales y el posicionamiento constituyen el primer caso de estudio, con el uso de un satélite experimental que es la base de las nuevas comunicaciones satelitales, incluyendo la metodología, técnicas y herramientas de análisis y diseño. Incluye laboratorio y proyecto en equipo.

B) Caso 2: Nuevos sistemas de comunicaciones fijas (ópticas y eléctricas) avanzadas para triple-play: nuevas tecnologías para aumentar la capacidad, calidad y utilización de las redes fijas de un operador de telecomunicación, tanto en la red troncal como el acceso. Incluye laboratorio y proyecto en equipo.

C) Caso 3: Nuevos sistemas de comunicaciones en movilidad avanzadas, y el Internet de las Cosas: Sistemas de comunicaciones móviles hacia el 5G, y su relación con el Internet de las Cosas. Aplicación a los operadores de comunicaciones y al caso de las Ciudades Inteligentes. Incluye laboratorio y proyecto en equipo.

Dichos casos de estudio son incrementales, es decir, incorporan elementos de otros casos según van progresando para construir el proyecto final.

Estos casos serán ampliados como foco concreto de asignaturas optativas en el próximo curso por asignaturas de la especialidad, por lo que la asignatura enseñará aquellas partes fundamentales y necesarias para un ingeniero de nivel de máster, dejando un conocimiento totalmente especialista para el segundo año a aquellos alumnos que lo deseen.

- Metodología:

Clases teórico-prácticas: en estas clases teórico-prácticas el profesor desarrollará los conceptos teóricos con los alumnos de una forma práctica y donde la participación de los alumnos será clave para la mejor comprensión de la asignatura. Por ello se utilizarán herramientas interactivas en la clase con los alumnos para una mejor comprensión de las tecnologías. Asimismo podrán incluir charlas de profesionales reconocidos del sector en ciertos casos.

- Idioma de impartición

Los idiomas de impartición son inglés y español. Será en español o en inglés, según los grupos declarados por la jefatura de estudios en dichos idiomas.

La documentación de la asignatura, para que los alumnos se acostumbren al trabajo en un entorno internacional será en inglés.

TEMARIO

1. Introducción, organización de la asignatura y presentación de casos

- 1.1. Presentación de la asignatura y relación con otras asignaturas del máster
- 1.2. Aspectos generales de los sistemas de comunicaciones
- 1.3. Presentación de los casos e interrelación

2. Nuevos sistemas de comunicaciones satelitales

- 2.1. Visión general del caso de estudio
- 2.2. Sistemas de Transporte Radioeléctricos
- 2.3. Caracterización y especificación de sistemas satelitales
- 2.4. Técnicas avanzadas de modulación/acceso
- 2.5. Técnicas avanzadas de codificación de canal
- 2.6. Sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems)

3. Nuevos sistemas de comunicaciones fijas (ópticas y eléctricas) avanzadas para triple-play

- 3.1. Introducción y visión general del caso de estudio /
- 3.2. Normativa. Interconexión. Regulación y estándares
- 3.3. Sistemas ópticos digitales coherentes: 100G y más allá
- 3.4. Tendencias de futuro en sistemas ópticos: Supercanales Tbps, sistemas con multiplexación espacial

3.5. Comunicaciones con luz visible VLC (Li-Fi). Sistemas ópticos en espacio libre

3.6. Red de acceso fijo

3.6.1. Técnicas avanzadas de modulación y codificación de canal para acceso fijo

3.6.2. Nuevos sistemas de acceso fijo metálicos. Nueva evolución del acceso fijo mediante par metálico (DSL): G.FAST y similares. Advanced vectoring

3.6.3. Nuevos sistemas de acceso fijo ópticos. Próximas generaciones de PON y FTTH

3.6.4. Evolución de la red de acceso mixta (fibra-coaxial, fibra-par metálico, radio-fibra, G.hn)

4. Nuevos sistemas de comunicaciones en movilidad avanzadas, y el Internet de las Cosas

4.1. Introducción y visión general del caso

4.2. Introducción a LTE (repaso de la formación online) y evolución hacia la 5G. Elementos principales, arquitectura y requisitos esperados

4.3. Evolución de la arquitectura y el interfaz radio hacia 5G.

4.3.1. LTE-Advanced, LTE-advanced Pro y progreso hacia 5G

4.3.2. Técnicas avanzadas de modulación/acceso y sus capacidades para nuevas tecnologías móviles

4.4. Relación con los servicios avanzados en nuevas redes móviles para el dimensionamiento. Señalización y garantía de servicio

4.5. Internet de las cosas

4.5.1. Sistemas corto alcance para sensores, red de transporte y dimensionamiento. Redes de sensores inalámbricas

4.5.2. Modulaciones y codificación de canal. Caracterización y arquitectura de la red

4.5.3. Estándares y comunicación M2M. Relación con capas superiores y los servicios. Ejemplos de uso

ACTIVIDADES



Actividad evaluable



Actividad formativa



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



Examen final

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

03h 00m

Aula de examen

Progresiva, Global

100%

5

TEMAS

T1

T2

T3

T4

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG1

CG2

CG4

CG5

CT2

CT3

CT4

CT5

CE1

CE2

CE3

CE4

CE9

CE13

RA28

RA29

RA30

RA31

RA32

RA33

RA41

Examen extraordinario

SEMANAS

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

E

PRESENCIALIDAD

DURACIÓN TOTAL

LUGAR

EVALUACIÓN

PONDERACIÓN

NOTA MÍNIMA

Presencial

03h 00m

Aula de examen

Extraordinaria

100%

5

TEMAS

T1

T2

T3

T4

METODOLOGÍA

Examen Escrito

RESULTADOS EVALUADOS

CG1

CG2

CG4

CG5

CT2

CT3

CT4

CT5

CE1

CE2

CE3

CE4

CE9

CE13

RA28

RA29

RA30

RA31

RA32

RA33

RA41

PLANIFICACIÓN SEMANAL

Actividad evaluableActividad formativa

☐

Semana con actividad

E

Período de exámenes

Actividad	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	E
Examen final																.
Examen extraordinario																.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Criterios Generales

En castellano:

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará de la misma forma en la convocatoria ordinaria.

Resumen de los criterios de evaluación:

La prueba final completa en un examen global incluyendo tanto teoría como ejercicios prácticos en la misma convocatoria el día del examen final (100% de la nota total). El examen cubrirá tanto aspectos teóricos como ejercicios prácticos (problemas) de todo el temario. Se deberá obtener al menos 3.5 puntos en la parte teórica y 3.5 puntos en la parte de ejercicios. La ponderación entre teoría y ejercicios es 40%-60%.

Otras consideraciones:

En aquellas evaluaciones donde se realicen pruebas individuales mediante preguntas aleatorias basadas en un banco de preguntas, no se publicarán las soluciones de las mismas (se encuentran en la teoría ofrecida). Cualquier evaluación o entrega realizada podrá requerir una evaluación oral complementaria por parte del profesor para validar que se ha realizado por el alumno sin ayuda de sistemas de AI o otros medios. La acreditación del seguimiento del curso en lengua inglesa se obtendrá siempre que el alumno realice el seguimiento de la asignatura en lengua inglesa y realice los exámenes en inglés.

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Evaluación progresiva

Criterios de evaluación

La prueba final completa en un examen global incluyendo tanto teoría como ejercicios prácticos en la misma convocatoria el día del examen final (100% de la nota total). El examen cubrirá tanto aspectos teóricos no cubiertos en el anterior examen como ejercicios prácticos (problemas) de todo el temario. Se deberá obtener al menos 3.5 puntos en la parte teórica y 3.5 puntos en la parte de ejercicios. La ponderación entre teoría y ejercicios es 40%-60%.

Actividades

- Examen final (100%)

■ Criterios de Evaluación en Convocatoria Ordinaria. Prueba global

Criterios de evaluación

La prueba final completa en un examen global incluyendo tanto teoría como ejercicios prácticos en la misma convocatoria el día del examen final (100% de la nota total). El examen cubrirá tanto aspectos teóricos no cubiertos en el anterior examen como ejercicios prácticos (problemas) de todo el temario. Se deberá obtener al menos 3.5 puntos en la parte teórica y 3.5 puntos en la parte de ejercicios. La ponderación entre teoría y ejercicios es 40%-60%.

Actividades

- Examen final (100%)

Criterios de Evaluación en Convocatoria Extraordinaria

Criterios de evaluación

La prueba final completa en un examen global incluyendo tanto teoría como ejercicios prácticos en la misma convocatoria el día del examen final (100% de la nota total). El examen cubrirá tanto aspectos teóricos no cubiertos en el anterior examen como ejercicios prácticos (problemas) de todo el temario. Se deberá obtener al menos 3.5 puntos en la parte teórica y 3.5 puntos en la parte de ejercicios. La ponderación entre teoría y ejercicios es 40%-60%.

Actividades

- Examen extraordinario (100%)

RECURSOS

Equipamiento

Laboratorios

Laboratorios y equipos para las prácticas

Web

Revistas del IEEE relacionados con la materia (p.ej. IEEE Communications Magazine)

Bibliografía

Estándares presentados en la asignatura

Varios tipos de estándares ETSI, ITU, IEEE, IETF, ISO

Satellite Communications, Fourth Edition (Professional Engineering). Dennis Roddy. 2006

Advanced Optical Communication Systems and Networks (Artech House Applied Photonics) 2013. Milorad Cvijetic and Ivan B. Djordjevic

An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE, VoLTE and 4G Mobile Communication. Christopher Cox

Fiber-Optic Communication Systems (Fourth Edition); G. P. Agrawal,, Wiley Interscience, 2010.

Optical Fiber Communications Vol. VI-B, Systems and Networks, ed. I. Kaminow, T. Li, A. Willner , Academic, 2013.

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE



Ciudades y comunidades sostenibles



Producción y consumo responsables



Paz, justicia e instituciones sólidas