



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingenieros de
Telecomunicacion

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

93000791 - Sistemas De Comunicaciones

PLAN DE ESTUDIOS

09AQ - Master Universitario En Ingenieria De Telecomunicacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2021/22 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
4. Descripción de la asignatura y temario.....	4
5. Cronograma.....	8
6. Actividades y criterios de evaluación.....	13
7. Recursos didácticos.....	15
8. Otra información.....	17

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	93000791 - Sistemas de Comunicaciones
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre Segundo semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano/Inglés
Titulación	09AQ - Master Universitario en Ingeniería de Telecomunicacion
Centro responsable de la titulación	09 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieros De Telecomunicacion
Curso académico	2021-22

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Ramon Martinez Rodriguez-Osorio	C-411	ramon.martinez@upm.es	Sin horario. concertar cita por correo electrónico
Federico Alvarez Garcia (Coordinador/a)	D-103	federico.alvarez@upm.es	Sin horario. concertar cita por correo electrónico

Francisco Jose Lopez Hernandez	B-120	francisco.lopez.hernandez@upm.es	Sin horario. concertar cita por correo electrónico
Ignacio Esquivias Moscardo	B-115	ignacio.esquivias@upm.es	Sin horario. concertar cita por correo electrónico
Miguel Alejandro Salas Natera	C-411	miguel.salas@upm.es	Sin horario. concertar cita por correo electrónico

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Competencias y resultados de aprendizaje

3.1. Competencias

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.

CE13 - Capacidad para aplicar conocimientos avanzados de fotónica y optoelectrónica, así como electrónica de alta frecuencia.

CE2 - Capacidad para desarrollar sistemas de radiocomunicaciones: diseño de antenas, equipos y subsistemas, modelado de canales, cálculo de enlaces y planificación.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

CT3 - Capacidad para adoptar soluciones creativas que satisfagan adecuadamente las diferentes necesidades planteadas.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

3.2. Resultados del aprendizaje

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)

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

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

4. Descripción de la asignatura y temario

4.1. Descripción de la asignatura

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 de 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.

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.

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.

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 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.

- Clases prácticas de laboratorio: en estas clases se abordará el desarrollo práctico de un sistema de comunicaciones mediante el uso de diferentes laboratorios.

- 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.

4.2. Temario de la asignatura

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 y posicionamiento
 - 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) y sus aplicaciones.
 - 2.7. Laboratorio de sistemas de comunicación satelitales
 - 2.8. trabajo práctico de dimensionamiento de un sistema de comunicaciones / communication systems dimensioning
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. Calidad de un sistema de comunicaciones triple-play
 - 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)
 - 3.7. Trabajo práctico de dimensionamiento de un sistema de comunicaciones triple-play (y añadiendo las

tecnologías del caso anteriores) desarrollado junto a los alumnos / dimensioning (adding this use case)

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. Evolución de LTE-Advanced y a los sistemas de 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

4.6. Laboratorio de Internet de las cosas (IoT)

4.7. Trabajo práctico de dimensionamiento de un sistema móvil avanzado e Internet de las cosas (y añadiendo las tecnologías de casos anteriores) desarrollado junto a los alumnos

5. Cronograma

5.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad presencial en aula	Actividad presencial en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	<p>Tema 1 de la asignatura. 1.1. Presentación de la asignatura y relación con otras asignaturas del máster, y presentación de los casos de estudio Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>1.2. Aspectos generales de los sistemas de comunicaciones Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Nuevos sistemas de comunicaciones satelitales y posicionamiento. 2.1 Introducción al caso de estudio: "sistemas de comunicaciones satelitales" Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.2 Sistemas de Transporte Radioeléctricos Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
2	<p>2.2 Sistemas de Transporte Radioeléctricos (2/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.3 Caracterización y especificación de sistemas satelitales (1/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.3 Caracterización y especificación de sistemas satelitales (2/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.4 Técnicas avanzadas de modulación/acceso Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

3	<p>2.5 Técnicas avanzadas de codificación de canal Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.6 Sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems) y sus aplicaciones (1/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>2.6 Sistemas GNSS (Global Navigation Satellite Systems) y sus aplicaciones (2/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas prácticos Tema 2 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
4		<p>2.7 Laboratorio de sistemas de comunicación satelitales Duración: 03:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega actividades de laboratorio OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
5	<p>3. Nuevos sistemas de comunicaciones fijas (ópticas y eléctricas) avanzadas para triple-play 3.1. Introducción y visión general del caso de estudio Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.2 Normativa. Interconexión. Regulación y estándares Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.3 Sistemas ópticos digitales coherentes: 100G y más allá (1/2) Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>trabajo práctico de dimensionamiento de un sistema de comunicaciones satelital Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
6	<p>3.3 Sistemas ópticos digitales coherentes: 100G y más allá (2/2) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.4 Tendencias de futuro en sistemas ópticos: Supercanales Tbps, sistemas con multiplexación espacial Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

7	<p>3.5 Comunicaciones con luz visible VLC (Li-Fi). Sistemas ópticos en espacio libre Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.6 Red de acceso fijo - 3.6.1. Técnicas avanzadas de modulación y codificación de canal para acceso fijo. Calidad de un sistema de comunicaciones triple-play Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.6.2. Nuevos sistemas de acceso fijo metálicos. Nueva evolución del acceso fijo mediante par metálico (DSL): G.FAST y similares. Advanced vectoring Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>3.6.3 - Nuevos sistemas de acceso fijo ópticos. Próximas generaciones de PON y FTTH Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
8	<p>3.6.4. Evolución de la red de acceso mixta (fibra-coaxial, fibra-par metálico, radio-fibra, G.hn) Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Clase de problemas tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
9	<p>4. Nuevos sistemas de comunicaciones en movilidad avanzadas, y el Internet de las Cosas 4.1. Introducción y visión general del caso Duración: 00:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.2. Introducción a LTE (repaso de la formación online) y evolución hacia la 5G. Elementos principales, arquitectura y requisitos esperados Duración: 01:30 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Trabajo práctico de dimensionamiento de un sistema de comunicaciones triple-play Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
10	<p>4.3. Evolución de la arquitectura y el interfaz radio hacia 5G. 4.3.1 Evolución de LTE-Advanced y a los sistemas de 5G Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.3.1. LTE-Advanced, LTE-advanced Pro y progreso hacia 5G Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			

	<p>4.3.2. Técnicas avanzadas de modulación/acceso y sus capacidades para nuevas tecnologías móviles Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
11	<p>4.4. Relación con los servicios avanzados en nuevas redes móviles para el dimensionamiento. Señalización y garantía de servicio Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.5. Internet de las cosas 4.5.1. Sistemas corto alcance para sensores, red de transporte y dimensionamiento. Redes de sensores inalámbricas Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>4.5.2. Modulaciones y codificación de canal. Caracterización y arquitectura de la red Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			
12	<p>4.5.3. Estándares y comunicación M2M. Relación con capas superiores y los servicios. Ejemplos de uso Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Resolución de problemas caso de uso 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
13		<p>4.6. Laboratorio de Internet de las cosas (IoT) Duración: 02:00 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p>		<p>Entrega actividades de laboratorio OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
14	<p>Resolución de problemas caso de uso 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Resolución de problemas caso de uso 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			
15				
16				
17				<p>Examen escrito: teoría y ejercicios EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:30</p> <p>Examen final OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 02:30</p>

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del

plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

6. Actividades y criterios de evaluación

6.1. Actividades de evaluación de la asignatura

6.1.1. Evaluación continua

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
4	Entrega actividades de laboratorio	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	5%	4 / 10	CE1 CG2 CE9 CE13 CE4
13	Entrega actividades de laboratorio	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	5%	4 / 10	CE3 CG1
17	Examen escrito: teoría y ejercicios	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:30	90%	4 / 10	CE1 CG2 CG4 CT3 CE2 CE3 CE9 CE13 CG1 CG5 CT5 CE4

6.1.2. Evaluación sólo prueba final

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CE1 CG2 CG4 CT3 CE2 CE3 CE9 CE13 CG1 CG5 CT5 CE4

6.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	02:30	100%	5 / 10	CE1 CG2 CG4 CT3 CE2 CE3 CE9 CE13 CG1 CG5 CT5 CE4

6.2. Criterios de evaluación

Los estudiantes serán evaluados, por defecto, mediante evaluación continua. El estudiante que desee renunciar a la evaluación continua y optar a la evaluación por prueba final (formada por una o más actividades de evaluación global de la asignatura), deberá completar en el Moodle de la asignatura la tarea titulada "Renuncia a la evaluación continua" antes del final de la 4ª semana desde el inicio del curso (la fecha concreta se anunciará en el Moodle).

La evaluación comprobará si los estudiantes han adquirido las competencias de la asignatura. Por tanto, la evaluación mediante prueba final usará los mismos tipos de técnicas evaluativas que se usan en la evaluación continua (EX, ET, TG, etc.), y se realizarán en las fechas y horas de evaluación final aprobadas por la Junta de Escuela para el presente curso y semestre, salvo aquellas actividades de evaluación de resultados del aprendizaje de difícil calificación en una prueba final. En este caso, se podrán realizar dichas actividades de evaluación a lo largo del curso.

La evaluación en la convocatoria extraordinaria se realizará exclusivamente a través del sistema de prueba final.

Resumen de los criterios de evaluación:

- Las entregas de actividades de laboratorio serán en total el 10% de la calificación del total de la asignatura. La realización es obligatoria salvo que se renuncie en el plazo indicado (en el primer párrafo de estos criterios de evaluación) a la evaluación continua. En cualquier caso serán evaluadas las competencias en un examen práctico especial, donde se pedirá haber obtenido los mismos conocimientos y competencias que el resto de estudiantes que hayan realizado los laboratorios. La nota mínima en cada laboratorio es 4 sobre 10.

- El otro 90% (porcentaje restante) se obtendrá por la prueba final completa en un examen global incluyendo tanto teoría como ejercicios prácticos en la misma convocatoria el día del examen final. El examen cubrirá tanto aspectos teóricos como ejercicios prácticos (problemas) de todo el temario.

Se deberá obtener 5 puntos o más sobre 10 en el examen, y 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.

La nota del laboratorio y/o exámenes escritos (teoría+ejercicios) se conservará si se obtiene el mínimo en cualquiera de estas partes hasta el examen extraordinario.

En cualquier caso para el alumno que lo desee podrá elegir realizar únicamente un examen final sin realizar una evaluación continua, solicitándolo como se indica en esta guía. Para ello existirá un examen final donde se cubrirán los aspectos de la asignatura evaluando las competencias requeridas. Dicho examen final por lo tanto constará de parte escrita y puede incluir parte oral, que incluye los contenidos dados en las clases y conceptos de las prácticas en laboratorios, con la ponderación igual a la indicada en la evaluación continua. Esta forma de examen final será la que se desarrollará en la evaluación extraordinaria.

7. Recursos didácticos

7.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Laboratorios	Equipamiento	Laboratorios y equipos para las prácticas
Revistas del IEEE relacionados con la materia (p.ej. IEEE Communications Magazine)	Recursos web	

Estándares presentados en la asignatura	Bibliografía	Varios tipos de estándares ETSI, ITU, IEEE, IETF, ISO
Satellite Communications, Fourth Edition (Professional Engineering). Dennis Roddy. 2006	Bibliografía	
Advanced Optical Communication Systems and Networks (Artech House Applied Photonics) 2013. Milorad Cvijetic and Ivan B. Djordjevic	Bibliografía	
An Introduction to LTE: LTE, LTE-Advanced, SAE, VoLTE and 4G Mobile Communication. Christopher Cox	Bibliografía	
Fiber-Optic Communication Systems (Fourth Edition); G. P. Agrawal,, Wiley Interscience, 2010.	Bibliografía	
Optical Fiber Communications Vol. VI-B, Systems and Networks, ed. I. Kaminow, T. Li, A. Willner , Academic, 2013.	Bibliografía	
5G Radio Access Network Architecture: The Dark Side of 5G. Wiley 2021	Bibliografía	

8. Otra información

8.1. Otra información sobre la asignatura

Esta asignatura está alineada con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) en los siguientes objetivos:

4.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento

5.b Mejorar el uso de la tecnología instrumental, en particular la tecnología de la información y las comunicaciones, para promover el empoderamiento de las mujeres

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.

En la asignatura las actividades que se desarrollan ayudan a promover estos objetivos.