



Proyecto/Guía docente de la asignatura Adaptada a la Nueva Normalidad

Asignatura	FUNDAMENTOS DE TRANSMISIÓN POR RADIO		
Materia	COMUNICACIONES POR RADIO		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	460	Código	45021
Periodo de impartición	1 ^{er} CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OBLIGATORIA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	3º
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	Juan Blas Prieto		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 5568 E-MAIL: juabla@tel.uva.es		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

En asignaturas previas se ha estudiado la posibilidad de transmitir energía electromagnética a través de ondas guiadas. Las antenas son dispositivos que se emplean para transmitir y recibir energía electromagnética en forma de ondas de radio cuando no es viable el uso de ondas guiadas. Algunos ejemplos de aplicaciones que requieren el uso de antenas son: comunicaciones móviles, aéreas, satelitales, navales y radiodifusión. Además de las aplicaciones en el campo de las comunicaciones, las antenas también se usan en otras aplicaciones de carácter industrial y médico, como la monitorización geofísica o la detección precoz de tumores. En todas las aplicaciones, las antenas son diseñadas para transmitir y recibir ondas de radio de forma eficiente. Un buen diseño es aquel en el que se consigue una buena adaptación de impedancias entre la antena y la guía de ondas para maximizar la potencia de la onda radiada, a la vez que se consigue el mejor compromiso entre las restricciones impuestas al reparto direccional de la energía radiada. Optimizar este reparto puede significar maximizar la energía radiada en una dirección y suprimirla en otras, por ejemplo. Conseguir todos los objetivos con una única antena puede ser imposible, por lo que a menudo es necesario el empleo de agrupaciones de antenas. El alumno deberá adquirir unos conocimientos básicos sobre antenas y propagación de señales radioeléctricas que le permitan analizar y diseñar enlaces radioeléctricos.

De forma excepcional para este curso 2020-2021, se disminuye la presencialidad, pasando del 40% establecido en la memoria de verificación a una presencialidad del 35%, con el objetivo de optimizar los espacios seguros disponibles, ajustando su utilización al calendario de actividades lectivas y al tamaño más pequeño de los grupos y buscando la máxima presencialidad del estudiante a nivel de título.

1.2 Relación con otras materias

Esta asignatura se relaciona con las asignaturas "Campos Electromagnéticos", que proporciona la base de los sistemas radioeléctricos, así como con "Teoría de la Comunicación" y "Sistemas de Comunicación", donde se estudian los conceptos básicos de un sistema de telecomunicaciones. La asignatura proporciona los conocimientos básicos para abordar posteriormente "Sistemas de Telecomunicación por Radio" y "Radiodeterminación", donde se estudian de forma más específica sistemas concretos de radiocomunicaciones.

1.3 Prerrequisitos

No existen condiciones previas excluyentes para cursar esta asignatura, aunque sí recomendaciones lógicas que el alumno debería tener en cuenta. Es recomendable haber cursado la materia "Fundamentos de Comunicaciones" del "Bloque de Materias Básicas". Además, es muy recomendable haber cursado las asignaturas de primer y segundo curso pertenecientes a los bloques "Fundamentos de Ingeniería Electromagnética" y "Fundamentos de Señales y Sistemas".

Dado el escenario de "nueva normalidad" y atendiendo a la posible evolución de los acontecimientos, en esta asignatura se utilizan o se podrán utilizar herramientas docentes online para la docencia y la evaluación. El alumno deberá contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

Para la evaluación del aprendizaje de esta asignatura el alumno acepta utilizar los mecanismos técnicos que constan en esta Guía y aquellos que la Universidad determine y/o facilite.



2. Competencias

2.1 Generales

- GBE1 Capacidad para manejar especificaciones, reglamentos y normas de obligado cumplimiento.
- GBE2 Capacidad para aplicar métodos analíticos y numéricos para el análisis de problemas en el ámbito de la ingeniería técnica de Telecomunicación.
- GBE3 Capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico.
- GBE4 Capacidad para diseñar y llevar a cabo experimentos, así como analizar e interpretar datos.
- GBE5 Capacidad para elaborar informes basados en el análisis crítico de la bibliografía técnica y de la realidad en el campo de su especialidad.
- GE1 Capacidad para trabajar en diversos entornos como laboratorios y empresas, supervisados por profesionales especializados.
- GE4 Capacidad para desarrollar proyectos en el ámbito de su especialidad que satisfagan las exigencias técnicas, estéticas y de seguridad, aplicando elementos básicos de gestión económica-financiera, de recursos humanos, organización y planificación de proyectos.
- GE5 Capacidad para analizar y valorar el impacto social y medioambiental de las soluciones técnicas, así como el desarrollo sostenible del ámbito correspondiente.
- GC1. Capacidad de organización, planificación y gestión del tiempo.
- GC2. Capacidad para comunicar, tanto por escrito como de forma oral, conocimientos, procedimientos, resultados e ideas relacionadas con las telecomunicaciones y la electrónica.
- GC3. Capacidad para trabajar en cualquier contexto, individual o en grupo, de aprendizaje o profesional, local o internacional, desde el respeto a los derechos fundamentales, de igualdad de sexo, raza o religión y los principios de accesibilidad universal, así como la cultura de paz.

2.2 Específicas

- ST1 Capacidad para construir, explotar y gestionar las redes, servicios, procesos y aplicaciones de telecomunicaciones, entendidas éstas como sistemas de captación, transporte, representación, procesado, almacenamiento, gestión y presentación de información multimedia, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- ST3 Capacidad de análisis de componentes y sus especificaciones para sistemas de comunicaciones guiadas y no guiadas.
- ST4 Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.
- ST5 Capacidad para la selección de antenas, equipos y sistemas de transmisión, propagación de ondas guiadas y no guiadas, por medios electromagnéticos, de radiofrecuencia u ópticos y la correspondiente gestión del espacio radioeléctrico y asignación de frecuencias.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Relacionar los parámetros básicos que caracterizan a una antena.
- Analizar y sintetizar sistemas radiantes.
- Describir los mecanismos de propagación radioeléctrica.
- Operar con los parámetros técnicos requeridos para caracterizar un sistema de comunicaciones.
- Calcular y diseñar enlaces radioeléctricos teniendo en cuenta la definición, normativa técnica y planificación de sistemas radioeléctricos
- Analizar las contribuciones de ruido de los elementos de un receptor y del canal, así como de la intermodulación y de las interferencias en el sistema
- Valorar la influencia de las tecnologías y las emisiones radioeléctricas asociadas a las comunicaciones sobre el desarrollo, la sociedad y la salud



**4. Contenidos y/o bloques temáticos****Bloque 1: Fundamentos de transmisión por radio**

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

a. Contextualización y justificación

La asignatura consta de un único bloque dado que la parte de antenas y la de propagación, aunque independientes en su contenido, sirven de manera conjunta de base para comprender en profundidad y valorar en detalle, el empleo de los diferentes tipos de antenas en los distintos sistemas de radiocomunicaciones que, a su vez, están sometidos a una normativa legal sobre emisiones.

b. Objetivos de aprendizaje

Véanse los objetivos de la asignatura.

c. Contenidos**TEMA 1: Fundamentos de radiación**

- 1.1. Objetivos
- 1.2. Repaso de conceptos previos
- 1.3. Ecuaciones de Maxwell
- 1.4. Ecuaciones de onda
- 1.5. Función de Green en espacio libre
- 1.6. Radiación de campo próximo y lejano
- 1.7. Vectores de radiación
- 1.8. Dualidad
- 1.9. Caracterización técnica de antenas
- 1.10. Cálculo de enlaces en espacio libre

TEMA 2: Agrupaciones

- 2.1. Objetivos
- 2.2. Relación con el muestreo de distribuciones
- 2.3. Principio de multiplicación de diagramas
- 2.4. Agrupaciones lineales
- 2.5. Directividad de agrupaciones lineales
- 2.6. Agrupaciones bidimensionales planas
- 2.7. Síntesis de agrupaciones

TEMA 3: Antenas lineales

- 3.1. Objetivos
- 3.2. Antenas elementales
- 3.3. Dipolos de longitud comparable a la longitud de onda
- 3.4. Teoría de imágenes y monopolos
- 3.5. Impedancias de entrada
- 3.6. Impedancias mutuas
- 3.7. Sistemas de alimentación

TEMA 4: Antenas de apertura

- 4.1. Objetivos
- 4.2. Teorema de equivalencia
- 4.3. Expresiones generales de los campos radiados
- 4.4. Bocinas
- 4.5. Ranuras
- 4.6. Antenas impresas
- 4.7. Antenas reflectoras

TEMA 5: Propagación radioeléctrica, cálculo de enlace y coberturas

- 5.1. Objetivos
- 5.2. Ruido
- 5.3. Efecto del suelo
- 5.4. Efecto de la troposfera
- 5.5. Efecto de la ionosfera
- 5.6. Diseño y cálculo de radioenlaces



- 5.7. Cálculo de coberturas
- 5.8. Introducción al canal móvil
- 5.9. Compatibilidad
- 5.10. Emisiones radioeléctricas

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Estudio de casos en aula y en laboratorio.
- Aprendizaje colaborativo

e. Plan de trabajo

Véase el Anexo I.

f. Evaluación

- La evaluación de la adquisición de competencias se basará en:
- Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas.
 - Resolución de problemas por parte del alumno
 - Informes de laboratorio realizados por grupos de alumnos
 - Prueba escrita al final del cuatrimestre

g. Material docente

g.1 Bibliografía básica

- A. Cardama, Ll. Jofre, J. M. Rius, J. Romeu, S. Blanch, *Antenas*, 2ª ed., Edicions UPC, 2002.
- J. M. Hernando Rábanos, *Transmisión por Radio*, 6ª ed., Ramón Areces, 2008.
- Normativa española específica: RD 1066/2001 (BOE 29/9/2001) y Orden CTE/23/2002 (BOE 12/1/2002).

g.2 Bibliografía complementaria

- J. A. Kong, *Electromagnetic Wave Theory*, EMW Publishing, 2008.
- M. F. Iskander, *Electromagnetic Fields and Waves*, 2ª ed., Waveland Press, 2013.
- T. R. Rappaport, *Wireless Communications. Principles and Practice*, 2ª ed., Prentice Hall, 2002.
- J. D. Krauss, R. J. Marhefka, *Antennas for all applications*, 3rd. ed. McGraw-Hill, 2002.
- C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 2005.
- R. E. Collin, *Antennas and Radiowave Propagation*, McGraw-Hill, 1985.
- S. R. Saunders, *Antennas and Propagation for Wireless Communication Systems*, John Wiley & Sons, 1999.
- A. García Domínguez, *Cálculo de antenas. Antenas de última generación para tecnología digital y métodos de medición*, 4ª ed., Marcombo, 2010.
- M. Dolukhanov, *Propagation of Radio Waves*, URSS-Moscú, 1995.
- V. V. Nikolski, *Electrodinámica y propagación de ondas de radio*, URSS-Moscú, 1976.
- G. T. Márkov, D.M. Sazónov, *Antenas*, URSS-Moscú, 1994.
- I. I. Fernández Tobías, N. Miranda Santos, M. Molina García, P. Almorox González, J. I. Alonso Montes. *Emisiones Radioeléctricas: Normativa, Técnicas de Medida y Protocolos de Certificación*. Cuaderno Cátedra OIT, Vol. 1-2008. Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación, 2008.

g.3 Otros recursos telemáticos (píldoras de conocimiento, blogs, videos, revistas digitales, cursos masivos (MOOC), ...)

En el caso de necesidades docentes por nuevo confinamiento o cualquier otra circunstancia que se pudiera producir, en el caso de ser necesario los profesores pondrían a disposición de los alumnos todos o algunos de los siguientes recursos:



- Videos y píldoras de conocimiento sobre partes concretas de la materia.
- Ejercicios prácticos para su realización fuera del laboratorio.

h. Recursos necesarios

Serán necesarios los siguientes recursos, todos ellos facilitados por la UVa o el profesor:

- Entorno de trabajo en la web ETSIT-UVa o en la plataforma Moodle ubicada en el Campus Virtual de la Universidad de Valladolid.
- Laboratorio de ordenadores equipados con Matlab y acceso a internet
- Analizadores de espectro, antenas, transceptores radio.
- Servidor con repositorio para control de versiones.
- Documentación de apoyo.

En este bloque se utilizan herramientas docentes online para la docencia y/o la evaluación. En caso de un transcurso normal de la docencia estarán disponibles las aulas informáticas del centro. En caso de una afección por medidas sanitarias especiales, el alumno debe contar con medios informáticos y telemáticos suficientes para interactuar con el Campus Virtual y con los sistemas de videoconferencia.

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
6 ECTS	Semanas 1 a 13

5. Métodos docentes y principios metodológicos

- Clase magistral.
- Seminario.
- Trabajo en el laboratorio

**6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES o PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽¹⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	22	Estudio y trabajo autónomo individual	74
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	24
Laboratorios (L)	20		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			150

(1) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

7. Sistema y características de la evaluación

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas en aula	5%	
Resolución de dos series de problemas a lo largo de la asignatura	25%	
Informes de prácticas de laboratorio	35%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10.
Examen final escrito	35%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10.

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Si un alumno no alcanza los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y 4,5.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en los cuatro primeros instrumentos de la tabla en ese mismo curso académico siempre que se cumplan los requisitos mencionados y su calificación total sea de al menos 30 puntos sobre 65. El 40% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un nuevo examen escrito.
 - Si no alcanza 30 puntos sobre 65 o no se ha alcanzado la nota mínima necesaria en los informes de prácticas, entonces el examen escrito de la convocatoria extraordinaria supondrá el 80% y un 20% se obtendrá mediante un examen práctico extraordinario de laboratorio. En ambos exámenes se exigirá una nota mínima de 4,5 sobre 10 para superar la asignatura.



•

8. Consideraciones finales

El Anexo I mencionado en la guía, donde se describe la planificación detallada, se entregará al comienzo de la asignatura.





Adenda a la Guía Docente de la asignatura

Se plantean las siguientes acciones:

1. Los contenidos teóricos no se modifican, pero se emplearán clases por video conferencia junto con videos grabados y píldoras cuando sea necesario.
2. Las prácticas serían adaptadas para poder realizarlas en modo remoto.

A4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: "Fundamentos de transmisión por radio"

Carga de trabajo en créditos ECTS: 6

c. Contenidos Adaptados a formación online

- Se proporcionará a los alumnos:
 - Diapositivas y/o documentos de apoyo de la asignatura.
 - Enunciado de prácticas que puedan desarrollarse de forma no presencial.
- Las clases magistrales/seminarios podrán ser impartidas mediante clases grabadas y/o videoconferencias.

d. Métodos docentes online

- Clases magistrales/seminarios impartidas por videoconferencia en el horario asignado a la asignatura.
- Clases grabadas.
- En el caso de las prácticas planteadas, los alumnos tendrán libertad para trabajar en ellas en el horario que prefieran, concretándose videoconferencias de tutorías para apoyar en el desarrollo de las mismas.
- Uso del campus virtual y otras actividades: Puesta a disposición del alumnado de diapositivas del curso y de apuntes escritos con los temas y con material adicional complementario, entrega de prácticas a través del campus virtual.
- Para la comunicación con los estudiantes y para la resolución de dudas se utilizan los foros del campus virtual, el correo electrónico y, a petición del alumnado, videoconferencias para tutorías.

e. Plan de trabajo online

Se adaptará dependiendo del momento en el que se produjera un hipotético confinamiento.

f. Evaluación online

Si no se pudiera llevar a cabo un examen presencial final, se haría una entrega síncrona de ejercicios prácticos. Se realizaría mediante una tarea en el Campus Virtual que se abre a una hora determinada y permanece abierta durante un tiempo máximo de 60 minutos. [El resto de los instrumentos de evaluación se mantienen.](#)

i. Temporalización

CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
------------	--------------------------------

Comentado [LR1]: Estaría bien indicar que cambiaría en la evaluación o si se mantendría igual, cambiando el examen presencial a examen online

Comentado [JP2R1]: He añadido una frase indicando explícitamente que excepto el examen, el resto de instrumentos de evaluación se mantienen.



6.0	Primer cuatrimestre
-----	---------------------

A5. Métodos docentes y principios metodológicos

Se empleará:

- Clases grabadas y/o clases magistrales participativas on-line por videoconferencia.
- Seminarios por videoconferencia.
- Desarrollo de prácticas utilizando los medios informáticos de los propios alumnos.
- Aprendizaje colaborativo con el Campus Virtual.
- Tutorías por videoconferencia.



**A6. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura**

ACTIVIDADES PRESENCIALES A DISTANCIA ⁽²⁾	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	22 (*)	Estudio y trabajo autónomo individual	74
Clases prácticas de aula (A)	0	Estudio y trabajo autónomo grupal	24
Laboratorios (L)	20 (**)		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10 (*)		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial a distancia	52	Total no presencial	98
TOTAL presencial + no presencial			100

(2) Actividad presencial a distancia es aquella en la que un grupo de alumnos sigue una videoconferencia de forma síncrona a la clase impartida por el profesor.

(*) Parte de esas horas podrían pasar a "Actividades no presenciales individuales – Estudio y trabajo autónomo individual" pues una parte de las mismas podrá impartirse mediante grabaciones en vídeo en lugar de mediante clases por videoconferencia en directo.

(**) Las 20 horas previstas inicialmente para laboratorios pasarían, en caso de confinamiento durante todo el cuatrimestre a "Actividades no presenciales individuales – Estudio y trabajo autónomo individual", pues el alumno realizaría las prácticas en su propio ordenador y en el horario que prefiera, pudiendo concertarse sesiones de tutoría por videoconferencia para la aclaración de dudas.

A7. Sistema y características de la evaluación

Criterio: cuando más del 50% de los días lectivos del cuatrimestre transcurran en situación de contingencia, se asumirán como criterios de evaluación los indicados en la adenda.

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Valoración de la actitud y participación del alumno en las actividades formativas	5%	Se valorará fundamentalmente la iniciativa personal para resolver problemas, la independencia a la hora de proponer soluciones, el manejo continuado del repositorio de la asignatura, así como la participación en foros de discusión de la asignatura.
Resolución de dos series de problemas a lo largo de la asignatura	25%	
Informes de prácticas de laboratorio	35%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10.
Examen final on-line	35%	Es condición necesaria (pero no suficiente) para superar la asignatura alcanzar una calificación igual o superior a 4.5 sobre 10.



CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
 - Si un alumno no alcanza los requisitos mínimos descritos en la tabla anterior, su calificación final en la asignatura será el mínimo entre el valor calculado según la ponderación descrita y 4,5.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en los cuatro primeros instrumentos de la tabla en ese mismo curso académico siempre que se cumplan los requisitos mencionados y su calificación total sea de al menos 30 puntos sobre 65. El 40% restante de la calificación se obtendrá mediante la realización de un nuevo examen escrito.
 - Si no alcanza 30 puntos sobre 65 o no se ha alcanzado la nota mínima necesaria en los informes de prácticas, entonces el examen escrito de la convocatoria extraordinaria supondrá el 80% y un 20% se obtendrá mediante un examen práctico extraordinario de laboratorio. En ambos exámenes se exigirá una nota mínima de 4,5 sobre 10 para superar la asignatura.

•

