

**Proyecto/Guía docente de la asignatura**

| | | | |
|--|--|----------------------|---|
| Asignatura | RADIODETERMINACIÓN | | |
| Materia | COMUNICACIONES | | |
| Módulo | MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN | | |
| Titulación | GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN | | |
| Plan | 512 | Código | 46632 |
| Periodo de impartición | 1 ^{er} CUATRIMESTRE | Tipo/Carácter | OPTATIVA (OBLIGATORIA DE LA MENCIÓN) |
| Nivel/Ciclo | GRADO | Curso | 4º |
| Créditos ECTS | 6 ECTS | | |
| Lengua en que se imparte | CASTELLANO | | |
| Profesor/es responsable/s | MARÍA GARCÍA GADAÑÓN | | |
| Datos de contacto (E-mail, teléfono...) | TELÉFONO: 983 423000 ext. 3983 / ext. 3981 E-MAIL: margar@tel.uva.es | | |
| Departamento | TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA | | |
| Fecha de revisión por el Comité de Título | 27 de junio de 2022 | | |



1. Situación / Sentido de la Asignatura

1.1 Contextualización

La navegación marítima, terrestre y aérea se apoya generalmente en diferentes sistemas de ayuda a la navegación y radiodeterminación. La evolución de estos sistemas ha sido muy rápida en las últimas décadas, tratando de cubrir necesidades de precisión cada vez más exigentes y adecuándose a la demanda de nuevos servicios de comunicación y posicionamiento. Por lo tanto, es necesario formar profesionales en esta área que conozcan los sistemas de radiodeterminación empleados en el pasado, los que se emplean en el presente y los que están en periodo de desarrollo y que, probablemente, jugarán un papel muy importante en los sistemas de navegación del futuro. Es en dicho contexto donde se enmarca la asignatura "Radiodeterminación".

Así pues, el alumno deberá adquirir unos conocimientos básicos sobre diferentes sistemas de navegación por satélite, sistemas de navegación por radiofaros, sistemas de aproximación y aterrizaje, y sistemas de radar. Esto debería ser una sólida base sobre la que se asentaran otras competencias que debe adquirir el estudiante, incluyendo la capacidad de analizar diferentes sistemas de radiodeterminación, su importancia y tendencias de futuro y para utilizar y simular determinadas características de los sistemas estudiados.

1.2 Relación con otras materias

"Radiodeterminación" está especialmente relacionada con "Teoría de la Comunicación", pues dicha asignatura proporciona los conocimientos básicos sobre la caracterización y simulación de sistemas de comunicaciones analógicos y digitales, así como con "Transmisión por radio", en la cual se estudian algunos ejemplos de sistemas de radiodeterminación, aunque desde un punto de vista complementario al considerado en esta asignatura.

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 recomendable haber cursado la asignatura "Transmisión por radio" del segundo cuatrimestre del tercer curso, que cubre temas relacionados con sistemas de radiodeterminación.

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

- 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.
- GE3. Capacidad para desarrollar metodologías y destrezas de aprendizaje autónomo eficiente para la adaptación y actualización de nuevos conocimientos y avances científicos.
- 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

- ST2. Capacidad para aplicar las técnicas en que se basan las redes, servicios y aplicaciones de telecomunicación tanto en entornos fijos como móviles, personales, locales o a gran distancia, con diferentes anchos de banda, incluyendo telefonía, radiodifusión, televisión y datos, desde el punto de vista de los sistemas de transmisión.
- ST4. Capacidad para la selección de circuitos, subsistemas y sistemas de radiofrecuencia, microondas, radiodifusión, radioenlaces y radiodeterminación.



3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Explicar el funcionamiento teórico de diversos sistemas de radiodeterminación por satélite, como GPS, GLONASS, EGNOS y GALILEO.
- Conocer la estructura y funcionamiento de sistemas de navegación por radiofaros como VOR y DME.
- Comprender la arquitectura y modo de operación de dos sistemas de aproximación y aterrizaje: ILS y MLS.
- Explicar las diferencias de funcionamiento entre diversos sistemas de radar.
- Resolver problemas básicos relacionados con sistemas de navegación por satélite, sistemas de navegación por radiofaros, sistemas de aproximación y aterrizaje, y sistemas de radar.
- Emplear los receptores GPS disponibles en modo de simulación y de navegación real para la realización de rutas.
- Simular el funcionamiento de un sistema de radar para evaluar las implicaciones prácticas de los parámetros que rigen su funcionamiento empleando la herramienta Matlab®.
- Analizar los resultados prácticos obtenidos y relacionarlos con los elementos básicos de los sistemas estudiados y su principio de funcionamiento.
- Gestionar bibliografía básica relacionada con los sistemas de radiodeterminación y radar.
- Saber comunicar por escrito los resultados obtenidos en las prácticas de la asignatura.
- Manejar software de uso común en ingeniería.
- Analizar y diseñar sistemas de radiodeterminación (radiolocalización, radionavegación y RADAR).
- Realizar cálculos, valoraciones e informes en el ámbito de las Telecomunicaciones.

4. Contenidos y/o bloques temáticos

Bloque 1: “Sistemas de radionavegación”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 3.5

a. Contextualización y justificación

Este bloque está compuesto por los tres primeros temas de la asignatura. En el Tema 1 se explican diversos sistemas de navegación por satélite, incluyendo sistemas que se emplean actualmente y sistemas que se encuentran en fase de desarrollo y que, previsiblemente, tendrán un amplio despliegue en el futuro. En los Temas 2 y 3 se explican sistemas dirigidos a la navegación aérea, incluyendo sistemas de navegación por radiofaros (Tema 2) y sistemas de aproximación y aterrizaje (Tema 3). En estos dos temas se explicarán los sistemas más empleados en navegación aérea civil para estas dos tareas.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer la estructura y funcionamiento de los sistemas de navegación por satélite GPS, GLONASS, EGNOS y GALILEO.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas de navegación por radiofaros VOR y DME.
- Describir la estructura y funcionamiento de dos sistemas de aproximación y aterrizaje: ILS y MLS.
- Aplicar los conocimientos teóricos a la resolución de problemas relacionados con los sistemas anteriormente citados.
- Emplear los receptores GPS disponibles en modo de simulación para conocer su funcionamiento.
- Utilizar los receptores GPS disponibles en modo de navegación real para localizar varios puntos geográficos y realizar rutas guiadas.
- Analizar la información proporcionada por el receptor GPS, junto con la información obtenida de fuentes bibliográficas fiables, para relacionar esta información con los elementos básicos del sistema y su principio de funcionamiento.
- Saber comunicar por escrito los resultados obtenidos en la práctica con los receptores GPS, relacionándolos con los conceptos teóricos estudiados en la asignatura y en la bibliografía.

c. Contenidos

TEMA 1: Sistemas de navegación por satélite

- 1.1 Introducción
- 1.2 Constitución de un sistema de navegación por satélite
- 1.3 Sistemas GPS y GPS diferencial (DGPS)
- 1.4 Sistema GLONASS. Integración GPS-GLONASS
- 1.5 Sistemas EGNOS y GALILEO
- 1.6 Resumen

TEMA 2: Sistemas de navegación por radiofaros

- 2.1 Introducción
- 2.2 Sistemas VOR
- 2.3 VOR Doppler



- 2.4 Equipo medidor de distancias DME/N
- 2.5 Equipo medidor de distancias de precisión DME/P
- 2.6 Resumen

TEMA 3: Sistemas de aproximación y aterrizaje

- 3.1 Introducción
- 3.2 Sistema ILS. Estructura y principio de funcionamiento
- 3.3 Sistema MLS. Estructura y principio de funcionamiento
- 3.4 Comparación entre los sistemas ILS y MLS
- 3.5 Resumen

PRÁCTICA 1: Realización de rutas con GPS

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas en las prácticas de aula.
- Resolución de problemas en seminarios, donde los alumnos serán guiados por el profesor.
- Aplicación práctica de los conocimientos mediante el empleo de receptores GPS.

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, incluyendo la resolución de actividades propuestas a través del Campus Virtual.
- Resolución de problemas en los seminarios.
- Informes realizados por los alumnos sobre la Práctica 1.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- E. Kaplan, *Understanding GPS: Principles and Applications*, Artech House, 1996.
- B. Forssell, *Radionavigation Systems*, Prentice-Hall, 1991.

g.2 Bibliografía complementaria

- F. Pérez-Martínez, *Sistemas de navegación por satélite*, Dpto. Publicaciones. Universidad Politécnica de Madrid, 1995.
- F. Pérez-Martínez, *Sistemas de aproximación y aterrizaje*, Dpto. Publicaciones. Universidad Politécnica de Madrid, 1993.



- A. El-Rabbani, *Introduction to GPS*, Artech House, 2002.
- R. Aran Escuer y J. R. Aragoneses Manso, *Sistemas de navegación aérea*, Paraninfo, 1983.

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

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

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

- Documentación de apoyo.
- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas y las clases de problemas.
- Aula de seminarios, con posibilidad de ser reconfigurada para el trabajo en grupo.
- Seis receptores GPS eTrex H® de Garmin™ para la realización de la primera práctica.
- Espacio para realizar la primera práctica, que puede ser un laboratorio o un aula de seminario.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con los sistemas de navegación por satélite, a través de la Biblioteca de la UVa.

i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 3.5 ECTS | Semanas 1 a 9 |

Bloque 2: “Técnicas y sistemas de radar”

Carga de trabajo en créditos ECTS: 2.5

a. Contextualización y justificación

En este segundo bloque, formado por los Temas 4 y 5, se explican diversos conceptos relacionados con técnicas de radar. En el Tema 4 se introducirán estos sistemas y se estudiará su relación con el primer bloque de la asignatura. En el Tema 5 se estudiarán de forma genérica dos tipos de radar primario, con objetivos similares, pero con implementaciones muy distintas.

b. Objetivos de aprendizaje

Al finalizar este bloque temático, el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer diferentes técnicas para la localización del ángulo de incidencia de una señal.
- Describir el funcionamiento de los radares de onda continua y radares de impulsos.
- Enumerar las principales diferencias entre radares de onda continua y radares de impulsos.
- Resolver problemas relacionados con el funcionamiento de los radares de onda continua y los radares de impulsos.
- Describir la ecuación de alcance (ecuación radar) para los sistemas de radar.
- Aplicar la ecuación de alcance en la resolución de problemas prácticos.
- Conocer el funcionamiento del radar secundario.
- Simular el funcionamiento de un sistema de radar para evaluar las implicaciones prácticas de los parámetros que rigen su funcionamiento empleando la herramienta Matlab[®].
- Analizar los resultados obtenidos en las simulaciones prácticas realizadas empleando la herramienta Matlab[®].
- Gestionar bibliografía básica relacionada con técnicas de radar.
- Saber comunicar por escrito los resultados obtenidos en las simulaciones prácticas, relacionándolos con los conceptos teóricos estudiados en la asignatura y en la bibliografía básica.

c. Contenidos**TEMA 4: Introducción a las técnicas y sistemas de radar**

- 4.1 Introducción
- 4.2 Técnicas de localización del ángulo de incidencia de una señal
- 4.3 Técnicas y sistemas de radar
- 4.4 Estimación del alcance del radar
- 4.4 Resumen

TEMA 5: Radares de onda continua y radares de impulsos

- 5.1 Introducción
- 5.2 Radares de impulsos
- 5.3 Radares de onda continua
- 5.4 Comparación entre radares de onda continua y radares de impulsos
- 5.5 Resumen



PRÁCTICA 2: Simulación de conceptos de radar empleando Matlab®

d. Métodos docentes

- Clase magistral participativa.
- Resolución de problemas en las prácticas de aula.
- Resolución de problemas en los seminarios por parte de los alumnos, guiados por el profesor.
- Estudio de casos mediante prácticas de laboratorio.

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, incluyendo la resolución de actividades propuestas a través del Campus Virtual.
- Resolución de problemas en los seminarios.
- Revisión de la resolución de la Práctica 2 e informe realizado por los alumnos con los principales resultados obtenidos en dicha práctica.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

g Material docente

g.1 Bibliografía básica

- M. I. Skolnik. *Introduction to radar systems*, Mc-Graw Hill, 2001.

g.2 Bibliografía complementaria

- D. K. Barton, C. E. Cook y P. Hamilton, *Radar evaluation handbook*, Artech House, 1991.
- D. K. Barton, *Radar system analysis and modeling*, Artech House, 2005.
- D. K. Barton y S. A. Leonov, *Radar technology encyclopedia*, Artech House, 1997.
- W. G. Carrara, R. S. Goodman y R. M. Majewski, *Spotlight synthetic aperture radar: signal processing algorithms*, Artech House, 1995.
- F. Losee, *RF systems, components and circuits handbook*, Artech House, 1997.

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

Todos los recursos telemáticos necesarios para cursar la asignatura se enlazarán a través de la página de la asignatura en el Campus Virtual.

h. Recursos necesarios

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

- Documentación de apoyo.
- Pizarra, ordenador y cañón de proyección en las aulas para las clases magistrales participativas y las clases de problemas.
- Aula de seminarios con posibilidad de reconfiguración para el trabajo en grupo.
- Laboratorio con veinte ordenadores, sistema operativo Windows y licencia de Matlab[®], para la realización de la Práctica 2 de laboratorio. Será necesario también disponer de una pizarra en el laboratorio para que el profesor pueda aclarar los conceptos generales a los alumnos.
- Entorno de trabajo en la plataforma *Moodle* ubicado en el Campus Virtual de la UVa.
- Acceso a revistas científicas y técnicas cuya temática esté relacionada con los sistemas de radar, a través de la Biblioteca de la UVa.

i. Temporalización

| CARGA ECTS | PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO |
|------------|--------------------------------|
| 2.5 ECTS | Semanas 10 a 15 |



5. Métodos docentes y principios metodológicos

A lo largo de la asignatura se emplearán los siguientes métodos docentes:

- Actividades presenciales:
 - Clases de teoría. Lección magistral participativa y debate.
 - Seminarios. Resolución de problemas relacionados con los sistemas de radionavegación y los sistemas de radar. En los seminarios, los alumnos trabajarán en grupos pequeños. De esta forma, se desarrollarán competencias relacionadas con el trabajo en equipo.
 - Laboratorio. Utilizando equipamiento y herramientas *software* específicas, los alumnos serán capaces de comprender mejor el funcionamiento de algunos sistemas de navegación por satélite y algunos sistemas de radar.
- Actividades no presenciales:
 - Trabajo individual. Estudio/trabajo personal.
 - Trabajo en grupo. Se desarrollarán habilidades de trabajo en grupo para abordar la resolución de problemas relacionados con los sistemas de navegación por satélite y los sistemas de radar. Se desarrollarán competencias de trabajo en equipo, la resolución práctica de problemas con iniciativa, creatividad y razonamiento crítico, y la comunicación de información de forma oral y escrita.

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) | 25 | Estudio de los contenidos teóricos | 50 |
| Clases prácticas de aula (A) | 10 | Estudio y trabajo autónomo grupal | 10 |
| Laboratorios (L) | 15 | Realización de prácticas | 15 |
| Prácticas externas, clínicas o de campo | 0 | Escritura de informes | 15 |
| Seminarios (S) | 10 | | |
| Tutorías grupales (TG) | 0 | | |
| Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes) | 0 | | |
| Total presencial | 60 | Total no presencial | 90 |
| TOTAL presencial + no presencial | | | 150 |

- (1) Actividad presencial a distancia es cuando un grupo sigue una videoconferencia de forma sincrónica a la clase impartida por el profesor para otro grupo presente en el aula.

7. Sistema y características de la evaluación

| INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO | PESO EN LA NOTA FINAL | OBSERVACIONES |
|---|-----------------------|---|
| Resolución de problemas planteados en los seminarios | 10% | Estas actividades requieren la asistencia del alumno. Se evaluará la resolución de varios problemas planteados en la asignatura. Con esta actividad se pretende evaluar la capacidad de los alumnos para aplicar los conceptos vistos en la asignatura, para relacionar las ideas expuestas en los distintos temas. Será condición necesaria (pero no suficiente) que los alumnos obtengan una calificación mínima de 0.3 puntos (sobre un máximo de 1) para superar la asignatura. |
| Práctica 1 de laboratorio: utilización práctica de los receptores GPS | 15% | Esta actividad requiere la asistencia del alumno. La realización de esta práctica se dividirá en dos partes. En la primera parte, los alumnos aprenderán a manejar el receptor GPS en el laboratorio, para lo cual tienen que explorar todas las opciones disponibles y resolver un conjunto de cuestiones planteadas por el profesor. Esta primera parte se evaluará a través de un informe escrito y supondrá el 10% de la nota final de la asignatura. En la segunda parte, los alumnos realizarán una pequeña ruta empleando el receptor GPS en modo de navegación real. Durante la realización de la ruta deberán anotar ciertos datos en una plantilla proporcionada por el profesor y entregarlos al finalizar la práctica. Esta segunda parte se evaluará a partir de estos datos entregados y supondrá el 5% de la nota final. Será condición necesaria (pero no suficiente) que los alumnos obtengan una calificación |



| | | |
|---|-----|---|
| | | mínima de 0.5 puntos (sobre un máximo de 1.5) para superar la asignatura. |
| Práctica 2 de laboratorio: simulación de conceptos de radar empleando Matlab® | 15% | <p>Esta actividad requiere la asistencia del alumno. La Práctica 2 consistirá en emplear Matlab® para simular conceptos relacionados con técnicas de radar.</p> <p>La evaluación de esta segunda práctica se realizará a partir de la revisión por parte del profesor de la resolución propuesta por cada grupo y de un breve informe que recoja los principales resultados obtenidos.</p> <p>Será condición necesaria (pero no suficiente) que los alumnos obtengan una calificación mínima de 0.5 puntos (sobre un máximo de 1.5) para superar la asignatura.</p> |
| Examen final escrito | 60% | <p>Consistirá de una parte teórica y otra parte de problemas, cada una con un peso del 30% de la nota final. Será condición necesaria (pero no suficiente) que los alumnos obtengan una calificación mínima de 1.5 puntos en cada una de las dos partes del examen (sobre un total de 3 puntos en cada parte).</p> <p>En el examen final no se permitirá el uso de ningún material de apoyo distinto a los proporcionados por el profesor.</p> |

CRITERIOS DE CALIFICACIÓN

- **Convocatoria ordinaria:**
En el caso de que no se alcancen los mínimos exigidos en la tabla anterior:
 - 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 en la tabla y 4.5.
- **Convocatoria extraordinaria:**
 - Se mantiene la calificación obtenida en los 3 primeros ítems de la tabla anterior, siempre que los problemas y prácticas obligatorios hayan sido entregados en las fechas establecidas. En este caso, sólo será necesario realizar el examen escrito, que tendrá un peso del 60%.
 - En caso de que no se hayan entregado los problemas y prácticas obligatorios (o que no se hayan entregado en las fechas establecidas, o que no se hayan alcanzado las puntuaciones mínimas indicadas anteriormente) no será posible evaluar algunos de los ítems descritos en la tabla anterior. Puesto que la resolución de problemas y la realización de las prácticas (ítems 1-3) requieren que los alumnos trabajen en grupo, no es posible evaluarlos fuera del desarrollo de las actividades presenciales. Por lo tanto, en este caso, la calificación del alumno en la asignatura será la obtenida en el examen escrito. Puesto que el examen escrito tiene un peso del 60%, la máxima calificación que podrá obtenerse en este caso es de 6 puntos sobre 10.

8. Consideraciones finales

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