

**Guía docente de la asignatura**

Asignatura	SISTEMAS DE RADIONAVEGACIÓN		
Materia	SEÑALES Y SISTEMAS DE COMUNICACIONES		
Módulo	MATERIAS ESPECÍFICAS DE LA MENCIÓN EN TELEMÁTICA		
Titulación	GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS ESPECÍFICAS DE TELECOMUNICACIÓN		
Plan	512	Código	46669
Periodo de impartición	1 ^{er} CUATRIMESTRE	Tipo/Carácter	OPTATIVA
Nivel/Ciclo	GRADO	Curso	4 ^o
Créditos ECTS	6 ECTS		
Lengua en que se imparte	CASTELLANO		
Profesor/es responsable/s	MARÍA GARCÍA GADAÑÓN CARLOS GÓMEZ PEÑA JESÚS POZA CRESPO		
Datos de contacto (E-mail, teléfono...)	TELÉFONO: 983 423000 ext. 3983 / ext. 3981 / ext. 5569 E-MAIL: margar@tel.uva.es , cargom@tel.uva.es , jespoz@tel.uva.es		
Horario de tutorías	Véase www.uva.es → Centros → Campus de Valladolid → Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación → Tutorías		
Departamento	TEORÍA DE LA SEÑAL Y COMUNICACIONES E INGENIERÍA TELEMÁTICA		



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 este 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 “Sistemas de Radionavegación”.

Así pues, el alumno deberá adquirir unos conocimientos básicos sobre diferentes sistemas de navegación por satélite empleados en el pasado y en la actualidad, sistemas de navegación por radiofaros y sistemas de aproximación y aterrizaje. 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

Esta asignatura 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.

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”.



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.
- 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.

2.2 Específicas

- T1. Capacidad para aprender de manera autónoma nuevos conocimientos y técnicas adecuados para la concepción, el desarrollo o la explotación de sistemas y servicios de telecomunicación.
- T4. Capacidad de analizar y especificar los parámetros fundamentales de un sistema de comunicaciones.





3. Objetivos

Al finalizar la asignatura el alumno deberá ser capaz de:

- Conocer el desarrollo de los sistemas de radionavegación desde una perspectiva histórica.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas hiperbólicos, así como de los fundamentos de la radiogoniometría.
- 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.
- Resolver problemas básicos relacionados con sistemas de navegación por satélite, sistemas de navegación por radiofaros y sistemas de aproximación y aterrizaje.
- Emplear los receptores GPS disponibles en modo de simulación y de navegación real para la realización de rutas.
- Simular conceptos relacionados con los sistemas de radionavegación 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 y radionavegación).
- Realizar cálculos, valoraciones e informes en el ámbito de las Telecomunicaciones.



4. Tabla de dedicación del estudiante a la asignatura

ACTIVIDADES PRESENCIALES	HORAS	ACTIVIDADES NO PRESENCIALES	HORAS
Clases teórico-prácticas (T/M)	25	Estudio y trabajo autónomo individual	60
Clases prácticas de aula (A)	10	Estudio y trabajo autónomo grupal	30
Laboratorios (L)	15		
Prácticas externas, clínicas o de campo	0		
Seminarios (S)	10		
Tutorías grupales (TG)	0		
Evaluación (fuera del periodo oficial de exámenes)	0		
Total presencial	60	Total no presencial	90





5. Bloques temáticos

Bloque 1: Sistemas de radionavegación

Carga de trabajo en créditos ECTS:

6

a. Contextualización y justificación

Esta asignatura se organiza en un único bloque temático, que cubre los 6 temas de la asignatura. En el primer tema se explican algunos conceptos básicos relacionados con la radiodeterminación y radionavegación, que se emplearán a lo largo del curso. Asimismo, se explicará la evolución histórica de estos sistemas con el fin de contextualizar los contenidos que se estudiarán en los siguientes temas. A continuación, en el Tema 2, se estudiarán algunos de los sistemas precursores de la navegación por satélite y la radionavegación en general. En el Tema 3 se explicarán 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 el Tema 4 se estudiarán de forma genérica otros sistemas de navegación por satélite y comunicaciones, que comparten características comunes con los estudiados en el Tema 3, si bien existen también diferencias fundamentales con los mismos. Finalmente, en los Temas 5 y 6 se explicarán sistemas dirigidos a la navegación aérea, incluyendo sistemas de navegación por radiofaros (Tema 5) y sistemas de aproximación y aterrizaje (Tema 6). 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 el desarrollo de los sistemas de radionavegación desde una perspectiva histórica.
- Comprender el funcionamiento de los sistemas hiperbólicos, así como de los fundamentos de la radiogoniometría.
- 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.
- Simular conceptos relacionados con los sistemas de radionavegación empleando la herramienta Matlab®.
- Analizar los resultados obtenidos en las simulaciones prácticas realizadas.
- Gestionar bibliografía básica relacionada con sistemas de radionavegación.



- Saber comunicar por escrito los resultados obtenidos en la práctica con los receptores GPS y en la práctica con la herramienta Matlab[®], relacionándolos con los conceptos teóricos estudiados en la asignatura y en la bibliografía.

c. Contenidos

TEMA 1: Introducción a los sistemas de radionavegación.

- 1.1 Definición de los sistemas de radionavegación
- 1.2 Evolución histórica
- 1.3 Elementos de un sistema de navegación por satélite
- 1.4 Resumen

TEMA 2: Sistemas hiperbólicos. Radiogoniometría.

- 2.1 Sistemas hiperbólicos: definición y principio de funcionamiento
- 2.2 Técnicas para determinar el ángulo de incidencia de una señal. Radiogoniometría
- 2.3 Elementos de un sistema de navegación por satélite
- 2.4 Resumen

TEMA 3: Sistemas de navegación por satélite

- 3.1 Introducción
- 3.2 Constitución de un sistema de navegación por satélite
- 3.3 Sistemas GPS y GPS diferencial (DGPS)
- 3.4 Sistema GLONASS. Integración GPS-GLONASS
- 3.5 Sistemas EGNOS y GALILEO
- 3.6 Resumen

TEMA 4: Sistemas de radiodeterminación por satélite (RDSS)

- 4.1 Introducción
- 4.2 Principio de funcionamiento
- 4.3 Errores en los sistemas de radiodeterminación por satélite
- 4.4 Resumen

TEMA 5: Sistemas de navegación por radiofaros

- 5.1 Introducción
- 5.2 Sistemas VOR
- 5.3 VOR Doppler
- 5.4 Equipo medidor de distancias DME/N
- 5.5 Equipo medidor de distancias de precisión DME/P
- 5.6 Resumen

TEMA 6: Sistemas de aproximación y aterrizaje

- 6.1 Introducción
- 6.2 Sistema ILS. Estructura y principio de funcionamiento
- 6.3 Sistema MLS. Estructura y principio de funcionamiento
- 6.4 Comparación entre los sistemas ILS y MLS
- 6.5 Resumen

PRÁCTICA 1: Realización de rutas con GPS



PRÁCTICA 2: Simulación de conceptos relacionados con los sistemas de radionavegación empleando Matlab®

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.
- Estudio de casos mediante prácticas de laboratorio.
- Aprendizaje cooperativo.

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 grupos de alumnos sobre la Práctica 1.
- Revisión de la resolución de la Práctica 2 e informe realizado por los grupos de alumnos con los principales resultados obtenidos en dicha práctica.
- Prueba escrita al final del cuatrimestre.

g. Bibliografía básica

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

h. 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. Aragonés Manso, *Sistemas de navegación aérea*, Paraninfo, 1983.

i. 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 GarminTM para la realización de la primera práctica.
- Espacio para realizar la primera práctica, que puede ser un laboratorio o un aula de seminario.
- 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 navegación por satélite, a través de la Biblioteca de la UVa.



**6. Temporalización (por bloques temáticos)**

BLOQUE TEMÁTICO	CARGA ECTS	PERIODO PREVISTO DE DESARROLLO
Bloque 1: Sistemas de Radionavegación	6 ECTS	Semanas 1 a 15 (22 sep. – 18 ene.)

7. Sistema de calificaciones – Tabla resumen

INSTRUMENTO/PROCEDIMIENTO	PESO EN LA NOTA FINAL	OBSERVACIONES
Resolución en grupo de problemas planteados en los seminarios	10%	<p>Se evaluará la resolución de dos series de problemas planteados en la asignatura. Para ello, se organizarán grupos de 3-4 alumnos que colaborarán para resolver los problemas planteados por el profesor. Con esta actividad se pretende evaluar la capacidad de los alumnos para aplicar los conceptos vistos en la asignatura, relacionar las ideas expuestas en los distintos temas y trabajar en grupo.</p> <p>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.</p>
Realización de la Práctica 1 de laboratorio (utilización práctica de los receptores GPS) y entrega de los informes correspondientes.	15%	<p>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.</p> <p>En la segunda parte, los alumnos realizarán una pequeña ruta empleando el receptor GPS en modo de navegación real. Los alumnos 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.</p> <p>Estas dos prácticas se realizarán en grupos de 3-4 personas, aunque el número de personas por grupo podrá variar para acomodar el número de receptores disponibles y el número de matriculados en la asignatura.</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>
Propuesta de solución e informe de la Práctica 2 de laboratorio: simulación de conceptos de sistemas de radionavegación empleando Matlab®	15%	<p>La Práctica 2 consistirá en emplear Matlab® para simular conceptos relacionados con sistemas de radionavegación. La práctica se realizará en grupos de 2-3 personas, de forma</p>



		que los alumnos colaboren en la búsqueda de una solución conjunta al problema planteado. 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. 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.
Examen final escrito	60%	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). En el examen final no se permitirá el uso de ningún material de apoyo distinto a los proporcionados por el profesor.

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.

En el caso de la 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 y se hayan alcanzado las puntuaciones mínimas indicadas anteriormente. 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 este 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.

Puesto que la asignatura tiene laboratorio, el número máximo de alumnos que podrán cursar la asignatura es de 30.