



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas de radiocomunicaciones

Asignatura	Sistemas de radiocomunicaciones			
Código	P52G381V01408			
Titulación	Grado en Ingeniería Mecánica			
Descriptor	Creditos ECTS	Selección	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	4	2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Departamento del Centro Universitario da Defensa da Escola Naval Militar de Marín			
Coordinador/a	Nocelo López, Rubén			
Profesorado	Nocelo López, Rubén Núñez Ortuño, José María Troncoso Pastoriza, Francisco Manuel			
Correo-e	rubennocelo@ cud.uvigo.es			
Web	http://moovi.uvigo.gal			

Descripción general Esta materia se enmarca dentro del módulo de Intensificación en Tecnología Naval, y en ella se persigue dotar al alumnado de una formación básica, tanto teórica como práctica, sobre los principios de las comunicaciones vía radio.

A lo largo de esta asignatura se presentará la base tecnológica sobre la que se apoyan los sistemas de telecomunicaciones, introduciendo los aspectos básicos de la propagación de las ondas electromagnéticas y la correspondiente organización del espacio radioeléctrico. Se expondrán asimismo los aspectos básicos del mecanismo de funcionamiento de las antenas. Por último se introducirá el funcionamiento básico de los sistemas de comunicaciones vía radio actuales, haciendo hincapié en los más usados en el ámbito naval.

Resultados de Formación y Aprendizaje

Código	
B3	Conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías, y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
C27	CITN1 Adquirir la capacidad para comprender los mecanismos de propagación de las ondas electromagnéticas y la correspondiente organización del espacio radioeléctrico.
C28	CITN2 Conocer el mecanismo de funcionamiento de las antenas y sus diferentes tipos.
C29	CITN3 Adquirir la capacidad para la selección de equipos, medios y sistemas de transmisión.
D1	Análisis y síntesis.
D2	Resolución de problemas.
D3	Comunicación oral y escrita de conocimientos.
D8	Toma de decisiones.
D9	Aplicar conocimientos.
D10	Aprendizaje y trabajo autónomos.
D16	Razonamiento crítico.
D17	Trabajo en equipo.

Resultados previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Conocer la base tecnológica sobre la que se apoyan los sistemas de telecomunicaciones	B3	C27 C29	D1 D2 D3 D8 D9 D10 D16 D17

Comprender los aspectos básicos de la propagación de las ondas electromagnéticas y la correspondiente organización del espacio radioeléctrico.	B3	C27	D1 D2 D3 D9 D10 D16 D17
Comprender los aspectos básicos del mecanismo de funcionamiento de las antenas	B3	C28 C29	D1 D2 D3 D9 D10 D16 D17
Comprender el funcionamiento básico de los sistemas de comunicaciones navales	B3	C29	D1 D3 D8 D10 D16
Resultado de aprendizaje ENAEE: CONOCIMIENTO Y COMPRENSIÓN: RA1.3.- Ser conscientes del contexto multidisciplinar de la ingeniería [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Básico (1)].	B3	C27 C28 C29	
Resultado de aprendizaje ENAEE: ANÁLISIS EN INGENIERÍA: RA2.2.- La capacidad de identificar, formular y resolver problemas de ingeniería en su especialidad; elegir y aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo y experimentales ya establecidos; reconocer la importancia de las restricciones sociales, de salud y seguridad, ambientales, económicas e industriales [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].			D1 D2 D8 D9 D16
Resultado de aprendizaje ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DE LA INGENIERÍA: RA5.3.- Conocimiento de aplicación de materiales, equipos y herramientas, tecnología y procesos de ingeniería y sus limitaciones en el ámbito de su especialidad. [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Avanzado (3)].		C27 C28 C29	D8 D9
Resultado de aprendizaje ENAEE: COMUNICACIÓN Y TRABAJO EN EQUIPO: RA7.2.- Capacidad para funcionar eficazmente en contextos nacionales e internacionales, de forma individual y en equipo y cooperar tanto con ingenieros como con personas de otras disciplinas [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Básico (1)].			D3 D8 D10 D17
Resultado de aprendizaje ENAEE: FORMACIÓN CONTINUA: RA8.1.- Capacidad de reconocer la necesidad de la formación continua propia y de emprender esta actividad a lo largo de su vida profesional de forma independiente [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Avanzado (3)].			D8 D10
Resultado de aprendizaje ENAEE: FORMACIÓN CONTINUA: RA8.2.- Capacidad para estar al día en las novedades en ciencia y tecnología [nivel de desarrollo (básico (1), adecuado (2) y avanzado (3)) de este sub-resultado: Adecuado (2)].			D8 D10

Contenidos

Tema	
Tema 1. Introducción	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo de este tema es introducir los conceptos básicos necesarios para la comprensión de la propagación de ondas electromagnéticas y las herramientas necesarias para analizar su funcionamiento y características, tales como el análisis espectral como los decibelios.</p> <p>Índice del tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.1 Perspectiva histórica: De Oersted a Marconi 1.2 Repaso de conceptos fundamentales 1.3 Ecuación de la onda viajera 1.4 Espectro electromagnético 1.5 Decibelios
Tema 2. Antenas	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo de este tema es introducir el funcionamiento de las antenas y su caracterización, numérica y gráfica. Se presentarán diferentes tipos de antenas y ámbito de aplicación.</p> <p>Índice del tema</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Radiación en espacio libre 2.2 Parámetros de las antenas: 2.3 Diagramas de radiación 2.4 Tipos de antenas

Tema 3. Enlace	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo es que el alumno visualice el sistema de radiocomunicación como un todo y que sea capaz de valorar cuantitativamente su viabilidad y rendimiento en circunstancias reales.</p> <p>Índice del tema 3.1 Ecuación de Friis 3.2 Ruido 3.3 Interferencia 3.4 Disponibilidad</p>
Tema 4. Radiopropagación	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo de este tema es que el alumno se familiarice con los mecanismos de propagación de ondas electromagnéticas en escenarios más complejos y realistas, así como de las diferentes estrategias existentes para la comunicación a largas distancias</p> <p>Índice del tema 4.1 Influencia del terreno. 4.2 Onda de superficie 4.3 Onda ionosférica 4.4 Onda espacial</p>
Tema 5. Modulaciones	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo de este tema es que alumno entienda cómo pueden utilizarse las ondas electromagnéticas para transportar información, introducir el concepto de modulación, sus tipos, características y limitaciones.</p> <p>Índice del tema 5.1 Conceptos básicos 5.2 Modulaciones analógicas 5.3 Conversión A/D 5.4 Modulaciones digitales 5.5 Multiplexado</p>
Tema 6. Sistemas actuales	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo de este tema es dar a conocer al alumno los distintos sistemas de radiocomunicaciones existentes en la actualidad</p> <p>Índice del tema 6.1 Gestión de frecuencias radioeléctricas 6.2 Sistemas de comunicaciones móviles 6.3 Sistemas de comunicaciones vía satélite 6.4 Sistemas de radionavegación 6.5 Sistemas de radiocomunicaciones en la Armada</p>
Proyecto I+D	<p>Objetivos y desarrollo: El objetivo del proyecto de I+D es permitirle al alumno que aborde el estudio de un tema de su elección, que sea compatible con los contenidos del curso. Se le permite buscar soluciones a problemas abiertos y la selección de métodos y herramientas. Asimismo, el alumno se ejercita en la síntesis de resultados en formato multimedia.</p> <p>Durante esta sesión se revisarán los resultados de una selección de grupos, en función de calidad e idoneidad con los contenidos del curso.</p>
Práctica 1. Introducción	<p>Objetivos: Se planteará al alumno retos y ejercicios abiertos que reforzarán conceptos y unidades fundamentales. Se utilizarán laboratorios virtuales en los que el alumno visualizará la propagación de ondas electromagnéticas, y sus parámetros fundamentales.</p> <p>Se trabajará con unidades naturales y logarítmicas, realizando conversiones entre unidades. Operaciones manuales o calculadora y apoyándose en Matlab para verificación.</p>
Práctica 2. Antenas	<p>Objetivos: Mediante el uso del entrenador de Lucas-Nülle sobre fundamentos de antenas, los alumnos estudiarán los parámetros característicos de las mismas, observando las distintas características en función del tipo de antena utilizada (monopolo, dipolo, Yagi-Uda, antena de ranura, etc.).</p> <p>Mediante software de simulación se realizarán ejercicios de caracterización de sistemas de antenas.</p>

Práctica 3. Enlace	<p>Objetivos: Con esta sesión práctica se pretende que el alumno se familiarice con el uso de la ecuación de Friss, identificando y manipulando todos los términos implicados en ellos, así como otros parámetros involucrados en la calidad del enlace, como relaciones señal a ruido.</p> <p>Se le planteará al alumno la resolución de un caso práctico de enlace utilizando software de simulación.</p>
Práctica 4. Satélite	<p>Objetivos: Los alumnos establecerán comunicación con uno o varios satélites geoestacionarios, deberán localizar la posición del satélite, apuntar la antena y describir las características de la señal recibida.</p>
Práctica 5. Radiopropagación	<p>Objetivos: Se busca que el alumno se familiarice con los distintos escenarios de propagación de ondas, observando los efectos que tiene sobre la misma en función del mecanismo de propagación utilizado.</p> <p>Para ello se plantearán varios escenarios de propagación de onda en los cuales los alumnos deberán identificar distintos tipos de propagación ayudándose de una antena calibrada y un medidor de campos. En caso de no disponer de los equipos, se realizará una simulación de enlace entre dos puntos por onda ionosférica y por onda de superficie.</p>
Práctica 6. Modulaciones analógicas	<p>Objetivos: El alumno se familiarizará con las modulaciones y conceptos relacionados (banda base, ancho de banda de transmisión, etc.) Se plantean al alumno una serie de ejercicios basados en el software de radio definida por software (Pothosware y GNURadio) para que compare distintas modulaciones analógicas en términos de calidad y eficiencia en ancho de banda.</p> <p>También se realizarán pruebas de demodulación de señales AM y FM.</p>
Práctica 7. Modulaciones digitales	<p>Objetivos: Mediante simulación, se estudiarán los conceptos, así como la influencia del tipo de modulación digital seleccionada en la determinación de la BER.</p> <p>Los alumnos trabajarán con las modulaciones ASK, QPSK y QAM, observando la influencia de los parámetros involucrados, comparando sus características y estudiando los distintos métodos de demodulación.</p>

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	26	26	52
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Seminario	7	5	12
Aprendizaje basado en proyectos	2	12	14
Seminario	15	8	23
Examen de preguntas de desarrollo	13	8	21

*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado

Metodologías

Descripción

Lección magistral	<p>Sesiones magistrales participativas. En estas sesiones, se explicarán detalladamente los contenidos teóricos básicos del programa, exponiendo ejemplos aclaratorios con los que profundizar en la comprensión de la materia.</p> <p>Se utilizarán presentaciones informáticas y la pizarra como medio principal para la transmisión de contenido. En la medida de lo posible se fundamentarán los resultados presentados mediante experimentos realizados en clase, o mediante contenidos multimedia o interactivos (vídeos de experimentos o herramientas de visualización). Se proporcionará copia de las transparencias a los alumnos con anterioridad a la exposición, centrando el esfuerzo, del profesor y del alumnado, en la exposición y comprensión de los conocimientos, respectivamente. Las transparencias entregadas no sustituyen a textos o apuntes, sino que suponen un material complementario.</p> <p>Aprendizaje basado en proyectos. Se incluyen dos sesiones dentro de las clases de teoría para visualizar y comentar los resultados de los proyectos de I+D realizados por los alumnos. Se seleccionarán proyectos según calidad y adecuación a los contenidos de la asignatura.</p> <p>Resolución de problemas y/o ejercicios. Se pretende motivar al estudiante en la actividad de investigación, y fomentar las relaciones personales compartiendo problemas y soluciones. Con objeto de adquirir determinadas competencias se hace necesario proponer actividades basadas en el empleo de metodologías activas. Se plantearán problemas que involucren otras disciplinas de la ingeniería. De esta forma, los alumnos tendrán una visión más transversal de la asignatura y verán cómo ésta puede ayudar a resolver problemas de otras disciplinas.</p> <p>En la medida de lo posible, se reservará una fracción de la hora semanal de aula a la resolución por equipos de problemas planteados. Esta dedicación podrá variar a lo largo del cuatrimestre y en función de las necesidades puntuales de la asignatura. Se utilizará la metodología docente de aprendizaje basado en problemas para resolución de problemas sencillos.</p>
Prácticas de laboratorio	<p>Pequeñas sesiones magistrales participativas. A veces, será necesario explicar en el laboratorio determinados conceptos prácticos suministrando consejos útiles para el mejor aprovechamiento de las clases prácticas.</p> <p>Prácticas de laboratorio tuteladas. El método didáctico a seguir en la impartición de las clases prácticas consiste en que los grupos de trabajo aborden los retos y problemas planteados en el guión de prácticas con la mínima intervención del profesor. El objetivo es que los alumnos lleguen por sí mismos a soluciones usando los conocimientos tratados en las clases de teoría y las herramientas a su disposición. El profesor tutelaré el trabajo ajustando la dificultad de los problemas a las capacidades de cada grupo.</p>
Seminario	Resolución de problemas y/o ejercicios. Dado que la acción tutorial se afronta como una actuación de apoyo grupal al proceso de aprendizaje del alumno, las tutorías se realizarán preferentemente en seminarios y bajo el formato de reuniones de grupo pequeño. En ellas se plantearán problemas y ejercicios que resolverán los alumnos, bien de forma individual o en pequeños grupos.
Aprendizaje basado en proyectos	<p>Se plantea un proyecto de I+D con tema abierto a realizar en grupos de 2 estudiantes. Se les da, como referencia, una serie de videos demostrativos. Dichos videos muestran, por ejemplo, el diseño y montaje de un receptor AM o la demostración experimental en un modelo a escala de la refracción ionosférica. Se pide al alumno que realicen un video similar, basado en los contenidos de la asignatura.</p> <p>El objetivo de este proyecto es dar libertad a los alumnos para que afronten la adquisición de conocimientos por ellos mismos, empleando cualquier herramienta o método su disposición. Además, se busca que el estudiante desarrolle capacidades para la investigación, resolución de problemas, síntesis y presentación de resultados.</p>
Seminario	Curso intensivo que se realiza como preparación de los exámenes extraordinarios.

Atención personalizada

Metodologías Descripción

Seminario	En el ámbito de la acción tutorial, se distinguen acciones de tutoría académica así como de tutoría personalizada. En el primero de los casos, el alumnado tendrá a su disposición horas de tutorías en las que puede consultar cualquier duda relacionada con los contenidos, organización y planificación de la materia, etc. Las tutorías pueden ser individualizadas, pero se fomentarán tutorías grupales para la resolución de problemas relacionados con las actividades a realizar en grupo. En las tutorías personalizadas, cada alumno, de manera individual, podrá comentar con el profesor cualquier problema que le esté impidiendo realizar un seguimiento adecuado de la materia, con el fin de encontrar, entre ambos, algún tipo de solución. Conjugando ambos tipos de acción tutorial, se pretenden compensar los diferentes ritmos de aprendizaje mediante la atención a la diversidad. Los profesores de la asignatura atenderán personalmente las dudas y consultas de los alumnos, tanto de forma presencial, según el horario que se publicará en la página web del centro, como a través de medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) bajo la modalidad de cita previa
-----------	---

Evaluación					
	Descripción	Calificación		Resultados de Formación y Aprendizaje	
Lección magistral	Consta de 3 pruebas escritas: cuestiones teóricas y problemas referentes a los contenidos teóricos.	80	B3	C27	D1
	La distribución de los mismos es cómo sigue:			C28	D2
	Primer parcial: abarcará los contenidos de los temas 1 y 2, y tendrá un peso del 15% de la evaluación.			C29	D3
	Segundo parcial: abarcará los contenidos de los temas 3 y 4, y tendrá un peso del 15% de la evaluación.				D8
	Examen final: abarcará los contenidos de todos los temas (del 1 al 6) y tendrá un peso del 40% de la evaluación.				D9
	El Proyecto de I+D será evaluado en función de su calidad y adecuación a los contenidos de la asignatura, y tendrá un peso del 10% de la evaluación.				D10
Prácticas de laboratorio	Los alumnos se organizarán por grupos para la realización de las prácticas de laboratorio.	20	B3	C27	D1
	Se evaluarán las memorias de cada una de las prácticas entregadas por cada grupo de alumnos, con un peso del 20% de la evaluación.			C28	D3
				C29	D9
					D10
					D17

Otros comentarios sobre la Evaluación

Sobre las prácticas

El hecho de no presentar la memoria de una práctica dentro de plazo sin causa debidamente justificada implica la calificación de 0 en dicha práctica. El alumno será el responsable de notificar el motivo por el que no ha presentado la memoria en plazo, poniéndose en contacto con el profesor responsable de la práctica a la que correspondería dicha memoria, antes de la publicación de las calificaciones de dicha práctica. El profesor será quien determine si el motivo es válido o no.

En caso de no presentar alguna memoria de prácticas dentro de plazo por causa debidamente justificada, el alumno podrá compensar la evaluación de un máximo de una memoria con la evaluación de las memorias restantes. Cualquier exceso sobre este número implicará la recuperación de la práctica según disponga el profesor responsable de la misma, bien realizándola en fecha a convenir, bien realizando un trabajo monográfico sobre los contenidos de dicha práctica.

Se exige una nota mínima de 4,0 puntos, sobre 10, para superar la asignatura.

Nota final y requisitos mínimos para superar la asignatura mediante evaluación continua

Para asegurar que el alumno ha adquirido las destrezas mínimas en cada uno de los aspectos de la asignatura se exigirá a los alumnos que alcancen una nota mínima de:

- 4 sobre 10 en el examen final,
- 4 sobre 10 en la evaluación de las memorias de las prácticas

El alumno superará la asignatura cuando, habiendo superado ambos mínimos de forma simultánea, el computo de la nota total de evaluación continua (NEC) sea igual o superior a 5,0 puntos sobre 10. En caso de que no se llegue a la nota mínima en alguna de las partes, la nota final de evaluación continua será menor o igual a 4,0.

El alumno que no supere la asignatura en esta convocatoria debe presentarse al examen ordinario para superar la asignatura.

Examen ordinario

La nota final del examen ordinario (NEO) se distribuye de forma similar a lo establecido para evaluación continua 80% Teoría y 20% Práctica. Se realizará una única prueba, de realización individual, en la que se englobarán todos los contenidos de la asignatura, tanto teóricos como prácticos. El examen tendrá una duración aproximada de 3 horas. Este examen podrá tener la forma de cuestionario tipo test, cuestionario de respuestas cortas, resolución de problemas o alguna combinación de las anteriores.

El alumno superará la asignatura cuando la nota total de examen ordinario (NEO) sea igual o superior a 5,0 puntos sobre 10. El alumno que no supere la asignatura en esta convocatoria debe presentarse a la convocatoria extraordinaria.

Nota de primera convocatoria

La nota de la primera convocatoria se calculará como el máximo entre la nota de evaluación continua (NEC) y la nota del examen ordinario (NEO).

Convocatoria extraordinaria

Se realizará un examen extraordinario para aquellos alumnos que no hayan superado la materia en el examen ordinario. El formato y los requisitos serán los mismos que los del examen ordinario.

Compromiso ético

Se espera que el alumnado tenga un comportamiento ético adecuado, comprometiéndose a actuar con honestidad. En base al artículo 42.1 del *Reglamento sobre la evaluación, la calificación y la calidad de la docencia y del proceso de aprendizaje del estudiantado de la Universidad de Vigo*, así como del punto 6 de la norma quinta de la *Orden DEF/711/2022, de 18 de julio, por la que se establecen las normas de evaluación, progreso y permanencia en los centros docentes militares de formación para la incorporación a las escalas de las Fuerzas Armadas*, **la utilización de procedimientos fraudulentos en pruebas de evaluación, así como la cooperación en ellos implicará la cualificación de cero (suspenso) en el acta de la convocatoria correspondiente**, con independencia del valor que sobre la calificación global tuviese la prueba en cuestión y sin perjuicio de las posibles consecuencias de índole disciplinaria que puedan producirse.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Hernando Rábanos, José María, **Transmisión por radio**, 6ª, Centro de Estudios Ramón Areces, 2008

Arias Acuña, Alberto Marcos; Rubiños López, José Oscar, **Radiocomunicación**, Andavira, 2011

Apuntes da asignatura,

Bibliografía Complementaria

Balanis, Constantine A., **Antenna Theory. Analysis and Design**, 4ª, John Wiley & Sons, 2016

Griffiths, John, **Radio wave propagation and antennas: an introduction**, Prentice Hall, 1987

Couch, Leon W., **Digital & analog communication systems**, 8ª, Pearson Education, 2013

Burillo Martínez, Vicente [et. al.], **Comunicaciones analógicas y digitales Vol. I**, 1ª, UPM, Dpto. Ing. Sistemas Telem., 1991

Kim, John C.; Muehldorf, Eugene I., **Naval shipboard communications systems**, 1ª, Prentice Hall, 1995

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Tecnología electrónica/P52G381V01301