



DATOS IDENTIFICATIVOS

Sistemas de radiocomunicaciones

Materia	Sistemas de radiocomunicacións			
Código	P52G381V01408			
Titulación	Grao en Enxeñaría Mecánica			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	4	2c
Lingua de impartición	Castelán			
Departamento	Departamento do 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			
Descrición xeral	Esta materia enmárcase dentro do módulo de Intensificación en Tecnoloxía Naval, e nela perséguese dotar ao alumnado dunha formación básica, tanto teórica como práctica, sobre os principios das comunicacións vía radio.			

Ao longo desta materia presentarase a base tecnolóxica sobre a que se apoian os sistemas de telecomunicacións, introducindo os aspectos básicos da propagación das ondas electromagnéticas e a correspondente organización do espazo radioeléctrico. Exporanse así mesmo os aspectos básicos dos mecanismos de funcionamento das antenas. Por último introducirase o funcionamento básico dos sistemas de comunicacións vía radio actuais, facendo fincapé nos máis usados no ámbito naval.

Resultados de Formación e Aprendizaxe

Código	
B3	Coñecemento en materias básicas e tecnolóxicas que os capacite para a aprendizaxe de novos métodos e teorías, e os dote de versatilidade para adaptarse a novas situacións.
C27	CITN1 Adquirir a capacidade para comprender os mecanismos de propagación das ondas electromagnéticas e a correspondente organización do espazo radioeléctrico.
C28	CITN2 Coñecer o mecanismo de funcionamento das antenas e os seus diferentes tipos.
C29	CITN3 Adquirir a capacidade para a selección de equipos, medios e sistemas de transmisión.
D1	Análise e síntese.
D2	Resolución de problemas.
D3	Comunicación oral e escrita de coñecementos.
D8	Toma de decisións.
D9	Aplicar coñecementos.
D10	Aprendizaxe e traballo autónomos.
D16	Razoamento crítico.
D17	Traballo en equipo.

Resultados previstos na materia

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe		
Coñecer a base tecnolóxica sobre a que se apoian os sistemas de telecomunicacións	B3	C27 C29	D1 D2 D3 D8 D9 D10 D16 D17

Comprender os aspectos básicos da propagación das ondas electromagnéticas e a correspondente organización do espazo radioelétrico.	B3	C27	D1 D2 D3 D9 D10 D16 D17
Comprender os aspectos básicos do mecanismo de funcionamento das antenas	B3	C28 C29	D1 D2 D3 D9 D10 D16 D17
Comprender o funcionamento básico dos sistemas de comunicacións navais	B3	C29	D1 D3 D8 D10 D16
Resultado de aprendizaxe ENAEE: COÑECEMENTO E COMPRENSIÓN: RA1.3.- Ser conscientes do contexto multidisciplinar da enxeñaría [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Básico (1)].	B3	C27 C28 C29	
Resultado de aprendizaxe ENAEE: ANÁLISE EN ENXEÑARÍA: RA2.2.- A capacidade de identificar, formular e resolver problemas de enxeñaría na súa especialidade; elixir e aplicar de forma adecuada métodos analíticos, de cálculo e experimentais xa establecidos; recoñecer a importancia das restricións sociais, de saúde e seguridade, ambientais, económicas e industriais [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Adecuado (2)].			D1 D2 D8 D9 D16
Resultado de aprendizaxe ENAEE: APLICACIÓN PRÁCTICA DA ENXEÑARÍA: RA5.3.- Coñecemento de aplicación de materiais, equipos e ferramentas, tecnoloxía e procesos de enxeñaría e as súas limitacións no ámbito da súa especialidade. [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Avanzado (3)].		C27 C28 C29	D8 D9
Resultado de aprendizaxe ENAEE: COMUNICACIÓN E TRABALLO EN EQUIPO: RA7.2.- Capacidade para funcionar eficazmente en contextos nacionais e internacionais, de forma individual e en equipo e cooperar tanto con enxeñeiros como con persoas doutras disciplinas [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Básico (1)].			D3 D8 D10 D17
Resultado de aprendizaxe ENAEE: FORMACIÓN CONTINUA: RA8.1.- Capacidade de recoñecer a necesidade da formación continua propia e de emprender esta actividade ao longo da súa vida profesional de forma independente [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Avanzado (3)].			D8 D10
Resultado de aprendizaxe ENAEE: FORMACIÓN CONTINUA: RA8.2.- Capacidade para estar ao día nas novidades en ciencia e tecnoloxía [nivel de desenvolvemento (básico (1), adecuado (2) e avanzado (3)) deste sub-resultado: Adecuado (2)].			D8 D10

Contidos

Tema	
Tema 1. Introducción	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo deste tema é introducir os conceptos básicos necesarios para a comprensión da propagación de ondas electromagnéticas e as ferramentas necesarias para analizar o seu funcionamento e características, tales como a análise espectral como os decibeis. Índice do tema 1.1 Perspectiva histórica: De Oersted a Marconi 1.2 Repaso de conceptos fundamentais 1.3 Ecuación da onda viaxeira 1.4 Espectro electromagnético 1.5 Decibeis
Tema 2. Antenas	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo deste tema é introducir o funcionamento das antenas e a súa caracterización, numérica e gráfica. Presentaranse diferentes tipos de antenas e ámbito de aplicación. Índice do tema 2.1 Radiación en espazo libre 2.2 Parámetros das antenas: 2.3 Diagramas de radiación 2.4 Tipos de antenas

Tema 3. Enlace	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo é que o alumno visualice o sistema de radiocomunicación como un todo e que sexa capaz de valorar cuantitativamente a súa viabilidade e rendemento en circunstancias reais. Índice do tema 3.1 Ecuación de Friis 3.2 Ruído 3.3 Interferencia 3.4 Disponibilidade
Tema 4. Radiopropagación	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo deste tema é que o alumno se familiarice cos mecanismos de propagación de ondas electromagnéticas en escenarios máis complexos e realistas, así como das diferentes estratexias existentes para a comunicación a longas distancias Índice do tema 4.1 Influencia do terreo. 4.2 Onda de superficie 4.3 Onda ionosférica 4.4 Onda espacial
Tema 5. Modulacións	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo deste tema é que alumno entenda como poden utilizarse as ondas electromagnéticas para transportar información, introducir o concepto de modulación, os seus tipos, características e limitacións. Índice do tema 5.1 Conceptos básicos 5.2 Modulaciones analóxicas 5.3 Conversión A/D 5.4 Modulaciones dixitais 5.5 Multiplexado
Tema 6. Sistemas actuais	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo deste tema é dar a coñecer ao alumno os distintos sistemas de radiocomunicacións existentes na actualidade Índice do tema 6.1 Xestión de frecuencias radioeléctricas 6.2 Sistemas de comunicacións móbiles 6.3 Sistemas de comunicacións vía satélite 6.4 Sistemas de radionavegación 6.5 Sistemas de radiocomunicacións na Armada
Proxecto I+D	Obxectivos e desenvolvemento: O obxectivo do proxecto de I+D é permitirlle ao alumno que aborde o estudo dun tema da súa elección, que sexa compatible cos contidos do curso. Permíteselle buscar solucións a problemas abertos e a selección de métodos e ferramentas. Así mesmo, o alumno exercítese na síntese de resultados en formato multimedia. Durante esta sesión revisaranse os resultados dunha selección de grupos, en función de calidade e idoneidade cos contidos do curso.
Práctica 1. Introducción	Obxectivos: Exporase ao alumno retos e exercicios abertos que reforzarán conceptos e unidades fundamentais. Utilizaranse laboratorios virtuais nos que o alumno visualizará a propagación de ondas electromagnéticas, e os seus parámetros fundamentais. Traballarase con unidades naturais e logarítmicas, realizando conversiones entre unidades. Operacións manuais ou calculadora e apoiándose en Matlab para verificación.
Práctica 2. Antenas	Obxectivos: Mediante o uso do adestrador de Lucas-Nülle sobre fundamentos de antenas, os alumnos estudarán os parámetros característicos das mesmas, observando as distintas características en función do tipo de antena utilizada (monopolo, dipolo, Yagi-Uda, antena de ranura, etc.). Mediante software de simulación realizaranse exercicios de caracterización de sistemas de antenas.

Práctica 3. Enlace	Obxectivos: Con esta sesión práctica preténdese que o alumno se familiarice co uso da ecuación de Friss, identificando e manipulando todos os termos implicados neles, así como outros parámetros involucrados na calidade do enlace, como relacións sinal a ruído. Exporáselle ao alumno a resolución dun caso práctico de enlace utilizando software de simulación.
Práctica 4. Satélite	Obxectivos: Os alumnos establecerán comunicación cun ou varios satélites xeoestacionarios, deberán localizar a posición do satélite, apuntar a antena e describir as características do sinal recibido.
Práctica 5. Radiopropagación	Obxectivos: Búscase que o alumno se familiarice cos distintos escenarios de propagación de ondas, observando os efectos que ten sobre a mesma en función do mecanismo de propagación utilizado. Para iso expóranse varios escenarios de propagación de onda nos cales os alumnos deberán identificar distintos tipos de propagación axudándose dunha antena calibrada e un medidor de campos. En caso de non dispor dos equipos, realizarase unha simulación de enlace entre dous puntos por onda ionosférica e por onda de superficie.
Práctica 6. Modulacións analóxicas	Obxectivos: O alumno familiarizarase coas modulacións e conceptos relacionados (banda base, ancho de banda de transmisión, etc.) Exponse ao alumno unha serie de exercicios baseados no software de radio definida por software (Gnatsware e GNURadio) para que compare distintas modulacións analóxicas en termos de calidade e eficiencia en ancho de banda. Tamén se realizarán probas de demodulación de sinais AM e FM.
Práctica 7. Modulacións dixitais	Obxectivos: Mediante simulación, estudaranse os conceptos, así como a influencia do tipo de modulación dixital seleccionada na determinación da BER. Os alumnos traballarán coas modulacións ASK, QPSK e QAM, observando a influencia dos parámetros involucrados, comparando as súas características e estudando os distintos métodos de demodulación.

Planificación			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	26	26	52
Prácticas de laboratorio	14	14	28
Seminario	7	5	12
Aprendizaxe baseado en proxectos	2	12	14
Seminario	15	8	23
Exame de preguntas de desenvolvemento	13	8	21

*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.

Metodoloxía docente	
	Descrición

Lección maxistral	Sesións maxistrais participativas. Nestas sesións, explicaranse detalladamente os contidos teóricos básicos do programa, expondo exemplos aclaratorios cos que profundar na comprensión da materia. Utilizaranse presentacións informáticas e a pizarra como medio principal para a transmisión de contidos. Na medida do posible fundamentaranse os resultados presentados mediante experimentos realizados na aula, ou mediante contidos multimedia ou interactivos (vídeos de experimentos ou ferramentas de visualización). Proporcionarase copia das transparencias aos alumnos con anterioridade á exposición, centrando o esforzo, do profesor e do alumnado, na exposición e comprensión dos contidos, respectivamente. As transparencias entregadas non substitúen a textos ou apuntamentos, senón que supoñen un material complementario. Aprendizaxe baseada en proxectos. Inclúense dúas sesións dentro das clases de teoría para visualizar e comentar os resultados dos proxectos de I+D realizados polos alumnos. Seleccionaranse proxectos segundo calidade e adecuación aos contidos da materia. Resolución de problemas e/ou exercicios. Preténdese motivar ao estudante na actividade de investigación, e fomentar as relacións persoais compartindo problemas e solucións. Con obxecto de adquirir determinadas competencias, faise preciso propor actividades baseadas no emprego de metodoloxías activas. Exporanse problemas que involucren outras disciplinas da enxeñaría. Desta forma, os alumnos terán unha visión máis transversal da materia e verán como esta pode axudar a resolver problemas doutras disciplinas. Na medida do posible, reservarase unha fracción da hora semanal de aula á resolución por equipos de problemas expostos. Esta dedicación poderá variar ao longo do cuadrimestre e en función das necesidades puntuais da materia. Utilizarase a metodoloxía docente de aprendizaxe baseada en problemas para resolución de problemas sinxelos.
Prácticas de laboratorio	Pequenas sesións maxistrais participativas. Ás veces, será necesario explicar no laboratorio determinados conceptos prácticos fornecendo consellos útiles para o mellor aproveitamento das clases prácticas. Prácticas de laboratorio tuteladas. O método didáctico a seguir na impartición das clases prácticas consiste en que os grupos de traballo aborden os retos e problemas expostos no guión de prácticas coa mínima intervención do profesor. O obxectivo é que os alumnos cheguen por si mesmos a solucións usando os coñecementos tratados nas clases de teoría e as ferramentas á súa disposición. O profesor tutelará o traballo axustando a dificultade dos problemas ás capacidades de cada grupo.
Seminario	Resolución de problemas e/ou exercicios. Dado que a acción tutorial afóntase como unha actuación de apoio grupal ao proceso de aprendizaxe do alumno, as tutorías realizaranse preferentemente en seminarios e baixo o formato de reunións de grupo pequeno. Nelas exporanse problemas e exercicios que resolverán os alumnos, ben de forma individual ou en pequenos grupos.
Aprendizaxe baseado en proxectos	Exponse un proxecto de I+D con tema aberto a realizar en grupos de 2 estudantes. Dáselles, como referencia, unha serie de vídeos demostrativos. Devanditos vídeos mostran, por exemplo, o deseño e montaxe dun receptor AM ou a demostración experimental nun modelo a escala da refracción ionosférica. Pídese ao alumno que realicen un vídeo similar, baseado nos contidos da materia. O obxectivo deste proxecto é dar liberdade aos alumnos para que afronten a adquisición de coñecementos por eles mesmos, empregando calquera ferramenta ou método a súa disposición. Ademais, búscase que o estudante desenvolva capacidades para a investigación, resolución de problemas, síntese e presentación de resultados.
Seminario	Curso intensivo que se realiza como preparación dos exames extraordinarios.

Atención personalizada

Metodoloxías Descrición

Seminario	No ámbito da acción tutorial, distínguense accións de tutoría académica así como de tutoría personalizada. No primeiro dos casos, o alumnado terá á súa disposición horas de tutorías nas que pode consultar calquera dúbida relacionada cos contidos, organización e planificación da materia, etc. As tutorías poden ser individualizadas, pero fomentaranse tutorías en grupo para a resolución de problemas relacionados coas actividades a realizar en grupo. Nas tutorías personalizadas, cada alumno, de maneira individual, poderá comentar co profesor calquera problema que lle estea impedindo realizar un seguimento adecuado da materia, co fin de atopar, entre ambos, algún tipo de solución. Conxugando ambos os tipos de acción tutorial, preténdense compensar os diferentes ritmos de aprendizaxe mediante a atención á diversidade. Os profesores da materia atenderán persoalmente as dúbidas e consultas dos alumnos, tanto de forma presencial, segundo o horario que se publicará na páxina web do centro, como a través de medios telemáticos (correo electrónico, videoconferencia, foros de Moovi, etc.) baixo a modalidade de cita previa
-----------	---

Avaliación						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Consta de 3 probas escritas: cuestións teóricas e problemas referentes aos contidos teóricos.	80	B3	C27	D1	
				C28	D2	
				C29	D3	
	A distribución dos mesmos é como segue:				D8	
					D9	
	Primeiro parcial: abarcará os contidos dos temas 1 e 2, e terá un peso do 15% da avaliación.				D10	D16
	Segundo parcial: abarcará os contidos dos temas 3 e 4, e terá un peso do 15% da avaliación.					
	Exame final: abarcará os contidos de todos os temas (do 1 ao 6) e terá un peso do 40% da avaliación.					
	O Proxecto de I+D será avaliado en función da súa calidade e adecuación aos contidos da materia, e terá un peso do 10% da avaliación.					
Prácticas de laboratorio	Os alumnos organizaranse por grupos para a realización das prácticas de laboratorio.	20	B3	C27	D1	
				C28	D3	
				C29	D9	
	Avaliaranse as memorias de cada unha das prácticas entregadas por cada grupo de alumnos, cun peso do 20% da avaliación.				D10	D17

Outros comentarios sobre a Avaliación

Sobre as prácticas

O feito de non presentar a memoria dunha práctica dentro de prazo sen causa debidamente xustificada implica a cualificación de 0 en dita práctica. O alumno será o responsable de notificar o motivo polo que non presentou a memoria en prazo, pódose en contacto co profesor responsable da práctica á que correspondería dita memoria, antes da publicación das cualificacións de dita práctica. O profesor será quen determine si o motivo é válido ou non.

En caso de non presentar algunha memoria de prácticas dentro de prazo por causa debidamente xustificada, o alumno poderá compensar a avaliación dun máximo dunha memoria coa avaliación das memorias restantes. Calquera exceso sobre este número implicará a recuperación da práctica segundo dispoña o profesor responsable da mesma, ben realizándoa en data a convir, ben realizando un traballo monográfico sobre os contidos de dita práctica.

Esíxese unha nota mínima de 4,0 puntos, sobre 10, para superar a materia.

Nota final e requisitos mínimos para superar a materia mediante avaliación continua

Para asegurar que o alumno adquiriu as destrezas mínimas en cada un dos aspectos da materia esixírase aos alumnos que alcancen unha nota mínima de: 4,0 sobre 10 no exame final, e 4,0 sobre 10 na avaliación das memorias das prácticas. O alumno superará a materia cando, superando ambos os mínimos de forma simultánea, o computo da nota total de avaliación continua (NEC) sexa igual ou superior a 5,0 puntos sobre 10. No caso de que non se chegue á nota mínima nalguna das partes, a nota final de avaliación continua será menor ou igual a 4,0.

O alumno que non supere a materia nesta convocatoria debe presentarse ao exame ordinario para superar a materia.

Exame ordinario

A nota final do exame ordinario (NEO) distribúese de forma similar ao establecido para avaliación continua 80% Teoría e 20% Práctica. Realizarase unha única proba, de realización individual, na que se englobarán todos os contidos da materia, tanto teóricos como prácticos. O exame terá unha duración aproximada de 3 horas. Este exame poderá ter a forma de

cuestionario tipo test, cuestionario de respostas curtas, resolución de problemas ou algunha combinación das anteriores. O alumno superará a materia cando a NEO sexa igual ou superior a 5,0 puntos sobre 10. O alumno que non supere a materia nesta convocatoria debe presentarse á convocatoria extraordinaria.

Nota de primeira convocatoria

A nota da primeira convocatoria calcularase como o máximo entre a nota de avaliación continua (NEC) e a nota do exame ordinario (NEO).

Convocatoria extraordinaria

Realizarase un exame extraordinario para aqueles alumnos que non superen a materia no exame ordinario. O formato e os requisitos serán os mesmos que os do exame ordinario.

COMPROMISO ÉTICO: Agárdase que o estudantado teña un comportamento ético axeitado, comprometéndose a actuar con honestidade. En base ao artigo 42.1 do Regulamento sobre a avaliación, a cualificación e a calidade da docencia e do proceso de aprendizaxe do estudantado da Universidade de Vigo, así como ao punto 6 da norma quinta da Orde DEF/711/2022, do 18 de xullo, pola que se establecen as normas de avaliación, progreso e permanencia nos centros docentes militares de formación para a incorporación ás escalas das Forzas Armadas, **a utilización de procedementos fraudulentos en probas de avaliación, así como a cooperación neles implicará a cualificación de cero (suspenso) na acta da convocatoria correspondente**, con independencia do valor que sobre a cualificación global tivese a proba en cuestión e sen prexuízo das posibles consecuencias de índole disciplinaria que poidan producirse.

Bibliografía. Fontes 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

Recomendacións

Materias que se recomenda ter cursado previamente

Tecnoloxía electrónica/P52G381V01301
