



Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

Presentación

La Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio de la Universidad de Vigo en el Campus universitario de Ourense oferta las titulaciones de la Universidad de Vigo tanto a nivel grado como a nivel máster que estén relacionadas con la ingeniería aeroespacial o aeronáutica.

Más información relativa al Centro y sus titulaciones se encuentra en este documento o en la página web (<http://aero.uvigo.es>).

Localización

Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

Pavillón Manuel Martínez-Risco
Campus universitario
32004 Ourense

Tel.: +34 988 368 823
Web: <http://aero.uvigo.es>

Normativa y legislación

Se encuentra la información disponible en la página web del Centro (<http://aero.uvigo.es> en el apartado Escuela -> Normativa).

Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
007M174V01101	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M174V01102	Operacións de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M174V01103	Sistemas de comunicacións e navegación por radio	1c	6
007M174V01104	Sensores embarcados	1c	6
007M174V01105	Sistemas de control	2c	6
007M174V01201	Cargas útiles baseadas en sensores pasivos	2c	6

O07M174V01202	Cargas útiles basadas en sensores activos	2c	6
O07M174V01205	Prácticas externas	2c	15
O07M174V01206	Trabajo Fin de Máster	2c	9

DATOS IDENTIFICATIVOS**Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados**

Asignatura	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01101			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	Orgeira Crespo, Pedro			
Profesorado	Orgeira Crespo, Pedro			
Correo-e	porgeira@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende mostrar los elementos básicos que conforman un sistema aéreo no tripulado, así como la descripción de sus principios de funcionamiento. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código		Tipología
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación	• saber
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio	• saber
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados	• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad	• saber
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Entender el funcionamiento de un perfil de vuelo, el performance básico de las aeronaves y superficies de control.	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9

Aprender cuales son los principales sistemas de energía, propulsión y estructuras empleadas en aeronaves CB1
no tripuladas. CB2
CB3
CG1
CG3
CG4
CG5
CE1
CT2
CT8
CT9

Conocer las principales cargas útiles.

CB1
CB2
CB3
CG1
CG3
CG4
CG5
CE1
CT2
CT8
CT9

Contenidos

Tema

Introducción	Aproximación histórica a los sistemas aéreos no tripulados. Clasificación de las aeronaves y sus sistemas de propulsión. Infraestructuras terrestres. Gestión de tráfico aéreo. Normativa legal.
Aeronaves no tripuladas.	Principios de vuelo. Performance de aeronaves. Descripción general de aeronaves de ala fija. Controles de vuelo. Estructura. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Descripción general de helicópteros. Controles de vuelo. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Multicópteros.
Principales conceptos de mecánica de fluidos.	Compresibilidad. Viscosidad. Capa límite y turbulencia. Número de Reynolds. Número de Mach. Ecuación de Bernoulli. Atmósfera estándar internacional.
Principios básicos de aerodinámica	Perfiles aerodinámicos en régimen incompresible. Placa plana, cilindro. Alas en régimen incompresible Condición de Kutta. Ala larga de Prandtl.
Introducción a la propulsión de aeronaves.	Hélices: teoría de Froude; teoría del elemento de pala. Adaptación de hélices. Aero reactores. Empuje, impulso específico y control de empuje en propulsión eléctrica.
Mecánica de vuelo.	Ecuaciones básicas del movimiento. Vuelo de crucero, ascenso, descenso y planeo. Virajes. Efecto viento. Actuadores. Estabilidad y control.
Sistemas de navegación.	Introducción a la aviónica. Sensores y sistemas de navegación. Navegación inercial. Navegación integrada. Filtros de Kalman. Sistema de posicionamiento GPS.
Control de motores brushless y servos.	Obtención de la información. Cálculo y tratamiento de las señales de control PID. Envío de la señal de control.
Principales cargas de pago.	Cámaras digitales. Sistemas LIDAR. Sistemas RADAR.

Otras cargas de pago.

Sistemas de dispersión de líquidos.
Sensores medioambientales.
Transporte de mercancías ligeras.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas utilizando el laboratorio y ordenadores en las que los alumnos tendrán que analizar diferentes casuísticas relativas a la materia.
Trabajo tutelado	Se realizarán trabajos aplicados en los que los alumnos tendrán que analizar diferentes casuísticas relativas a la materia.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas autónomas a través de TIC		50	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9
Trabajo tutelado		50	CB1 CB2 CB3 CG1 CG3 CG4 CG5 CE1 CT2 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Jeffrey D. Barton, Fundamentals of small unmanned aircraft flight, http://www.jhuapl.edu/techdigest/TD/td3102/31_02-Barton.pdf

Aviation Civil Aviation Organization, Unmanned aircraft systems, https://www.icao.int/Meetings/UAS/Documents/Circular%20328_en.pdf

Mouhamed Abdulla, Jaroslav V. Svoboda, Luis Rodrigues, Avionics made simple, http://www.drmo.org/research/avionics_made_simple.pdf

Bon Dewitt, Unmanned aerial systems for mapping,

https://c.ymcdn.com/sites/www.fsms.org/resource/resmgr/2016/61st_annual_conference/education/PDFs/Unmanned_Aerial_Systems.pdf

Sergio Esteban Ronceso, Fundamentos de Ingeniería Aeroespacial, http://aero.us.es/ia/index_IIA.html

John Anderson, Fundamentos de aerodinámica, 6, McGraw Hill, 2017,

Miguel Ángel Gómez Tierno, Mecánica de vuelo, 2, Garceta, 2012,

Antonio Esteban Oñate, Conocimientos del avión, 1, Paraninfo, 2007,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Operaciones de sistemas aéreos no tripulados				
Asignatura	Operaciones de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01102			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición				
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia impartida por USC. Mas información en: http://www.usc.es/gl/centros/eps/materia.html?materia=136894 Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			
Competencias				
Código	Tipología			
Resultados de aprendizaje				
Resultados de aprendizaje				Competencias
Contenidos				
Tema				
Planificación				
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales	
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado				
Metodologías				
	Descripción			
Atención personalizada				
Evaluación				
Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas		
Otros comentarios sobre la Evaluación				
Fuentes de información				
Bibliografía Básica				
Bibliografía Complementaria				
Recomendaciones				

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas de comunicación y navegación por radio				
Asignatura	Sistemas de comunicación y navegación por radio			
Código	007M174V01103			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Carácter OP	Curso 1	Cuatrimestre 1c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	Arias Acuña, Alberto Marcos			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Valdés, Borja Pino García, Antonio			
Correo-e	marcos@com.uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia en la que se estudian los aspectos más importantes relativos a las comunicaciones con vehículos no tripulados, incluyendo las antenas, la propagación de ondas y los sistemas de radionavegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias		
Código		Tipología
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.	• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo	• saber
CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber

Resultados de aprendizaje	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los sistemas clásicos de comunicaciones y navegación	CB3 CG4 CT8
Comprender el funcionamiento de antenas y el balance del enlace radio.	CB5 CG5 CT9

Conocer los sistemas de navegación del tipo NDB, VOR/DME e ILS	CG3 CG4 CE2 CT7
Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento GNSS	CB4 CG3 CE2 CT6
Aprender las características de los sistemas de vigilancia automáticos basados en ADS-B y ADS-C	CB5 CG4 CT6

Contenidos

Tema	
Sistemas clásicos de comunicaciones y navegación	Sistemas clásicos de comunicaciones Sistemas clásicos de navegación
Antenas y balance de enlace radio	Antenas Balance de enlace radio
Sistemas de navegación	NDB VOR/DME ILS
Sistemas de posicionamiento GNSS	GPS, GLONAS, GALILEO, BEIDU. Posicionamiento diferencial, RTK. Segmento usuarios, espacio y control. Sistemas de aumentación SBAS y EGNOS.
Sistemas de vigilancia automáticos	ADS-B ADS-C

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas en aulas de informática	14	14	28
Trabajo tutelado	7	63	70
Estudio de casos	14	14	28
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	4	6
Informe de prácticas	1	7	8

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de los contenidos de la materia; incluye exposición de conceptos; introducción de prácticas y ejercicios. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB3, CB5, CT8 y CT9
Prácticas en aulas de informática	Aplicación, a nivel práctico, de los conocimientos y habilidades adquiridos en la lección magistral, mediante prácticas realizadas con equipamiento de test y ordenadores. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB3 y CG4
Trabajo tutelado	Trabajo del alumno sobre un tema concreto y tutelado por el profesor. Exposición final del trabajo realizado. Con esta metodología se trabajarán las competencias CB4, CG4, CG5, CT7 y CT8
Estudio de casos	Docencia en formato seminario, en la que el alumno participa muy activamente en la evolución de las clases profundizando en un tema específico. Con esta metodología se trabajarán las competencias CG3 y CT6

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	En esta metodología, se atiende y responde a todas las preguntas que pueda hacer cada alumna/o.
Prácticas en aulas de informática	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.
Estudio de casos	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.
Trabajo tutelado	Se atiende a cada alumno de manera individualizada.

Evaluación

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen final: consiste en una prueba para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes mediante la resolución de problemas sencillos y preguntas cortas de teoría.	60	CB3 CB5 CG3 CG4 CG5 CE2 CT7 CT8 CT9
Informe de prácticas	Participación en actividades por parte de los alumnos, especialmente de las prácticas, entregando una memoria final de las mismas. Este apartado corresponde a la evaluación continua del alumno.	40	CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE2 CT6

Otros comentarios sobre la Evaluación

El examen final, representará el 60% para los alumnos que opten por evaluación continua y el 100% de la nota final en caso de no optar por la evaluación continua.

En caso de detección de plagio en alguno de los trabajos/pruebas realizadas, la calificación final de la materia será de "suspense (0)" y los profesores comunicarán a la dirección de la escuela el asunto para que tome las medidas que considere oportunas.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Marcos Arias Acuña, Oscar Rubiños López, Radiocomunicación, 1a, Andavira Editora, 2011,
 José María Hernando Rábanos, Transmisión por Radio, 6a, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008,
 John Griffiths, Radio Wave Propagation and Antennas. An Introduction, 1st, Prentice Hall, 1985,

Bibliografía Complementaria

Robert R. Collin, Antennas and Radiowave Propagation, 1st, Mc Graw Hill, 1985,
 Constantine A. Balanis, Antenna Theory. Analysis and Design, 3rd, Wiley, 2005,
 ITU-R, Recommendations,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Cargas útiles basadas en sensores activos/O07M174V01202

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sensores embarcados				
Asignatura	Sensores embarcados			
Código	007M174V01104			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua	Castellano			
Impartición	Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Lorenzo Cimadevila, Henrique			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia que muestra los principales sensores que integran un sistemas aéreo no tripulado, centrándose especialmente en aquellos del sistema de navegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias		
Código		Tipología
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo	• saber
CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber

Resultados de aprendizaje	
Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sistemas inerciales existentes y la algorítmica utilizada para la generación de trayectorias.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9

Aprender a integrar los resultados de sistemas GNSS y sistemas inerciales.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer los sistemas barométricos empleados en UAS.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Entender el funcionamiento de un sistema LiDAR, los datos que provee (nubes de puntos) y las posibilidades que ofrece para navegación en interiores con algoritmos tipo SLAM.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer el funcionamiento de sistemas basados en tubo de pitot y ultrasonidos.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Entender el funcionamiento de los sistemas basados en imagen, así como la generación de entornos tridimensionales basados en imagen estéreo y la algorítmica básica de procesamiento de imagen.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9

Contenidos

Tema

Sistemas inerciales (acelerómetros, giróscopos y magnetómetros).

Navegación. Filtro complementario.

Navegación. Filtro de Kalman.

Sistemas barométricos, sistemas basados en tubo de pitot y sistemas de ultrasonidos.

Sistemas LiDAR.

Procesamiento básico de datos LiDAR.

Navegación indoor y SLAM.

Sistemas basados en imagen.

Procesamiento de imagen I.

Procesamiento de imagen II

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación de los contenidos empleando medios audiovisuales. Los contenidos se volcarán en la plataforma de teledocencia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas empleando ordenadores en las que los alumnos tendrán que programar procedimientos para adquirir datos de sensores o realizar operaciones de acondicionamiento de señal.
Trabajo tutelado	Se planterán pequeños proyectos que los alumnos deberán implementar.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas autónomas a través de TIC	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas.	60	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera, GPS - Posicionamiento satelital, UNR Editora, 2005, https://www.fceia.unr.edu.ar/gps/GGSR/libro_gps.pdf

Oliver J. Woodman, An introduction to inertial navigation, Uniersity of Cambridge, 2007, <https://www.cl.cam.ac.uk/techreports/UCAM-CL-TR-696.pdf>

José Bosch, Manuel Carmona, Instrumentación electrónica avanzada, Departament d'Electronica, Universitat de Barcelon, 2012,
<http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/34483/1/Instrumentaci%c3%b3n%20Electr%c3%b3nica%20Avanzada-Instrumentaci%c3%b3n%20Inteligente.pdf>
 Omar Bustillos Ponte, Instrumentación industrial, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Univer, 2001,
<https://informatica.uv.es/iiguia/INS/material/InstrumentacionULPGC/TodoCompleto.pdf>
 Fabian Inostroza, Filtros, 2015, http://www2.udec.cl/~fabianinostroza/filtro_comp.pdf
 Greg Welch, Gary Bishop, An introduction to the Kalman filter, Department of Computer Science, University of Nort, 2006,
https://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf
 Lindsay Kleeman, Understanding and applying Kalman filtering, Department of Electrical and Computer Systems Eng.,
http://biorobotics.ri.cmu.edu/papers/sbp_papers/integrated3/kleeman_kalman_basics.pdf
 James Hays, Introduction to computer vision, <https://cs.brown.edu/courses/cs143/lectures/01.pdf>
 Jan Erik Solem, Programming Computer Vision with Python, http://programmingcomputervision.com/downloads/ProgrammingComputerVision_CCdraft.pdf
 Jamie Carter et al., An introduction to LiDAR technology, data and applications, National Oceanic and Atmospheric Administration,
<https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/lidar-101.pdf>

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de control/O07M174V01105

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas de control				
Asignatura	Sistemas de control			
Código	O07M174V01105			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	García Rivera, Matías			
Profesorado	García Rivera, Matías			
Correo-e	mgrivera@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Adquirir conocimientos sobre vehículos aéreos no tripulados: geometría, mecánica, hardware, control y navegación.			
	Materia del programa English Friendly: Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias		
Código		Tipología
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo	• saber
CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber

Resultados de aprendizaje	
Resultados de aprendizaje	Competencias
RA01: Adquirir conocimientos sobre robots aéreos no tripulados, sus componentes clave, estimación de estados, mecánica básica, consideraciones de diseño, agilidad y maniobrabilidad.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CT8 CT9
RA02: Conocer las consideraciones geométricas y mecánicas de los robots aéreos no tripulados, transformaciones, rotaciones, ángulos de Euler, aplicabilidad de los cuaterniones, velocidad angular, ecuaciones de movimiento de un multi-rotor, linearización.	CB3 CB4 CB5 CG4

RA03: Comprender las bases del sistema de control y navegación, controles PID, control en 1D, 2D y 3D de multirrotores, generación de trayectorias, ecuaciones de Euler-Lagrange y Splines.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	CB3 CB4 CB5 CG4 CT6 CT7
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5
RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	CB3 CB4 CB5 CG4 CT6 CT7
RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5 CT6 CT7

Contenidos

Tema	
Introducción a los robots aéreos no tripulados.	Multi-rotores.
Componentes clave del vuelo autónomo.	Estimación de estados. Mecánica básica. Consideraciones de diseño. Agilidad y maniobrabilidad. Selección de componentes.
Geometría y mecánica.	Transformaciones. Rotaciones. Ángulos de Euler. Cuaterniones. Velocidad angular. Ecuaciones de Newton-Euler. Ejes principales y momentos principales de inercia. Ecuaciones de movimiento de un multi-rotor. Linearización.
Control y navegación.	Control PID. Control 1D, 2D y 3D de multirrotores. Trayectorias. Ecuaciones de Euler-Lagrange. Splines.
Control de sistemas múltiples.	
Dispositivos sense & avoid.	
Fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	
Controladores open hardware.	

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	12.5	12.5	25
Resolución de problemas	12.5	12.5	25
Seminario	3	0	3
Trabajo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	5	7

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

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia.
Prácticas autónomas a través de TIC	Actividades de aplicación de los conocimientos a situaciones concretas y de adquisición de habilidades básicas y procedimentales relacionadas con la materia. Se desarrollan a través de las TIC de manera autónoma.
Resolución de problemas	Actividad en la que se formulan problemas relacionados con la materia. El alumnado debe desarrollar las soluciones. El objetivo es que el alumnado aplique los contenidos teóricos en la resolución de pequeños problemas de programación.
Seminario	Actividad de orientación a los alumnos.
Trabajo tutelado	El/La estudiante, de manera individual o en grupo, elabora un documento sobre la temática de la materia o prepara seminarios, investigaciones, memorias, ensayos, resúmenes de lecturas, conferencias, etc.

Atención personalizada	
	Descripción
Trabajo tutelado	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo del trabajo tutelado, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías en el despacho del profesor o profesora. Es recomendable acudir a estas tutorías cuando aparezcan dificultades en el desarrollo de las prácticas autónomas a través de TIC, o cuando el tiempo dedicado a las actividades no presenciales supere notablemente el tiempo fijado en la planificación.

Evaluación			
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas autónomas a través de TIC	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30	CT8 CT9
Resolución de problemas y/o ejercicios	2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.	50	CG3 CG4 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS: EVALUACIÓN CONTINUA.

Para los alumnos asistentes en la 1ª edición de actas (evaluación continua) se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 2 pruebas sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Estas pruebas serán de respuesta corta, la ponderación de cada prueba será de 25%, distribuidas durante del período de actividad presencial.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA NO ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS

Para los alumnos no asistentes en la 1ª edición de actas se realizarán las siguientes pruebas y entregas:

- 1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%;
- 1 prueba sobre los contenidos y competencias impartidos en las lecciones magistrales y las prácticas autónomas a través de TIC. Esta prueba será de respuesta corta y su ponderación del 50%.

Para superar la asignatura es obligatorio que el alumno realice todas las entregas y todas las pruebas, y que en cada entrega y prueba obtenga una nota igual o superior a 4.0.

En el caso de no realizar alguna entrega o prueba, u obtener en alguna entrega o prueba una nota inferior a 4.0, si la puntuación global fuera superior a 5, la calificación final en actas será 4.9, suspenso.

CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA 2ª EDICIÓN DE ACTAS Y FIN DE CARREIRA

Se empleará el mismo sistema de evaluación aplicado para los no asistentes en 1ª edición de actas.

JUSTIFICACIÓN DE AUSENCIA

Para poder justificar la ausencia a una prueba es necesario un Justificante de Ausencia o un Parte de Consulta y Hospitalización (también llamado P10) emitido por el médico del SERGAS, o un certificado emitido por un colegiado médico. No será válido un justificante de la cita del médico.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Randal Beard, Timothy McLain, Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice, Princeton University Press, 2012,

Bibliografía Complementaria

Michael Cook, A Linear Systems Approach to Aircraft Stability and Control, Butterworth-Heinemann, 2007,

Katsuhiro Ogata, Ingeniería de control moderna, PRENTICE HALL, 2010,

Hassan Gomaa, Real-time software design for embedded systems, Cambridge University Press, 2016,

Plamen Angelov, Sense and Avoid in UAS Research and Applications, John Wiley & Sons, Ltd, 2012,

www.librepilot.org,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

DATOS IDENTIFICATIVOS**Cargas útiles basadas en sensores pasivos**

Asignatura	Cargas útiles basadas en sensores pasivos			
Código	O07M174V01201			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Carácter OP	Curso 1	Cuatrimestre 2c
Lengua	Castellano			
Impartición	Gallego			
Departamento				
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Profesorado	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Correo-e	jsalgueiro@gmail.com			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Pretende una descripción y estudio básico de los sistemas de sensado, especialmente de imagen, que se pueden instalar en vehículos aéreos no tripulados, y sus aplicaciones más importantes. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código		Tipología
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber hacer • Saber estar /ser
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	• saber hacer
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	• saber • saber hacer • Saber estar /ser
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber hacer
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber • saber hacer
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber • saber hacer
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega	• saber • saber hacer
CT6	Capacidad de trabajo en equipo	• saber hacer • Saber estar /ser
CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber • saber hacer • Saber estar /ser
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber hacer
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber hacer • Saber estar /ser

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores pasivos existentes en aplicaciones aéreas	CB3 CB5 CG4 CT2 CT8

Entender los procedimientos de calibración de sensores	CB3 CB4 CB5 CG4 CG5 CT2 CT8 CT9
Aprender a integrar mecánicamente sensores: implementación de boresighting y utilización de gimbal y sincronización	CB3 CB4 CG3 CG4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Aplicar algoritmos de procesamiento de imagen aérea y fotogrametría, clasificación de imágenes, seguimiento de objetos, filtros y procesamiento de video	CB3 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer como integrar imágenes en sistemas de información geográfica	CB3 CB4 CB5 CG4 CT2 CT7 CT8 CT9

Contenidos

Tema	
Sensores embarcados en UAVs	Motivación. Aplicaciones. Aspectos específicos del sensado con UAVs. Tecnologías de interés en para sensores embarcados. Componentes básicos del sensor. Regiones espectrales de interés. Plataformas UAV para el sensado. Integración de sensores en UAV: sistemas gimbal. Aspectos del sensado de imagen en un sistema embarcado
Radiación: medida y detección	Radiación electromagnética y su propagación. Rayos de luz y frentes de onda. Flujo de potencia luminosa. Magnitudes y unidades radiométricas. Fuentes de radiación: emisión y reflexión. Ley de Kirchoff. Fuentes lambertianas. Transmisión atmosférica. Detectores de fotones: sensores CCD y CMOS. Detectores térmicos. Fuentes de ruido.
Sistemas ópticos	Sistema centrado. Puntos conjugados. Sistema perfecto. Condiciones de Abbe y Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinales. Acoplamiento de sistemas ópticos. Lentes. Espejos. Aberraciones. Diafragmas de apertura y de campo. Resolución de los sistemas ópticos.
Sensores de imagen	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal y angular. Diseño básico de objetivos: teleobjetivo y gran angular. Irradiancia en el plano imagen. Campos de visión horizontal y vertical. Campo de visión instantáneo. Sistemas de imagen para UAVs. Relación señal/ruido. Potencia, radiancia e irradiancia de ruido equivalente. Reflectancia diferencial de ruido equivalente. Resolución espacial: PSF y MTF
Imagen termográfica	Detectores térmicos. Emitancia y transmisión atmosférica. Contraste térmico. Temperatura diferencial de ruido equivalente. Resolución térmica. Sistemas termográficos para UAVs. Aplicaciones.
Imagen multiespectral	Sistemas multiespectrales e hiperespectrales. Imagen espectral. Imagen en el plano focal. Sistemas espectrales para UAVs. Filtros de banda. Separación por prisma. Interferómetros. Espectrómetros por transformada de Fourier. Espectrómetros por red de difracción.

8. Análisis de datos y procesado de imagen	Metadatos. Imagen digital. Video en movimiento. Definición de la imagen. Reconocimiento de objetos y seguimiento. Escala de calidad de imagen (NIIRS). Discriminación por probabilidad. Corrección atmosférica. Procesado de imagen. Fotogrametría.
--	---

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Exposición de contenidos en el aula
Prácticas autónomas a través de TIC	Uso de material específico de sensado (cámaras RGB, termográficas, espectrales, etc) en plataformas UAV y realización de pruebas en vuelos.
Trabajo tutelado	Propuesta de problemas, actividades o proyectos relacionados con la materia de la asignatura que los alumnos deben desarrollar mediante diseño, cálculo y/o simulación.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas autónomas a través de TIC	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico
Trabajo tutelado	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas autónomas a través de TIC	Los alumnos deberán entregar un informe por cada práctica o actividad propuesta.	50	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	Los alumnos deberán entregar resueltos los problemas planteados.	50	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Grant, Barbara, Getting Started with UAV Imaging Systems, SPIE, 2016,

Grant, Barbara, Field Guide to Radiometry, SPIE, 2009,

Holst, Gerald C., Common sense approach to thermal imaging, SPIE, 2000,

Wolfe, William L., Introduction to imaging spectrometers, SPIE, 1997,

Bibliografía Complementaria

Slater, P. N., Remote sensing: optics and optical systems, Addison Wesley, 1980,

Palmer, James M. y Grant, Barbara G., The Art of Radiometry, SPIE, 2009,

Dereniak, Eustace L., Optical radiation detectors, John Wiley & Sons, 1984,

Willers, Cornelius J., Electro-optical system analysis and design: radiometry perspective, SPIE, 2013,

Chuvieco, Emilio, Fundamentos de teledetección espacial, segunda ed., Ediciones Rialp, 1995,

Hays, James, Computer Vision, <https://www.cc.gatech.edu/~hays/compvision/>

Shenk, T., Introduction to Photogrammetry, <http://www.mat.uc.pt/~gil/downloads/IntroPhoto.pdf>

A Brief Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing,

<https://www.gislounge.com/a-brief-introduction-to-photogrammetry-and-remote-sensing/>

Introducción a la fotogrametría, http://www.cartesia.org/data/apuntes/fotogrametria/Introduccion_a_la_Fotogrametria.pdf

Olaya, Victor, Sistemas de información geográfica, 2014,

Martínez-Corral, M. et al., Instrumentos ópticos y optométricos: teoría y prácticas, Universidad de Valencia, 1998,

Mejías Arias, P. et al., Óptica geométrica, Síntesis, 1999,

Hetch, E., Óptica, tercera ed., Addison Wesley, 2000,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Sistemas de control/O07M174V01105

DATOS IDENTIFICATIVOS**Cargas útiles basadas en sensores activos**

Asignatura	Cargas útiles basadas en sensores activos			
Código	O07M174V01202			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS 6	Carácter OP	Curso 1	Cuatrimestre 2c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Lorenzo Cimadevila, Henrique			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia muestra los principios de funcionamiento de sensores LiDAR y RADAR, así como su calibración y diferentes técnicas de procesamiento de la información. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código		Tipología
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios	• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades	• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo	• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma	• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes	• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa	• saber
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega	• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo	• saber
CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores activos existentes, LiDAR y RADAR.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Aprender a integrar mecánicamente sensores, implementación de boresighting, utilización de gimbal y sincronización.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer diferentes técnicas de procesamiento de datos LiDAR y RADAR, así como la algorítmica empleada para operaciones de segmentación, clasificación y generación de modelos digitales de terreno.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer como integrar datos LiDAR y RADAR en sistemas de información geográfica.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Contenidos			
Tema			
Sensores LiDAR.			
Sensores RADAR.			
Sincronización de sensores y calibración de rango.			
Calibración de orientación. Boresighting.			
Sistema UAS-LiDAR para adquisición de datos.			
Procesamiento de datos I. Registro y geoposicionamiento.			
Procesamiento de datos II. Filtrado.			
Procesamiento de datos III. Rasterización y voxelización.			
Procesamiento de datos IV. Clasificación de elementos.			
Integración de resultados en Sistemas de Información Geográfica.			
Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Trabajo tutelado	7	63	70

Prácticas autónomas a través de TIC	22	22	44
Informe de prácticas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación de los contenidos empleando medios audiovisuales. Los contenidos se volcarán en la plataforma de teledocencia.
Trabajo tutelado	Se plantearán pequeños proyectos que los alumnos deberán implementar.
Prácticas autónomas a través de TIC	Se realizarán prácticas empleando ordenadores en las que los alumnos tendrán que programar una adquisición de datos LiDAR o realizar el procesamiento de nubes de puntos LiDAR.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas autónomas a través de TIC	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticas autónomas a través de TIC	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas	60	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	CB3 CB4 CB5 CG3 CG5 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5.

En la evaluación de Julio los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5.

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Light detection and ranging (LiDAR), Portland State University, <http://web.pdx.edu/~jduh/courses/geog493f12/Week04.pdf>
 Jamie Carter et al., An introduction to LiDAR technology, data and applications, National Oceanic and Atmospheric Administration, <https://coast.noaa.gov/data/digitalcoast/pdf/lidar-101.pdf>
 Francesc Rocadenbosch, Introduction to LiDAR remote sensing systems, Universitat Politècnica de Catalunya, <https://www.grss-ieee.org/wp-content/uploads/2010/06/IGARSS07.pdf>

Frank A Ranking, LiDAR applications in surveying and engineering,
http://www.ncgisconference.com/2013/documents/pdfs/Rankin_Thu_130.pdf

Demetrios Gatzolis, Hans-Erik Andersen, A guide to LiDAR data acquisition and processing for the forests of the Pacific Northwest, United States Department of Agriculture, https://www.fs.fed.us/pnw/pubs/pnw_gtr768.pdf

David Jenn, RADAR fundamentals, US Navy Postgraduate School,
<http://faculty.nps.edu/jenn/Seminars/RadarFundamentals.pdf>

RADAR range equation, [http://www.ece.uah.edu/courses/material/EE619-2011/RadarRangeEquation\(2\)2011.pdf](http://www.ece.uah.edu/courses/material/EE619-2011/RadarRangeEquation(2)2011.pdf)

RADAR tutorial, <http://www.radartutorial.eu/druck/Book1.pdf>

Andy Myrick et al, Synthetic Aperture RADAR (SAR), Lincoln Laboratory - MIT,
https://www.egr.msu.edu/classes/ece480/capstone/spring12/group05/docs/presentations/TechLecture_Team5.pdf

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Sistemas de control/O07M174V01105

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Prácticas externas				
Asignatura	Prácticas externas			
Código	O07M174V01205			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	15	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento				
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higinio@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende que el alumno realice una estancia como profesional en prácticas en una empresa del sector de los sistemas aéreos no tripulados. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			
Competencias				
Código				Tipología
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación			• saber
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio			• saber
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios			• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades			• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo			• saber
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados			• saber
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados			• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma			• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes			• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa			• saber
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad			• saber
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.			• saber
CE3	Capacidad de intervenir e interaccionar con otros equipos técnicos en la planificación			• saber
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados			• saber
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria			• saber
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega			• saber
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos			• saber
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor			• saber
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales			• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo			• saber

CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber
CT10	Orientación a la calidad y a la mejora continua	• saber

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Haber desarrollado un periodo de prácticas en empresa en un entorno profesional relacionado con la temática de la titulación.	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

Contenidos

Tema

(*)Prácticas nun entorno profesional relacionado ca temática da titulación.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticas externas	0	370	370
Informe de prácticas externas.	0	5	5

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

Metodologías

Descripción
Prácticas externas

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas externas	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

Prácticas externas	Informe del alumno o alumna. Informe del tutor de prácticas.	100	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10
--------------------	---	-----	---

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Trabajo Fin de Máster				
Asignatura	Trabajo Fin de Máster			
Código	O07M174V01206			
Titulación	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	El alumno realizará un proyecto de ingeniería en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados en el que pondrá en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			
Competencias				
Código				Tipología
CB1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación			• saber
CB2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio			• saber
CB3	Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimientos y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios			• saber
CB4	Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades			• saber
CB5	Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo			• saber
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados			• saber
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados			• saber
CG3	Que los estudiantes adquieran la capacidad para analizar las necesidades de una empresa en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados y determinen la mejor solución tecnológica para la misma			• saber
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes			• saber
CG5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa			• saber
CE1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordaje y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad			• saber
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.			• saber
CE3	Capacidad de intervenir e interaccionar con otros equipos técnicos en la planificación			• saber
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados			• saber
CT1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria			• saber
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega			• saber
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos			• saber
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor			• saber
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales			• saber
CT6	Capacidad de trabajo en equipo			• saber

CT7	Capacidad de organización y planificación	• saber
CT8	Capacidad de análisis y síntesis	• saber
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad	• saber
CT10	Orientación a la calidad y a la mejora continua	• saber

Resultados de aprendizaje

Resultados de aprendizaje	Competencias
Ser capaz de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la operación con sistemas aéreos no tripulados.	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

Contenidos

Tema

Proyecto en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.

Proyecto en el ámbito de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados.

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Trabajo tutelado	0	215	215
Trabajo	1	9	10

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

Metodologías

Descripción
Trabajo tutelado

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación

Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
-------------	--------------	------------------------

Trabajo tutelado	Memoria de proyecto.	100	CB1
	Presentación oral.		CB2
			CB3
			CB4
			CB5
			CG1
			CG2
			CG3
			CG4
			CG5
			CE1
			CE2
			CE3
			CE4
			CT1
			CT2
			CT3
			CT4
			CT5
			CT6
			CT7
			CT8
			CT9
			CT10

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Prácticas externas/O07M174V01205
