



## 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 Sistemas Aéreos no Tripulados

### Asignaturas

#### Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
007M189V01101	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
007M189V01102	Operaciones, legislación y certificación	1c	6
007M189V01103	Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión	1c	6
007M189V01104	Sistemas de observación	1c	6
007M189V01201	Métodos de análisis de datos	2c	6
007M189V01202	Aplicaciones en el ámbito agroforestal y ambiental	2c	6
007M189V01203	Aplicaciones en ingeniería y arquitectura	2c	6

O07M189V01204	Sistemas de control	2c	6
O07M189V01205	Sistemas de navegación y comunicación	2c	6
O07M189V01206	Desarrollo de software crítico	2c	6
O07M189V01207	Prácticas externas	2c	9
O07M189V01208	Trabajo fin de máster	2c	9

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

Asignatura	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M189V01101			
Titulación	Máster Universitario en 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	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia impartida por docentes USC.			

**Competencias**

Código

**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**

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Operaciones, legislación y certificación</b>				
Asignatura	Operaciones, legislación y certificación			
Código	O07M189V01102			
Titulación	Máster Universitario en 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	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado de USC.			

<b>Competencias</b>	
Código	

<b>Resultados de aprendizaje</b>	
Resultados de aprendizaje	Competencias

<b>Contenidos</b>	
Tema	

<b>Planificación</b>			
	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			

<b>Metodologías</b>	
	Descripción

<b>Atención personalizada</b>	

<b>Evaluación</b>		
Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas

<b>Otros comentarios sobre la Evaluación</b>	

<b>Fuentes de información</b>	
<b>Bibliografía Básica</b>	
<b>Bibliografía Complementaria</b>	

<b>Recomendaciones</b>	

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión**

Asignatura	Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión			
Código	O07M189V01103			
Titulación	Máster Universitario en 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 Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Esta materia pretende introducir los fundamentos básicos que subyacen al vuelo de cualquier UAV: Aerodinámica, Mecánica de Vuelo, y Propulsión. Se describen sus principios de funcionamiento y se revisan los conceptos generales.			
	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	
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.
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.
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.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**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 CG5 CT8 CT9
Aprender cuales son los principales sistemas de energía y propulsión	CB1 CB2 CB3 CG5 CE1 CT8 CT9

**Contenidos**

Tema	
Introducción	Aproximación histórica a los sistemas aéreos no tripulados. Clasificación de las aeronaves y sus sistemas de propulsión.
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.

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	40	61
Resolución de problemas	21	45	66
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	0	3
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	20	20

\*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.
Resolución de problemas	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.
Resolución de problemas	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

**Evaluación**

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

Resolución de problemas	Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas requeridos durante el curso. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5 sobre 10.  En la evaluación ordinaria, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.  En la evaluación extraordinaria, los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5. Igualmente, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.	80	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas		20	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas requeridos durante el curso. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5 sobre 10.

En la evaluación ordinaria, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.

En la evaluación extraordinaria, los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5. Igualmente, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Jeffrey D. Barton, **Fundamentals of small unmanned aircraft flight**,

Aviation Civil Aviation Organization, **Unmanned aircraft systems**,

Mouhamed Abdulla, Jaroslav V. Svoboda, Luis Rodrigues, **Avionics made simple**,

Bon Dewitt, **Unmanned aerial systems for mapping**,

Sergio Esteban Ronceso, **Fundamentos de Ingeniería Aeroespacial**,

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****Sistemas de observación**

Asignatura	Sistemas de observación			
Código	O07M189V01104			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente Física aplicada			
Coordinador/a	Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Profesorado	González Jorge, Higinio Salgueiro Piñeiro, Jose Ramon			
Correo-e	jrs@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia que presenta una visión general sobre los sistemas de observación embarcados en drones, basados tanto en sensores activos como pasivos.			

**Competencias**

Código	
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.
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.
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.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer los diferentes sensores pasivos y activos existentes en aplicaciones aéreas.	CB1 CB2 CB3 CB5 CG4 CG5 CE2 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.

CB1  
CB2  
CB3  
CB5  
CG4  
CG5  
CE2  
CE4  
CT2  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

Algoritmos básicos de procesamiento de imagen y procesamiento de datos LiDAR

CB1  
CB2  
CB3  
CB5  
CG4  
CG5  
CE2  
CE4  
CT2  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

**Contenidos**

Tema

1. Introducción a los sistemas de observación	Motivación. Aplicaciones. Componentes básicos del sensor. Regiones espectrales de interés. Integración de sensores en UAVs.
2. Medida de la radiación	Formas de describir la propagación de la radiación. Teoría electromagnética. Ondas armónicas. Tipos de ondas. Propagación de ondas electromagnéticas. Flujo de energía de una onda. Magnitudes y unidades radiométricas. Magnitudes y unidades fotométricas.
3. Fuentes de radiación	Tipos de fuentes de radiación. Procesos de radiación: emisión y reflexión. Fuentes térmicas. Ley de Kirchhoff. Tipos de reflexión. Fuentes lambertianas. Transferencia de radiación fuente-sensor. Trasmisión atmosférica.
4. Detectores de radiación	Tipos de detectores de radiación. Detectores de fotones. Arquitecturas de detectores de fotones. Detectores de color. Detectores térmicos. Microbolómetros. Fuentes de ruido.
5. Sistemas ópticos	Sistemas centrados. Sistemas perfectos: condiciones de Abbe y Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinales. Acoplamiento de sistemas ópticos. Lentes y espejos. Aberraciones. Diafragmas de apertura y de campo. Resolución de los sistemas ópticos.
6. Sensores de imagen	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal y angular. Diseño básico de objetivos: teleobjetivo y gran angular. Irradiancia en el plano imagen. Resolución y nitidez de la imagen. Adquisición de imágenes desde UAVs. Responsividad y detectividad. Sensibilidad del sensor: figuras de mérito. Resolución espacial: PSF y MTF.
7. Imagen termográfica	Tipos de sistemas termográficos. Señal de salida. Respuesta general del detector. Evaluación de la imagen: figuras de mérito. Resolución espacial. Campo de visión instantáneo de medida. Aplicaciones.
8. Imagen espectral	Sistemas multiespectrales e hiperespectrales. Clasificación de sistemas hiperespectrales. Variables espectrales. Sistemas separadores. Filtros interferenciales de banda. Redes de difracción. Espectrómetros por transformada de Fourier.
9. Sistemas RADAR.	Fundamentos RADAR. radar de apertura sintética (SAR). RADAR como sistema de observación. Medición de deformaciones con RADAR.
10. Sistemas LiDAR	Fundamentos. Sistemas LiDAR de tiempo de vuelo. Sistemas LiDAR de diferencia de fase. Sistemas LiDAR de estado sólido. Calibración de sistemas LiDAR. Procedimientos de medida. Nubes de puntos.
11. Integración de sistemas de observación y navegación.	Fundamentos de sistemas de navegación. Sistemas GNSS y sistemas INS. Integración con sistemas ópticos pasivos. Integración con sistemas ópticos activos.

12. Análisis de datos y procesamiento de imagen. Metadatos. Imagen digital. Definición de imagen. Reconocimiento de objetos y seguimiento. Procesamiento de imagen. Fotogrametría. Procesamiento de nubes de puntos.

<b>Planificación</b>			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	21	42
Prácticas con apoyo de las TIC	21	87	108

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

<b>Metodologías</b>	
	Descripción
Lección magistral	El profesor expone los contenidos de la asignatura utilizando métodos de proyección del material gráfico de apoyo y atendiendo las cuestiones formuladas por los estudiantes durante la exposición
Prácticas con apoyo de las TIC	El profesor explica las tareas a desarrollar en el laboratorio y asiste a los estudiantes en el manejo del instrumental y los procedimientos necesarios.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodologías	Descripción
Lección magistral	Correo electrónico. Videoconferencia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Correo electrónico. Videoconferencia.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Lección magistral	Los contenidos teóricos de la materia se evaluarán a través de dos exámenes parciales tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoyo de las TIC	Las prácticas se evaluarán en base a los ejercicios resueltos que tendrá que entregar el alumnado al profesorado.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Grant, Barbara G., **Getting Started with UAV Imaging Systems**, SPIE, 2016

Holst, Gerald C., **Common Sense Approach to Thermal Imaging**, SPIE, 2000

Wolfe, William L., **Introduction to Imaging Spectrometers**, SPIE, 1997

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

Mejías Arias, P., Martínez Herrero, Rosario, **Óptica geométrica**, Síntesis, 1990

Hecht E., **Óptica**, Addison Wesley, 2000

Grant, Barbara G., **Field Guide to Radiometry**, SPIE, 2011

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

Slater, P. N., **Remote Sensing: Optics and optical systems**, Addison-Wesley, 1980

Willers, Cornelius J., **Electro-Optical System Analysis and Design: A Radiometry Perspective**, SPIE, 2013

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

Burbano de Ercilla, S., **Física General**, Mira, 1990

Born M., Wolf E., **Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light**, Cambridge University Press, 1999

Muñoz-Rodríguez J. A., **Laser scanner technology**, InTech, 2012

Chen Z., **The application of airborne LiDAR data in the modelling of 3D urban landscape ecology**, Cambridge Scholars Publishing, 2017

Clough D., **Earth observation systems for resource management and environmental control**, Springer, 2013

Fitch J. P., **Synthetic aperture RADAR**, Springer, 1988

Maitre H., **Processing of synthetic aperture RADAR images**, Wiley, 2008

Richards J. A., **Remote sensing with imaging RADAR**, Springer, 2009

Holvecz F., Pasquali P., **Land applications of RADAR remote sensing**, InTech, 2014



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Métodos de análisis de datos**

Asignatura	Métodos de análisis de datos			
Código	O07M189V01201			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia impartida por docentes USC			

**Competencias**

Código

**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****Aplicaciones en el ámbito agroforestal y ambiental**

Asignatura	Aplicaciones en el ámbito agroforestal y ambiental			
Código	O07M189V01202			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado USC.			

**Competencias**

Código

**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****Aplicaciones en ingeniería y arquitectura**

Asignatura	Aplicaciones en ingeniería y arquitectura			
Código	O07M189V01203			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia impartida por profesorado USC.			

**Competencias**

Código

**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 control**

Asignatura	Sistemas de control			
Código	O07M189V01204			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano Gallego			
Departamento	Ingeniería de sistemas y automática			
Coordinador/a	García Rivera, Matías			
Profesorado	García Rivera, Matías			
Correo-e	mgrivera@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
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	
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.
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.
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.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**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 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 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 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
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 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9

RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9

## 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 con apoyo de las TIC (Repetida, non usar)	10	15	25
Resolución de problemas	10	15	25
Seminario	2	0	2
Trabajo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	6	8

\*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 con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	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

Metodologías	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 con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	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			
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, no usar)	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 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	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 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

Katsuhiko 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

<https://px4.io/>,

---

### **Recomendaciones**

#### **Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas de navegación y comunicación**

Asignatura	Sistemas de navegación y comunicación			
Código	O07M189V01205			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua	#EnglishFriendly			
Impartición	Castellano			
Departamento	Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Jorge, Higinio González Valdés, Borja González de Santos, Luis Miguel Pino García, Antonio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Esta materia muestra los fundamentos sobre los principales sistemas de navegación y comunicación empleados en drones.			

**Competencias**

Código	
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.
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.
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.
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.
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.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
---------------------------	--------------

Conocer los sistemas clásicos de comunicaciones y navegación.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Comprender el funcionamiento de antenas y el balance del enlace radio.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento basado en ayudas en tierra.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento satelital.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

---

Aprender las características de los sistemas de vigilancia automáticos basados en ADS-B.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

Comprender los sistemas de modulación digital.

CB1  
CB2  
CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

### Contenidos

Tema

1. Geodesia y navegación aérea
2. Concepto de frecuencia, onda y antena. Propagación de ondas.
3. Sistema de navegación basado en ayudas en tierra.
4. Sistemas de navegación basados en satélite. Sistemas ADS-B.
5. Sistemas inerciales.
6. Filtro complementario.
7. Filtro de Kalman.
8. Fórmula de Friis. Ruido, relación señal a ruido, BER y capacidad de canal.
9. Modulaciones analógicas y digitales. Modulaciones adaptativas.
10. Técnicas MIMO.
11. Posicionamiento satelital avanzado. RTK.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	21	42
Prácticas con apoyo de las TIC	21	87	108

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

### Metodologías

Descripción

Lección magistral  
Prácticas con apoyo de las TIC

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Atención por mail y videoconferencia.

<b>Evaluación</b>						
	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Lección magistral	Dos exámenes tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoyo de las TIC	Entregables de prácticas.	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Mike Tooley, David Wyatt, **Aircraft communications and navigation systems**, Elsevier, 2007

Eduardo Huerta, Aldo Mangiaterra, Gustavo Noguera, **GPS. Posicionamiento satelital**, UNR Editora, 2005

Myron Kayton, Walter R. Fried, **Avionics navigation systems**, Wiley, 1997

Robert Arán Escuer, J. R. Aragoneses Manso, **Sistemas de navegación aérea**, Paraningo, 1983

### Recomendaciones

#### Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Operaciones, legislación y certificación/O07M189V01102

Sistemas de observación/O07M189V01104

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Desarrollo de software crítico**

Asignatura	Desarrollo de software crítico			
Código	O07M189V01206			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Dpto. Externo Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio González de Santos, Luis Miguel			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Esta materia muestra los fundamentos para el desarrollo de software en aplicaciones críticas como los autopilotos embarcados en drones.			

**Competencias**

Código	
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.
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.
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.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Conocer, comprender, analizar, valorar y sintetizar el desarrollo del software en proyectos aeroespaciales.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

Conocer y analizar la importancia del software en misiones con sistemas no tripulados.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer los principales estándares para el desarrollo de software.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer, comprender, analizar, valorar y sintetizar el rol del software en el proceso de ingeniería de sistemas.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Conocer las componentes principales para el funcionamiento de un sistema basado en software.	CB3 CB4 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

## Contenidos

Tema

1. Ordenador de a bordo.
2. Sistemas operativos en tiempo real.
3. Sistemas concurrentes.
4. Ingeniería de software para sistemas aéreos no tripulados.
5. Requerimientos de software para sistemas aéreos no tripulados.
6. Utilización de paquetes para telemetría y telecomandos.
7. Verificación y validación. Estándares.

8. Herramientas de simulación.

9. Proyecto de diseño e implementación de una controladora de vuelo.

### Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	14	14	28
Prácticas con apoyo de las TIC	28	94	122

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

### Metodologías

Descripción
Lección magistral
Prácticas con apoyo de las TIC

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas			
Lección magistral	Exámenes tipo test.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoyo de las TIC	Entregas de ejercicios.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

### Fuentes de información

#### Bibliografía Básica

#### Bibliografía Complementaria

Castillo, Pedro, **Modelling and control of mini-flying machines**, Springer, 2005

Fahlstraom, Paul Gerin, **Introduction to UAV systems**, John Wiley & Sons, 2012

### Recomendaciones

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Prácticas externas**

Asignatura	Prácticas externas			
Código	O07M189V01207			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Esta materia permite la formación práctica del alumnado en empresas del sector de los drones.			

**Competencias**

Código	
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.
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.
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.
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.
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.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CE5	Capacidad de aplicar datos de sistemas aéreos no tripulados para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.
CE6	Conocimiento de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados para su uso en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.
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.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**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 CE5 CE6 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

**Contenidos**

Tema
Prácticas en un entorno profesional relacionado con la temática del master.

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticum, Practicas externas y clínicas	0	225	225

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

**Metodologías**

Descripción
Prácticum, Practicas externas y clínicas

**Atención personalizada**

Metodologías	Descripción
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Tutorías por vía telemática

**Evaluación**

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Informe de prácticas	100	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CE6 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 continúan el temario**

---

Trabajo fin de máster/O07M189V01208

---

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Métodos de análisis de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Trabajo fin de máster**

Asignatura	Trabajo fin de máster			
Código	O07M189V01208			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descripción general	Materia que permite la elaboración de un proyecto de ingeniería en el sector de los drones.			

**Competencias**

Código	
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.
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.
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.
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.
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.
CG1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados.
CG2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados.
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.
CG4	Que los estudiantes adquieran el conocimiento para desarrollar sistemas aéreos no tripulados y planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes.
CG5	Que los estudiantes sean capaces de aplicar, en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados, los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de estos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa.
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.
CE2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
CE3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
CE4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
CE5	Capacidad de aplicar datos de sistemas aéreos no tripulados para la obtención de información clave para la gestión de recursos naturales y agroforestales.
CE6	Conocimiento de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados para su uso en el ámbito de la ingeniería, la arquitectura y el territorio.
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.
CT2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.
CT3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos.
CT4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor.
CT5	Habilidades de relaciones interpersonales.
CT6	Capacidad de trabajo en equipo.
CT7	Capacidad de organización y planificación.
CT8	Capacidad de análisis y síntesis.
CT9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados de aprendizaje	Competencias
Ser capaz de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5 CG1 CG2 CG3 CG4 CG5 CE1 CE2 CE3 CE4 CE5 CE6 CT1 CT2 CT3 CT4 CT5 CT6 CT7 CT8 CT9 CT10

**Contenidos**

Tema
Proyecto en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados

**Planificación**

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Trabajo tutelado	0	225	225

\*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	Tutorización telemática

**Evaluación**

	Descripción	Calificación	Competencias Evaluadas				
Trabajo tutelado	Defensa de TFM	100	CB1	CG1	CE1	CT1	
			CB2	CG2	CE2	CT2	
			CB3	CG3	CE3	CT3	
			CB4	CG4	CE4	CT4	
			CB5	CG5	CE5	CT5	
					CE6	CT6	
						CT7	
						CT8	
						CT9	
						CT10	

**Otros comentarios sobre la Evaluación**

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendaciones**

---

**Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de vuelo y propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M189V01101

Métodos de análisis de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---