



## Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

### Presentación

A Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo (EEAE) da Universidade de Vigo no Campus universitario de Ourense oferta as titulacións da Universidade de Vigo tanto a nivel grao como a nivel máster que estean relacionadas coa enxeñaría aeroespacial ou aeronáutica.

Máis información relativa ao Centro e as súas titulacións atópase neste documento ou na páxina web (<http://aero.uvigo.es>).

### Enderezo

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 e lexislación

Atópase a información dispoñible na páxina web do Centro (<http://aero.uvigo.es> no apartado Escola -> Normativa).

## Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados

### Materias

#### Curso 1

Código	Nome	Cuadrimestre	Cr.totais
007M189V01101	Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados	1c	6
007M189V01102	Operacións, lexislación e certificación	1c	6
007M189V01103	Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión	1c	6
007M189V01104	Sistemas de observación	1c	6
007M189V01201	Métodos de análise de datos	2c	6
007M189V01202	Aplicacións no ámbito agroforestal e ambiental	2c	6
007M189V01203	Aplicacións en enxeñaría e arquitectura	2c	6
007M189V01204	Sistemas de control	2c	6

O07M189V01205	Sistemas de navegación e comunicación	2c	6
O07M189V01206	Desenvolvemento de software crítico	2c	6
O07M189V01207	Prácticas externas	2c	9
O07M189V01208	Traballo fin de máster	2c	9

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados**

Materia	Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados			
Código	O07M189V01101			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia impartida por docentes USC.			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe Competencias

**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula Horas fóra da aula Horas totais

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

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición Cualificación Competencias Avaliadas

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Operacións, lexislación e certificación</b>				
Materia	Operacións, lexislación e certificación			
Código	O07M189V01102			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia impartida por profesorado de USC.			

<b>Competencias</b>
Código

<b>Resultados de aprendizaxe</b>	
Resultados de aprendizaxe	Competencias

<b>Contidos</b>
Tema

<b>Planificación</b>	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
*Os datos que aparecen na táboa de planificación son de carácter orientador, considerando a heteroxeneidade do alumnado.			

<b>Metodoloxía docente</b>
Descrición

<b>Atención personalizada</b>

<b>Avaliación</b>		
Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas

<b>Outros comentarios sobre a Avaliación</b>

<b>Bibliografía. Fontes de información</b>
<b>Bibliografía Básica</b>
<b>Bibliografía Complementaria</b>

<b>Recomendacións</b>

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión**

Materia	Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión			
Código	O07M189V01103			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente Enxeñaría mecánica, máquinas e motores térmicos e fluídos			
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>			
Descrición xeral	Esta materia pretende introducir os fundamentos básicos que subxacen ao voo de calquera UAV: Aerodinámica, Mecánica de Voo, e Propulsión. Descríbense os seus principios de funcionamento e revísanse os conceptos xerais.			
	Os/as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as tutorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
CB1	Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e aplicación de ideas, a menudo nun contexto de investigación
CB2	Que os estudantes sepan aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos e pouco coñecidos dentro de contextos mais amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CG1	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordo e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
Entender o funcionamento dun perfil de voo, o performance básico das aeronaves e superficies de control	CB1 CB2 CB3 CG1 CG5 CT8 CT9
Aprender cales son os principais sistemas de enerxía e propulsión	CB1 CB2 CB3 CG5 CE1 CT8 CT9

**Contidos**

Tema	
Introdución	Aproximación histórica aos sistemas aéreos non tripulados. Clasificación das aeronaves e os seus sistemas de propulsión. Infraestruturas terrestres. Xestión de tráfico aéreo. Normativa legal.
Aeronaves non tripuladas.	Principios de voo. Performance de aeronaves. Descrición xeral de aeronaves de á fixa. Controis de voo. Estrutura. Principais instrumentos e sistemas embarcados. Descrición xeral de helicópteros. Controis de voo. Principais instrumentos e sistemas embarcados. Multicópteros.
Principais conceptos de mecánica de fluídos.	Compresibilidade. Viscosidade. Capa límite e turbulencia. Número de Reynolds. Número de Mach. Ecuación de Bernoulli. Atmosfera estándar internacional.
Principios básicos de aerodinámica	Perfís aerodinámicos en réxime incompresible. Placa plana, cilindro. Ás en réxime incompresible Condición de Kutta. Á longa de Prandtl.
Introdución á propulsión de aeronaves.	Hélices: teoría de Froude; teoría do elemento de pa. Adaptación de hélices. Aero reactores. Empuxe, impulso específico e control de empuxe en propulsión eléctrica.
Mecánica de voo.	Ecuacións básicas do movemento. Voo de cruceiro, ascenso, descenso e planeo. Viraxes. Efecto vento. Actuadores. Estabilidade e control.

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	21	40	61
Resolución de problemas	21	45	66
Resolución de problemas e/ou exercicios	3	0	3
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	0	20	20

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

**Metodoloxía docente**

	Descrición
Lección maxistral	Presentaranse os contidos utilizando medios audiovisuais. Os contidos subiranse á plataforma de teledocencia.
Resolución de problemas	Presentaranse os contidos utilizando medios audiovisuais. Os contidos subiranse á plataforma de teledocencia.

**Atención personalizada**

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Tutorías presenciais e atención por correo electrónico.
Resolución de problemas	Tutorías presenciais e atención por correo electrónico.

**Avaliación**

	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Resolución de problemas	.	80	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	.	20	CB1 CB2 CB3	CG1 CG5	CE1	CT8 CT9

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

Os alumnos para aprobar deben entregar todos os informes de prácticas e problemas requeridos durante o curso. Todos deben alcanzar de forma individual unha nota mínima dun 5 sobre 10.

Na avaliación ordinaria, requírese unha avaliación de 5 sobre 10 para considerar o exame aprobado.

Na avaliación extraordinaria, os alumnos deben entregar todos aqueles informes de prácticas e problemas que non alcanzasen de forma individual unha nota mínima dun 5. Igualmente, requírese unha avaliación de 5 sobre 10 para considerar o exame aprobado.

### **Bibliografía. Fontes 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

### **Recomendacións**

#### **Materias que continúan o temario**

Sistemas de comunicacións e navegación por radio/O07M174V01103

#### **Materias que se recomenda cursar simultaneamente**

Operacións de sistemas aéreos non tripulados/O07M174V01102

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Sistemas de observación</b>				
Materia	Sistemas de observación			
Código	O07M189V01104			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descriptor	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia que presenta una visión xeral sobre os sistemas de observación embarcados en drones, baseados tanto en sensores activos como pasivos.			

### **Competencias**

Código	
CB1	Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e aplicación de ideas, a menudo nun contexto de investigación
CB2	Que os estudantes sepan aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos e pouco coñecidos dentro de contextos mais amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG4	Que os estudantes adquiran o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE2	Coñecemento dos principios xeomáticos, fotogramétricos e cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación e tratamento dixital de imaxes necesarios na operación de sistemas aéreos non tripulados e sepan aplicar a normativa en vigor.
CE4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
CT2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

### **Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
Coñecer os diferentes sensores pasivos e activos existentes en aplicacións aéreas.	CB1 CB2 CB3 CB5 CG4 CG5 CE2 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9



Entender os procedementos de calibración de sensores.

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

Algoritmos básicos de procesamento de imaxe e procesamento de datos LiDAR

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

## Contidos

### Tema

1. Introducción ós sistemas de observación	Motivación. Aplicacións. Compoñentes básicos do sensor. Rexións espectrais de interese. Integración de sensores en UAVs.
2. Medida da radiación	Formas de describir a propagación da radiación. Teoría electromagnética. Ondas harmónicas. Tipos de ondas. Propagación de ondas electromagnéticas. Fluxo de enerxía dunha onda. Magnitudes e unidades radiométricas. Magnitudes e unidades fotométricas.
3. Fontes de radiación	Tipos de fontes de radiación. Procesos de radiación: emisión e reflexión. Fontes térmicas. Lei de Kirchhoff. Tipos de reflexión. Fontes lambertianas. Transferencia de radiación fonte-sensor. Trasmisión atmosférica.
4. Detectores de radiación	Tipos de detectores de radiación. Detectores de fotóns. Arquitecturas de detectores de fotóns. Detectores de cor. Detectores térmicos. Microbolómetros. Fontes de ruído.
5. Sistemas ópticos	Sistemas centrados. Sistemas perfectos: condicións de Abbe e Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinais. Acoplamento de sistemas ópticos. Lentes e espellos. Aberracións. Diafragmas de apertura e de campo. Resolución dos sistemas ópticos.
6. Sensores de imaxe	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal e angular. Deseño básico de obxectivos: teleobxectivo e gran angular. Irradiancia no plano imaxe. Resolución e nitidez da imaxe. Adquisición de imaxes dende UAVs. Responsividade e detectividade. Sensibilidade do sensor: figuras de mérito. Resolución espacial: PSF e MTF.
7. Imaxe termográfica	Tipos de sistemas termográficos. Sinal de saída. Resposta xeral do detector. Avaliación da imaxe: figuras de mérito. Resolución espacial. Campo de visión instantáneo de medida. Aplicacións.
8. Imaxe espectral	Sistemas multispectrais e hiperspectrais. Clasificación de sistemas hiperspectrais. Variables espectrais. Sistemas separadores. Filtros interferenciais 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 deformacións con RADAR.
10. Sistemas LiDAR.	Fundamentos. Sistemas LiDAR de tempo de voo. Sistemas LiDAR de diferenza de fase. Sistemas LiDAR de estado sólido. Calibración de sistemas LiDAR. Procedementos de medición. Nubes de puntos.
11. Integración de sistemas de observación e navegación.	Fundamentos dos sistemas de navegación. Sistemas GNSS e sistemas INS. Integración con sistemas ópticos pasivos. Integración con sistemas ópticos activos.
12. Análise de datos e procesamento de imaxe.	Metadatos. Imaxe dixital. Definición de imaxe. Recoñecemento de obxectos e seguimentos. Procesado de imaxe. Fotogrametría. Procesado de nubes de puntos.

<b>Planificación</b>			
	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	21	21	42
Prácticas con apoio das TIC	21	87	108

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

<b>Metodoloxía docente</b>	
	Descrición
Lección maxistral	O profesor expón os contidos da materia utilizando métodos de proxección do material gráfico de apoio e atendendo as cuestións formuladas polos estudantes durante a exposición.
Prácticas con apoio das TIC	O profesor explica as tarefas a desenvolver no laboratorio e asiste ós estudantes no manexo do instrumental e os procedementos necesarios.

<b>Atención personalizada</b>	
Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Correo electrónico. Videoconferencia.
Prácticas con apoio das TIC	Correo electrónico. Videoconferencia.

<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Lección maxistral	Os contidos teóricos da materia avaliaranse a través de dous exames parciais tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoio das TIC	As prácticas avaliaranse en función dos exercicios resoltos que terán que entregar os alumnos aos profesores.	50	CB1 CB2 CB3 CB5	CG4 CG5	CE2 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

**Bibliografía. Fontes 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

### **Recomendacións**



**DATOS IDENTIFICATIVOS****Métodos de análise de datos**

Materia	Métodos de análise de datos			
Código	007M189V01201			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia impartida por docentes USC			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaxe**Resultados de aprendizaxe Competencias**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula

Horas fóra da aula

Horas totais

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

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición

Cualificación

Competencias Avaliadas

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aplicacións no ámbito agroforestal e ambiental**

Materia	Aplicacións no ámbito agroforestal e ambiental			
Código	O07M189V01202			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición	Materia impartida por profesorado USC. xeral			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaxe**Resultados de aprendizaxe Competencias**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

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

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas
------------	---------------	------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Aplicacións en enxeñaría e arquitectura**

Materia	Aplicacións en enxeñaría e arquitectura			
Código	O07M189V01203			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia impartida por profesorado USC.			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaxe**Resultados de aprendizaxe Competencias**Contidos**

Tema

**Planificación**

Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
---------------	--------------------	--------------

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

**Metodoloxía docente**

Descrición

**Atención personalizada****Avaliación**

Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas
------------	---------------	------------------------

**Outros comentarios sobre a Avaliación****Bibliografía. Fontes de información****Bibliografía Básica****Bibliografía Complementaria****Recomendacións**

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Sistemas de control**

Materia	Sistemas de control			
Código	O07M189V01204			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán Galego			
Departamento	Enxeñaría de sistemas e 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>			
Descrición xeral	Adquirir coñecementos sobre vehículos aéreos non tripulados: xeometría, mecánica, hardware, control e navegación. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.  Materia do programa English Friendly. Os/ as estudantes internacionais poderán solicitar ao profesorado: a) materiais e referencias bibliográficas para o seguimento da materia en inglés, b) atender as titorías en inglés, c) probas e avaliacións en inglés.			

**Competencias**

Código	
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB4	Que os estudantes sepan comunicar as súas conclusións - e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan - a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG3	Que os estudantes adquiren a capacidade para analizar as necesidades dunha empresa no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados e determinen a mellor solución tecnolóxica para a mesma.
CG4	Que os estudantes adquiren o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordaxe e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CE3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
CE4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
---------------------------	--------------

RA01: Adquirir coñecementos sobre robots aéreos non tripulados, a súa compoñentes clave, estimación de estados, mecánica básica, consideracións de deseño, axilidade e maniobrabilidade.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA02: Coñecer as consideracións xeométricas e mecánicas dos robots aéreos non tripulados, transformacións, rotacións, ángulos de Euler, aplicabilidade dos cuaterniones, velocidade angular, ecuacións de movemento dun multi-rotor, linearización.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA03: Comprender as bases do sistema de control e navegación, controis PID, control en 1D, 2D e 3D de multirrotores, xeración de traxectorias, ecuacións de Euler-Lagrange e Splines.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA04: Entender o funcionamento dos sistemas múltiples de control.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9
RA05: Coñecer os dispositivos sense & avoid.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT6 CT7 CT8 CT9



RA06: Entender os fundamentos de sistemas embebidos en tempo real.

CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CE4  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

RA07: Coñecer os diferentes controladores open hardware existentes e o seu funcionamento.

CB3  
CB4  
CB5  
CG3  
CG4  
CG5  
CE1  
CE3  
CE4  
CT6  
CT7  
CT8  
CT9

## Contidos

### Tema

Introdución a os robots aéreos non tripulados.	Multi-rotores.
Compoñentes clave de o voo autónomo.	Estimación de estados. Mecánica básica. Consideracións de deseño. Axilidade e maniobrabilidade. Selección de compoñentes.
Xeometría e mecánica.	Transformacións. Rotaciónes. Ángulos de Euler. Cuaterniones. Velocidade angular. Ecuacións de Newton-Euler. Eixes principais e momentos principais de inercia. Ecuacións de movemento de un multi-rotor. Linearización.
Control e navegación.	Control PID. Control 1D, 2D e 3D de multirrotores. Traxectorias. Ecuacións de Euler-Lagrange. Splines.
Control de sistemas múltiples.	
Dispositivos Sense & Avoid.	
Fundamentos de sistemas embebidos en tempo real.	
Controladores open hardware.	

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	10	0	10
Prácticas con apoio das TIC (Repetida, non usar)	10	15	25
Resolución de problemas	10	15	25
Seminario	2	0	2
Traballo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas e/ou exercicios	2	6	8

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

## Metodoloxía docente

	Descrición
Lección maxistral	Exposición por parte do profesor dos contidos sobre a materia.
Prácticas con apoio das TIC (Repetida, non usar)	Actividades de aplicación dos coñecementos a situacións concretas e de adquisición de habilidades básicas e procedimentales relacionadas coa materia. Desenvólvense a través das TIC de xeito autónomo.
Resolución de problemas	Actividade na que se formulan problemas relacionados coa materia. O alumnado debe desenvolver as solucións. U obxectivo é que o alumnado aplique os contidos teóricos na resolución de pequenos problemas de programación.
Seminario	Actividade de orientación ós alumnos.
Traballo tutelado	O/A estudante, de xeito individual ou en grupo, elabora un documento sobre a temática da materia ou prepara seminarios, investigacións, memorias, ensaios, resumos de lecturas, conferencias, etc.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Traballo tutelado	Tutorías no despacho do profesor ou profesora. É recomendable acudir a estas tutorías cando aparezan dificultades no desenvolvemento do traballo tutelado, ou cando o tempo dedicado ás actividades non presenciais supere notablemente o tempo fixado na planificación.
Prácticas con apoio das TIC (Repetida, non usar)	Tutorías no despacho do profesor ou profesora. É recomendable acudir a estas tutorías cando aparezan dificultades no desenvolvemento das prácticas autónomas a través de TIC, ou cando o tempo dedicado ás actividades non presenciais supere notablemente o tempo fixado na planificación.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Prácticas con apoio das TIC (Repetida, non usar)	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, a ponderación de cada entrega será do 15%.	30	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9
Traballo tutelado	1 entrega de traballo tutelado, a ponderación de esta entrega será do 20%.	20	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9
Resolución de problemas e/ou exercicios	2 probas sobre os contidos e competencias impartidos nas leccións magistrales e as prácticas autónomas a través de TIC. Estas probas serán de resposta curta, a ponderación de cada proba será do 25%, distribuídas durante o período de actividade presencial.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT6 CT7 CT8 CT9

### Outros comentarios sobre a Avaliación

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

Para os alumnos asistentes na 1ª edición de actas (avaliación continua) realizaranse as seguintes probas e entregas:

- 1 entrega de traballo tutelado, a ponderación de esta entrega será do 20%;
- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, a ponderación de cada entrega será do 15%;
- 2 probas sobre os contidos e competencias impartidos nas leccións magistrales e as prácticas autónomas a través de TIC. Estas probas serán de resposta curta, a ponderación de cada proba será do 25%, distribuídas durante o período de actividade presencial.

Para superar a asignatura é obrigatorio que o alumno realice todas as entregas e todas as probas, e que en cada entrega e proba obteña unha nota igual ou superior a 4.0.

No caso de non realizar algunha entrega ou proba, ou obter en algunha entrega ou proba unha nota inferior a 4.0, si a puntuación global fose superior a 5, a cualificación final en actas será 4.9, suspenso.

#### CRITERIOS DE AVALIACIÓN PARA NON ASISTENTES EN 1ª EDICIÓN DE ACTAS

Para os alumnos non asistentes na 1ª edición de actas realizaranse as seguintes probas e entregas:

- 1 entrega de traballo tutelado, a ponderación de esta entrega será do 20%;

- 2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, a ponderación de cada entrega será do 15%;
- 1 proba sobre os contidos e competencias impartidos nas leccións magistrales e as prácticas autónomas a través de TIC. Esta proba será de resposta curta e a súa ponderación do 50%.

Para superar a asignatura é obrigatorio que o alumno realice todas as entregas e todas as probas, e que en cada entrega e proba obteña unha nota igual ou superior a 4.0.

No caso de non realizar algunha entrega ou proba, ou obter en algunha entrega ou proba unha nota inferior a 4.0, si a puntuación global fose superior a 5, a cualificación final en actas será 4.9, suspenso.

## **CRITERIOS DE AVALIACIÓN PARA A 2ª EDICIÓN DE ACTAS E FIN DE CARREIRA**

Empregarase o mesmo sistema de avaliación aplicado para os non asistente en 1ª edición de actas.

## **XUSTIFICACIÓN DE AUSENCIA**

Para poder xustificar a ausencia a unha proba é necesario un Xustificante de Ausencia ou un Parte de Consulta e Hospitalización (tamén chamado P10) emitido polo médico do SERGAS, ou un certificado emitido por un colexiado médico. Non será válido un xustificante da cita de o médico.

---

### **Bibliografía. Fontes 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 Goma, **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/>,

---

### **Recomendacións**

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Operacións de sistemas aéreos non tripulados/O07M174V01102

Sensores embarcados/O07M174V01104

---

<b>DATOS IDENTIFICATIVOS</b>				
<b>Sistemas de navegación e comunicación</b>				
Materia	Sistemas de navegación e comunicación			
Código	O07M189V01205			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Dpto. Externo Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente Teoría do sinal e comunicacións			
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>			
Descrición xeral	Este tema mostra os fundamentos sobre os principais sistemas de navegación e comunicación empregados nos drons.			

### **Competencias**

Código	
CB1	Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e aplicación de ideas, a menudo nun contexto de investigación
CB2	Que os estudantes sepan aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos e pouco coñecidos dentro de contextos mais amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB4	Que os estudantes sepan comunicar as súas conclusións - e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan - a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG3	Que os estudantes adquiran a capacidade para analizar as necesidades dunha empresa no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados e determinen a mellor solución tecnolóxica para a mesma.
CG4	Que os estudantes adquiran o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordado e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CE3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

### **Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
---------------------------	--------------

Coñecer os sistemas clásicos de navegación e comunicación.

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

---

Comprender o funcionamento das antenas e do balance de enlace radio.

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

---

Entender o funcionamento dun sistema de posicionamiento baseado en axudas en terra

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

---

Entender o funcionamento dun sistemas de posicionamiento satelital.

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

---

Aprender as características dos sistemas de vixilancia automáticos baseados en ADS-B.

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

Comprender os sistemas de modulación dixital.

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

## Contidos

Tema

1. Xeodesia e navegación aérea.
2. Concepto de frecuencia, onda e antena. Propagación de ondas.
3. Sistema de navegación baseado en axudas en terra.
4. Sistema de navegación baseado en satélite. Sistemas ADS-B.
5. Sistemas inerciais.
6. Filtro complementario.
7. Filtro de Kalman.
8. Fórmula de Friis. Ruido, relación sinal a ruido, BER e capacidade de canal.
9. Modulacions analóxicas e dixitais. Modulacions adaptativas
10. Técnicas MIMO.
11. Posicionamento satelital avanzando. RTK.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	21	21	42
Prácticas con apoio das TIC	21	87	108

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

## Metodoloxía docente

Descrición

Lección maxistral  
Prácticas con apoio das  
TIC

## Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Atención por mail e videconferencia.

<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Lección maxistral	Dous exames parciais tipo test.	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoio das TIC	Entregables de prácticas	50	CB1 CB2 CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3	CT6 CT7 CT8 CT9

### **Outros comentarios sobre a Avaliación**

#### **Bibliografía. Fontes 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

### **Recomendacións**

#### **Materias que se recomenda ter cursado previamente**

Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados/O07M189V01101

Operacións, lexislación e certificación/O07M189V01102

Sistemas de observación/O07M189V01104

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Desenvolvemento de software crítico**

Materia	Desenvolvemento de software crítico			
Código	O07M189V01206			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS 6	Carácter OP	Curso 1	Cuadrimestre 2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Dpto. Externo Enxeñaría dos recursos naturais e medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio González de Santos, Luis Miguel			
Correo-e	higinio@uvigo.es			
Web	<a href="http://www.galiciadrones.es/">http://www.galiciadrones.es/</a>			
Descrición xeral	Este tema mostra os fundamentos para o desenvolvemento de software en aplicacións críticas como os pilotos automáticos en drones.			

**Competencias**

Código	
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB4	Que os estudantes sepan comunicar as súas conclusións - e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan - a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG3	Que os estudantes adquiren a capacidade para analizar as necesidades dunha empresa no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados e determinen a mellor solución tecnolóxica para a mesma.
CG4	Que os estudantes adquiren o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordo e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CE3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
CE4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
CT2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
---------------------------	--------------



Coñecer, comprender, analizar, valorar e sintetizar o desenvolvemento do software en proxectos aeroespaciais.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Coñecer e analizar a importancia do software en misións con sistemas non tripulados.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Coñecer os principais estándares para o desenvolvemento de software.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Coñecer, comprender, analizar, valorar e sintetizar o rol do software no proceso de enxeñaría de sistemas.	CB3 CB4 CB5 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Coñecer as compoñentes principais para o funcionamento dun sistema baseado en software.	CB3 CB4 CG3 CG4 CG5 CE1 CE3 CE4 CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

## Contidos

Tema

1. Ordenador de a bordo.
2. Sistemas operativos en tempo real.
3. Sistemas concurrentes.
4. Enxeñaría de software para sistemas aéreos non tripulados.
5. Requerimentos de software para sistemas aéreos non tripulados.
6. Utilización de paquetes para telemetría e telecomandos.
7. Verificación e validación. Estándares.
8. Ferramentas de simulación.
9. Proxecto de deseño e implementación dunha controladora de voo.

## Planificación

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección maxistral	14	14	28
Prácticas con apoio das TIC	28	94	122

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

## Metodoloxía docente

Descrición

Lección maxistral  
Prácticas con apoio das TIC

## Atención personalizada

### Metodoloxías

### Descrición

Lección maxistral Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.  
Prácticas con apoio das TIC Tutorías por correo electrónico y videoconferencia.

## Avaliación

	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Lección maxistral	Exámenes tipo test	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9
Prácticas con apoio das TIC	Entrega de ejercicios.	50	CB3 CB4 CB5	CG3 CG4 CG5	CE1 CE3 CE4	CT2 CT6 CT7 CT8 CT9

## Outros comentarios sobre a Avaliación

## Bibliografía. Fontes 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

## Recomendacións

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

Materia	Prácticas externas			
Código	O07M189V01207			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	9	OB	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Esta materia permite a formación práctica de estudantes en empresas do sector dos drons.			

**Competencias**

Código	
CB1	Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e aplicación de ideas, a menudo nun contexto de investigación
CB2	Que os estudantes sepan aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos e pouco coñecidos dentro de contextos mais amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB4	Que os estudantes sepan comunicar as súas conclusións - e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan - a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG1	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
CG2	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais na operación dos sistemas aéreos non tripulados
CG3	Que os estudantes adquiran a capacidade para analizar as necesidades dunha empresa no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados e determinen a mellor solución tecnolóxica para a mesma.
CG4	Que os estudantes adquiran o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordo e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CE2	Coñecemento dos principios xeomáticos, fotogramétricos e cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación e tratamento dixital de imaxes necesarios na operación de sistemas aéreos non tripulados e sepan aplicar a normativa en vigor.
CE3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
CE4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
CE5	Capacidade de aplicar datos de sistemas aéreos non tripulados para a obtención de información chave na xestión de recursos naturais e agroforestais.
CE6	Coñecemento das boas prácticas existentes na operación de sistemas aéreos non tripulados para o seu uso no ámbito da enxeñaría, arquitectura e territorio.
CT1	Capacidade para comprender o significado e aplicación da perspectiva de xénero nos distintos ámbitos do coñecemento e na práctica profesional co obxectivo de alcanzar unha sociedade mais xusta e igualitaria.
CT2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
CT3	Sostenibilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos.
CT4	Desenvolvemento do espírito innovador e emprendedor.
CT5	Habilidades de relacións interpersonais.
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe	Competencias
Haber desenvolvido un periodo de prácticas en empresa nun entorno profesional relacionado ca temática do mestrado.	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

**Contidos**

Tema

Prácticas nun entorno profesional relacionado ca temática da titulación.

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Prácticum, Practicas externas e clínicas	0	225	225

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

**Metodoloxía docente**

Descrición
Prácticum, Practicas externas e clínicas

**Atención personalizada**

Metodoloxías	Descrición
Prácticum, Practicas externas e clínicas	Tutorías por vía telemática

**Avaliación**

	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas
Prácticum, Practicas externas e clínicas	Informe de prácticas	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

---

**Outros comentarios sobre a Avaliación**

---

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendacións**

---

**Materias que continúan o temario**

---

Traballo fin de máster/O07M189V01208

---

---

**Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados/O07M189V01101

Métodos de análise de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Traballo fin de máster**

Materia	Traballo fin de máster			
Código	O07M189V01208			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Carácter	Curso	Cuadrimestre
	9	OB	1	2c
Lingua impartición	#EnglishFriendly Castelán			
Departamento	Enxeñaría dos recursos naturais e 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>			
Descrición xeral	Materia que permite o desenvolvemento dun proxecto de enxeñaría no sector dos drons.			

**Competencias**

Código	
CB1	Posuir e comprender coñecementos que aporten unha base ou oportunidade de ser orixinais no desenvolvemento e aplicación de ideas, a menudo nun contexto de investigación
CB2	Que os estudantes sepan aplicar os coñecementos adquiridos e a súa capacidade de resolución de problemas en entornos novos e pouco coñecidos dentro de contextos mais amplos (ou multidisciplinares) relacionados coa súa área de estudo.
CB3	Que os estudantes sexan capaces de integrar coñecementos e enfrentarse a complexidade de formular xuízos a partir dunha información que, sendo incompleta ou limitada, inclúa reflexións sobre as responsabilidades sociais e éticas vinculadas a aplicación dos seus coñecementos e xuízos.
CB4	Que os estudantes sepan comunicar as súas conclusións - e os coñecementos e razóns últimas que as sustentan - a públicos especializados e non especializados dun modo claro e sen ambigüedades
CB5	Que os estudantes posúan as habilidades de aprendizaxe que lles permitan continuar estudando dun modo que haberá de ser en gran medida autodirixido e autónomo
CG1	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
CG2	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais na operación dos sistemas aéreos non tripulados
CG3	Que os estudantes adquiran a capacidade para analizar as necesidades dunha empresa no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados e determinen a mellor solución tecnolóxica para a mesma.
CG4	Que os estudantes adquiran o coñecemento para desenvolver sistemas aéreos non tripulados e planificar operacións específicas, dependendo das necesidades existentes e aplicar as ferramentas tecnolóxicas existentes.
CG5	Que os estudantes sexan capaces de aplicar, no ámbito dos sistemas aéreos non tripulados, os principios e metodoloxías de investigación como son as búsquedas bibliográficas, a toma de datos e o análise e interpretación de estos, así como a presentación de conclusións, de forma clara, concisa e rigurosa.
CE1	Coñecemento sobre os principais sistemas, dos instrumentos de abordo e da estación de control dunha aeronave non tripulada, así como a súa influencia en seguridade.
CE2	Coñecemento dos principios xeomáticos, fotogramétricos e cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación e tratamento dixital de imaxes necesarios na operación de sistemas aéreos non tripulados e sepan aplicar a normativa en vigor.
CE3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
CE4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
CE5	Capacidade de aplicar datos de sistemas aéreos non tripulados para a obtención de información chave na xestión de recursos naturais e agroforestais.
CE6	Coñecemento das boas prácticas existentes na operación de sistemas aéreos non tripulados para o seu uso no ámbito da enxeñaría, arquitectura e territorio.
CT1	Capacidade para comprender o significado e aplicación da perspectiva de xénero nos distintos ámbitos do coñecemento e na práctica profesional co obxectivo de alcanzar unha sociedade mais xusta e igualitaria.
CT2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
CT3	Sostenibilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos.
CT4	Desenvolvemento do espírito innovador e emprendedor.
CT5	Habilidades de relacións interpersonais.
CT6	Capacidade de traballo en equipo
CT7	Capacidade de organización e planificación.
CT8	Capacidade de análise e síntese.
CT9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados de aprendizaxe Competencias

Ser capaz de desenvolver un proxecto técnico no eido dos sistemas aéreos non 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
**Contidos**

Tema

Proxecto no eido dos sistemas aéreos non tripulados

**Planificación**

	Horas na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Traballo tutelado	0	225	225

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

**Metodoloxía docente**

Descrición

Traballo tutelado

**Atención personalizada****Metodoloxías****Descrición**

Traballo tutelado

Titorización telemática.

**Avaliación**

	Descrición	Cualificación	Competencias Avaliadas			
Traballo 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

**Outros comentarios sobre a Avaliación**

---

**Bibliografía. Fontes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

---

---

**Recomendacións**

---

**Materias que se recomenda ter cursado previamente**

---

Aerodinámica, mecánica de voo e propulsión/O07M189V01103

Fundamentos de sistemas aéreos non tripulados/O07M189V01101

Métodos de análise de datos/O07M189V01201

Sistemas de observación/O07M189V01104

---