



## 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 6	Sinale OB	Curso 1	Cuadrimestre 1c
Lingua de 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 previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**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      Resultados de Formación e Aprendizaxe

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

**DATOS IDENTIFICATIVOS****Operacións, lexislación e certificación**

Materia	Operacións, lexislación e certificación			
Código	O07M189V01102			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua de 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.			

**Competencias**

Código

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**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	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

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

**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	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua de 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	
A1	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
A2	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.
A3	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.
B1	Que os estudantes adquiren coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
B5	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.
C1	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.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Entender o funcionamento dun perfil de voo, o performance básico das aeronaves e superficies de control	A1 A2 A3 B1 B5 D8 D9
Aprender cales son os principais sistemas de enerxía e propulsión	A1 A2 A3 B5 C1 D8 D9

**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	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Resolución de problemas	.	80	A1 A2 A3	B1 B5	C1	D8 D9
Informe de prácticas, prácticum e prácticas externas	.	20	A1 A2 A3	B1 B5	C1	D8 D9

### **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			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OB	1	1c
Lingua de 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.			

<b>Competencias</b>	
Código	
A1	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
A2	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.
A3	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.
A5	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
B4	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.
B5	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.
C2	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.
C4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
D2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
D6	Capacidade de traballo en equipo
D7	Capacidade de organización e planificación.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

<b>Resultados de aprendizaxe</b>	
Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe



Cofecer os diferentes sensores pasivos e activos existentes en aplicacións aéreas.	A1 A2 A3 A5 B4 B5 C2 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Entender os procedementos de calibración de sensores.	A1 A2 A3 A5 B4 B5 C2 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Algoritmos básicos de procesamento de imaxe e procesamento de datos LiDAR	A1 A2 A3 A5 B4 B5 C2 C4 D2 D6 D7 D8 D9

## 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 multiespectrais e hiperespectrais. Clasificación de sistemas hiperespectrais. 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 deformaciones 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.

### 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	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.

### Atención personalizada

Metodoloxías	Descrición
Lección maxistral	Correo electrónico. Videoconferencia.
Prácticas con apoio das TIC	Correo electrónico. Videoconferencia.

### Avaliación

	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Os contidos teóricos da materia avaliaranse a través de dous exames parciais tipo test.	50	A1 A2 A3 A5	B4 B5	C2 C4	D2 D6 D7 D8 D9
Prácticas con apoio das TIC	As prácticas avaliaranse en función dos exercicios resoltos que terán que entregar os alumnos aos profesores.	50	A1 A2 A3 A5	B4 B5	C2 C4	D2 D6 D7 D8 D9

### 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	O07M189V01201			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos non Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua de 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 previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**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      Resultados de Formación e Aprendizaxe

**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	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua de 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 previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**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	Resultados de Formación e Aprendizaxe
------------	---------------	---------------------------------------

**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	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua de 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 previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

**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      Resultados de Formación e Aprendizaxe

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

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

Materia	Sistemas de control			
Código	007M189V01204			
Titulación	Máster Universitario en Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua de 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 xeral	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	
A3	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.
A4	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.
A5	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.
B3	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.
B4	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.
B5	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.
C1	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.
C3	Capacidad de interaccionar con otros equipos técnicos en el ámbito de la ingeniería para la planificación de operaciones con sistemas aéreos no tripulados.
C4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
D6	Capacidad de trabajo en equipo.
D7	Capacidad de organización y planificación.
D8	Capacidad de análisis y síntesis.
D9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad.

**Resultados de aprendizaje**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

RA01: Adquirir conocimientos sobre robots aéreos no tripulados, sus componentes clave, estimación de estados, mecánica básica, consideraciones de diseño, agilidad y maniobrabilidad.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9
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.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9
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.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9



RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9
RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D6 D7 D8 D9

## 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 na aula	Horas fóra da aula	Horas totais
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoio 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

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

## Metodoloxías

	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia.
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, non 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, non 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	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Prácticas con apoyo de las TIC (Repetida, non usar)	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30	A3 A4 A5	B3 B4 B5	C1 C3 C4	D6 D7 D8 D9
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	A3 A4 A5	B3 B4 B5	C1 C3 C4	D6 D7 D8 D9
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	A3 A4 A5	B3 B4 B5	C1 C3 C4	D6 D7 D8 D9

### Otros comentarios sobre a Avaliación

#### 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**

#### **Materias que se recomienda tener cursado previamente**

Operaciones de sistemas aéreos no 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	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	6	OP	1	2c
Lingua de 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**

<b>Código</b>	
A1	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
A2	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.
A3	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.
A4	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
A5	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
B3	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.
B4	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.
B5	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.
C1	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.
C3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
D6	Capacidade de traballo en equipo
D7	Capacidade de organización e planificación.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

### **Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Coñecer os sistemas clásicos de navegación e comunicación.

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

---

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

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

---

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

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

---

Entender o funcionamento dun sistemas de posicionamiento satelital.

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

---

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

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

Comprender os sistemas de modulación dixital.

A1  
A2  
A3  
A4  
A5  
B3  
B4  
B5  
C1  
C3  
D6  
D7  
D8  
D9

## 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. Modulacións analóxicas e dixitais. Modulacións 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 videoconferencia.

<b>Avaliación</b>						
	Descrición	Cualificación	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Dous exames parciais tipo test.	50	A1	B3	C1	D6
			A2	B4	C3	D7
			A3	B5		D8
			A4			D9
			A5			
Prácticas con apoio das TIC	Entregables de prácticas	50	A1	B3	C1	D6
			A2	B4	C3	D7
			A3	B5		D8
			A4			D9
			A5			

### 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	Sinale OP	Curso 1	Cuadrimestre 2c
Lingua de 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	higiniog@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	
A3	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.
A4	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
A5	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
B3	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.
B4	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.
B5	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.
C1	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.
C3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
C4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
D2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
D6	Capacidade de traballo en equipo
D7	Capacidade de organización e planificación.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------



Coñecer, comprender, analizar, valorar e sintetizar o desenvolvemento do software en proxectos aeroespaciais.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Coñecer e analizar a importancia do software en misións con sistemas non tripulados.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Coñecer os principais estándares para o desenvolvemento de software.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Coñecer, comprender, analizar, valorar e sintetizar o rol do software no proceso de enxeñaría de sistemas.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D2 D6 D7 D8 D9
Coñecer as compoñentes principais para o funcionamento dun sistema baseado en software.	A3 A4 B3 B4 B5 C1 C3 C4 D2 D6 D7 D8 D9

## 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	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Lección maxistral	Exámenes tipo test	50	A3	B3	C1	D2
			A4	B4	C3	D6
			A5	B5	C4	D7
Prácticas con apoio das TIC	Entrega de ejercicios.	50	A3	B3	C1	D2
			A4	B4	C3	D6
			A5	B5	C4	D7
						D8
						D9

## 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			
Descritores	Creditos ECTS	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OB	1	2c
Lingua de 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	
A1	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
A2	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.
A3	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.
A4	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
A5	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
B1	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
B2	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais na operación dos sistemas aéreos non tripulados
B3	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.
B4	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.
B5	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.
C1	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.
C2	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.
C3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
C4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
C5	Capacidade de aplicar datos de sistemas aéreos non tripulados para a obtención de información chave na xestión de recursos naturais e agroforestais.
C6	Coñecemento das boas prácticas existentes na operación de sistemas aéreos non tripulados para o seu uso no ámbito da enxeñaría, arquitectura e territorio.
D1	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.
D2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
D3	Sostenibilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos.
D4	Desenvolvemento do espírito innovador e emprendedor.
D5	Habilidades de relacións interpersonais.
D6	Capacidade de traballo en equipo
D7	Capacidade de organización e planificación.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
---------------------------------	---------------------------------------

Haber desenvolvido un periodo de prácticas en empresa nun entorno profesional relacionado ca temática do mestrado.	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2 B3 B4 B5 C1 C2 C3 C4 C5 C6 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10
--	---

**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	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Prácticum, Practicas externas e clínicas	Informe de prácticas	100	A1	B1	C1	D1
			A2	B2	C2	D2
			A3	B3	C3	D3
			A4	B4	C4	D4
			A5	B5	C5	D5
					C6	D6
						D7
						D8
						D9
						D10

---

**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	Sinale	Curso	Cuadrimestre
	9	OB	1	2c
Lingua de 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	
A1	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
A2	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.
A3	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.
A4	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
A5	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
B1	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais en enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados.
B2	Que os estudantes adquiran coñecementos xerais na operación dos sistemas aéreos non tripulados
B3	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.
B4	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.
B5	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.
C1	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.
C2	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.
C3	Capacidade de interaccionar con outros equipos técnicos no ámbito da enxeñaría para a planificación de operacións con sistemas aéreos non tripulados.
C4	Capacidade de desenvolver un proxecto técnico no ámbito da enxeñaría de sistemas aéreos non tripulados
C5	Capacidade de aplicar datos de sistemas aéreos non tripulados para a obtención de información chave na xestión de recursos naturais e agroforestais.
C6	Coñecemento das boas prácticas existentes na operación de sistemas aéreos non tripulados para o seu uso no ámbito da enxeñaría, arquitectura e territorio.
D1	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.
D2	Capacidade para comunicarse por oral e por escrito en lingua galega.
D3	Sostenibilidade e compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable e eficiente dos recursos.
D4	Desenvolvemento do espírito innovador e emprendedor.
D5	Habilidades de relacións interpersonais.
D6	Capacidade de traballo en equipo
D7	Capacidade de organización e planificación.
D8	Capacidade de análise e síntese.
D9	Capacidade de razoamento crítico e creatividade.

**Resultados de aprendizaxe**

Resultados previstos na materia	Resultados de Formación e Aprendizaxe
Ser capaz de desenvolver un proxecto técnico no eido dos sistemas aéreos non tripulados	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2 B3 B4 B5 C1 C2 C3 C4 C5 C6 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

**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	Resultados de Formación e Aprendizaxe			
Traballo tutelado	(*)Defensa de TFM	100	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4 B5	C1 C2 C3 C4 C5 C6	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

---

**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

---