



## DATOS IDENTIFICATIVOS

### Sistemas de observación

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

## Resultados de Formación y Aprendizaje

Código				
A1	Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación.			
A2	Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio.			
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.			
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.			
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.			
C2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes necesarios en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.			
C4	Capacidad para desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.			
D2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega.			
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 previstos en la materia

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
------------------------------------	---------------------------------------

Conocer los diferentes sensores pasivos y activos existentes en aplicaciones aéreas.

A1  
A2  
A3  
A5  
B4  
B5  
C2  
C4  
D2  
D6  
D7  
D8  
D9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.

A1  
A2  
A3  
A5  
B4  
B5  
C2  
C4  
D2  
D6  
D7  
D8  
D9

Algoritmos básicos de procesamiento de imagen y procesamiento de datos LiDAR

A1  
A2  
A3  
A5  
B4  
B5  
C2  
C4  
D2  
D6  
D7  
D8  
D9

**Contenidos**

Tema

1. Introducción a los sistemas de observación	Motivación. Aplicaciones. Componentes básicos del sensor. Regiones espectrales de interés. Integración de sensores en UAVs.
2. Medida de la radiación	Formas de describir la propagación de la radiación. Teoría electromagnética. Ondas armónicas. Tipos de ondas. Propagación de ondas electromagnéticas. Flujo de energía de una onda. Magnitudes y unidades radiométricas. Magnitudes y unidades fotométricas.
3. Fuentes de radiación	Tipos de fuentes de radiación. Procesos de radiación: emisión y reflexión. Fuentes térmicas. Ley de Kirchhoff. Tipos de reflexión. Fuentes lambertianas. Transferencia de radiación fuente-sensor. Trasmisión atmosférica.
4. Detectores de radiación	Tipos de detectores de radiación. Detectores de fotones. Arquitecturas de detectores de fotones. Detectores de color. Detectores térmicos. Microbolómetros. Fuentes de ruido.
5. Sistemas ópticos	Sistemas centrados. Sistemas perfectos: condiciones de Abbe y Herschel. Óptica paraxial. Elementos cardinales. Acoplamiento de sistemas ópticos. Lentes y espejos. Aberraciones. Diafragmas de apertura y de campo. Resolución de los sistemas ópticos.
6. Sensores de imagen	Sistemas ópticos para cámaras. Campo transversal y angular. Diseño básico de objetivos: teleobjetivo y gran angular. Irradiancia en el plano imagen. Resolución y nitidez de la imagen. Adquisición de imágenes desde UAVs. Responsividad y detectividad. Sensibilidad del sensor: figuras de mérito. Resolución espacial: PSF y MTF.
7. Imagen termográfica	Tipos de sistemas termográficos. Señal de salida. Respuesta general del detector. Evaluación de la imagen: figuras de mérito. Resolución espacial. Campo de visión instantáneo de medida. Aplicaciones.

8. Imagen espectral	Sistemas multiespectrales e hiperespectrales. Clasificación de sistemas hiperespectrales. Variables espectrales. Sistemas separadores. Filtros interferenciales de banda. Redes de difracción. Espectrómetros por transformada de Fourier.
9. Sistemas RADAR.	Fundamentos RADAR. radar de apertura sintética (SAR). RADAR como sistema de observación. Medición de deformaciones con RADAR.
10. Sistemas LiDAR	Fundamentos. Sistemas LiDAR de tiempo de vuelo. Sistemas LiDAR de diferencia de fase. Sistemas LiDAR de estado sólido. Calibración de sistemas LiDAR. Procedimientos de medida. Nubes de puntos.
11. Integración de sistemas de observación y navegación.	Fundamentos de sistemas de navegación. Sistemas GNSS y sistemas INS. Integración con sistemas ópticos pasivos. Integración con sistemas ópticos activos.
12. Análisis de datos y procesamiento de imagen.	Metadatos. Imagen digital. Definición de imagen. Reconocimiento de objetos y seguimiento. Procesamiento de imagen. Fotogrametría. Procesamiento de nubes de puntos.

### Planificación

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

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

### Metodologías

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

### Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Correo electrónico. Videoconferencia.
Prácticas con apoyo de las TIC	Correo electrónico. Videoconferencia.

### Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje
Lección magistral	Se propondrán una serie de ejercicios a lo largo del periodo lectivo para ser trabajados por el alumnado y entregados en un plazo que se fijará. Todos contribuirán a la nota global con la misma proporción y en total representarán el 30% de la nota total de la asignatura. Estas pruebas serán recuperables mediante la entrega de los problemas hasta el día del examen oficial.	30	A1 B4 C2 D2 A2 B5 C4 D6 A3 D7 A5 D8 D9
Prácticas con apoyo de las TIC	Esta parte se evaluará mediante diferentes pruebas. Por una parte el trabajo en el laboratorio, que representará un 40% de la nota total de la asignatura. Por otra parte unos informes o trabajos relacionados con la actividad de laboratorio que el estudiantado entregará en un plazo fijado y representará un 30% de la nota. El trabajo de laboratorio no será recuperable, los informes sí mediante su entrega hasta la fecha del examen oficial.	70	A1 B4 C2 D2 A2 B5 C4 D6 A3 D7 A5 D8 D9

### Otros comentarios sobre la Evaluación

El/la estudiante tiene el derecho a optar por la evaluación global según el procedimiento y el plazo que establezca lo entro para cada convocatoria. En cuyo caso los/las estudiantes realizarán un examen que contendrá problemas, ejercicios y cuestiones relacionadas con todas las partes de la materia, pudiendo contener también preguntas relacionadas con la parte experimental de laboratorio.

El/la estudiante que no entregue ningún problema ni ningún informe/trabajo de laboratorio recibirá la calificación de "no presentado"

Evaluación de segunda oportunidad y de fin de carrera: Se hará al igual que la de primera oportunidad: deberán entregar los problemas y los informes/trabajos de laboratorio. Los estudiantes que no habían hecho las prácticas de laboratorio pueden optar a una prueba adicional con cuestiones y problemas relacionados, que tendrá el mismo peso del 40%.

---

**Fuentes de información**

---

**Bibliografía Básica**

---

**Bibliografía Complementaria**

- 
- Grant, Barbara G., **Getting Started with UAV Imaging Systems**, SPIE, 2016
- 
- Holst, Gerald C., **Common Sense Approach to Thermal Imaging**, SPIE, 2000
- 
- Wolfe, William L., **Introduction to Imaging Spectrometers**, SPIE, 1997
- 
- Martínez-Corral, M., **Instrumentos ópticos y optométricos: teoría y prácticas**, Universidad de Valencia, 1998
- 
- Mejías Arias, P., Martínez Herrero, Rosario, **Óptica geométrica**, Síntesis, 1990
- 
- Hecht E., **Óptica**, Addison Wesley, 2000
- 
- Grant, Barbara G., **Field Guide to Radiometry**, SPIE, 2011
- 
- Palmer, James M. and Grant, Barbara G., **The Art of Radiometry**, SPIE, 2009
- 
- Slater, P. N., **Remote Sensing: Optics and optical systems**, Addison-Wesley, 1980
- 
- Willers, Cornelius J., **Electro-Optical System Analysis and Design: A Radiometry Perspective**, SPIE, 2013
- 
- Dereniak, Eustace L., **Optical radiation detectors**, John Wiley & Sons, 1984
- 
- Burbano de Ercilla, S., **Física General**, Mira, 1990
- 
- Born M., Wolf E., **Principles of optics: electromagnetic theory of propagation, interference and diffraction of light**, Cabridge University Press, 1999
- 
- Muñoz-Rodríguez J. A., **Laser scanner technology**, InTech, 2012
- 
- Chen Z., **The application of airborne LiDAR data in the modelliing 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

---

**Recomendaciones**