

Escuela de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio

Presentación

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

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

Localización

Escola de Enxeñaría Aeronáutica e do Espazo

Pavillón Manuel Martínez-Risco
Campus universitario
32004 Ourense

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

Normativa y legislación

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

Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados

Asignaturas

Curso 1

Código	Nombre	Cuatrimestre	Cr.totales
O07M174V01101	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
O07M174V01102	Operaciones de sistemas aéreos no tripulados	1c	6
O07M174V01103	Sistemas de comunicación y navegación por radio	1c	6
O07M174V01104	Sensores embarcados	1c	6
O07M174V01105	Sistemas de control	2c	6
O07M174V01106	Aplicaciones en el sector agroforestal	1c	6
O07M174V01107	Recursos naturales	1c	6

O07M174V01108	Gestión del territorio y urbanismo	1c	6
O07M174V01201	Cargas útiles basadas en sensores pasivos	2c	6
O07M174V01202	Cargas útiles basadas en sensores activos	2c	6
O07M174V01203	Ingeniería civil, Industrial y Arquitectura	2c	6
O07M174V01204	Visión por computador para UAVS	2c	6
O07M174V01205	Prácticas externas	2c	15
O07M174V01206	Trabajo Fin de Máster	2c	9

DATOS IDENTIFICATIVOS

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados

Asignatura	Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01101			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua Impartición	#EnglishFriendly Castellano			
Departamento	Ingeniería mecánica, máquinas y motores térmicos y fluidos			
Coordinador/a	Orgeira Crespo, Pedro			
Profesorado	Orgeira Crespo, Pedro			
Correo-e	porgeira@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende introducir los fundamentos básicos que subyacen al vuelo de cualquier UAV: Aerodinámica, Mecánica de Vuelo, y Propulsión. Se describen sus principios de funcionamiento y se revisan los conceptos generales. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código	
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
B1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
C1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordo y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
D2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
D8	Capacidad de análisis y síntesis
D9	Capacidad de razonamiento crítico y creatividad

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje

Aprender cuales son los principales principios aerodinámicos, de mecánica de vuelo y propulsión empleadas en aeronaves no tripuladas.	A1 A2 A3 B1 B3 B4 B5 C1 D2 D8 D9

Contenidos	
Tema	
Introducción	Aproximación histórica a los sistemas aéreos no tripulados. Clasificación de las aeronaves y sus sistemas de propulsión.
Aeronaves no tripuladas.	Principios de vuelo. Performance de aeronaves. Descripción general de aeronaves de ala fija. Controles de vuelo. Estructura. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Descripción general de helicópteros. Controles de vuelo. Principales instrumentos y sistemas embarcados. Multicópteros.
Principales conceptos de mecánica de fluidos.	Compresibilidad. Viscosidad. Capa límite y turbulencia. Número de Reynolds. Número de Mach. Ecuación de Bernoulli. Atmósfera estándard internacional.
Principios básicos de aerodinámica	Perfiles aerodinámicos en régimen incompresible. Placa plana, cilindro. Alas en régimen incompresible Condición de Kutta. Ala larga de Prandtl.
Introducción a la propulsión de aeronaves.	Hélices: teoría de Froude; teoría del elemento de pala. Adaptación de hélices. Aero reactores. Empuje, impulso específico y control de empuje en propulsión eléctrica.
Mecánica de vuelo.	Ecuaciones básicas del movimiento. Vuelo de crucero, ascenso, descenso y planeo. Virajes. Efecto viento. Actuadores. Estabilidad y control.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	21	40	61
Resolución de problemas	21	45	66
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	0	3
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	20	20
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.
Resolución de problemas	Se presentarán los contenidos utilizando medios audiovisuales. Los contenidos se subirán a la plataforma de teledocencia.

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

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje			
Resolución de problemas	Los alumnos para aprobar deben entregar todos los informes de prácticas y problemas requeridos durante el curso. Todos deben alcanzar de forma individual una nota mínima de un 5 sobre 10. En la evaluación ordinaria, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado. En la evaluación extraordinaria, los alumnos deben entregar todos aquellos informes de prácticas y problemas que no alcanzasen de forma individual una nota mínima de un 5. Igualmente, se requiere una evaluación de 5 sobre 10 para considerar el examen aprobado.	80	A1 A2 A3	B1 B3 B4 B5	C1	D2 D8 D9
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas		20	A1 A2 A3	B1 B3 B4 B5	C1	D2 D8 D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

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

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

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

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

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

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

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

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

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102

Plan de Contingencias

Descripción

En el caso de alerta sanitaria por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación será 100 % virtual.

DATOS IDENTIFICATIVOS

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados

Asignatura	Operaciones de sistemas aéreos no tripulados			
Código	O07M174V01102			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OB	1	1c
Lengua Impartición	Castellano			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia impartida por USC. Mas información en: http://www.usc.es/gl/centros/eps/materia.html?materia=136894 Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias

Código

Resultados de aprendizaje

Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje

Contenidos

Tema

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales

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

Metodologías

	Descripción

Atención personalizada

Evaluación

Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Plan de Contingencias

Descripción

En caso de alerta sanitaria por COVID19 toda la docencia, tutorías y evaluación pasará a ser 100 % virtual.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sistemas de comunicación y navegación por radio				
Asignatura	Sistemas de comunicación y navegación por radio			
Código	O07M174V01103			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento	Teoría de la señal y comunicaciones			
Coordinador/a	Arias Acuña, Alberto Marcos			
Profesorado	Arias Acuña, Alberto Marcos González Valdés, Borja Pino García, Antonio			
Correo-e	marcos@com.uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia en la que se estudian los aspectos más importantes relativos a las comunicaciones con vehículos no tripulados, incluyendo las antenas, la propagación de ondas y los sistemas de radionavegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias	
Código	
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
C2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los sistemas clásicos de comunicaciones y navegación	A3 B4 D8
Comprender el funcionamiento de antenas y el balance del enlace radio.	A5 B5 D9

Conocer los sistemas de navegación del tipo NDB, VOR/DME e ILS	B3 B4 C2 D7
Entender el funcionamiento de un sistema de posicionamiento GNSS	A4 B3 C2 D6
Aprender las características de los sistemas de vigilancia automáticos basados en ADS-B y ADS-C	A5 B4 D6

Contenidos

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

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoyo de las TIC	14	14	28
Trabajo tutelado	7	63	70
Estudio de casos	14	14	28
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	4	6
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	1	7	8

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

Metodologías

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

Atención personalizada

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

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Resolución de problemas y/o ejercicios	Examen final: consiste en una prueba para la evaluación de las competencias adquiridas por los estudiantes mediante la resolución de problemas sencillos y preguntas cortas de teoría.	60	A3 A5	B3 B4 B5	C2	D7 D8 D9
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	Participación en actividades por parte de los alumnos, especialmente de las prácticas, entregando una memoria final de las mismas. Este apartado corresponde a la evaluación continua del alumno.	40	A4 A5	B3 B4 B5	C2	D6

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

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

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Marcos Arias Acuña, Oscar Rubiños López, **Radiocomunicación**, 1a, Andavira Editora, 2011

José María Hernando Rábanos, **Transmisión por Radio**, 6a, Editorial Universitaria Ramón Areces, 2008

John Griffits, **Radio Wave Propagation and Antennas. An Introduction**, 1st, Prentice Hall, 1985

Bibliografía Complementaria

Robert R. Collin, **Antennas and Radiowave Propagation**, 1st, Mc Graw Hill, 1985

Constantine A. Balanis, **Antenna Theory. Analysis and Design**, 3rd, Wiley, 2005

ITU-R, Recommendations,

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Cargas útiles basadas en sensores activos/O07M174V01202

Plan de Contingencias

Descripción

En caso de alerta sanitaria que impida la asistencia a las aulas y laboratorios físicos en algún momento del cuatrimestre,
(i) la docencia presencial en aula (grupos A) será sustituida por docencia en línea,
(ii) las tutorías se harán exclusivamente de modo virtual (mediante correo electrónico o a través de la plataforma UVigo Remoto que permite conexiones en directo)
(iii) se buscarán alternativas a las prácticas de laboratorio (grupos B) no realizadas que requieran el uso de material específico y no pueda ser virtualizadas,
(iv) la evaluación se hará de modo virtual a través de la plataforma UVigo Remoto en condiciones que se describirán en el momento oportuno (*) pero que tratarán de ser lo más parecidas posibles a la que sería si no hubiera alerta sanitaria.

(*) no se describen pues las posibilidades de la plataforma se están ampliando continuamente.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Sensores embarcados				
Asignatura	Sensores embarcados			
Código	O07M174V01104			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición	Castellano Inglés			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio Martínez Sánchez, Joaquín			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Materia que muestra los principales sensores que integran un sistemas aéreo no tripulado, centrándose especialmente en aquellos del sistema de navegación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias	
Código	
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los diferentes sistemas inerciales existentes y la algorítmica utilizada para la generación de trayectorias.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9
Que los estudiantes sean capaces de comprender y dominar el lenguaje de la comunicación visual aplicados a los proyectos de diseño de moda.	

Aprender a integrar los resultados de sistemas GNSS y sistemas inerciales.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9
Conocer los sistemas barométricos empleados en UAS.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9
Entender el funcionamiento de un sistema LiDAR, los datos que provee (nubes de puntos) y las posibilidades que ofrece para nacegación en interiores con algoritmos tipo SLAM.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9
Conocer el funcionamiento de sistemas basados en tubo de pitot y ultrasonidos.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9
Entender el funcionamiento de los sistemas basados en imagen, así como la generación de entornos tridimensionales basados en imagen esteoroscópica y la algorítmica básica de procesamiento de imagen.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D6 D7 D8 D9

Contenidos
Tema
Sistemas inerciales (acelerómetros, giróscopos y magnetómetros.
Navegación. Filtro complementario.
Navegación. Filtro de Kalman.
Sistemas barométricos, sistemas basados en tubo de pitot y sistemas de ultrasonidos.
Sistemas LiDAR.
Procesamiento básico de datos LiDAR. Navegación indoor y SLAM.
Sistemas basados en imagen.
Procesamiento de imagen I.
Procesamiento de imagen II

Planificación

	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

	Descripción
Lección magistral	Presentación de los contenidos empleando medios audivisuales. Los contenidos se volcarán en la plataforma de teledocencia.
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	Se realizarán prácticas empleando ordenadores en las que los alumnos tendrán que programar procedimientos para adquirir datos de sensores o realizar operaciones de acondicionamiento de señal.
Trabajo tutelado	Se planterán pequeños proyectos que los alumnos deberán implementar.

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas.	60	A3 A4 A5	B3 B4 B5	D6 D7 D8 D9
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	A3 A4 A5	B3 B4 B5	D6 D7 D8 D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

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

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

Oliver J. Woodman, **An introduction to inertial navigation**, Uniersity of Cambridge, 2007

José Bosch, Manuel Carmona, **Instrumentación electrónica avanzada**, Departament d'Electronica, Universitat de Barcelon, 2012

Omar Bustillos Ponte, **Instrumentación industrial**, Escuela de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Univer, 2001

Fabian Inostroza, **Filtros**, 2015

Greg Welch, Gary Bischop, **An introduction to the Kalman filter**, Department of Computer Science, University of Nort, 2006

Lindsay Kleeman, **Understanding and applying Kalman filtering**, Department of Electrical and Computer Systems Eng.,

James Hays, **Introduction to computer vision**,

Jan Erik Solem, **Programming Computer Vision with Python**,

Jamie Carter et al., **An introduction to LiDAR technology, data and applications**, National Oceanic and Atmospheric Administration,

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Sistemas de control/O07M174V01105

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101
Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102
Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103

Plan de Contingencias

Descripción

En el caso de una alerta de salud COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación se volverá 100% virtual.

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

Competencias	
Código	
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
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 en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
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 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 B4

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
RA04: Entender el funcionamiento de los sistemas múltiples de control.	A3 A4 A5 B4 D6 D7
RA05: Conocer los dispositivos sense&avoid.	A3 A4 A5 B4 B5
RA06: Entender los fundamentos de sistemas embebidos en tiempo real.	A3 A4 A5 B4 D6 D7
RA07: Conocer los diferentes controladores open hardware existentes y su funcionamiento.	A3 A4 A5 B4 B5 D6 D7

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

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	12.5	12.5	25
Resolución de problemas	12.5	12.5	25
Seminario	3	0	3
Trabajo tutelado	8	72	80
Resolución de problemas y/o ejercicios	2	5	7

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

Metodologías	
	Descripción
Lección magistral	Exposición por parte del profesor de los contenidos sobre la materia.
Prácticas con apoio 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 apoio 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	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	2 entregas de prácticas autónomas a través de TIC, la ponderación de cada entrega será del 15%.	30			D8 D9
Trabajo tutelado	1 entrega de trabajo tutelado, la ponderación de esta entrega será del 20%.	20	A3 A4 A5	B3 B4 B5	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		B3 B4	D8 D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

JUSTIFICACIÓN DE AUSENCIA

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

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

Bibliografía Complementaria

Michael Cook, **A Linear Systems Approach to Aircraft Stability and Control**, Butterworth-Heinemann, 2007
Katsuhiro Ogata, **Ingeniería de control moderna**, PRENTICE HALL, 2010
Hassan Gomaa, **Real-time software design for embedded systems**, Cambridge University Press, 2016
Plamen Angelov, **Sense and Avoid in UAS Research and Applications**, John Wiley & Sons, Ltd, 2012
www.librepilot.org,

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102
Sensores embarcados/O07M174V01104

Plan de Contingencias

Descripción

=== MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===
Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

En el caso de alerta sanitaria por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación serán 100 % virtual.

=== ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===

* Metodologías docentes que se mantienen
Todas

* Metodologías docentes que se modifican
Ninguna

* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)
Campus Remoto e FAITIC

* Modificaciones (si proceden) de los contenidos a impartir
Ninguna

* Bibliografía adicional para facilitar el auto-aprendizaje
Ninguna

* Otras modificaciones
Para las prácticas de laboratorio, se sustituirán las prácticas que requieran de equipamiento específico por otro simulado o virtualizado. Eventualmente se propondrán prácticas alternativas que no requieran de dicho equipamiento. Estas prácticas podrán ter un formato autónomo en previsión de problemas de conciliación e/o conectividad.

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===
* Pruebas ya realizadas
Todas las pruebas realizadas mantienen su peso

* Pruebas pendientes que se mantienen
Todas las pruebas pendientes mantienen su peso

* Pruebas que se modifican
No se modifica ninguna prueba.

* Nuevas pruebas
Ninguna

* Información adicional
Debido a la situación excepcional, ante la imposibilidad de poder hacer las pruebas de un modo presencial, se utilizarán medios virtuales para la realización de las pruebas.
Se utilizarán los medios proporcionados por la Universidad, actualmente o "Campus Remoto" y FAITIC. También se podrán complementar con otros medios.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Aplicaciones en el sector agroforestal				
Asignatura	Aplicaciones en el sector agroforestal			
Código	O07M174V01106			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Recursos naturales				
Asignatura	Recursos naturales			
Código	O07M174V01107			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Gestión del territorio y urbanismo				
Asignatura	Gestión del territorio y urbanismo			
Código	O07M174V01108			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	1c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

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

Competencias	
Código	
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
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 de aprendizaje	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los diferentes sensores pasivos existentes en aplicaciones aéreas	A3 A5 B4 D2 D8
Entender los procedimientos de calibración de sensores	A3 A4 A5 B4 B5 D2 D8 D9

Aprender a integrar mecánicamente sensores: implementación de boresighting y utilización de gimbal y sincronización	A3 A4 B3 B4 D2 D6 D7 D8 D9
Aplicar algoritmos de procesamiento de imagen aérea y fotogrametría, clasificación de imágenes, seguimento de objetos, filtros y procesamiento de video	A3 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9
Conocer como integrar imágenes en sistemas de información geográfica	A3 A4 A5 B4 D2 D7 D8 D9

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

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	22	22	44
Trabajo tutelado	7	63	70

Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

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

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico
Trabajo tutelado	Atención presencial en sesiones de tutoría y atención a distancia por medio del correo electrónico

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	Los alumnos deberán entregar un informe por cada práctica o actividad propuesta.	50	A3 A4 A5	B3 B4 B5	D2 D6 D7 D8 D9
Trabajo tutelado	Los alumnos deberán entregar resueltos los problemas planteados.	50	A3 A4 A5	B3 B4 B5	D2 D6 D7 D8 D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

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

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

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

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

Bibliografía Complementaria

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

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

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

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

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

Hays, James, **Computer Vision**,

Shenk, T., **Introduction to Photogrammetry**,

A Brief Introduction to Photogrammetry and Remote Sensing,

Introducción a la fotogrametría,

Olaya, Victor, **Sistemas de información geográfica**, 2014

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

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

Hetch, E., **Óptica**, tercera ed., Adison Wesley, 2000

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101
Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102
Sensores embarcados/O07M174V01104
Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103
Sistemas de control/O07M174V01105

Plan de Contingencias

Descripción

=== MEDIDAS EXCEPCIONALES PLANIFICADAS ===
Ante la incierta e imprevisible evolución de la alerta sanitaria provocada por el COVID-19, la Universidad de Vigo establece una planificación extraordinaria que se activará en el momento en que las administraciones y la propia institución lo determinen atendiendo a criterios de seguridad, salud y responsabilidad, y garantizando la docencia en un escenario no presencial o parcialmente presencial. Estas medidas ya planificadas garantizan, en el momento que sea preceptivo, el desarrollo de la docencia de un modo más ágil y eficaz al ser conocido de antemano (o con una amplia antelación) por el alumnado y el profesorado a través de la herramienta normalizada e institucionalizada de las guías docentes.

=== ADAPTACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS ===
* Metodologías docentes que se mantienen

* Metodologías docentes que se modifican

* Mecanismo no presencial de atención al alumnado (tutorías)

* Modificaciones (si proceden) de los contenidos a impartir

* Bibliografía adicional para facilitar el auto-aprendizaje

* Otras modificaciones

=== ADAPTACIÓN DE LA EVALUACIÓN ===
* Pruebas ya realizadas
Prueba XX: [Peso anterior 00%] [Peso Propuesto 00%]
...

* Pruebas pendientes que se mantienen
Prueba XX: [Peso anterior 00%] [Peso Propuesto 00%]
...

* Pruebas que se modifican
[Prueba anterior] => [Prueba nueva]

* Nuevas pruebas

* Información adicional

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

Competencias	
Código	
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
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 de aprendizaje	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Conocer los diferentes sensores activos existentes, LiDAR y RADAR.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9

Entender los procedimientos de calibración de sensores.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9
Aprender a integrar mecánicamente sensores, implementación de boresighting, utilización de gimbal y sincronización.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9
Conocer diferentes técnicas de procesamiento de datos LiDAR y RADAR, así como la algorítmica empleada para operaciones de segmentación, clasificación y generación de modelos digitales de terreno.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9
Conocer como integrar datos LiDAR y RADAR en sistemas de información geográfica.	A3 A4 A5 B3 B4 B5 D2 D6 D7 D8 D9

Contenidos
Tema
Sensores LiDAR.
Sensores RADAR.
Sincronización de sensores y calibración de rango.
Calibración de orientación. Boresighting.
Sistema UAS-LiDAR para adquisición de datos.
Procesamiento de datos I. Registro y geoposicionamiento.
Procesamiento de datos II. Filtrado.
Procesamiento de datos III. Rasterización y voxelización.
Procesamiento de datos IV. Clasificación de elementos.
Integración de resultados en Sistemas de Información Geográfica.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Lección magistral	10	0	10
Trabajo tutelado	7	63	70

Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	22	22	44
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas	0	10	10
Resolución de problemas y/o ejercicios	3	13	16

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

Metodologías

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

Atención personalizada

Metodologías	Descripción
Lección magistral	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales. Atención por correo electrónico.

Evaluación

	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje		
Trabajo tutelado	El alumno tendrá que entregar problemas resueltos planteados por el profesor.	40	A3 A4 A5	B3 B5	D2 D6 D7 D8 D9
Prácticas con apoio de las TIC (Repetida, non usar)	El alumno tendrá que entregar informes por cada una de las prácticas realizadas	60	A3 A4 A5	B3 B4 B5	D2 D6 D7 D8 D9

Otros comentarios sobre la Evaluación

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

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Light detectiong and ranging (LiDAR), Portland State University,

Jamie Carter et al., **An introduction to LiDAR technology, data and applications**, National Oceanic and Atmospheric Administration,

Francesc Rocadenbosch, **Introduction to LiDAR remote sensing systems**, Universitat Politecnica de Catalunya,

Frank A Ranking, **LiDAR applications in surveying and engineering**,

Demetrios Gatziolis, Hans-Erik Andersen, **A guide to LiDAR data acquisition and processing for the forests of the Pacific Northwest**, United States Department of Agriculture,

David Jenn, **RADAR fundamentals**, US Navy Postgraduade School,

RADAR range equation,

RADAR tutorial,

Andy Myrick et al, **Synthetic Aperture RADAR (SAR)**, Lincoln Laboratory - MIT,

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que continúan el temario

Prácticas externas/O07M174V01205
Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Asignaturas que se recomienda haber cursado previamente

Fundamentos de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01101
Operaciones de sistemas aéreos no tripulados/O07M174V01102
Sensores embarcados/O07M174V01104
Sistemas de comunicación y navegación por radio/O07M174V01103
Sistemas de control/O07M174V01105

Plan de Contingencias

Descripción

En el caso de alerta sanitaria por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación será 100 % virtual.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Ingeniería civil, Industrial y Arquitectura				
Asignatura	Ingeniería civil, Industrial y Arquitectura			
Código	O07M174V01203			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Visión por computador para UAVS				
Asignatura	Visión por computador para UAVS			
Código	O07M174V01204			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	6	OP	1	2c
Lengua Impartición				
Departamento				
Coordinador/a				
Profesorado				
Correo-e				

----- GUÍA DOCENTE NO PUBLICADA -----

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Prácticas externas				
Asignatura	Prácticas externas			
Código	O07M174V01205			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	15	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	Esta materia pretende que el alumno realice una estancia como profesional en prácticas en una empresa del sector de los sistemas aéreos no tripulados. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias	
Código	
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
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
B1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
B2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
C1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordo y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
C2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
C3	Capacidad de intervenir e interaccionar con otros equipos técnicos en la planificación
C4	Capacidad para de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados
D1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria
D2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
D3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos
D4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor
D5	Habilidades de relaciones interpersonales
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
D10	Orientación a la calidad y a la mejora continua

Resultados de aprendizaje	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Haber desarrollado un periodo de prácticas en empresa en un entorno profesional relacionado con la temática de la titulación.	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2 B3 B4 B5 C1 C2 C3 C4 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

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

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Prácticum, Practicas externas y clínicas	0	370	370
Informe de prácticas, prácticum y prácticas externas(Repetida non usar)	0	5	5
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodologías	
	Descripción
Prácticum, Practicas externas y clínicas	

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
Prácticum, Practicas externas y clínicas	Tutorías presenciales y atención por correo electrónico.

Evaluación			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Prácticum, Practicas externas y clínicas	Informe del alumno o alumna. Informe del tutor de prácticas.	100	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4 B5	C1 C2 C3 C4	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Trabajo Fin de Máster/O07M174V01206

Plan de Contingencias

Descripción

En el caso de alerta sanitaria provocada por COVID19, toda la docencia, tutorías y evaluación será 100 % virtual. En el caso específico de las prácticas se facilitará al alumnado empresas que permitan la realización de la actividad a distancia.

DATOS IDENTIFICATIVOS				
Trabajo Fin de Máster				
Asignatura	Trabajo Fin de Máster			
Código	O07M174V01206			
Titulacion	Máster Universitario en Operaciones e Ingeniería de Sistemas Aéreos no Tripulados			
Descriptores	Creditos ECTS	Seleccione	Curso	Cuatrimestre
	9	OB	1	2c
Lengua Impartición	Castellano Gallego Inglés			
Departamento	Ingeniería de los recursos naturales y medio ambiente			
Coordinador/a	González Jorge, Higinio			
Profesorado	González Jorge, Higinio			
Correo-e	higiniog@uvigo.es			
Web	http://aero.uvigo.es			
Descripción general	El alumno realizará un proyecto de ingeniería en el ámbito de los sistemas aéreos no tripulados en el que pondrá en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de la titulación. Los/as estudiantes internacionales podrán solicitar al profesorado: a) materiales y referencias bibliográficas para el seguimiento de la materia en inglés, b) atender las tutorías en inglés, c) pruebas y evaluaciones en inglés.			

Competencias	
Código	
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
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
B1	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en ingeniería sistemas de aéreos no tripulados
B2	Que los estudiantes adquieran conocimientos generales en operación de los sistemas aéreos no tripulados
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 o planificar operaciones específicas, dependiendo de las necesidades existentes y aplicar las herramientas tecnológicas existentes
B5	Que los estudiantes conozcan y sean capaces de aplicar los principios y metodologías de la investigación como son las búsquedas bibliográficas, la toma de datos y el análisis e interpretación de los mismos, así como la presentación de conclusiones, de forma clara, concisa y rigurosa
C1	Conocimiento acerca de los principales sistemas, de los instrumentos de abordo y de la estación de control de una aeronave no tripulada, así como su influencia en la seguridad
C2	Conocimiento de los principios geomáticos, fotogramétricos y cartográficos, de navegación, aerotriangulación, interpretación y tratamiento digital de imágenes, así como de las buenas prácticas existentes en la operación de sistemas aéreos no tripulados y sepan aplicar la normativa en vigor.
C3	Capacidad de intervenir e interaccionar con otros equipos técnicos en la planificación
C4	Capacidad para de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la ingeniería y de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados
D1	Capacidad para comprender el significado y aplicación de la perspectiva de género en los distintos ámbitos de conocimiento y en la práctica profesional con el objetivo de alcanzar una sociedad más justa e igualitaria
D2	Capacidad para comunicarse por oral y por escrito en lengua gallega
D3	Sostenibilidad y compromiso ambiental. Uso equitativo, responsable y eficiente de los recursos
D4	Desarrollo del espíritu innovador y emprendedor
D5	Habilidades de relaciones interpersonales
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
D10	Orientación a la calidad y a la mejora continua

Resultados de aprendizaje	
Resultados previstos en la materia	Resultados de Formación y Aprendizaje
Ser capaz de desarrollar un proyecto técnico en el ámbito de la operación con sistemas aéreos no tripulados.	A1 A2 A3 A4 A5 B1 B2 B3 B4 B5 C1 C2 C3 C4 D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

Contenidos
Tema
Proyecto en el ámbito de la ingeniería de sistemas aéreos no tripulados.
Proyecto en el ámbito de las operaciones con sistemas aéreos no tripulados.

Planificación			
	Horas en clase	Horas fuera de clase	Horas totales
Trabajo tutelado	0	215	215
Trabajo	1	9	10
*Los datos que aparecen en la tabla de planificación son de carácter orientativo, considerando la heterogeneidad de alumnado			

Metodologías	
	Descripción
Trabajo tutelado	

Atención personalizada	
Metodologías	**Descripción**
Trabajo tutelado	Tutorías presenciales y atención por correo eletrónico.

Evaluación			
	Descripción	Calificación	Resultados de Formación y Aprendizaje

Trabajo tutelado	Memoria de proyecto. Presentación oral.	100	A1 A2 A3 A4 A5	B1 B2 B3 B4 B5	C1 C2 C3 C4	D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9 D10

Otros comentarios sobre la Evaluación

Fuentes de información

Bibliografía Básica

Bibliografía Complementaria

Recomendaciones

Asignaturas que se recomienda cursar simultáneamente

Prácticas externas/O07M174V01205

Plan de Contingencias

Descripción

En caso de alerta sanitaria por COVID19 toda la docencia, tutorías y evaluación pasará a ser 100 % virtual. Existe el compromiso que todas las líneas de actividad de TFM se adapten a esta situación facilitando el trabajo del alumno a distancia.