



GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2018/19

ÍNDICE

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA
2. CONOCIMIENTOS PREVIOS
3. COMPETENCIAS
4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE
5. PROFESORADO
6. PROGRAMA
7. PLAN DE TRABAJO
8. SISTEMA DE EVALUACIÓN
9. RECURSOS DIDÁCTICOS
10. OTRA INFORMACIÓN

PLAN 14IA - GRADO EN INGENIERÍA AEROESPACIAL

Código **145009001**

Asignatura **ASTRONOMÍA Y NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA**

Nombre en Inglés **ASTRONOMY AND ASTRONOMICAL NAVIGATION**

Materia

Especialidad COMÚN

Idiomas CASTELLANO

Curso CUARTO

Semestre OCTAVO

Carácter OP

Créditos 4 ECTS

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura tiene como objeto, en primer lugar, acercar al alumno a los conceptos básicos de la astronomía, **Astronomía Observacional**, y, en segundo lugar, mostrar y valerse de las técnicas de la navegación aérea, marítima o terrestre, que utilizan los astros celestes para determinar la posición, **Navegación Astronómica o Celeste**.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

a) CONOCIMIENTOS PREVIOS NECESARIOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Asignaturas superadas: Matemáticas I, Matemáticas II y Física II

Otros requisitos:

- Capacidad para la resolución de problemas.
- Capacidad de análisis y síntesis.

b) CONOCIMIENTOS PREVIOS RECOMENDADOS para seguir con normalidad la ASIGNATURA.

Se recomienda tener superadas las Asignaturas: Expresión gráfica, Cartografía, Matemáticas y Física.

Otros Conocimientos: Manejo de calculadoras programables. Utilización de Windows y Moodle a nivel usuario.

3. COMPETENCIAS

- CG1.-** Capacidad de organización y de planificación.
- CG3.-** Capacidad para identificar y resolver problemas, aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos.
- CG4.-** Capacidad para integrarse y formar parte activa de un equipo de trabajo. Trabajo en equipo.
- CG6.-** Uso de las Tecnologías de la Información y de las Comunicaciones.
- CG7.-** Comunicación oral y escrita.
- CG9.-** Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA01.- El alumno posee la capacidad para analizar un problema de identificación de su posición a partir de una situación estimada, analizando el entorno, seleccionando la cartografía necesaria, utilizando los almanaques y documentos imprescindibles así como los instrumentos precisos para tal fin. El alumno conoce los fundamentos y uso de la instrumentación para la navegación astronómica así como el manejo de los almanaques náutico-aeronáuticos.

RA1.1.- El alumno conoce las cartas y mapas terrestres, marinos y aeronáuticos.

RA1.2.- El alumno utiliza la brújula o compas identificando el norte magnético y calcula su declinación y desvío.

- RA1.3.-** El alumno conoce los tipos de navegación visual, a estima y electrónica.
- RA2.1.-** El alumno conoce el firmamento y reconoce las principales constelaciones.
- RA2.2.-** El alumno localiza e identifica algunos astros en el firmamento apoyándose en el Planisferio Celeste.
- RA3.1.-** El alumno sabe situarse en la superficie de la Tierra mediante sus coordenadas geográficas.
- RA3.2.-** El alumno conoce y relaciona las coordenadas: Geográficas, Celestes, Horizontales o Azimutales, Horarias, Eclípticas o Uranográficas y Ecuatoriales.
- RA3.3.-** El alumno conoce el triángulo de posición de un astro e interrelaciona sus ángulos y lados.
- RA4.1.-** El alumno conoce y utiliza las cartas Mercator en blanco.
- RA4.2.-** El alumno conoce las líneas de posición por demoras y por arcos capaces.
- RA4.3.-** El alumno conoce el círculo de alturas iguales, la recta de altura y la línea de posición, para un astro.
- RA5.1.-** El alumno comprende la geometría y descripción del sextante marino y del sextante aeronáutico.
- RA5.2.-** El alumno conoce y maneja el sextante marino y aeronáutico, obteniendo la lectura de la altura de un astro.
- RA5.3.-** El alumno conoce el error del sextante y corrige adecuadamente la lectura.
- RA6.1.-** El alumno aplica el error de índice en el cálculo de la altura aparente.
- RA6.2.-** El alumno conoce y aplica los distintos tipos de correcciones en el cálculo de la altura verdadera.
- RA6.3.-** El alumno utiliza el Almanaque Náutico-Aeronáutico para el cálculo de la altura verdadera.
- RA7.1.-** El alumno conoce el origen y definición de las longitudes geográficas así como el establecimiento del meridano origen en Greenwich.
- RA7.2.-** El alumno conoce los husos horarios y la línea internacional de cambio de fecha.
- RA7.3.-** El alumno conoce las denominaciones y relaciones entre las distintas formas de expresión del horario.
- RA7.4.-** El alumno conoce el cronómetro y su corrección mediante el estado absoluto y el movimiento diario.
- RA7.5.-** El alumno calcula de la hora civil en un lugar de la superficie de la Tierra y la hora civil en Greenwich.
- RA7.6.-** El alumno calcula de la hora civil en un lugar de la superficie de la Tierra mediante el conocimiento de los husos horarios.
- RA8.1.-** El alumno conoce la utilidad del Almanaque Náutico-Aeronáutico Español.
- RA8.2.-** El alumno conoce las hojas diarias de datos para el Sol, Luna y Planetas así como las tablas para el primer punto de Aries y las 99 Estrellas relacionadas en el Almanaque.
- RA8.3.-** El alumno aplica los tipos de correcciones para el Sol, Planetas, Aries y Luna.
- RA8.4.-** El alumno obtiene la hora de paso de un astro por el meridiano superior del lugar y los distintos crepúsculos utilizando el Almanaque Náutico-Aeronáutico Español.
- RA9.1.-** El alumno obtiene la altura verdadera y el azimut verdadero de un astro mediante la resolución del triángulo esférico de posición.
- RA9.2.-** El alumno reconoce un astro mediante la resolución del triángulo esférico de posición.
- RA10.1.-** El alumno conoce la recta de altura y los parámetros que la definen.
- RA10.2.-** El alumno es capaz de trazar una recta de altura en una carta Mercator en blanco y obtener la situación observada.
- RA10.3.-** El alumno es capaz de situarse mediante la intersección de rectas de altura.
- RA10.4.-** El alumno conoce el concepto de bisectriz de altura y lo aplica a la obtención de la situación observada mediante rectas de altura.

- RA10.5.-** El alumno conoce y es capaz de establecer una situación observada mediante programas informáticos.
- RA11.1.-** El alumno conoce el suplemento del Almanaque Náutico-Aeronáutico Español.
- RA11.2.-** El alumno aplica las distintas correcciones, del suplemento del Almanaque Náutico-Aeronáutico Español, en el cálculo de la altura de los astros en Navegación Aérea.
- RA11.3.-** El alumno determina la latitud de posición por observación de la Estrella Polar en Navegación Aérea, aplicando las correcciones del suplemento del Almanaque Náutico-Aeronáutico Español.
- RA12.1.-** El alumno conoce las Tablas para la Reducción de las Observaciones de diferentes organismos internacionales o Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura, y la justificación de su uso.
- RA12.2.-** El alumno conoce e identifica las hojas de latitudes y tablas complementarias de las Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura.
- RA12.3.-** El alumno utiliza las Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura para obtener rectas de altura.
- RA12.4.-** El alumno representa rectas de altura, basadas las Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura, en una carta de Mercator en blanco y es capaz de obtener la posición observada.
- RA12.5.-** El alumno aplica las distintas correcciones por desplazamiento de la aeronave, por desplazamiento de las estrellas, por Coriolis, por Precesión y Nutación de la Tierra, en la obtención de la posición observada por medio de las Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura.
- RA12.6.-** El alumno es capaz de utilizar las tablas de corrección, de las Tablas de Cálculo Rápido de Rectas de Altura, en la obtención de la latitud y azimut de la Estrella Polar.
- RA13.1.-** El alumno conoce los distintos tipos de cartografía terrestre, sus proyecciones, escalas y contenido.
- RA13.2.-** El alumno utiliza mapas y cartas informáticos.

5. PROFESORADO

Departamento: SISTEMAS AEROESPACIALES, TRANSPORTE AÉREO Y AEROPUERTOS

Coordinador de la Asignatura: Fco. Javier BUGALLO SIEGEL

Profesorado	Correo electrónico	Despacho
BUGALLO SIEGEL, Francisco J	f.bugallo@upm.es	Edificio A - A207
LOZANO ARRIBAS, Carlos Alfonso	carlosalfonso.lozano@upm.es	Edificio B - 601
PINDADO CARRIÓN, Santiago	Santiago.carrion@upm.es	Edificio B - 601

Los horarios de tutorías estarán publicados en el tablón de anuncios del Departamento y de la Asignatura, y se muestra en el Moodle de la asignatura.

6. TEMARIO

Tema 1. INTRODUCCIÓN A LA NAVEGACIÓN.

1.1. Introducción. 1.2. Nociones de cartografía. 1.3. La brújula o compás. Declinación. Desvío. Compas de alidada. 1.4. Navegación visual. 1.5. Navegación a estima. 1.6. Navegación electrónica.

Tema 2. NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA.

2.1. Introducción a la navegación astronómica. 2.2. El firmamento celeste. 2.3. Localización e identificación de astros. Uso del Planisferio Celeste. 2.4. Planisferios celestes informáticos.

Tema 3. TRIÁNGULO DE POSICIÓN DE UN ASTRO.

3.1. Coordenadas Geográficas. Posición del observador. 3.2. Coordenadas Celestes. 3.3. Coordenadas Horizontales o Azimutales. Tipos de Azimutes. 3.4. Coordenadas Horarias. 3.5. Coordenadas Eclípticas o Uranográficas. 3.5. Coordenadas Ecuatoriales. 3.6. Definición del triángulo de posición.

Tema 4. LÍNEA DE POSICIÓN.

4.1. Línea de posición por demoras. 4.2. Línea de posición por arcos capaces. 4.3. Círculo de alturas iguales. Recta de altura. Línea de posición por un astro. 4.4. Introducción a las cartas Mercator. Cartas Mercator en blanco.

Tema 5. EL SEXTANTE MARINO Y EL SEXTANTE AERONÁUTICO.

5.1. Introducción. Descripción. Geometría del sextante marino y aeronáutico. 5.2. Procedimiento de medida con el sextante marino y en el aeronáutico. Lectura del ángulo medido. 5.3. Precisión de las medidas. Reglaje.

Tema 6. OBTENCIÓN DE LA ALTURA VERDADERA DE UN ASTRO.

6.1. Altura instrumental. Error de índice. Altura aparente. 6.2. Corrección por depresión del horizonte. 6.3. Corrección por refracción de la atmósfera. 6.4. Corrección por semidiámetro. 6.5. Corrección por paralaje. 6.6. Altura verdadera. Uso del Almanaque Náutico – Aeronáutico.

Tema 7. MEDIDA DEL TIEMPO.

7.1. Establecimiento del meridiano origen. Meridiano de Greenwich. 7.2. Origen y definición de las longitudes. Uso horario. Línea internacional de cambio de fecha. 7.3. Denominaciones y relaciones entre las distintas formas de expresar las horas. 7.4. El cronómetro. Estado absoluto. Movimiento diario. Cálculo de la hora civil en el lugar y la hora civil en Greenwich. 7.5. El reloj de bitácora. Cálculo del huso horario.

Tema 8. EL ALMANAQUE NÁUTICO-AERONÁUTICO ESPAÑOL.

8.1. Descripción del Almanaque. 8.2. Hojas diarias. Datos para el Sol, Luna y Planetas. Primer punto de Aries. Datos para la relación de 99 estrellas seleccionadas para la navegación. 8.3. Hojas de correcciones para el Sol y Planetas, Aries y Luna. 8.4. Cálculo de la hora de paso de un astro por el meridiano superior del lugar. 8.5. Crepúsculo matutino y crepúsculo vespertino. Obtención de las horas del crepúsculo civil, náutico y astronómico.

Tema 9. OBTENCIÓN DEL AZIMUT Y DE LA ALTURA ESTIMADA DE UN ASTRO.

9.1. Resolución del triángulo esférico de posición: Obtención de la altura estimada de los astros. Casos particulares. 9.2. Resolución del triángulo esférico de posición: Obtención del azimut verdadero. Casos particulares. 9.3. Reconocimiento de astros. 9.4. Astro en el meridiano superior o inferior del lugar, o en sus proximidades. 9.5. Cálculo de la latitud verdadera por observación de la Estrella Polar. Corrección total del compás.

Tema 10. SITUACIÓN POR RECTAS DE ALTURA.

10.1. Obtención de la recta de altura: Posición estimada, Sextante marino, sextante aeronáutico. Cronómetro, reloj de bitácora. Almanaque Náutico-Aeronáutico Español. 10.2. Trazado de la recta de altura en una carta Mercator en blanco. Obtención de la situación observada (punto próximo). 10.3. Situación por dos rectas de alturas simultáneas. 10.4. Situación por dos rectas de alturas no simultáneas. 10.5. Bisectriz de altura. Situación por bisectrices de alturas. 10.6. Situación por tres rectas de altura. 10.7. Programas informáticos de cálculo.

Tema 11. NAVEGACIÓN AÉREA ASTRONÓMICA - ALMANAQUE ESPAÑOL.

11.1. Descripción del suplemento del Almanaque Náutico - Aeronáutico. 11.2. Corrección de refracción por altitud de vuelo. 11.3. Corrección por Coriolis en sextantes de nivel de burbuja. 11.4. Corrección de paralaje en altura de la Luna. 11.5. Depresión del horizonte con sextante marino. 11.6. Determinación de la latitud por observación de la Estrella Polar. Corrección por Coriolis con sextantes de nivel de burbuja.

Tema 12. TABLAS DE CÁLCULO RÁPIDO DE RECTAS DE ALTURA.

12.1. Descripción de las "Tablas para la reducción de las observaciones HMO". Justificación de su uso. 12.2. Hojas de latitudes. Argumentos de entrada y salida. Las siete estrellas preseleccionadas. Criterios de selección. 12.3. Utilización de las tablas: Planificación de las observaciones. Cálculo rápido de rectas de altura. 12.4. Cálculo de rectas de altura por observaciones casi simultáneas: Longitud asumida. Latitud asumida. Interceptación y azimut. 12.5. Representación de la recta de altura en una carta blanca de Mercator. Obtención de la posición observada. 12.6. Correcciones: Por desplazamiento de la aeronave. Por desplazamiento de las estrellas. Por Coriolis. Por precesión y nutación. 12.7. Utilización de las tablas de correcciones. 12.8. Obtención de la latitud y azimut por la Estrella Polar. Tablas de corrección. 12.9. Técnicas especiales.

Tema 13. NOCIONES DE CARTOGRAFÍA APLICADA A LA NAVEGACIÓN ASTRONÓMICA.

13.1. Cartografía aeronáutica, terrestre y marina. Tipos de cartas. Escalas más utilizadas. Descripción y contenidos en las cartas. 13.2. Proyecciones utilizadas en la cartografía para navegación astronómica: Proyección Lambert. Proyección Mercator. 13.3. Mapas y cartas informáticos.

7. PLAN DE TRABAJO

a) Cronograma.

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
1	Tema 1 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación continua
2	Tema 2 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 3 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora	Tema 2 PL: 1 hora		
3	Tema 3 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 4 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
4	Tema 4 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua

Semana N°	Actividad presencial en Aula	Actividad presencial en Laboratorio	Otra actividad presencial	Actividad de Evaluación
5	Tema 5 LM: 1 hora RPA: 2 horas	Tema 5 PL: 2 horas		
6	Tema 6 LM: 1 hora RPA: 2 horas			
7	Tema 6 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 7 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
8	Tema 7 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
9	Tema 7 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 8 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora		PTA: 1 hora	
10	Tema 8 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
11	Tema 9 LM: 1 hora RPA: 2 horas		PTA: 1 hora	
12	Tema 9 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
13	Tema 10 LM: 1 hora RPA: 2 horas			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
14	Tema 11 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 12 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua
15	Tema 12 LM: 1 hora RPA: 2 horas		PTA: 1 hora	
16	Tema 12 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora Tema 13 LM: 0'5 horas RPA: 1 hora			Evaluación Formativa PTA: 1 hora Evaluación Continua

b) Metodologías Docentes.

Métodos Docentes	EPD	LM	PL	RPA	TP	Otros*
ECTS 4	1,7	0,6	0,1	1,2		0,4

EPD: ESTUDIO PERSONAL DIRIGIDO

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

*Otros (especificar): PTA: PLATAFORMA DE TELEENSEÑANZA

8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

a) Tribunal de Evaluación.

Presidente:	Fco. Javier BUGALLO SIEGEL
Vocal:	Carlos Alfonso LOZANO ARRIBAS
Secretario:	Santiago PINDADO CARRIÓN
Suplente:	Pedro Santiago FERNANDEZ PUERTAS

b) Actividades de Evaluación.

Semana N°	Descripción	Tipo Evaluación	Técnica Evaluativa	Duración	Peso	Nota mínima	Competencias
1	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	2%	5'0	CG1, CG3, CG6, CG7, CG9
3	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	2%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG7, CG9
4	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	2%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG9
7	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	2%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG7, CG9
8	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	6%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG7, CG9
10	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	6%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG7, CG9
12	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	6%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG9
13	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	4%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG9
14	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	4%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG9
17	Evaluación formativa	EC	PTA	1 h	6%	5'0	CG1, CG3, CG4, CG6, CG9

c) Criterios de Evaluación.

El modelo de EVALUACIÓN CONTINUA se establece como:

1. La asistencia a todas las clases teóricas, la realización con aprovechamiento de los ejercicios prácticos planteados durante las mismas y la participación en las prácticas de laboratorio será condición suficiente para obtener el 60% de la nota final.
2. La evaluación de los conocimientos a través de los 10 ejercicios propuestos en clase, al finalizar las explicaciones teóricas y prácticas de los temas, a lo largo del curso y en las fechas indicadas, proporcionara, como suma ponderada (tabla de actividades de evaluación), el 40% restante de la nota final.

EVALUACIÓN POR EXAMEN FINAL:

1. Aquellos alumnos que no cumplan la exigencia de asistencia a las clases teóricas de la evaluación continua, tendrán la oportunidad de presentarse a un examen final en el que se evaluarán los conocimientos de toda la asignatura.
2. También podrán utilizar la evaluación por examen final aquellos alumnos que habiendo aprobado la asignatura mediante la evaluación continua deseen mejorar su calificación final.

El aprobado se establece en 5.0, teniendo en cuenta una escala de 0 a10.

9. RECURSOS DIDÁCTICOS

Descripción	Tipo	Observaciones
"Apuntes de la asignatura".	Bibliografía	
"Almanaque Náutico-Aeronáutico del año en curso. Real Instituto y Observatorio de la Armada. Ministerio de Defensa". Secretaría General Técnica.	Bibliografía	
BOODWICH, NATHANIEL. "American Practical Navigator". National Geospatial-Intelligence Agency, 2011.	Bibliografía	
"Sight Reduction Tables for Navigation". Pub No. 249, USA.	Bibliografía	
"Sight Reduction Tables for Navigation AP 3270/NP 303". UK.	Bibliografía	
"Nautical Almanac Office de U.S. Naval Observatory". USA.	Bibliografía	
"H.M. Nautical Almanac Office (HMNAO)". Hydrographic Office, UK.	Bibliografía	
SELLES, MANUEL A. "Astronomía y navegación en el S XVIII". Madrid, 1992.	Bibliografía	
STOTT, CAROLE. "Astronomía: manual completo, métodos e instrumentos básicos para la observación del firmamento". Raíces, Las Rozas, 1999.	Bibliografía	

Descripción	Tipo	Observaciones
LYON, THORBURN C. "Navegación aérea práctica". Hillayard, Washington, 1949.	Bibliografía	
AYMAT, JOSÉ M. "Navegación aérea". Labor Barcelona, 1951.	Bibliografía	
SIMÓN QUINTANA, JOSÉ. "Capitanes de Yates". Ed. El Autor, 2001.	Bibliografía	
GAZTELU-ITURRI LEICEA, RICARDO E IBAÑEZ FERNANDEZ, ITSASO. "Capitán de Yate". Departamento de medio ambiente, planificación territorial, agricultura y pesca, Gobierno Vasco, 2012.	Bibliografía	
COSTA, J.B. "Astronomía y Navegación para Capitanes de Yate". 1999.	Bibliografía	
CASTELLO MORA, FAUSTO. "Astronomía náutica y navegación. Tomos I y II". Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Centro de Publicaciones, 2006.	Bibliografía	
NICOLAU CASANY, JUAN. "El sextante en la mar. El cálculo de la situación en el mar por el Sol y las Estrellas". 2011.	Bibliografía	
Espacio MOODLE de la asignatura http://moodle.upm.es/	Recursos Web	En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, test de autoevaluación, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas.

10. OTRA INFORMACIÓN

- Debido al carácter de la asignatura, se ha elegido para su evaluación la modalidad de evaluación continua. Por ello, el control de la asistencia, y presentación de los ejercicios propuestos en clase, es rigurosa. Solo se permitirá faltar un 6% de las horas de docencia presencial. Las faltas se deberán justificar convenientemente.
- Durante el desarrollo de las clases no se permite utilizar los teléfonos móviles.