



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería
Aeronáutica y del Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

143001002 - Desarrollo Del Sistema De Navegación Aérea

PLAN DE ESTUDIOS

14IB - Master Universitario En Ingeniería Aeronautica

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	2
5. Descripción de la asignatura y temario.....	4
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	8
8. Recursos didácticos.....	13

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	143001002 - Desarrollo del Sistema de Navegación Aérea
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Obligatoria
Curso	Primer curso
Semestre	Primer semestre
Período de impartición	Septiembre-Enero
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	14IB - Master Universitario en Ingeniería Aeronautica
Centro responsable de la titulación	14 - Escuela Técnica Superior De Ingeniería Aeronáutica Y Del Espacio
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Jose Ignacio Izpura Torres	A-254	joseignacio.izpura@upm.es	Sin horario.
Jose Luis Mozo Gonzalez	B317-318	jl.mozo@upm.es	Sin horario.
Javier Crespo Moreno	A213	javier.crespo@upm.es	Sin horario.
Luis Perez Sanz (Coordinador/a)	B317-318	l.perez@upm.es	Sin horario.

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Master Universitario en Ingeniería Aeronáutica no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Conocimientos de electrónica
- Conocimientos de navegación aérea
- Inglés
- Conocimientos de los sistemas de comunicaciones
- Conocimientos de los sistemas de ayuda a la navegación aérea
- Conocimientos de los sistemas de vigilancia que se utilizan en el control de la circulación aérea
- Conocimientos de estructura del espacio aéreo
- Conocimientos de la operación de la aeronave en el aeródromo

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE-SN-1 - Aptitud para definir y proyectar los sistemas de navegación y de gestión del tránsito aéreo, y para diseñar el espacio aéreo, las maniobras y las servidumbres aeronáuticas.

CE-SN-2 - Conocimiento adecuado de la Aviónica y el Software Embarcado, y de las técnicas de Simulación y Control utilizadas en la navegación aérea.

CE-SN-3 - Conocimiento adecuado de la Propagación de Ondas y de la problemática de los Enlaces con Estaciones Terrestres.

CE-SN-4 - Capacidad para proyectar sistemas de Radar y Ayudas a la Navegación Aérea.

CE-SN-5 - Conocimiento adecuado de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Aeronáuticas.

CE-SN-6 - Conocimiento adecuado de las distintas Normativas aplicables a la navegación y circulación áreas y capacidad para certificar los Sistemas de Navegación Aérea.

CG12 - 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.

CG15 - Poseer las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo.

CG7 - Competencia para planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea.

CG9 - Competencia en todas aquellas áreas relacionadas con las tecnologías aeroportuarias, aeronáuticas o espaciales que, por su naturaleza, no sean exclusivas de otras ramas de la ingeniería.

CT4 - Capacidad para trabajar de forma efectiva como individuo, organizando y planificando su propio trabajo, de forma independiente o como miembro de un equipo.

CT5 - Capacidad para gestionar la información, identificando las fuentes necesarias, los principales tipos de documentos técnicos y científicos, de una manera adecuada y eficiente.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA128 - Definir y proyectar los sistemas de navegación

RA126 - Planificar, proyectar, gestionar y certificar los procedimientos, infraestructuras y sistemas que soportan la actividad aeroespacial, incluyendo los sistemas de navegación aérea

RA127 - Proyectar sistemas de Radar y Ayudas a la Navegación Aérea

RA130 - Diseñar el espacio aéreo

RA131 - Diseñar las servidumbres aeronáuticas y valorar los efectos operacionales que tiene sus vulneraciones

RA129 - Definir y proyectar los sistemas de gestión del tránsito aéreo,

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Esta asignatura está estructurada en dos líneas de trabajo, una orientada a comprender, desde el punto de vista técnico, los sistemas de comunicaciones, navegación y vigilancia (CNS) que soportan el sistema de Gestión del Tránsito Aéreo (ATM) y la otra a comprender el funcionamiento operacional del propio sistema ATM.

Tema 1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AÉREA.

1.1. Concepto de Sistema de navegación Aérea. El sistema CNS/ATM. 1.2. Objeto de la Gestión del Tránsito Aéreo. 1.3. Organización y diseño del espacio aéreo. 1.4. Gestión de flujos y de la separación.

Tema 2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS CNS

2.1. Arquitectura, configuración y funcionalidades.

Tema 3. FUNDAMENTOS DE RF DE LOS SISTEMAS CNS.

3.1. Generación de señales RF. 3.2. Propagación de señales RF. 3.3. Recepción de señales RF.

Tema 4. TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS CNS

4.1. Red de comunicaciones aeronáuticas. 4.2. Procesamiento y presentación de información radar. 4.3. Protocolos de comunicaciones utilizados en los sistemas CNS.

Tema 5. NORMATIVA DE APLICACIÓN EN SERVICIOS Y SISTEMAS CNS/ATM.

5.1. Normativa nacional. 5.2. Normativa OACI. 5.3. Normativa EASA. 5.4. Normativa Eurocontrol. 5.5. Otra normativa internacional.

Tema 6. SISTEMAS CNS/ATM: ESTRATEGIA DE DESPLIEGUE Y DESARROLLO.

6.1. Estrategia Comunicaciones (COM). 6.2. Estrategia Navegación (NAV). 6.3. Estrategia Vigilancia (SUR). 6.4. Estrategia ATM. 6.5. Programa SESAR.

Tema 7. DEFINICIÓN DE REQUISITOS OPERACIONALES DE SISTEMAS E INSTALACIONES CNS/ATM. PROYECTO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS CNS.

7.1. Requisitos operacionales de los sistemas CNS. 7.2. Requisitos de emplazamiento. 7.3. Proyecto e instalación.

Tema 8. EXPLOTACIÓN TÉCNICA Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS CNS.

8.1. Mantenimiento preventivo y correctivo. 8.2. Organización del mantenimiento. 8.3. Vigilancia de las condiciones de propagación: Servidumbres radioeléctricas. 8.4. Inspección en vuelo de los sistemas CNS.

5.2. Temario de la asignatura

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE NAVEGACIÓN AÉREA.
2. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LOS SISTEMAS CNS
3. FUNDAMENTOS DE RF DE LOS SISTEMAS CNS.
4. TRATAMIENTO DE INFORMACIÓN EN LOS SISTEMAS CNS
5. NORMATIVA DE APLICACIÓN EN SERVICIOS Y SISTEMAS CNS/ATM.
6. SISTEMAS CNS/ATM: ESTRATEGIA DE DESPLIEGUE Y DESARROLLO.
7. DEFINICIÓN DE REQUISITOS OPERACIONALES DE SISTEMAS E INSTALACIONES CNS/ATM. PROYECTO E INSTALACIÓN DE SISTEMAS CNS.
8. EXPLOTACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS CNS.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
2	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
3	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
4	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
5	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
6	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
7	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
8	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
9	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10

10	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
11	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
12	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
13	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
14	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
15	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
16	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Preguntas en clase OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:10
17	Clases Teóricas Duración: 04:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen final ordinario EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
2	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
3	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6

4	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
5	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
6	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
7	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6

8	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
9	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
10	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
11	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6

12	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
13	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
14	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
15	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6

16	Preguntas en clase	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:10	1%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6
----	--------------------	--------------------------------	------------	-------	----	--------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen final ordinario	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2 CE-SN-3 CE-SN-4 CE-SN-5 CE-SN-6

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen final	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CG7 CG9 CG12 CG15 CT4 CT5 CE-SN-1 CE-SN-2

Plataforma Moodle	Recursos web	
AIP España.	Bibliografía	
Anexo 4 Cartas Aeronáuticas	Bibliografía	
Anexo 6 Operación de aeronaves	Bibliografía	
Anexo 10 Telecomunicaciones Aeronáuticas	Bibliografía	
Anexo 11 Servicios del Tránsito Aéreo	Bibliografía	
Anexo 15 Servicio de Información Aeronáutica	Bibliografía	
PANS-ATM Doc 4444	Bibliografía	
INSIGNIA Enaire	Recursos web	