



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



Escuela Técnica Superior de
Ingeniería Aeronáutica y del
Espacio

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

145007105 - Vehículos Espaciales

PLAN DE ESTUDIOS

14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2020/21 - Primer semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

| | |
|--|----|
| 1. Datos descriptivos..... | 1 |
| 2. Profesorado..... | 1 |
| 3. Conocimientos previos recomendados..... | 3 |
| 4. Competencias y resultados de aprendizaje..... | 4 |
| 5. Descripción de la asignatura y temario..... | 4 |
| 6. Cronograma..... | 6 |
| 7. Actividades y criterios de evaluación..... | 9 |
| 8. Recursos didácticos..... | 11 |
| 9. Otra información..... | 12 |

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

| | |
|--|---|
| Nombre de la asignatura | 145007105 - vehiculos espaciales |
| No de créditos | 3 ECTS |
| Carácter | Obligatoria |
| Curso | Cuarto curso |
| Semestre | Séptimo semestre |
| Período de impartición | Septiembre-Enero |
| Idioma de impartición | Castellano |
| Titulación | 14IA - Grado en Ingeniería Aeroespacial |
| Centro responsable de la titulación | 14 - Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio |
| Curso académico | 2020-21 |

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

| Nombre | Despacho | Correo electrónico | Horario de tutorías * |
|--|-----------------|----------------------------|--|
| Ana Laveron Simavilla (Coordinador/a) | DAVE/hangar | ana.laveron@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |
| Jose Maria Fernandez Ibarz | B215 | josemaria.fernandez@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |

| | | | |
|------------------------------|-------------|---------------------------|--|
| Jeffrey Brent Porter | DAVE/hangar | jeff.porter@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |
| Jose Miguel Ezquerro Navarro | DAVE/hangar | jm.ezquerro@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |
| Juan Manuel Del Cura Velayos | DAVE/hangar | juanmanuel.delcura@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |
| Jacobo Rodriguez Otero | DAVE/hangar | jacobo.rodriguez@upm.es | Sin horario. Los horarios de tutorías constan en el tablón del DAVE y en Moodle |
| Ignacio Tinao Perez-Miravete | B215 | ignacio.tinao@upm.es | Sin horario. El horario de tutorías se publica en Moodle |

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

2.2. Personal investigador en formación o similar

| Nombre | Correo electrónico | Profesor responsable |
|------------------------|----------------------|------------------------|
| Bello Garcia, Alvaro | alvaro.bello@upm.es | Laveron Simavilla, Ana |
| Salgado Sanchez, Pablo | pablo.salgado@upm.es | Laveron Simavilla, Ana |

2.3. Profesorado externo

| Nombre | Correo electrónico | Centro de procedencia |
|-----------|--------------------|-----------------------|
| Karl Olfe | kolfe@eusoc.upm.es | CCS |

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

- Tecnología Aeroespacial
- Física I
- Física II
- Mecánica Clásica
- Aerodinámica
- Matemáticas I
- Matemáticas II
- Mecánica Del Vuelo

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Inglés
- Conocimientos de programación

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CE26 - Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los sistemas de las aeronaves y los sistemas automáticos de control de vuelo de los vehículos aeroespaciales.

CG3 - Capacidad para identificar y resolver problemas aplicando, con creatividad, los conocimientos adquiridos

CG9 - Razonamiento crítico y capacidad de asociación que posibiliten el aprendizaje continuo

4.2. Resultados del aprendizaje

RA263 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los vehículos espaciales

RA264 - Capacidad para el análisis de la misión, del tipo de ley de guiado y trayectoria espacial.

RA266 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de control de actitud y órbita del vehículo espacial.

RA267 - Conocimiento y comprensión del sistema de ensayos y del soporte de tierra del vehículo espacial.

RA265 - Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis del control térmico del vehículo espacial.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

Se explican elementos principales de las misiones espaciales y los tipos de misiones más habituales. Los vehículos espaciales son operados en un entorno muy diferente al terrestre y es necesario conocer dicho entorno para poder entender las necesidades de diseño, en el curso se hace una breve descripción del entorno espacial y su influencia en el vehículo.

Se hace una introducción a la mecánica orbital kepleriana, se analizan las perturbaciones orbitales más importantes y su efecto en las distintas órbitas. Se estudian los distintos tipos de maniobras orbitales y su aplicación para la adquisición de la órbita de operación.

Se definen y estudian las órbitas de aplicación más frecuentes, sus propiedades, ventajas e inconvenientes, y la forma en que se seleccionan las órbitas para misiones concretas. Finalmente se analiza la geometría de las

misiones alrededor de la Tierra, en particular se analiza el cálculo de las trazas, la iluminación, la cobertura y visibilidad del vehículo.

Finalmente se hace una descripción del vehículo espacial y sus principales subsistemas.

Se realizan prácticas de laboratorio en el que se resuelven problemas de análisis de misión mediante el programa libre GMAT. Finalmente los alumnos en grupos deben resolver un problema para el análisis de una misión espacial, y entregan un informe con los resultados, así como el código desarrollado en GMAT para resolverlo.

5.2. Temario de la asignatura

1. INTRODUCCIÓN. MISIONES ESPACIALES Y ELEMENTOS DE LA MISIÓN
2. EL ENTORNO DEL SATÉLITE.
3. INTRODUCCIÓN A LAS ÓRBITAS.
4. MANIOBRAS ESPACIALES.
5. PERTURBACIONES ORBITALES.
6. ÓRBITAS DE APLICACIÓN.
7. TRAYECTORIAS INTERPLANETARIAS.
8. GEOMETRÍA DE MISIONES DE OBSERVACIÓN DE LA TIERRA.
9. SUBSISTEMAS DE UN VEHÍCULO ESPACIAL.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

| Sem | Actividad presencial en aula | Actividad presencial en laboratorio | Tele-enseñanza | Actividades de evaluación |
|-----|------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------|
| 1 | | | Introducción de la asignatura Tema 1. MISIONES ESPACIALES Y ELEMENTOS DE LA MISIÓN. Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 2 | | | Tema 2 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral | |
| 3 | | | Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | |
| 4 | | | Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | |
| 5 | | | Tema 4 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 4 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | |
| 6 | | | Tema 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Prácticas de análisis de misión 1 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio | |
| 7 | | | Tema 5 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 5 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas | |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| 8 | | | <p>Tema 6 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 6 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Prácticas de análisis de misión 2 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | |
| 9 | | | <p>Tema 6 y tema 7 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | |
| 10 | | | <p>Tema 7 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 7 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Prácticas de análisis de misión 3 Duración: 01:30 PL: Actividad del tipo Prácticas de Laboratorio</p> | <p>Examen parcial y entrega de trabajo asociado ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> |
| 11 | | | <p>Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | |
| 12 | | | <p>Tema 8 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 8 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | |
| 13 | | | <p>Tema 9 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 9 Duración: 01:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> | |
| 14 | | | | <p>Informe de prácticas EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas Evaluación continua No presencial Duración: 00:00</p> |

| | | | | |
|----|--|--|--|---|
| 15 | | | | |
| 16 | | | | Participación en las clases de problemas OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:00 |
| 17 | | | | Examen final ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación continua Presencial Duración: 03:00 Examen final ET: Técnica del tipo Prueba Telemática Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 03:00 |

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.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación continua

| Sem. | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|------|--|--|---------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 10 | Examen parcial y entrega de trabajo asociado | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | No Presencial | 00:00 | 35% | / 10 | CG3 CE26 CG9 |
| 14 | Informe de prácticas | EP: Técnica del tipo Examen de Prácticas | No Presencial | 00:00 | 20% | / 10 | CG3 CE26 CG9 |
| 16 | Participación en las clases de problemas | OT: Otras técnicas evaluativas | Presencial | 00:00 | 5% | / 10 | CG3 CE26 CG9 |
| 17 | Examen final | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 03:00 | 40% | 4 / 10 | CG3 CE26 CG9 |

7.1.2. Evaluación sólo prueba final

| Sem | Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|-----|--------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| 17 | Examen final | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 03:00 | 100% | 5 / 10 | CG9 CG3 CE26 |

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

| Descripción | Modalidad | Tipo | Duración | Peso en la nota | Nota mínima | Competencias evaluadas |
|--------------|--|------------|----------|-----------------|-------------|------------------------|
| Examen final | ET: Técnica del tipo Prueba Telemática | Presencial | 03:00 | 100% | 5 / 10 | CG3 CE26 CG9 |

7.2. Criterios de evaluación

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continuada o evaluación en el examen final, en este último caso deberá comunicárselo al coordinador de la asignatura, a través de la consulta en Moodle abierta a tal efecto, **durante las dos primeras semanas lectivas. En caso de no contestar a la consulta se asumirá que se cursa la asignatura por evaluación continua.**

Los exámenes podrán estar compuestos de una parte teórica y otra de aplicación práctica:

- La parte teórica puede estar constituida por ejercicios tipo "test", ejercicios de preguntas de respuesta abierta o ejercicios de desarrollo de algún tema de la asignatura. Para la parte teórica no se podrán consultar libros ni apuntes.
- La parte de aplicación práctica podrá estar constituida por ejercicios de problemas teórico-prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

Evaluación continua:

Si la nota del examen final es mayor o igual que 4.0:

- La nota de la evaluación intermedia contará un 35% de la nota final. Se entregará un trabajo (resuelto en Matlab) y se hará un examen enfocado en el trabajo.
- La nota del examen final contará un 40% de la nota final.
- La nota del informe de prácticas, preguntas de prácticas en el examen final y participación en las mismas contará un 20% de la nota final.
- La participación en las clases contará un 5% de la nota final.
- En el caso de que no se tenga calificación de participación en clases, ese porcentaje de la nota pasará al del examen final, que contará un 45% de la nota final.

En caso de que la nota obtenida en el examen final sea inferior a 4.0, la calificación final será la del examen final.

En la convocatoria extraordinaria la calificación será la mayor de las obtenidas por evaluación continua y el examen final extraordinario.

Evaluación sólo por prueba final:

La calificación será la del examen final.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

| Nombre | Tipo | Observaciones |
|--|--------------|---|
| Apuntes de la asignatura | Bibliografía | Disponibles en la sección de publicaciones de la ETSIA y el espacio Moodle de la asignatura. |
| Transparencias de clase. | Bibliografía | Disponibles en el espacio Moodle de la asignatura. |
| Orbit and Constellation Design and Management | Bibliografía | J. WERTZ & W. LARSON |
| Elements of Spacecraft Design | Bibliografía | J.R. WERTZ |
| Fundamentals of Astrodynamics and Applications | Bibliografía | D. VALLADO |
| Fundamentals of Space Systems | Bibliografía | V. L. PISACANE Y R.C. MOORE |
| Spacecraft Systems Engineering | Bibliografía | P. FORTESCUE, G. SWINERD Y J. STARK |
| Fundamentals of Astrodynamics | Bibliografía | R. R. BATE, D. D. MUELLER Y J. E. WHITE |
| Espacio MOODLE de la asignatura | Recursos web | En esta plataforma se incluyen documentos docentes básicos de la asignatura, enlaces, ejercicios propuestos y resueltos, etc. y se utiliza como método de comunicación de avisos y solución de dudas. |
| Laboratorio | Equipamiento | En el laboratorio los alumnos dispondrán del material e instrumentos necesarios para realizar las prácticas programadas de la asignatura. |

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

Las fechas de las prácticas de laboratorio son orientativas, ya que tendrán que realizarse a lo largo del curso los días que se puedan, dependiendo del número de alumnos que las realicen.

Los medios que podrán ser usados en los exámenes serán definidos con la suficiente antelación.

Cada alumno debe asistir al grupo que le ha sido asignado para el correcto desarrollo de las clases.