



GUÍA DE APRENDIZAJE

CURSO 2017/18

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 **145007104**

Asignatura **MISILES**

Nombre en Inglés **MISSILES**

Materia **VEHÍCULOS AEROESPACIALES**

Especialidad **VA**

Idiomas **CASTELLANO**

Curso **CUARTO**

Semestre **SÉPTIMO**

Carácter **OBE**

Créditos **3 ECTS**

1. DESCRIPCIÓN DE LA ASIGNATURA

Breve descripción de la asignatura.

2. CONOCIMIENTOS PREVIOS

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

Asignaturas superadas:

- Tecnología aeroespacial.
- Física I
- Mecánica clásica.
- Aerodinámica.
- Matemáticas I y II.
- Mecánica de vuelo.

Otros requisitos:

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

Se recomienda tener superadas las Asignaturas:

Otros Conocimientos:

3. COMPETENCIAS

- 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.
- 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.
- CE27.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: los métodos de cálculo de diseño y proyecto aeronáutico; el uso de la experimentación aerodinámica y de los parámetros más significativos en la aplicación teórica; el manejo de las técnicas experimentales, equipamiento e instrumentos de medida propios de la disciplina; la simulación, diseño, análisis e interpretación de experimentación y operaciones en vuelo; los sistemas de mantenimiento y certificación de aeronaves.
- CE28.-** Conocimiento aplicado de: aerodinámica; mecánica y termodinámica, mecánica del vuelo, ingeniería de aeronaves (ala fija y alas rotatorias), teoría de estructuras.
- CE30.-** Conocimiento adecuado y aplicado a la Ingeniería de: Los fenómenos físicos del vuelo de los sistemas aéreos de defensa, sus cualidades y su control, las actuaciones, la estabilidad y los sistemas automáticos de control.

4. RESULTADOS DE APRENDIZAJE

RA01.- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las configuraciones básicas, subsistemas y misiones de los misiles y su interrelación.

RA02.- Conocimiento, comprensión, aplicación, análisis y síntesis del diseño aerodinámico básico de misiles.

RA03.- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis de las leyes de guiado y trayectorias guiadas.

RA04.- Conocimiento, comprensión, aplicación y análisis básico del sistema de control y guiado del misil.

5. PROFESORADO

Departamento: AERONAVES Y VEHÍCULOS AEROESPACIALES.

Coordinador de la Asignatura: Ángel MATEO PALACIOS.

| Profesorado | Correo electrónico | Despacho |
|---------------------------------|--|-----------------------------|
| DEL CURO VELAYOS, Juan Manuel | juanmanuel.delcura@upm.es | Lab. de Ensayo de Aeronaves |
| LAVERÓN SIMAVILLA, Ana | ana.laveron@upm.es | Lab. de Ensayo de Aeronaves |
| MATEO PALACIOS, Ángel | angel.mateo@upm.es | 513H - EUITA |
| MORENO MARTÍN, Francisco Javier | francisco.moreno@upm.es | 513H - EUITA |
| RODRÍGUEZ OTERO, Jacobo | jacobo.rodriguez@upm.es | Lab. de Ensayo de Aeronaves |

Los horarios de tutorías estarán publicados en (especificar la forma y lugar).

6. TEMARIO

Tema 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Definiciones y clasificación. 1.2. Características diferenciales de los misiles. 1.3. Antecedentes históricos. 1.4. Estado del arte.

BLOQUE TEMÁTICO 1. ECUACIONES DINÁMICAS DE UN VEHÍCULO COHETE.

Tema 2. MOVIMIENTO GENERAL DE UN VEHÍCULO COHETE.

2.1. Sistema Cohete. 2.2. Dinámica del Sistema. Principio de solidificación. 2.3. Movimiento de traslación y rotación. 2.4. Ecuaciones Generales del movimiento.

Tema 3. MOVIMIENTO UNIDIMENSIONAL DE UN VEHÍCULO COHETE.

3.1. Ecuación del movimiento unidimensional. 3.2. Definiciones: Empuje, Resistencia Aerodinámica. 3.3. Trayectoria en vacío: efectos de los parámetros. 3.4. Efecto de la resistencia en las actuaciones.

Tema 4. TRAYECTORIA BIDIMENSIONAL DE UN VEHÍCULO COHETE.

4.1. Movimiento de traslación: ecuaciones y análisis de los coeficientes. 4.2. Movimiento de rotación. 4.3. Rango de aplicabilidad.

BLOQUE TEMÁTICO 2. VEHÍCULOS BALÍSTICOS.

Tema5. TRAYECTORIAS DE VEHÍCULOS LANZADORES.

5.1. Estudio de las fases de un lanzador. 5.2. Clasificación de vehículos inyectoros y lanzadores. 5.3. El multi-escalonamiento y perfil ascensional típico.

Tema 6. CONTROL DE VEHÍCULOS INYECTORES Y LANZADORES.

6.1. Soluciones analíticas: giro por gravedad y últimas etapas. 6.2. Control de los lanzadores.

Tema 7. OPTIMIZACIÓN DE TRAYECTORIAS DE VEHÍCULOS INYECTORES.

7.1. Planteamiento del problema. 7.2. Optimización de las condiciones de inyección. 7.3. Optimización de la trayectoria propulsada. 7.4. Optimización de las etapas de un vehículo inyector.

Tema 8. TRAYECTORIAS DE MISILES BALÍSTICOS Y COHETES DE SONDEO.

8.1. Misiles balísticos y cohetes de sondeo. 8.2. Tiempo de vuelo. 8.3. Efecto de rotación de la Tierra. 8.4. Diseño de una misión.

BLOQUE TEMÁTICO 3. AERODINÁMICA DE LOS MISILES.

Tema 9. CARACTERIZACIÓN AERODINÁMICA DE LOS MISILES.

9.1. Configuración de las superficies de mando. 9.2. Tipos de maniobras. 9.3. Configuración aerodinámica general. 9.4. Consideración y estudio comparativo de configuraciones aerodinámicas típicas.

Tema 10. FUERZAS Y MOMENTOS AERODINÁMICOS.

10.1. Resistencia. 10.2. Fuerza normal. 10.3. Momentos.

Tema 11. ESTABILIDAD Y MANIOBRABILIDAD.

11.1. Estabilidad. 11.2. Maniobrabilidad. 11.3. Diagrama de maniobra.

BLOQUE TEMÁTICO 4. MISILES TÁCTICOS.

Tema 12. INGENIERÍA DEL SISTEMA.

12.1. Definición y clasificación de las misiones. 12.2. Principales Subsistemas. 12.3. Ciclo de vida y proceso de desarrollo. 12.4. Ensayos y certificación.

Tema 13. SISTEMAS DEL MISIL.

13.1. Propulsión. 13.2. Energía. 13.3. Estructura. 13.4. Navegación, Guiado y Control. 13.5. Cabeza de guerra. 13.6. Interacción misil-plataforma.

Tema 14. SISTEMAS TELEGUIADOS.

14.1. Descripción general. 14.2. Características y bandas espectrales. 14.3. Leyes de guiado CLOS y Haz Director. 14.4. Aplicaciones.

Tema 15. SISTEMAS AUTOGUIADOS.

15.1. Descripción general. 15.2. Características y bandas espectrales. 15.3. Ley de guiado persecución pura y curso de colisión.

Tema 16. LEY DE GUIADO DE LA NAVEGACIÓN PROPORCIONAL.

16.1. Determinación de la trayectoria. 16.2. Maniobra requerida. 16.3. Condiciones para el impacto. 16.4. Dominio de tiro e interceptación.

Tema 17. GUIADO INERCIAL.

17.1. Introducción al guiado inercial. 17.2. Mecanización del guiado inercial. 17.3. Sensores inerciales.

Tema 18. SISTEMAS DE NAVEGACIÓN.

18.1. Introducción a la Navegación por Satélites. 18.2. Introducción a la Navegación por referencia. 18.3. Hibridación de sistemas de navegación.

Tema 19. CONTROL CLÁSICO DEL MISIL.

19.1. Función Transferencia de la célula. 19.2. Leyes de control. 19.3. Análisis en dominios de tiempo y frecuencia. 19.4. Respuesta del misil en lazo cerrado.

Tema 20. INTRODUCCIÓN AL CONTROL AVANZADO.

20.1. Caracterización Espacio Estados. 20.2. Observabilidad y Controlabilidad. 20.3. Estimadores y Controladores. 20.4. Introducción a las técnicas de NGC modernas.

PROBLEMA 1. Lanzador.

PROBLEMA 2. Cohete sondeo.

PROBLEMA 3. Navegación proporcional.

PROBLEMA 4. Control.

TRABAJO. Caracterización aerodinámica, navegación, guiado y control.

7. PLAN DE TRABAJO

a) Cronograma.

| Semana Nº | Actividad presencial en Aula | Actividad presencial en Laboratorio | Otra actividad | Actividad de Evaluación |
|-----------|------------------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |

b) Metodologías Docentes.

| Métodos Docentes | EPD | LM | PL | RPA | TP | Otros* |
|------------------|-----|-----|----|-----|----|--------|
| ECTS | 1,8 | 0,8 | | 0,3 | | |

LM: LECCIÓN MAGISTRAL

PBL: APRENDIZAJE BASADO EN PROYECTOS

PL: PRÁCTICAS DE LABORATORIO

RPA: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN EL AULA

TP: TUTORÍAS PROGRAMADAS

*Otros (especificar):

8. SISTEMA DE EVALUACIÓN

a) Tribunal de Evaluación.

| | |
|--------------------|-------------------------|
| Presidente: | Ana LAVERON SIMAVILLA |
| Vocal: | Francisco MORENO MARTÍN |
| Secretario: | Ángel MATEO PALACIOS |
| Suplente: | Nombre APELLIDOS |

b) Actividades de Evaluación.

| Semana N° | Descripción | Tipo Evaluación | Técnica Evaluativa | Duración | Peso | Nota mínima | Competencias |
|-----------|-------------|-----------------|--------------------|----------|------|-------------|--------------|
| | | | | | | | |

c) Criterios de Evaluación.

Se establecerá una evaluación continuada en la cual se consideran las actividades realizadas, trabajos en grupo, controles parciales y/o examen final.

El estudiante podrá voluntariamente optar, según la normativa UPM, por evaluación continuada o evaluación en el examen final ordinario.

Los exámenes estarán 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 estará constituida por ejercicios de problemas teórico prácticos relativos a los contenidos de la asignatura.

Sistema de calificación por EVALUACIÓN CONTINUADA:

- Los alumnos realizarán dos trabajos personalizados de forma voluntaria: uno, sobre caracterización aerodinámica de un misil (NT1), y otro sobre el diseño de un GNC de un misil (NT2). Podrán incrementar la nota final un 10%.
- Control parcia 1º (NP1)

- Control parcial 2º (NP2)
- La nota final, en el procedimiento de evaluación continuada, será:

$$NF = 0,05 * NT1 + 0,05 * NT2 + 0,45 * (NP1 + NP2)$$

Los alumnos que no hayan seguido el procedimiento de evaluación continuada, o que no hayan superado los criterios establecidos para dicho procedimiento, serán evaluados de la asignatura en un examen final ordinario con los criterios que establezca el Tribunal.

9. RECURSOS DIDÁCTICOS

| Descripción | Tipo | Observaciones |
|--|--------------|---------------|
| Guiones de la asignatura. | Bibliografía | |
| Transparencias de clase. | Bibliografía | |
| FLEEMAN. "Tactical Missile Design". AIAA Education Series, 2nd Edición, 2006. | Bibliografía | |
| "AIAA Aerospace Design Engineers Guide". American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1993. | Bibliografía | |
| SUTTON, G.P. "Rocket Propulsion Elements". Ed. John Wiley & Sons, 1986. | Bibliografía | |
| HUMBLE, R.W., HENRY, G.N. Y LARSON, W.J. "Space Propulsion Analysis and Design". Ed. McGraw-Hill, 1995. | Bibliografía | |
| JENSON, G.E. Y NETZER, D.W. "Tactical Missile Propulsion". American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1996. | Bibliografía | |
| BATHIE, W.W. "Fundamentals of Gas Turbines". Ed. John Wiley and Sons, 1996. | Bibliografía | |
| HILL, P.G. Y PETERSON, C.R. "Mechanics and Thermodynamics of Propulsion". Ed. Addison-Wesley Publishing Company, 1970. | Bibliografía | |
| MATTINGLY, J.D., ET AL. "Aircraft Engine Design". American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1987. | Bibliografía | |
| BUDINSKI, K.G. Y BUDINSKI, M.K. "Engineering Materials Properties and Selection". Ed. Prentice Hall, 1999. | Bibliografía | |
| MIL-HDBK-5J, "Metallic Materials and Elements for Aerospace Vehicle Structures", Jan 2003. | Bibliografía | |

| Descripción | Tipo | Observaciones |
|---|--------------|---|
| ZARCHAN, P. "Tactical and Strategic Missile Guidance AIAA Vol. 124 Progress in Astronautics and Aeronautics". American Institute of Aeronautics and Astronautics, 1990. | Bibliografía | |
| BLAKELOCK, J. H., Automatic Control of Aircraft and Missiles, Ed. John Wiley & Sons, 1965. | Bibliografía | |
| LAWRENCE, A.L., "Modern Inertial Technology". Ed. Springer, 1998. | Bibliografía | |
| SIOURIS, G.M. "Aerospace Avionics Systems". Academic Press, 1993. | 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