

Programa del curso EE-7002

Sistemas de propulsión

Escuela de Ingeniería Electromecánica
Carrera de Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

| | |
|---|---|
| Nombre del curso: | Sistemas de propulsión |
| Código: | EE-7002 |
| Tipo de curso: | Teórico |
| Obligatorio o electivo: | Obligatorio |
| Nº de créditos: | 3 |
| Nº horas de clase por semana: | 4 |
| Nº horas extraclase por semana: | 5 |
| Ubicación en el plan de estudios: | Curso de 10 ^{mo} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica |
| Requisitos: | EE-6902 Aerodinámica |
| Correquisitos: | Ninguno |
| El curso es requisito de: | Ninguno |
| Asistencia: | Libre |
| Suficiencia: | Sí |
| Posibilidad de reconocimiento: | Sí |
| Aprobación y actualización del programa: | 01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026 |

2. Descripción general

El curso de *Sistemas de propulsión* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: comprender los principios fundamentales de aerodinámica y sistemas de propulsión.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender la química de la combustión y la mecánica de los fluidos implicados en el funcionamiento de una turbina de reacción para sistemas de propulsión aeronáutica; explicar los principios aerodinámicos y termodinámicos que rigen la propulsión de aeronaves; describir los principios de funcionamiento, componentes y tipos de sistemas de propulsión aeronáutica, con énfasis en turbinas de reacción; y analizar las especificaciones técnicas, subsistemas y su integración con otros sistemas de la aeronave.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Mecánica de fluidos, Sistemas térmicos, y Análisis mecánico de estructuras de la aeronave.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Trabajo final de graduación.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Comprender los principios fundamentales de sistemas de propulsión de aeronaves.

Objetivos específicos

- Comprender la química de la combustión y la mecánica de los fluidos implicados en el funcionamiento de una turbina de reacción para sistemas de propulsión aeronáutica.
- Explicar los principios aerodinámicos y termodinámicos que rigen la propulsión de aeronaves.
- Describir los principios de funcionamiento, componentes y tipos de sistemas de propulsión aeronáutica, con énfasis en turbinas de reacción.
- Analizar las especificaciones técnicas, subsistemas y su integración con otros sistemas de la aeronave.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción de los sistemas de propulsión
 - 1.1. El principio de la propulsión a chorro
 - 1.2. Impulso de fluidos y fuerza de reacción
 - 1.3. Cohetes
 - 1.4. Hélices
 - 1.5. Motores turbojet, turbofan y ramjet
2. Mecánica y termodinámica del flujo de fluidos

- 2.1. Ecuaciones fundamentales
- 2.2. Termodinámica de gases
- 2.3. Termodinámica de combustión en equilibrio, reacciones químicas
- 3. Etapas de compresión de aire
 - 3.1. Principio de la compresión en turbinas
 - 3.2. Relación compresión-propulsión
 - 3.3. Etapas de ingreso y compresión de aire
- 4. Enfriamiento de la turbina
 - 4.1. Sistemas de enfriamiento convencionales
 - 4.2. Casos específicos
 - 4.3. Fallas en sistema de enfriamiento y caza fallas
- 5. Combustión en turbinas
 - 5.1. Principio de combustión
 - 5.2. Sistema de combustión en aeronaves
 - 5.3. Ejemplos de combustión en motores básicos
- 6. Sistema de control de combustible de las turbinas
 - 6.1. Bomba de combustible
 - 6.2. Generalidades y partes básicas
- 7. Montaje y conexiones del motor con el avión
 - 7.1. Soportes e ingeniería de fijación de la turbina
 - 7.2. Conexiones eléctricas
 - 7.3. Drenajes
- 8. Lectura de hojas de especificaciones técnicas
 - 8.1. General Electric
 - 8.2. SNECMA
 - 8.3. Boeing
 - 8.4. Embraer

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología En este curso, se utilizará el enfoque sistémico-complejo para la ejecución de las sesiones magistrales y se integrará la investigación práctica aplicada para las asignaciones extraclase. Esta última se implementará mediante técnicas como el estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos, el modelado y la simulación.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Recibirán instrucción sobre los fundamentos que rigen la propulsión en aeronaves y los componentes mecánicos relacionados.
- Analizarán diferentes principios aerodinámicos y termodinámicos con el fin de comprender su aplicabilidad en la propulsión de aeronaves.
- Evaluarán diferentes sistemas de propulsión con el fin de determinar configuraciones óptimas según necesidades o requerimientos planteados.
- Trabajarán en proyectos de investigación de sistemas de propulsión para desarrollar habilidades técnicas, de investigación, trabajo en equipo y resolución de problemas.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante comprender los principios fundamentales de sistemas de propulsión de aeronaves

Si un estudiante requiere apoyos educativos, podrá solicitarlos a través del Departamento de Orientación y Psicología.

6. Evaluación La evaluación se distribuye en los siguientes rubros:

- Pruebas parciales: evaluaciones formales que miden el nivel de comprensión y aplicación de los conceptos clave del curso. Generalmente cubren una parte significativa del contenido visto hasta la fecha y pueden incluir problemas teóricos y prácticos.
- Pruebas cortas: evaluaciones breves y frecuentes que sirven para comprobar el dominio de temas específicos. Suelen ser de menor peso en la calificación final y permiten reforzar el aprendizaje continuo.
- Act. aprendizaje activo: actividad diseñada para que los estudiantes se involucren de manera directa y práctica en la construcción de su conocimiento, a través de la resolución de problemas, la discusión y la aplicación de conceptos teóricos en contextos reales o simulados.

| | |
|-----------------------------|-------|
| Pruebas parciales (2) | 60 % |
| Pruebas cortas (5) | 25 % |
| Act. aprendizaje activo (4) | 15 % |
| Total | 100 % |

De conformidad con el artículo 78 del Reglamento del Régimen Enseñanza-Aprendizaje del Instituto Tecnológico de Costa Rica y sus Reformas, en este curso la persona estudiante tiene derecho a presentar un examen de reposición si su nota luego de redondeo es 60 o 65.

7. Bibliografía

- [1] P. G. Hill y C. R. Peterson, *Mechanics and Thermodynamics of Propulsion*, 2nd. Reading, MA: Addison-Wesley, 1991, ISBN: 978-0201146592.
- [2] W. W. Bathie, *Fundamentos de turbinas a gas*. México D.F.: Limusa, 1987.
- [3] H. Cohen, H. Cohen, G. Rogers, H. Saravanamuttoo, R. B. del Rio y G. W. Elósegui, *Teoría de las turbinas de gas*. Marcombo, 1983.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

M.Sc. Víctor Julio Hernández

Máster en ciencias con especialización explotación técnica de aviones y motores. Instituto de Kiev de los Ingenieros de Aviación Civil. Ucrania.

Ingeniero aeronáutico. Instituto de Kiev de los Ingenieros de Aviación Civil. Ucrania.

Correo: vhernandezg@itcr.ac.cr Teléfono: 0

Oficina: 11 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago