

Programa del curso EE-6807

Materiales en aeronáutica

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:	Materiales en aeronáutica
Código:	EE-6807
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	2
Nº horas de clase por semana:	3
Nº horas extraclase por semana:	3
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 8 ^{vo} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica
Requisitos:	Ninguno
Correquisitos:	EE-0806 Máquinas y mecanismos
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Aeronáutica:</i> EE-6906 Análisis mecánico de estructuras de la aeronave; EE-7203 Manufactura en la cadena de valor aeroespacial
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 *Materiales en aeronáutica* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: aplicar los principios de la mecánica, integrando modelado y simulación para evaluar el comportamiento de materiales, estructuras y mecanismos en la aeronave.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los materiales aeronáuticos, interpretando su desempeño frente a cargas y condiciones reales de operación; simular el comportamiento estructural de materiales aplicados a componentes aeronáuticos, considerando esfuerzos, deformaciones, fatiga y ambientes exigentes; seleccionar materiales adecuados para distintos sistemas de aeronaves, justificando la decisión mediante criterios técnicos, normativos y de desempeño; y diagnosticar posibles fallas o limitaciones en materiales utilizados en aeronáutica, proponiendo soluciones fundamentadas en análisis mecánico y modelado predictivo.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Ciencia de los materiales, y Máquinas y mecanismos.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Análisis mecánico de estructuras de la aeronave, y Manufactura en la cadena de valor aeroespacial.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Analizar el comportamiento de materiales metálicos, compuestos y no metálicos utilizados en aeronaves, aplicando principios de la mecánica e integrando herramientas de modelado y simulación, con el fin de sustentar decisiones técnicas sobre su selección, uso y evaluación estructural.

Objetivos específicos

- Analizar las propiedades mecánicas, térmicas y químicas de los materiales aeronáuticos, interpretando su desempeño frente a cargas y condiciones reales de operación.
- Simular el comportamiento estructural de materiales aplicados a componentes aeronáuticos, considerando esfuerzos, deformaciones, fatiga y ambientes exigentes.
- Seleccionar materiales adecuados para distintos sistemas de aeronaves, justificando la decisión mediante criterios técnicos, normativos y de desempeño.
- Diagnosticar posibles fallas o limitaciones en materiales utilizados en aeronáutica, proponiendo soluciones fundamentadas en análisis mecánico y modelado predictivo.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a los materiales aeronáuticos
 - 1.1. Clasificación y propiedades mecánicas, térmicas y químicas

- 1.2. Comportamiento frente a esfuerzos: tracción, compresión, flexión y torsión
- 1.3. Factores de selección de materiales en aeronaves
- 1.4. Normas y certificaciones aplicables en la industria aeronáutica
2. Materiales metálicos ferrosos y no ferrosos
 - 2.1. Aceros: tipos, nomenclatura y tratamientos térmicos
 - 2.2. Ensayos mecánicos: tracción, fatiga, dureza (Brinell, Vickers, Rockwell, Shore)
 - 2.3. Aleaciones de aluminio, magnesio, titanio, cobre, níquel y superaleaciones
 - 2.4. Ensayos de materiales no ferrosos y comparación de desempeño
3. Materiales compuestos y no metálicos
 - 3.1. Clasificación: plásticos, cerámicos, compuestos, sellantes y adhesivos
 - 3.2. Propiedades mecánicas y térmicas de compuestos utilizados en aeronáutica
 - 3.3. Técnicas de inspección: detección y tipos de defectos
 - 3.4. Modelado de fallas en materiales compuestos
 - 3.5. Estrategias de reparación y solución de problemas
4. Corrosión en materiales aeronáuticos
 - 4.1. Fundamentos electroquímicos y ambientales
 - 4.2. Tipos de corrosión: galvánica, microbiológica, por presión, entre otras
 - 4.3. Análisis de causas y prevención en estructuras aeronáuticas
 - 4.4. Modelado del deterioro por corrosión en materiales críticos
5. Dispositivos de fijación en estructuras aeronáuticas
 - 5.1. Elementos roscados: tornillos, tuercas, espárragos y pasadores
 - 5.2. Nomenclatura, tolerancias y normalización internacional
 - 5.3. Roblones y dispositivos de bloqueo: tipos y aplicación
 - 5.4. Ensayos de esfuerzo y simulación de uniones mecánicas
6. Transmisiones mecánicas en aeronaves
 - 6.1. Tipos de engranajes y relaciones de transmisión
 - 6.2. Transmisión por correas, poleas, cadenas y ruedas dentadas
 - 6.3. Análisis de carga en sistemas de transmisión
 - 6.4. Simulación del funcionamiento en sistemas de ala rotativa y fija
7. Sistemas de mando mecánico
 - 7.1. Cables de mando, poleas, tensores y conexiones mecánicas
 - 7.2. Sistemas flexibles: cable tipo Bowden
 - 7.3. Análisis de esfuerzo y deformación en componentes de mando

8. Materiales en sistemas eléctricos de aeronaves

8.1. Cables, conectores y terminales: tipos y aplicaciones

8.2. Comportamiento térmico y mecánico de cables especializados

8.3. Modelado de fallas eléctricas por degradación de materiales

9. Otros elementos mecánicos en aeronáutica

9.1. Resortes: tipos, materiales, vida útil y aplicaciones

9.2. Cojinetes y rodamientos: clasificación, selección y análisis de desgaste

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 clases magistrales con material audiovisual y discusión en grupo sobre conceptos de materiales en aeronáutica.
- Resolverán ejercicios aplicados sobre el comportamiento de materiales en componentes aeronáuticos, utilizando principios de la mecánica y datos técnicos para analizar propiedades como resistencia, fatiga o deformación.
- Desarrollarán proyectos en los que modelarán situaciones estructurales o funcionales relacionadas con materiales aeronáuticos, integrando herramientas de simulación para predecir su respuesta ante condiciones de carga y ambiente.
- Analizarán estudios de caso sobre fallas o decisiones de selección de materiales en aeronaves reales, aplicando criterios normativos y fundamentos técnicos para sustentar propuestas de mejora o diagnóstico.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante analizar el comportamiento de materiales metálicos, compuestos y no metálicos utilizados en aeronaves, aplicando principios de la mecánica e integrando herramientas de modelado y simulación, con el fin de sustentar decisiones técnicas sobre su selección, uso y evaluación estructural

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] Y. Liu, *Aerospace Structures and Materials*. Sharjah, UAE: Bentham Science Publishers, 2016, ISBN: 9781681083056.
- [2] C. Lu, *Materials and Process Modeling of Aerospace Composites*. Warrendale, PA: SAE International, 2019, ISBN: 9780768001907.
- [3] Á. D. Aceituno y C. F. N. Fernández, *Materiales de Aviación y Hardware*, 1.^a ed. España: SENASA, 2011.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

M.Sc. Noel Jacob Ureña Sandí
Bachillerato en Ingeniería de los Materiales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Licenciatura en Ingeniería de los Materiales, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Maestría en Ingeniería Mecánica, RWTH Aachen University, Alemania

Correo: nurena@itcr.ac.cr Teléfono: 25509347

Oficina: 22 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago