

Programa del curso EE-6903

Dinámica de vuelo

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:	Dinámica de vuelo
Código:	EE-6903
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 9 ^{no} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica
Requisitos:	Ninguno
Correquisitos:	EE-6902 Aerodinámica
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Aeronáutica:</i> EE-7003 Control automático de vuelo; EE-6906 Análisis mecánico de estructuras de la aeronave
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 *Dinámica de vuelo* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: desarrollar sistemas de control automático de vuelo, aplicando conocimientos en aviónica y dinámica de vuelo.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender los sistemas de referencia y los ángulos de Euler para describir con precisión la actitud de la aeronave y su comportamiento en el espacio tridimensional; analizar las condiciones de equilibrio y estabilidad estática (longitudinal, lateral y direccional) mediante el estudio del trimado y las fuerzas aerodinámicas actuantes en la aeronave; resolver problemas que involucren ecuaciones de movimiento de aeronaves rígidas, tanto en su forma completa como en versiones linealizadas y de orden reducido, aplicando métodos como funciones de transferencia y representación en espacio de estados; y evaluar la dinámica longitudinal, lateral y direccional de la aeronave, identificando modos de respuesta, cualidades de vuelo y características de maniobrabilidad bajo diversas condiciones de operación.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Dinámica, y Modelado y simulación de sistemas.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Control automático de vuelo.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Analizar los principios fundamentales de la dinámica de vuelo y su aplicación en el diseño y control de aeronaves.

Objetivos específicos

- Comprender los sistemas de referencia y los ángulos de Euler para describir con precisión la actitud de la aeronave y su comportamiento en el espacio tridimensional.
- Analizar las condiciones de equilibrio y estabilidad estática (longitudinal, lateral y direccional) mediante el estudio del trimado y las fuerzas aerodinámicas actuantes en la aeronave.
- Resolver problemas que involucren ecuaciones de movimiento de aeronaves rígidas, tanto en su forma completa como en versiones linealizadas y de orden reducido, aplicando métodos como funciones de transferencia y representación en espacio de estados.
- Evaluar la dinámica longitudinal, lateral y direccional de la aeronave, identificando modos de respuesta, cualidades de vuelo y características de maniobrabilidad bajo diversas condiciones de operación.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a dinámica de vuelo
 - 1.1. Consideraciones generales

- 1.2. Cualidades de vuelo maniobrabilidad
- 1.3. Ecuaciones de movimiento del avión
- 1.4. Aerodinámica
- 1.5. Simulación
- 2. Sistemas de referencia y notación
 - 2.1. Ejes de referencia terrestres
 - 2.2. Fuselaje del avión y ejes de referencia fijos
 - 2.3. Ángulos de Euler y actitud de la aeronave
 - 2.4. Transformaciones de los ejes
 - 2.5. Geometría de referencia del avión
- 3. Equilibrio estático y ajuste
 - 3.1. Equilibrio de ajuste
 - 3.2. Estabilidad estática longitudinal, lateral y direccional
 - 3.3. Cálculo de condición de ajuste de la aeronave
- 4. Ecuaciones de movimiento
 - 4.1. Ecuaciones de movimiento de aeronaves rígidas simétricas
 - 4.2. Ecuaciones linealizadas de movimiento
 - 4.3. Formas alternativas de ecuaciones de movimiento
- 5. Métodos de solución para las ecuaciones de movimiento
 - 5.1. Métodos de solución
 - 5.2. Regla de Cramer
 - 5.3. Funciones de transferencia de la respuesta de la aeronave
 - 5.4. Respuesta a controles
 - 5.5. Funciones de transferencia a respuestas de aceleración
 - 5.6. Método de estado espacio
- 6. Dinámica longitudinal, lateral y direccional
 - 6.1. Respuesta a controles
 - 6.2. Modos de estabilidad dinámica
 - 6.3. Modelos de orden reducida
 - 6.4. Respuesta de frecuencia
 - 6.5. Cualidades de vuelo maniobrabilidad
 - 6.6. Modo de excitación
- 7. Maniobrabilidad

- 7.1. Principios de maniobrabilidad
- 7.2. Dinámica de la aeronave y maniobrabilidad
- 8. Estabilidad
 - 8.1. Principios de Estabilidad
 - 8.2. Interpretación gráfica de estabilidad
- 9. Modelado de aerodinámica

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 sistemas de dinámica de vuelo.
- Analizarán sistemas de referencia y ángulos de Euler mediante ejercicios gráficos y simulaciones, para comprender la actitud de la aeronave en el espacio tridimensional.
- Estudiarán las condiciones de equilibrio y estabilidad estática a partir del análisis del trimado y las fuerzas aerodinámicas, aplicando estos conceptos en casos prácticos.
- Resolverán problemas utilizando ecuaciones de movimiento en modelos completos y simplificados de aeronaves, mediante funciones de transferencia y representación en espacio de estados.
- Simularán la dinámica longitudinal, lateral y direccional en distintos escenarios operativos, evaluando la respuesta de la aeronave y sus cualidades de maniobrabilidad.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante analizar los principios fundamentales de la dinámica de vuelo y su aplicación en el diseño y control 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] M. Cook, *Flight Dynamics Principles*, 2nd. USA: Butterworth-Heinemann, 2007.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Juan José Montero Jimenez, Ph.D.

Doctorado en Ingeniería Industrial e Informática. Universidad de Toulouse. Francia.

Máster en ciencias en Ingeniería Aeroespacial. ISAE-SUPAERO. Francia.

Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: juan.montero@itcr.ac.cr Teléfono: 25509338

Oficina: 5 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago