

Programa del curso EE-7202

## **Telemetría y comunicaciones para aeronáutica**

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

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1. Datos generales

<b>Nombre del curso:</b>	Telemetría y comunicaciones para aeronáutica
<b>Código:</b>	EE-7202
<b>Tipo de curso:</b>	Teórico
<b>Obligatorio o electivo:</b>	Obligatorio
<b>Nº de créditos:</b>	3
<b>Nº horas de clase por semana:</b>	4
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	5
<b>Ubicación en el plan de estudios:</b>	Curso electivo en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Aeronáutica
<b>Requisitos:</b>	EE-6908 Seguridad aeronáutica y aeronavegabilidad
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	Ninguno
<b>Asistencia:</b>	Libre
<b>Suficiencia:</b>	Sí
<b>Posibilidad de reconocimiento:</b>	Sí
<b>Aprobación y actualización del programa:</b>	01/01/2026 en sesión de Consejo de Escuela 01-2026

## 2. Descripción general

El curso de *Telemetría y comunicaciones para aeronáutica* es del tipo electivo y por esta razón no se incluye en los rasgos del plan de estudios.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar la evolución histórica, el contexto estratégico y los tipos de comunicación utilizados en la aviación moderna; comprender los principios fundamentales de transmisión y estructuración de datos, incluyendo el concepto de tramas, codificación y flujo de información; examinar los principales protocolos, normativas y organismos que regulan las comunicaciones aeronáuticas a nivel internacional; y evaluar el papel de la comunicación en la integración de sistemas aviónicos contemporáneos y su proyección ante desafíos tecnológicos futuros como UAVs y redes colaborativas.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Instrumentación, Sistemas digitales, y Aviónica.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Analizar de forma global el papel de las comunicaciones y la telemetría en los sistemas aeronáuticos, considerando sus fundamentos, funciones, arquitectura y normativa, como parte esencial en la operación segura y eficiente de aeronaves.

### Objetivos específicos

- Analizar la evolución histórica, el contexto estratégico y los tipos de comunicación utilizados en la aviación moderna.
- Comprender los principios fundamentales de transmisión y estructuración de datos, incluyendo el concepto de tramas, codificación y flujo de información.
- Examinar los principales protocolos, normativas y organismos que regulan las comunicaciones aeronáuticas a nivel internacional.
- Evaluar el papel de la comunicación en la integración de sistemas aviónicos contemporáneos y su proyección ante desafíos tecnológicos futuros como UAVs y redes colaborativas.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Panorama general de las comunicaciones aeronáuticas
  - 1.1. Rol estratégico de las comunicaciones en la aviación.
  - 1.2. Historia de la radio y telecomunicaciones en aeronáutica.
  - 1.3. Tipos de comunicación: aire-aire, aire-tierra, tierra-tierra.
  - 1.4. Ejemplos ilustrativos: control de tráfico aéreo, transmisiones satelitales, UAVs.
2. Fundamentos físicos y conceptuales de la comunicación
  - 2.1. Conceptos esenciales: señal, frecuencia, modulación (visión cualitativa).
  - 2.2. El espectro electromagnético en aviación.

- 2.3. Ruido, interferencia y confiabilidad de la señal.
- 2.4. Nociones de multiplexación, ancho de banda y latencia.
- 3. Estructura general de un sistema de telemetría
  - 3.1. Concepto de telemetría en aviación: monitoreo remoto de parámetros.
  - 3.2. Flujo de información: adquisición – transmisión – recepción – almacenamiento.
  - 3.3. Esquema conceptual de una trama (frame): cabecera, datos, control de errores.
  - 3.4. Topologías comunes: centralizada, distribuida.
- 4. Protocolos y normas en aviación
  - 4.1. Introducción general a ARINC 429, MIL-STD-1553, CAN-Aerospace.
  - 4.2. Importancia del diseño determinista y la redundancia.
  - 4.3. Regulaciones y entidades: ICAO, RTCA, EASA, FAA.
  - 4.4. DO-178C, DO-160G, DO-254 (enfoque conceptual).
- 5. Comunicación y aviónica moderna
  - 5.1. Arquitectura conceptual de un sistema aviónico.
  - 5.2. Tendencias: aviónica modular integrada (IMA), sistemas abiertos.
  - 5.3. Interoperabilidad, ciberseguridad, mantenimiento basado en datos.
  - 5.4. Enlaces satelitales, ADS-B, integración con GNSS.
- 6. Nuevas tecnologías y desafíos
  - 6.1. Comunicaciones en UAVs y sistemas autónomos.
  - 6.2. Gestión de datos en tiempo real.
  - 6.3. Convergencia entre comunicaciones aeronáuticas y comerciales.
  - 6.4. Impacto de la inteligencia artificial en la gestión de comunicaciones.

## 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 telemetría y comunicaciones aeronáuticas.
- Participarán en discusiones orientadas al análisis de normativas internacionales, protocolos de comunicación y su papel en la operación segura de aeronaves.
- Analizarán grupalmente casos documentados sobre incidentes aeronáuticos asociados a fallas en comunicación, enfocados en la comprensión sistémica del problema.
- Desarrollarán síntesis argumentadas de artículos técnicos y extractos normativos, con énfasis en el análisis estructurado y la integración de múltiples perspectivas regulatorias y tecnológicas.
- Explorarán tendencias tecnológicas mediante el estudio de documentos especializados y presentaciones temáticas, discutiendo su impacto estratégico en el futuro de los sistemas aeronáuticos.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante analizar de forma global el papel de las comunicaciones y la telemetría en los sistemas aeronáuticos, considerando sus fundamentos, funciones, arquitectura y normativa, como parte esencial en la operación segura y eficiente 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] B. Sklar, *Digital Communications: Fundamentals and Applications*, 2nd. Prentice Hall, 2001.
- [2] M. Kayton y W. R. Fried, *Avionics Navigation Systems*. Wiley, 1997.
- [3] International Civil Aviation Organization (ICAO), *Annex 10 to the Convention on International Civil Aviation, Volume II: Communication Procedures*, Disponible en: <https://www.icao.int>, 2020.
- [4] RTCA, Inc., *DO-178C: Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification*, Disponible en: <https://www.rtca.org>, 2011.
- [5] W. D. Grover, *Telecommunications and Networking*. Morgan Kaufmann, 2007.
- [6] A. Moutzoglou, *Handbook of Aviation Human Factors and Communication*. CRC Press, 2021.
- [7] M. Zaludova, J. Maly y P. Fiedler, *Satellite-Based Navigation Systems and Services*. Springer, 2023.
- [8] M. Wooldridge, *An Introduction to MultiAgent Systems*, 2nd. John Wiley & Sons, 2009.

## 8. Persona docente

El curso será impartido por: