

Programa del curso EE-0602

## **Fiabilidad y disponibilidad de sistemas electromecánicos**

Escuela de Ingeniería Electromecánica  
Carrera de Ingeniería Electromecánica (tronco común)

## I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

### 1. Datos generales

|   |  |
|---|--|
| <b>Nombre del curso:</b>                        | Fiabilidad y disponibilidad de sistemas electromecánicos                       |
| <b>Código:</b>                                  | EE-0602  |
| <b>Tipo de curso:</b>                           | Teórico  |
| <b>Obligatorio o electivo:</b>                  | Obligatorio  |
| <b>Nº de créditos:</b>                          | 2  |
| <b>Nº horas de clase por semana:</b>            | 3  |
| <b>Nº horas extraclase por semana:</b>          | 3  |
| <b>Ubicación en el plan de estudios:</b>        | Curso de 6 <sup>to</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica (tronco común) |
| <b>Requisitos:</b>                              | PI-0502 Estadística aplicada   |
| <b>Correquisitos:</b>                           | Ninguno  |
| <b>El curso es requisito de:</b>                | EE-0701 Administración de proyectos  |
| <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 *Fiabilidad y disponibilidad de sistemas electromecánicos* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: aplicar herramientas estadísticas, evaluar datos con rigor científico, y garantizar la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad en sistemas electromecánicos.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender los fundamentos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) en sistemas electromecánicos, así como su importancia en la industria; modelar modos de falla, utilizando metodologías como FMEA (Análisis de Modos y Efectos de Falla) y FTA (Análisis de Árbol de Fallas); diseñar estrategias de mantenimiento óptimo, incluyendo mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, basadas en criterios de disponibilidad y costos; y elaborar planes de mitigación de riesgos que garanticen la seguridad operacional en sistemas electromecánicos, integrando normativas y mejores prácticas de la industria.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en el curso de: Estadística aplicada.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Administración de proyectos, Elementos de máquinas, Mantenimiento electromecánico, y Gestión del ciclo de vida de instalaciones electromecánicas.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Aplicar las herramientas estadísticas, metodologías de análisis de fallos y estrategias de mantenimiento, para el análisis y mejora de la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS), de sistemas electromecánicos que garanticen el funcionamiento seguro y eficiente.

### Objetivos específicos

- Comprender los fundamentos de confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) en sistemas electromecánicos, así como su importancia en la industria.
- Modelar modos de falla, utilizando metodologías como FMEA (Análisis de Modos y Efectos de Falla) y FTA (Análisis de Árbol de Fallas).
- Diseñar estrategias de mantenimiento óptimo, incluyendo mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, basadas en criterios de disponibilidad y costos.
- Elaborar planes de mitigación de riesgos que garanticen la seguridad operacional en sistemas electromecánicos, integrando normativas y mejores prácticas de la industria.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a la fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS) en sistemas electromecánicos

1.1. Conceptos clave de fiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS)

- 1.2. Importancia del análisis RAMS en la ingeniería electromecánica
- 1.3. Indicadores y métricas de desempeño de sistemas
2. Métodos estadísticos aplicados a la confiabilidad
  - 2.1. Distribuciones de probabilidad utilizadas en confiabilidad: exponencial, normal, Weibull
  - 2.2. Estimación de parámetros estadísticos y análisis de datos de fallos
  - 2.3. Introducción a la prueba de hipótesis y análisis de tendencia en confiabilidad
3. Análisis de Modos y Efectos de Fallo (FMEA) y Análisis de Árbol de Fallos (FTA)
  - 3.1. Metodología FMECA: identificación y priorización de fallos
  - 3.2. Análisis de criticidad y cálculo del RPN (Risk Priority Number)
  - 3.3. Construcción y aplicación del Análisis de Árbol de Fallos (FTA)
  - 3.4. Factores que afectan la confiabilidad y vida útil de los componentes
4. Análisis Weibull y estimación de vida útil de componentes
  - 4.1. Principios del análisis Weibull y su aplicación en confiabilidad
  - 4.2. Estimación de parámetros  $\beta$  y  $\eta$  para predecir vida útil
  - 4.3. Análisis de datos de fallos en el contexto industrial
5. Modelos de confiabilidad para sistemas en serie, paralelo y redundancia
  - 5.1. Modelos de confiabilidad en sistemas simples y complejos
  - 5.2. Cálculo de confiabilidad en configuraciones en serie y en paralelo
  - 5.3. Estrategias de redundancia para mejorar la disponibilidad de sistemas
6. Estrategias de mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo y basado en condición
  - 6.1. Diferencias y aplicaciones de mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo
  - 6.2. Criterios de selección de estrategias de mantenimiento
  - 6.3. Análisis de costos y beneficios de cada enfoque
7. Optimización de planes de mantenimiento y análisis costo-beneficio
  - 7.1. Estrategias para optimizar programas de mantenimiento
  - 7.2. Métodos de análisis costo-beneficio en confiabilidad y disponibilidad
8. Planificación de contingencias y resiliencia en sistemas electromecánicos
  - 8.1. Estrategias de continuidad operativa y gestión de crisis
  - 8.2. Diseño de planes de contingencia y recuperación ante fallos
9. Métodos de análisis de seguridad y normativas internacionales
  - 9.1. Principales normativas en seguridad industrial y confiabilidad
  - 9.2. Métodos de análisis de seguridad: HAZOP, LOPA, Bow-Tie

### 9.3. Implementación de planes de seguridad en la industria

## 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:**

- Aplicarán herramientas estadísticas para evaluar la confiabilidad de un sistema.
- Aplicarán herramientas como el FMEA para priorizar fallos y proponer acciones preventivas.
- Diseñarán estrategias de mantenimiento alineadas con la optimización de disponibilidad y costos.
- Modelarán el impacto de fallos en la disponibilidad de un sistema en serie y en paralelo.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante aplicar las herramientas estadísticas, metodologías de análisis de fallos y estrategias de mantenimiento, para el análisis y mejora de la confiabilidad, disponibilidad, mantenibilidad y seguridad (RAMS), de sistemas electromecánicos que garanticen el funcionamiento seguro y eficiente

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] C. E. Ebeling, *An introduction to reliability and maintainability engineering*. Waveland Press, 2019.
- [2] A. Birolini, *Reliability engineering*. Springer, 2017, vol. 8.
- [3] D. Smith, *Fiabilidad, mantenibilidad y riesgo: métodos prácticos para ingenieros*. Butterworth-Heinemann, 2019.
- [4] J. Moubray, *Mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM)*. 2004.

## 8. Persona docente

El curso será impartido por:

**M.Sc. Sebastián Mata Ortega**

**Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

*Correo:* semata@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509343

*Oficina:* 26 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

**M.Sc. Carlos Piedra Santamaria**

**Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica con énfasis en Gestión de Mantenimiento, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

*Correo:* cpiedra@itcr.ac.cr *Teléfono:* 22509353

*Oficina:* 28 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

**Dr.-Ing. Juan José Montero Jimenez**

**Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Ingeniería Aeroespacial, ISAE-SUPAERO, Francia**

**Doctorado en Ingeniería Industrial e Informática, ISAE-SUPAERO, Francia**

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

*Oficina:* 5 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

**M.Sc. Juan Pablo Arias Cartín**

**Bachillerato en Ingeniería Electromecánica, Universidad Internacional de las**

**Americas, Costa Rica**

**Bachillerato en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Sistemas Modernos en Manufactura, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

*Correo:* jarias@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509343

*Oficina:* 26 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago