

Programa del curso EE-4808

Mantenimiento electromecánico

Escuela de Ingeniería Electromecánica

Carrera de Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas

I parte: Aspectos relativos al plan de estudios

1. Datos generales

| | |
|---|---|
| Nombre del curso: | Mantenimiento electromecánico |
| Código: | EE-4808 |
| Tipo de curso: | Teórico |
| Obligatorio o electivo: | Obligatorio |
| Nº de créditos: | 1 |
| Nº horas de clase por semana: | 2 |
| Nº horas extraclase por semana: | 1 |
| Ubicación en el plan de estudios: | Curso de 8 ^{vo} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas |
| Requisitos: | EE-0701 Administración de proyectos |
| 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 *Mantenimiento electromecánico* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: gestionar el ciclo de vida de sistemas electromecánicos considerando la viabilidad de su transformación digital.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: comprender el ciclo de vida de los activos industriales y su relación con la gestión del mantenimiento, identificando estrategias para que optimicen su desempeño y prolonguen su vida útil; aplicar técnicas de mantenimiento basado en condición mediante el análisis de vibraciones, termografía y otras metodologías predictivas para la detección temprana de fallos en equipos industriales; implementar herramientas digitales y estrategias de transformación digital en la gestión del mantenimiento, evaluando su impacto en la confiabilidad y eficiencia de los activos industriales; y desarrollar habilidades para el diagnóstico y pronóstico del mantenimiento, utilizando metodologías basadas en datos y normativas internacionales para la toma de decisiones fundamentadas alineadas con la estrategia del negocio.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Fiabilidad y disponibilidad de sistemas electromecánicos, y Administración de proyectos.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en los cursos de: Instalaciones mecánico-sanitarias, Gestión del ciclo de vida de instalaciones electromecánicas, y Seminario de graduación I.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Gestionar el mantenimiento electromecánico aplicando técnicas modernas, integrando herramientas digitales y estrategias de transformación digital que optimicen la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa de los activos industriales.

Objetivos específicos

- Comprender el ciclo de vida de los activos industriales y su relación con la gestión del mantenimiento, identificando estrategias para que optimicen su desempeño y prolonguen su vida útil.
- Aplicar técnicas de mantenimiento basado en condición mediante el análisis de vibraciones, termografía y otras metodologías predictivas para la detección temprana de fallos en equipos industriales.
- Implementar herramientas digitales y estrategias de transformación digital en la gestión del mantenimiento, evaluando su impacto en la confiabilidad y eficiencia de los activos industriales.
- Desarrollar habilidades para el diagnóstico y pronóstico del mantenimiento, utilizando metodologías basadas en datos y normativas internacionales para la toma de decisiones fundamentadas alineadas con la estrategia del negocio.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción al mantenimiento industrial
 - 1.1. Evolución del mantenimiento: correctivo, preventivo, predictivo y proactivo
 - 1.2. Importancia de la gestión del mantenimiento en la industria
 - 1.3. Relación con la productividad y seguridad
2. Normativas y estándares internacionales en mantenimiento
 - 2.1. ISO 17359: Mantenimiento basado en condición
 - 2.2. Otras normativas relevantes (ISO 55000, IEC 60034, ISO 20816)
 - 2.3. Cumplimiento regulatorio y mejores prácticas
3. Conceptos y principios del mantenimiento basado en condición (CBM)
 - 3.1. Beneficios del CBM frente a estrategias tradicionales
 - 3.2. Proceso de implementación en entornos industriales
 - 3.3. Integración con mantenimiento predictivo y prescriptivo
4. Análisis de vibraciones en equipos rotativos
 - 4.1. Fundamentos del análisis de vibraciones
 - 4.2. Tipos de fallos detectables mediante vibraciones
 - 4.3. Uso de sensores y software de análisis
 - 4.4. Gráficos de tendencia, determinación de alarmas con base en la norma ISO 20816
 - 4.5. Forma de onda y espectros, diferencia, FFT, parámetros de configuración
 - 4.6. Patrones de vibración: desbalance, desalineamiento, engranajes, motores eléctricos y otros
5. Termografía aplicada al mantenimiento predictivo
 - 5.1. Principios de la termografía infrarroja
 - 5.2. Identificación de fallos en componentes eléctricos y mecánicos
 - 5.3. Interpretación de imágenes térmicas y toma de decisiones
6. Ultrasonido y otras técnicas de monitoreo predictivo
 - 6.1. Aplicaciones del ultrasonido en mantenimiento
 - 6.2. Detección de fugas, lubricación y fallos en rodamientos
7. Tribología y análisis de aceites
 - 7.1. Pruebas físicas, químicas y dieléctricas
 - 7.2. Cromatografía de gases
8. Pruebas de diagnóstico eléctrico
 - 8.1. Pruebas de alta tensión

8.2. Pruebas de baja tensión

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 mantenimiento electromecánico.
- Evaluarán casos reales de aplicación de mantenimiento predictivo en la industria.
- Interpretarán señales y datos para detectar fallos en maquinaria rotativa a través del análisis de vibraciones.
- Aplicarán termografía infrarroja para evaluar el estado de componentes eléctricos y mecánicos.
- Evaluarán la condición de equipos, lubricantes y máquinas con base en análisis de aceites y pruebas de diagnóstico eléctrico.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante gestionar el mantenimiento electromecánico aplicando técnicas modernas, integrando herramientas digitales y estrategias de transformación digital que optimicen la disponibilidad, confiabilidad y eficiencia operativa de los activos industriales

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] A. C. Márquez, *La Gestión Digital del Mantenimiento: Una Guía para la Transformación Digital en el Área del Mantenimiento*. Ingeman, 2023.
- [2] International Organization for Standardization, *ISO 17359:2018 - Condition monitoring and diagnostics of machines — General guidelines*. Geneva, Switzerland: ISO, 2018.
- [3] International Organization for Standardization, *ISO 20816-1:2016 - Mechanical vibration — Measurement and evaluation of machine vibration — Part 1: General guidelines*. Geneva, Switzerland: ISO, 2016.
- [4] E. P. Marín, *Elementos de medición y análisis de vibraciones en máquinas rotatorias*. Plaza de la Revolución, Cuba: Empresa Editorial Poligráfica Félix Varela, 2014.
- [5] D. Ambre, *Guía de Identificación por Falla de Vibración*. Full Spectrum Diagnostics, 2007, pág. 110.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Mag. Sebastián Mata Ortega

Maestría en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración de la Energía. Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

Correo: semata@itcr.ac.cr Teléfono: 0

Oficina: 26 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

Mag. Carlos Piedra Santamaria

Maestría en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Administración del Mantenimiento. Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica.

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

Oficina: 0 Escuela: Ingeniería Electromecánica Sede: Cartago

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

Mag. Juan Pablo Arias Cartín

Máster en Sistemas Modernos de Manufactura. Licenciado en Ingeniería en Mantenimiento Industrial. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Costa Rica

Correo: jarias@itcr.ac.cr *Teléfono:* 0

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