

Programa del curso EE-4909

Laboratorio de sistemas de vapor

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:	Laboratorio de sistemas de vapor
Código:	EE-4909
Tipo de curso:	Práctico
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 9 ^{no} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas
Requisitos:	Ninguno
Correquisitos:	EE-4908 Sistemas de vapor
El curso es requisito de:	Ninguno
Asistencia:	Obligatoria
Suficiencia:	No
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 *Laboratorio de sistemas de vapor* aporta en el desarrollo de los siguientes rasgos del plan de estudios: aplicar principios de metrología para medir variables físicas en sistemas electromecánicos; y supervisar y gestionar el diseño, especificaciones, instalación, operación y mantenimiento de sistemas electromecánicos, con un enfoque en la gestión eficiente de la energía.

Los aprendizajes que los estudiantes desarrollarán en el curso son: analizar los componentes principales de los sistemas de vapor y su funcionamiento; aplicar métodos experimentales para la medición de temperatura, presión y eficiencia en sistemas de combustión y generación de vapor; evaluar el desempeño de las trampas de vapor y su impacto en la eficiencia del sistema; e implementar técnicas de inspección y diagnóstico de calderas y turbinas de vapor en condiciones operativas.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Transferencia de calor, Sistemas térmicos, y Ventilación y aire comprimido.

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Gestión de la energía.

3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

Objetivo general

- Experimentar con sistemas de vapor aplicando los principios de la mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor, promoviendo la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Objetivos específicos

- Analizar los componentes principales de los sistemas de vapor y su funcionamiento.
- Aplicar métodos experimentales para la medición de temperatura, presión y eficiencia en sistemas de combustión y generación de vapor.
- Evaluar el desempeño de las trampas de vapor y su impacto en la eficiencia del sistema.
- Implementar técnicas de inspección y diagnóstico de calderas y turbinas de vapor en condiciones operativas.

4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes laboratorios:

1. Métodos de medición de temperatura en sistemas de vapor
 - 1.1. Termómetros de vidrio y mercurio
 - 1.2. Termómetro de bulbo y capilar
 - 1.3. Termómetro de resistencia
 - 1.4. Termistores y termopares
2. Medición de eficiencia en sistemas de combustión y generación de vapor
 - 2.1. Parámetros de combustión

- 2.2. Medición del exceso de aire
- 2.3. Evaluación visual de la llama
- 2.4. Instrumentación para análisis de gases de combustión
- 3. Reconocimiento y funcionamiento de calderas
 - 3.1. Partes y funcionamiento de una caldera pirotubular
 - 3.2. Partes y funcionamiento de una caldera acuotubular
 - 3.3. Controles eléctricos y de seguridad en calderas
- 4. Quemadores y control de combustión
 - 4.1. Tipos de quemadores: vapor atomizante, aire atomizante, mecánicos
 - 4.2. Métodos de regulación de la combustión
 - 4.3. Análisis del desempeño térmico de un quemador
- 5. Trampas de vapor: identificación y evaluación de eficiencia
 - 5.1. Clasificación de trampas de vapor (termostáticas, mecánicas y termodinámicas)
 - 5.2. Métodos de detección de fallas en trampas de vapor
 - 5.3. Evaluación de eficiencia en trampas mediante medición de temperatura y flujo
- 6. Análisis de calidad del agua en calderas
 - 6.1. Medición de dureza del agua
 - 6.2. Evaluación del pH del agua en sistemas de vapor
 - 6.3. Métodos de tratamiento y acondicionamiento del agua para calderas
- 7. Inspección y pruebas de seguridad en calderas
 - 7.1. Revisión del Reglamento Nacional de Calderas
 - 7.2. Prueba en frío y prueba hidrostática
 - 7.3. Inspección operativa y análisis de eficiencia térmica
- 8. Diagnóstico de sistemas de vapor en aplicaciones industriales
 - 8.1. Diagnóstico de fallas en sistemas de vapor
 - 8.2. Análisis de pérdida de energía en líneas de distribución
 - 8.3. Técnicas para la optimización del consumo de vapor en procesos
- 9. Turbinas de vapor: reconocimiento y evaluación de eficiencia
 - 9.1. Identificación de partes de una turbina de vapor
 - 9.2. Procedimientos de encendido y apagado de turbinas
 - 9.3. Evaluación del flujo de condensado y desempeño energético

II parte: Aspectos operativos

5. Metodología En este curso, se utilizará la investigación práctica aplicada mediante técnicas como el modelado, simulación, prototipado, experimentación controlada e ingeniería inversa.

Las personas estudiantes podrán desarrollar actividades en las que:

- Realizarán mediciones experimentales en sistemas de vapor.
- Evaluarán la eficiencia de calderas y trampas de vapor.
- Analizarán los resultados obtenidos.
- Elaborarán informes técnicos sobre el desempeño y diagnóstico de equipos en sistemas de vapor.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante experimentar con sistemas de vapor aplicando los principios de la mecánica de fluidos, termodinámica y transferencia de calor, promoviendo la eficiencia energética y la sostenibilidad

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:

- Reportes: documento técnico que presenta de forma ordenada y estructurada el desarrollo, resultados y análisis de un experimento o práctica de laboratorio.
- 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.

Reportes (12)	60 %
Pruebas cortas (4)	40 %
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 **no** tiene derecho a presentar un examen de reposición.

7. Bibliografía

- [1] *Reglamento de Calderas.*
- [2] S. International, *Uso eficiente del vapor, curso simplificado, y curso avanzado.*
- [3] C. Brooks, *SELMEC.* México.
- [4] S. Stultz y J. Kitto, *Steam: Its Generation and Use*, 42st. 2015, pág. 1064.
- [5] L. Vivier, «Turbinas de vapor y de gas: teoría, construcción, empleo,» 1975.
- [6] P. Chattopadhyay, *Boiler Operations: Questions & Answers*, 2nd. New York, NY, USA: McGraw-Hill Professional, 2001, ISBN: 978-0071356756.
- [7] F. M. Golden, L. B. de la Vega y G. Terrones, *Termofluidos, turbomáquinas y máquinas térmicas.* Compañía Editorial Continental, 1989.

[8] F. Kreith y R. M. Manglik, *Principles of Heat Transfer*, 8th. Boston, MA, USA: Cengage Learning, 2017, ISBN: 978-1305387102.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

Ing. Alberto Garro Zavaleta

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

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

Oficina: 12 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago