

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] S. C. de Información Jurídica, *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.
- [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:

Lic. Joshua Guzmán Conejo

Bachillerato en Enseñanza de Electromecánica, Universidad Técnica Nacional, Costa Rica

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

Correo: joguzman@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509336

Oficina: 25 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

M.Sc. Juan Pablo Arias Cartín

Bachillerato en Ingeniería Electromecánica, Universidad Internacional de las Américas, 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

M.Sc. Oscar Monge Ruiz

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

Especialización en Energía Solar Fotovoltaica, FYCSA, España

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

Maestría en Administración de Empresas, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica

Correo: omonge@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509349

Oficina: 13 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago