

Programa del curso EE-4908

## **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

<b>Nombre del curso:</b>	Sistemas de vapor
<b>Código:</b>	EE-4908
<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 de 9 <sup>no</sup> semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas
<b>Requisitos:</b>	EE-4807 Ventilación y aire comprimido
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	<i>Énfasis en Instalaciones Electromecánicas:</i> EE-5003 Gestión de la energía; EE-4909 Laboratorio de sistemas de vapor
<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 *Sistemas de vapor* aporta en el desarrollo del siguiente rasgo del plan de estudios: 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: estudiar los principios de combustión; y procesos de recuperación y tratamiento del agua en sistemas de vapor, con énfasis en el mejoramiento de la eficiencia del sistema; elaborar planos constructivos de sistemas de vapor utilizando herramientas computacionales de vanguardia y aplicando la normativa y códigos vigentes; aplicar técnicas de mantenimiento y gestión de la energía en sistemas de vapor para garantizar su operación eficiente y sostenible; y desarrollar sistemas de vapor garantizando la eficiencia energética y la sostenibilidad.

Para desempeñarse adecuadamente en este curso, los estudiantes deben poner en práctica lo aprendido en los cursos de: Termodinámica, Transferencia de calor, y Mecánica de fluidos.

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

- Diseñar sistemas de vapor garantizando un transporte eficiente de masa y energía, con un enfoque en la gestión del ciclo de vida y el cumplimiento normativo.

### Objetivos específicos

- Estudiar los principios de combustión; y procesos de recuperación y tratamiento del agua en sistemas de vapor, con énfasis en el mejoramiento de la eficiencia del sistema.
- Elaborar planos constructivos de sistemas de vapor utilizando herramientas computacionales de vanguardia y aplicando la normativa y códigos vigentes.
- Aplicar técnicas de mantenimiento y gestión de la energía en sistemas de vapor para garantizar su operación eficiente y sostenible.
- Desarrollar sistemas de vapor garantizando la eficiencia energética y la sostenibilidad.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Introducción a sistemas de vapor
  - 1.1. Propiedades de sustancias puras
  - 1.2. La importancia del vapor en la industria
  - 1.3. Componentes del sistema de vapor
2. Combustibles y combustión

- 2.1. Funcionamiento de la combustión y su eficiencia
- 2.2. Medición de la eficiencia y diseño de chimeneas
- 3. Calderas y distribución de vapor
  - 3.1. Tipos de calderas y su funcionamiento
  - 3.2. Selección y mantenimiento de calderas
  - 3.3. Dimensionamiento de tuberías para distribución de vapor
  - 3.4. Especificación técnica y planos constructivos
- 4. Tipos de usuarios de vapor
  - 4.1. Operación de turbinas de vapor
  - 4.2. Selección de usuarios de vapor
  - 4.3. Sistemas de calentamiento
  - 4.4. Instrumentación y control de temperatura
- 5. Tratamiento de aguas de calderas
  - 5.1. Parámetros, métodos y equipos para el tratamiento del agua
  - 5.2. Eficiencia térmica del sistema de vapor y prevención de corrosión
  - 5.3. Especificación técnica y planos constructivos
- 6. Sistemas de recuperación de condensados
  - 6.1. Tipos de trampas de vapor
  - 6.2. Selección de trampas de vapor
  - 6.3. Dimensionamiento de tuberías de retorno de condensados
  - 6.4. Cálculo de pérdidas y recuperación de energía
  - 6.5. Especificación técnica y planos constructivos
- 7. Ahorro de energía en sistemas de vapor y proyectos en vapor
  - 7.1. Estrategias para la optimización de la eficiencia de sistemas de vapor
  - 7.2. Evaluación de costos y mejora de eficiencia

## 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 sistemas de vapor.
- Analizarán y definirán los requisitos del sistema de generación y distribución de vapor.
- Evaluarán distintas configuraciones del sistema y su impacto en la eficiencia energética.
- Utilizarán herramientas en línea y software especializado para la selección de componentes del sistema de vapor y estudiar su comportamiento.
- Implementarán soluciones para mejorar la eficiencia de los sistemas de vapor y reducir costos operativos.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante diseñar sistemas de vapor garantizando un transporte eficiente de masa y energía, con un enfoque en la gestión del ciclo de vida y el cumplimiento normativo

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] Babcock & Wilcox Company, *Steam: its generation and use*, 41st ed. Babcock & Wilcox Company, 2005.
- [2] P. Chattopadhyay, *Boiler operations: questions and answers*, 2nd. 2001.
- [3] NFPA 85: *Boiler and Combustion Systems Hazards Code*, 2019.<sup>a</sup> ed. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2019, NFPA 85-2019.
- [4] F. M. Golden, L. B. de la Vega y G. Terrones, *Termofluidos, turbomáquinas y máquinas térmicas*. Compañía Editorial Continental, 1989.
- [5] F. Kreith, *Principles of heat transfer*. Pennsylvania, 1962.
- [6] Gobierno de Costa Rica, *Reglamento de Calderas*, Decreto Ejecutivo N.º 28245-S, publicado en La Gaceta N.º 79 del 27 de abril de 1999, 1998.

## 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