

Programa del curso EE-4903

## **Sistemas de refrigeración y aire acondicionado**

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 refrigeración y aire acondicionado
<b>Código:</b>	EE-4903
<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>	3
<b>Nº horas extraclase por semana:</b>	6
<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-0707 Sistemas térmicos; EE-0708 Laboratorio de sistemas térmicos
<b>Correquisitos:</b>	Ninguno
<b>El curso es requisito de:</b>	<i>Énfasis en Instalaciones Electromecánicas:</i> EE-4904 Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado
<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 refrigeración y aire acondicionado* 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: analizar los componentes principales de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y su funcionamiento; analizar los principios fundamentales de la refrigeración y el acondicionamiento del aire para su aplicación en sistemas industriales y comerciales; evaluar el desempeño energético de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado mediante herramientas de análisis y normativas vigentes; y diseñar soluciones para la optimización de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, considerando eficiencia, impacto ambiental y normativas.

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

Una vez aprobado este curso, los estudiantes podrán emplear algunos de los aprendizajes adquiridos en el curso de: Trabajo final de graduación.

## 3. Objetivos

Al final del curso la persona estudiante será capaz de:

### Objetivo general

- Desarrollar soluciones integrales para sistemas electromecánicos de refrigeración y aire acondicionado que optimicen la eficiencia energética, minimicen el impacto ambiental y promuevan la preservación de los recursos, garantizando al mismo tiempo la conservación de los equipos y el confort en todas las etapas de su ciclo de vida.

### Objetivos específicos

- Analizar los componentes principales de los sistemas de refrigeración, aire acondicionado y su funcionamiento.
- Analizar los principios fundamentales de la refrigeración y el acondicionamiento del aire para su aplicación en sistemas industriales y comerciales.
- Evaluar el desempeño energético de los sistemas de refrigeración y aire acondicionado mediante herramientas de análisis y normativas vigentes.
- Diseñar soluciones para la optimización de sistemas de refrigeración y aire acondicionado, considerando eficiencia, impacto ambiental y normativas.

## 4. Contenidos

En el curso se desarrollaran los siguientes temas:

1. Fundamentos de la refrigeración y aire acondicionado
  - 1.1. Evolución de los sistemas de refrigeración y climatización
  - 1.2. Principios termodinámicos básicos
  - 1.3. Aplicaciones industriales y comerciales
2. Fundamentos termodinámicos y ciclos de refrigeración

- 2.1. Primer y segundo principio de la termodinámica aplicados a la refrigeración
- 2.2. Ciclo ideal de refrigeración por compresión de vapor
- 2.3. Coeficiente de rendimiento (COP) y eficiencia de los sistemas
- 3. Refrigerantes y su impacto ambiental
  - 3.1. Propiedades y clasificación de los refrigerantes
  - 3.2. Impacto ambiental: ODP (ozone depletion potential) y GWP (global warming potential)
  - 3.3. Regulaciones nacionales e internacionales (protocolo de Montreal, normativa ASHRAE, etc)
  - 3.4. Refrigerantes naturales y alternativas sustentables
- 4. Componentes de un sistema de refrigeración
  - 4.1. Compresores: tipos y aplicaciones
  - 4.2. Condensadores: funcionamiento y clasificación
  - 4.3. Evaporadores y dispositivos de expansión
  - 4.4. Intercambiadores de calor en sistemas de refrigeración
- 5. Psicrometría y procesos de aire acondicionado
  - 5.1. Propiedades del aire húmedo y diagrama psicrométrico
  - 5.2. Procesos psicrométricos en acondicionamiento de aire
  - 5.3. Control de temperatura y humedad
- 6. Cargas térmicas en sistemas de aire acondicionado
  - 6.1. Cálculo de carga térmica sensible y latente
  - 6.2. Métodos de estimación de cargas térmicas
  - 6.3. Factores que influyen en la carga térmica (ubicación, materiales, ocupación, etc)
  - 6.4. Cálculo de diversidad
- 7. Selección de equipos de aire acondicionado (sistemas de expansión directa)
  - 7.1. Tipos de sistemas de aire acondicionado (paquetes, split, VRF (volumen variable de refrigerante))
  - 7.2. Selección de equipos según necesidades de climatización
  - 7.3. Parámetros de eficiencia energética en selección de sistemas
- 8. Selección de equipos de aire acondicionado (sistemas de agua helada)
  - 8.1. Chillers enfriados por aire vs chillers enfriados por agua
  - 8.2. Criterios de selección según aplicación y clima
- 9. Selección y dimensionamiento de chillers
  - 9.1. Criterios de selección según demanda térmica

- 9.2. Análisis del coeficiente de desempeño (COP) y eficiencia energética (EER, IPLV, NPLV)
- 9.3. Capacidad y redundancia en sistemas de grandes edificios
- 10. Diseño del circuito de agua helada
  - 10.1. Esquemas de distribución (primario constante, primario – secundario, primario – variable)
  - 10.2. Diseño de redes de tuberías y cálculo de pérdidas de carga
  - 10.3. Selección de bombas y su control (velocidad variable, VFD)
  - 10.4. Torres de enfriamiento: funcionamiento, clasificación y selección
- 11. Aplicaciones especiales de la refrigeración y climatización
  - 11.1. Refrigeración industrial (procesos, almacenamiento de alimentos)
  - 11.2. Climatización en hospitales, laboratorios y cuartos limpios

## 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 refrigeración y aire acondicionado.
- Analizarán los requisitos de sistemas de refrigeración y aire acondicionado.
- Evaluarán distintas configuraciones del sistema y su impacto en la eficiencia energética.
- Implementarán soluciones para optimizar el rendimiento y reducir el impacto ambiental de los sistemas.

Este enfoque metodológico permitirá a la persona estudiante desarrollar soluciones integrales para sistemas electromecánicos de refrigeración y aire acondicionado que optimicen la eficiencia energética, minimicen el impacto ambiental y promuevan la preservación de los recursos, garantizando al mismo tiempo la conservación de los equipos y el confort en todas las etapas de su ciclo de vida

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] R. American Society of Heating y A.-C. Engineers, *ASHRAE Handbook - Fundamentals*. 2021.
- [2] S. W F y J. Jones, «Refrigeration and Air conditioning,» 1981.
- [3] R. Dossat, «Refrigeration and the vapor compression system,» *Principles of Refrigeration*, 4th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, págs. 86-101, 1996.
- [4] A. S. 34, *Designation and Safety Classification of Refrigerants*. 2022.
- [5] Y. A. Çengel y M. A. Boles, *Termodinámica*, 9.<sup>a</sup> ed. McGraw-Hill Education, 2019.
- [6] A. Trott y T. Welch, *Refrigeration and Air-Conditioning*, 2002. Published, 2002.
- [7] E. G. Pita, *Air Conditioning Principles And Systems: An Energy Approach*. 4<sup>th</sup> editi. PEARSON INDIA, 2018.
- [8] T. H. Kuehn, J. W. Ramsey y J. L. Threlkeld, *Thermal environmental engineering*. 1998.
- [9] S. Klein y G. Nellis, *Thermodynamics*. Cambridge University Press, 2011.
- [10] M. J. Moran, H. N. Shapiro, D. D. Boettner y M. B. Bailey, *Fundamentals of engineering thermodynamics*, 9.<sup>a</sup> ed. John Wiley & Sons, 2018.

## 8. Persona docente

El curso será impartido por:

**Mag. 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. Ignacio del Valle Granados**

**Licenciatura en Ingeniería Mecánica, Universidad de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Administración de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica**

**Maestría en Gestión, Generación y Distribución de Energía, Universidad de Cádiz, España**

*Correo:* idelvalle@itcr.ac.cr *Teléfono:* 25509346

*Oficina:* 9 *Escuela:* Ingeniería Electromecánica *Sede:* Cartago

**Mag. 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