

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

Nombre del curso:	Sistemas de refrigeración y aire acondicionado
Código:	EE-4903
Tipo de curso:	Teórico
Obligatorio o electivo:	Obligatorio
Nº de créditos:	3
Nº horas de clase por semana:	3
Nº horas extraclase por semana:	6
Ubicación en el plan de estudios:	Curso de 9 ^{no} semestre en Ingeniería Electromecánica con énfasis en Instalaciones Electromecánicas
Requisitos:	EE-0707 Sistemas térmicos; EE-0708 Laboratorio de sistemas térmicos
Correquisitos:	Ninguno
El curso es requisito de:	<i>Énfasis en Instalaciones Electromecánicas:</i> EE-4904 Laboratorio de refrigeración y aire acondicionado
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 *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.ª 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 th 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.ª ed. John Wiley & Sons, 2018.

8. Persona docente

El curso será impartido por:

M.Sc. 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 y Generación de Energía, Universidad de Cadíz, España

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

Oficina: 9 *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