



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Sistemas Inteligentes de Control HVAC
Clave de la asignatura:	SRF-2507
SATCA¹:	3-2-5
Carreras:	Ingeniería Electromecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica, Ingeniería en Semiconductores

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero electromecánico, eléctrico, mecatrónico, o electrónico los conocimientos y habilidades para el diseño, implementación y optimización de sistemas de climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado) que empleen tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia energética, el confort térmico y la sostenibilidad. La materia se enfoca en el uso de controladores automáticos, sensores inteligentes, algoritmos de control, y la integración de tecnologías emergentes como IoT (Internet de las Cosas), Big Data, Machine Learning, lógica difusa y sistemas de predicción.Al finalizar la asignatura, los estudiantes estarán capacitados para diseñar, implementar y evaluar sistemas HVAC inteligentes que optimicen el uso de la energía, mejoren el confort térmico y contribuyan a la sostenibilidad de edificios y entornos industriales. Además, tendrán la capacidad de integrar tecnologías avanzadas como IoT, Machine Learning y control difuso en proyectos de climatización.

Intención didáctica
<ul style="list-style-type: none">Se organiza el contenido temático en cuatro unidades, iniciando en la primera unidad con los fundamentos de sistemas HVAC y el control automático que se requiere en la actualidad.En la segunda unidad se abordan los conceptos básicos sobre la automatización y control avanzado en sistemas HVAC donde el estudiante abordará los temas de PID, control predictivo, entre otros.En la tercera unidad se induce al alumno a los sistemas inteligentes y tecnologías emergentes en HVAC mediante diversos sistemas como lo son el Internet de las Cosa IoT, protocolos de comunicación, Big Data, entre otros.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



- En la cuarta unidad se propicia en las y los estudiantes la implementación y casos de estudios de los sistemas de control HVAC, logrando la integración de energías renovables, diseño de sistemas inteligentes, desarrollo de estándares, etc.
- El enfoque sugerido propicia que los estudiantes adquirirán las habilidades necesarias para desarrollar sistemas HVAC capaces de ajustar las condiciones ambientales de forma autónoma, optimizando los recursos energéticos y reduciendo el impacto ambiental.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico de Linares Instituto Tecnológico de Nuevo León 24 de agosto al 27 de octubre del 2024.	Instituto Tecnológico de Linares Instituto Tecnológico de Nuevo León	<ul style="list-style-type: none">• Elaboración de los programas para las asignaturas del módulo de especialidad interinstitucional para las carreras de Ing. Electrónica, Mecatrónica, Electromecánica, Semiconductores; con la participación del Clúster Automotriz, de Electrodomésticos, Energético de Nuevo León, entre otras empresas del sector y organismos gubernamentales y privados

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
<ul style="list-style-type: none">• Conocer, analizar y aplicar conocimientos de control automático para el diseño de sistemas HVAC que ajusten las condiciones ambientales de una forma automática, mejorando la eficiencia energética integrando tecnologías de vanguardia como lo son IoT, Sensores, Actuadores, análisis de datos en tiempo real para la optimización del rendimiento del sistema.



5. Competencias previas

- Refrigeración y Aire Acondicionado.
- Conocimientos de Control Automático
- Conocimientos Básicos de Programación.
- Fundamentos de Termodinámica y Transferencia de Calor.
- Conceptos de Eficiencia Energética y Sostenibilidad.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Fundamentos de Sistemas HVAC y Control Automático	<ul style="list-style-type: none">1.1. Introducción a los sistemas HVAC.<ul style="list-style-type: none">1.1.1. Tipos de sistemas (residenciales, comerciales, industriales).1.1.2. Elementos principales: calentadores, enfriadores, ventiladores, bombas, intercambiadores de calor.1.2. Dinámica térmica de los edificios y carga térmica.<ul style="list-style-type: none">1.2.1. Conceptos de carga térmica y balance de energía1.2.2. Influencia de la humedad y la calidad del aire interior (IAQ).1.3. Control básico en HVAC.<ul style="list-style-type: none">1.3.1. Sistemas de control retroalimentado y de lazo abierto.1.3.2. Sensores y actuadores (termostatos, sensores de temperatura, válvulas de control).1.3.3. Control proporcional (P), integral (I) y derivativo (D) en sistemas HVAC.1.4. Plataformas de control tradicionales.<ul style="list-style-type: none">1.4.1. Controladores lógicos programables (PLC).1.4.2. SCADA y sistemas de gestión de edificios (BMS).



2	Automatización y Control Avanzado en HVAC	<ul style="list-style-type: none">2.1. Control PID avanzado.<ul style="list-style-type: none">2.1.1. Sintonización de controladores PID.2.1.2. Adaptación dinámica del control PID a diferentes condiciones.2.2. Control predictivo basado en modelos (MPC).<ul style="list-style-type: none">2.2.1. Introducción al control predictivo.2.2.2. Aplicación del MPC en HVAC para optimizar el consumo energético y el confort térmico.2.3. Lógica difusa en control HVAC.<ul style="list-style-type: none">2.3.1. Conceptos de la lógica difusa aplicada a sistemas de control2.3.2. Implementación en sistemas HVAC: simplificación de la toma de decisiones.2.4. Redes neuronales artificiales (RNA) para control.<ul style="list-style-type: none">2.4.1. Introducción a las RNA en sistemas de control.2.4.2. Aplicación en el modelado y predicción de carga térmica.
3	Sistemas Inteligentes y Tecnologías Emergentes en HVAC	<ul style="list-style-type: none">3.1. Sistemas HVAC inteligentes.<ul style="list-style-type: none">3.1.1. ¿Qué es un sistema HVAC inteligente?3.1.2. Automatización y optimización a través del aprendizaje automático.3.1.3. Optimización en tiempo real.3.2. Internet de las Cosas (IoT) en HVAC<ul style="list-style-type: none">3.2.1. Sensores conectados y controladores inteligentes.3.2.2. Aplicación de IoT en la gestión de datos y control de microclimas.3.2.3. Protocolos de comunicación: BACnet, Modbus, Zigbee.3.3. Big Data y HVAC.<ul style="list-style-type: none">3.3.1. Recolección y análisis de datos masivos en sistemas HVAC.3.3.2. Optimización del rendimiento basada en análisis predictivo.3.4. Machine Learning aplicado a HVAC



		<ul style="list-style-type: none">3.4.1. Algoritmos de aprendizaje supervisado y no supervisado.3.4.2. Casos de uso: predicción de demanda energética y optimización de setpoints.3.5. Edificios inteligentes y gestión energética.<ul style="list-style-type: none">3.5.1. Definición y características de un edificio inteligente.3.5.2. Sistemas de gestión energética (EMS) y su interacción con HVAC.
4	Implementación y Casos de Estudio de Sistemas de Control HVAC	<ul style="list-style-type: none">4.1. Diseño de un sistema inteligente de control HVAC.<ul style="list-style-type: none">4.1.1. Proceso de diseño y simulación.4.1.2. Selección de sensores, actuadores y controladores.4.1.3. Implementación y pruebas de sistemas.4.2. Integración de energías renovables en HVAC.<ul style="list-style-type: none">4.2.1. Control de HVAC en sistemas híbridos con fuentes de energía renovable.4.2.2. Ejemplos de integración con paneles solares y sistemas geotérmicos.4.3. Casos de estudio<ul style="list-style-type: none">4.3.1. Control HVAC en edificios comerciales e industriales.4.3.2. Sistemas de gestión de energía basados en IoT.4.3.3. Ejemplos de ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂.4.4. Tendencias futuras en el control HVAC.<ul style="list-style-type: none">4.4.1. Impacto de la inteligencia artificial y la automatización avanzada.4.4.2. Desarrollo de estándares y normativas para el control inteligente de HVAC.



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Fundamentos de Sistemas HVAC y Control Automático	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Conocer los principios de funcionamiento de los sistemas HVAC.• Comprender los conceptos básicos de control automático aplicados a estos sistemas.• Introducir los componentes esenciales de un sistema de control HVAC. Conectar de manera correcta los elementos convencionales utilizados en automatismos. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita.• Habilidades de manejo de la Computadora.• Habilidades de investigación.	<ul style="list-style-type: none">• Proyecto Grupal "Desmontaje y Análisis de un Sistema HVAC"• Simulación "Configuración de un Control PID para un Sistema HVAC"• Laboratorio "Conexión de Elementos Convencionales en un Sistema de Automatización HVAC"• Estudio de Casos "Control Automático en HVAC: Ejemplos Reales"• Juego de Roles "Diagnóstico y Resolución de Problemas en Sistemas HVAC".
2. Automatización y Control Avanzado en HVAC	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Explorar el diseño y aplicación de sistemas avanzados de control HVAC.• Implementar algoritmos de control más sofisticados en función del comportamiento dinámico del sistema.• Conocer sistemas basados en la lógica difusa y redes neuronales. <p>Genérica(s):</p> <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita.	<ul style="list-style-type: none">• Diseño de un Control Predictivo Basado en Modelos (MPC) para HVAC.• Implementación de un Control Difuso en HVAC.• Simulación "Redes Neuronales para el Control Predictivo de Carga Térmica"• Proyecto de Automatización "Diseño de un Sistema HVAC Inteligente"• Estudio de Caso "Optimización de Energía en Edificios Inteligentes con HVAC Automatizado"• Taller Práctico "Implementación de un Control Inteligente con IoT para HVAC".



<ul style="list-style-type: none">Habilidades de manejo de la Computadora.Habilidades de investigación.Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	
3. Sistemas Inteligentes y Tecnologías Emergentes en HVAC	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none">Analizar el uso de tecnologías inteligentes para optimizar los sistemas HVAC.Conocer las nuevas tendencias en la integración de IoT, Big Data y Machine Learning.Introducir el concepto de edificios inteligentes y su impacto en la eficiencia energética. Genérica(s): <ul style="list-style-type: none">Capacidad de análisis y síntesis.Capacidad de organizar y planificar.Comunicación oral y escrita.Habilidades de manejo de la Computadora.Habilidades de investigación.Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	<ul style="list-style-type: none">Análisis Comparativo "Tecnologías Inteligentes vs. Sistemas HVAC Tradicionales".Proyecto Práctico "Monitoreo y Control de un Sistema HVAC con IoT".Análisis de Big Data "Optimización Energética Basada en Datos en Edificios Inteligentes".Taller "Integración de Machine Learning en Sistemas HVAC".Caso de Estudio "Edificios Inteligentes y Eficiencia Energética".
4. Implementación y Casos de Estudio de Sistemas de Control HVAC	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): <ul style="list-style-type: none">Aplicar los conocimientos adquiridos en proyectos prácticos de control inteligente HVAC.Analizar casos de estudio reales sobre la implementación de sistemas de control en diferentes sectores.Evaluar los beneficios en términos de eficiencia energética y confort térmico.	<ul style="list-style-type: none">Proyecto Práctico "Desarrollo de un Control Inteligente HVAC para un Pequeño Espacio Comercial"Análisis Comparativo "Estudio de Caso: Edificios Residenciales vs. Comerciales con Control HVAC Inteligente"Laboratorio "Diseño y Simulación de un Algoritmo PID para Control HVAC Inteligente"



Genérica(s): <ul style="list-style-type: none">• Capacidad de análisis y síntesis.• Capacidad de organizar y planificar.• Comunicación oral y escrita.• Habilidades de manejo de la Computadora.• Habilidades de investigación.	<ul style="list-style-type: none">• Proyecto Grupal "Implementación de un Sistema HVAC Inteligente Basado en IoT en un Edificio Educativo"• Estudio de Caso "Impacto del Control HVAC en la Eficiencia Energética de un Centro de Datos"• Taller Práctico "Optimización del Control HVAC con Machine Learning" (Utilizando software como Python o MATLAB, los estudiantes entrenarán el modelo con variables como la ocupación, las condiciones climáticas externas y el historial de uso del sistema HVAC).• Simulación "Evaluación Energética de Edificios Inteligentes con Control HVAC Automatizado".
--	--

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none">• Simulación Básica de Control HVAC Inteligente con MATLAB.• Implementación de un Sistema de Control HVAC Basado en IoT.• Control Difuso Aplicado a Sistemas HVAC.• Evaluación de la Eficiencia Energética de un Sistema HVAC Inteligente en un Edificio Simulado.• Integración de Machine Learning para la Predicción de Demanda Energética en HVAC.

9. Proyecto de asignatura

<ul style="list-style-type: none">• El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:<ul style="list-style-type: none">○ Fundamentación: Marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.○ Planeación: Con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.○ Ejecución: Consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor
--



duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- **Evaluación:** Es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral- profesional, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

10. Evaluación por competencias

- Para evaluar las actividades de aprendizaje se recomienda solicitar: mapas conceptuales, reportes de investigación, estudios de casos, exposiciones en clase, reportes de visitas, portafolio de evidencias, tablas comparativas, glosarios, entre otros.
- Para verificar el nivel del logro de las competencias del estudiante se recomienda utilizar: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, rúbricas, entre otros, mediante la heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación.
- En esta asignatura se requerirá la revisión del portafolio de evidencias, de las soluciones computarizadas y la aplicación de los comandos, instalación de sistema operativo y el funcionamiento de la configuración y actualizaciones. En el contexto de:
 - Uso de una rúbrica que contenga los niveles de alcance del estudiante.
 - **Completo:** Que cubra todos los requisitos y que posea innovación y añadiduras de investigación
 - **Original:** Que sea una solución no copiada ni existente en internet u otras fuentes de conocimiento.
 - **Funcional:** Que tenga las capacidades operativas mínimas
 - **Comprendido:** Que el estudiante conozca de fondo el proyecto y sea capaz de identificar todo lo realizado.
 - Como sugerencia para la o el Profesor (Dependerá de cada Profesor(a))
 - **Proyectos prácticos:** Implementación de un sistema de control HVAC basado en IoT o Machine Learning (40%).
 - **Exámenes teóricos:** Evaluación de conceptos clave en control automático y sistemas inteligentes (30%).
 - **Análisis de casos de estudio:** Presentaciones sobre la implementación de tecnologías emergentes en proyectos reales (20%).
 - **Participación y trabajos en clase:** Resolución de problemas y ejercicios prácticos (10%).



11. Fuentes de información

1. "HVAC Fundamentals" de Samuel Sugarman
2. "HVAC Control Systems: Modelling, Analysis and Design" de Frank Capasso
3. "Energy Management Systems: Applications and Implementation" de Ibrahim Dincer y Marc A. Rosen
4. "Building Automation: Control Devices and Systems" de Ingeborg A. Haug
5. "Smart Grids and the Future Internet: Communications, Control and Security of Cyber-Physical Systems" de Bert Zuckerman y Friedemann Mattern
6. ASHRAE Handbook—HVAC Applications (Manual).
7. "Smart Building Systems for Architects, Owners, and Builders" de James M. Kiddle