



**TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO**



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

“Título del Proyecto”

**Sensor de Alerta para Prevención de Sobrecalentamiento por
Bajo Nivel de Anticongelante en Motores de Automóviles**

Memoria de Residencias Profesionales

Que para obtener el título de Ingeniería en Sistemas Automotrices

Presenta:

David Germán Lozano Macias

Asesor:

Dr. Antonio Solís Lima

Apizaco, Tlaxcala, México

Marzo 2025

Agradecimientos

A lo largo de este camino académico he tenido la fortuna de contar con el apoyo, la guía y el cariño de personas que han sido fundamentales para llegar hasta este momento. A cada uno de ellos, mi más profundo agradecimiento.

A mis maestros, gracias por compartir su conocimiento, por su dedicación y por enseñarme mucho más que teoría: gracias por transmitir pasión por aprender, por exigir lo mejor de mí y por marcar huella en mi formación profesional y personal.

A mi asesor, gracias por su paciencia, orientación y compromiso durante este proyecto. Su experiencia, consejos y confianza en mi trabajo han sido clave para llevarlo a buen término.

A mi mamá, por ser mi mayor ejemplo de fortaleza y amor incondicional. Gracias por cada sacrificio, por cada palabra de aliento, por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Este logro también es tuyo.

A toda mi familia, gracias por estar presentes en cada paso, por animarme en los momentos difíciles y por celebrar conmigo cada pequeño avance. Su apoyo ha sido mi motor constante.

Este trabajo es el resultado del esfuerzo compartido, y a todos ustedes, les dedico con gratitud este logro

Resumen

El sobrecalentamiento del motor es una de las principales causas de fallas mecánicas en los automóviles, lo que puede derivar en daños costosos y situaciones peligrosas para los conductores. Una de las razones más comunes de este problema es el bajo nivel de anticongelante en el sistema de enfriamiento, lo que impide la adecuada disipación del calor generado por el motor.

Este proyecto propone el diseño e implementación de un Sensor de Alerta para Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante, con el objetivo de detectar oportunamente una disminución en el nivel del refrigerante y alertar al conductor antes de que el motor alcance temperaturas críticas.

La metodología utilizada en el desarrollo de este sistema incluye la selección de sensores de nivel de líquidos adecuados para el anticongelante, el diseño de un circuito electrónico de monitoreo y alerta, y la integración de estos componentes en un prototipo funcional. Se emplearon pruebas en condiciones controladas para verificar la precisión de la medición del nivel de anticongelante y la eficacia del sistema de alerta.

Los resultados obtenidos muestran que el sensor diseñado es capaz de detectar con precisión variaciones en el nivel de anticongelante y activar una alerta visual y/o sonora para advertir al conductor. Esto permite una intervención temprana para evitar sobrecalentamiento y posibles daños al motor.

Este sistema representa una solución práctica y de bajo costo que puede ser implementada en vehículos, contribuyendo a la seguridad y mantenimiento preventivo del motor.

Índice

Capítulo I: Introducción	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Revisión del Estado de la Técnica	5
1.3 Justificación	8
1.3.1 Justificación Teórica	8
1.3.2 Justificación Social	8
1.3.3 Justificación Económica	9
1.3.4 Justificación Ambiental	9
1.4 Objetivos.....	10
1.4.1 Objetivo General.....	10
1.4.2 Objetivos Específicos	10
Capítulo II: Marco Teórico.....	11
2.1 Sistema de Enfriamiento en Motores de Combustión Interna.....	11
2.2 Sensores de Nivel de Líquidos en Aplicaciones Automotrices.	12
2.3 Monitoreo Preventivo en la Industria Automotriz	13
Capítulo III: Metodología.....	14
3.1 Diseño de especificaciones.....	14
Especificaciones funcionales:	15
3.2 Diseño detallado.....	15
Programa	16
3.3 Simulación	17
3.4 Implementación o prototipado	20
Ilustración 7 Primeros montajes.....	20
Montaje:	20
Pruebas preliminares:.....	21
Ilustración 8 Verificación del Zumbador.....	21
3.5 Pruebas o Testing.....	21

Prueba 1: Prueba funcional estática.....	22
Prueba 2: Prueba de vibración y movimiento (simulada)	23
Prueba 3: Prueba de temperatura (simulada).....	23
Capítulo IV: Resultados y Conclusiones	25
4.1 Resultados	25
4.2 Conclusiones.....	26
Capítulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas	28
Programación de microcontroladores	28
Se aplicaron conocimientos en programación en lenguaje Arduino C/C++, mediante el entorno Arduino IDE. Esta competencia permitió crear un algoritmo lógico que interpreta los estados de los sensores y gestiona las salidas del sistema (LCD, zumbador y LED), así como depurar y optimizar el código.	28
Integración de sistemas electrónicos	28
Análisis y resolución de problemas	28
Aplicación del método experimental	28
Documentación técnica y presentación de resultados.....	29
Referencias	1
Anexos	1
Anexo 1: Requerimientos de Gestión Tecnológica y Vinculación	1
Anexo 2: Requerimientos de División de Estudios Profesionales.....	2
Anexo 3: Requerimientos de Servicios Escolares	2

Índice de Figuras

Ilustración 1 sistema de enfriamiento.....	5
Ilustración 2 Sensor XKC-Y25-V.....	14
Ilustración 3 Sensor XKC-Y25-V Conectando al Arduino.....	16
Ilustración 4 Programa en Arduino.....	17
Ilustración 5 Programa en Arduino.....	18
Ilustración 6 Programa en Arduino.....	19
Ilustración 7 Primeros montajes	20
Ilustración 8 Verificación del Zumbador	21
Ilustración 9 Verificar sensores en funcionamiento	22
Ilustración 10 Verificar sobrecalentamiento.	24

Índice de Tablas

1) Cronograma de actividades en la página	4
---	---

Capítulo I: Introducción

1.1 Planteamiento del problema

El sobrecalentamiento del motor es una de las principales causas de fallas mecánicas en los automóviles y puede derivar en daños graves, desde la deformación de componentes hasta la avería completa del motor. Uno de los factores más comunes que contribuyen a este problema es el bajo nivel de anticongelante en el sistema de enfriamiento, el cual puede deberse a fugas, evaporación o falta de mantenimiento por parte del usuario (García et al., 2021). A pesar de la importancia del anticongelante en la regulación térmica del motor, muchos conductores no revisan regularmente su nivel, lo que aumenta el riesgo de sobrecalentamiento.

El sistema de enfriamiento del motor de un automóvil está diseñado para mantener una temperatura de operación óptima, generalmente entre 90°C y 105°C (Bosch, 2019). Cuando el nivel de anticongelante es insuficiente, el sistema pierde eficiencia, lo que puede provocar un aumento descontrolado de la temperatura y fallos mecánicos severos (Smith & Brown, 2020). A largo plazo, estos problemas pueden ocasionar reparaciones costosas, fallos en la junta de culata o incluso la necesidad de reemplazar el motor por completo (Rodríguez, 2018).

A pesar de la existencia de sensores de temperatura en los vehículos modernos, estos dispositivos solo alertan al conductor cuando el motor ya ha alcanzado niveles críticos de temperatura (Fernández & López, 2022). En este punto, el daño al motor puede ser inminente. Por ello, es necesario un sistema que permita detectar el problema antes de que el sobrecalentamiento ocurra.

Diversos estudios han demostrado que la prevención y el mantenimiento adecuado pueden reducir significativamente las fallas mecánicas en los automóviles. Según la Sociedad de Ingenieros Automotrices (SAE, 2020), más del 30% de las averías en el sistema de enfriamiento se deben a un bajo nivel de anticongelante. Además, el Automobile Association (AA, 2021) señala que el sobrecalentamiento del motor es una de las principales causas de asistencia en carretera, lo que demuestra la relevancia del problema y la necesidad de soluciones efectivas.

Este proyecto busca desarrollar un Sensor de Alerta para la Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante en Motores de Automóviles, el cual permitirá detectar oportunamente la disminución del refrigerante y emitir una alerta temprana al conductor. La implementación de este sistema contribuirá a la reducción de fallas mecánicas, aumentará la seguridad del vehículo y evitará gastos innecesarios en reparaciones.

Dado el impacto económico y de seguridad que representa el sobrecalentamiento del motor, es fundamental desarrollar soluciones tecnológicas que permitan prevenir este problema. Este sensor representa una alternativa viable y accesible para mejorar el mantenimiento preventivo de los automóviles, beneficiando a conductores y mecánicos por igual.

Cronograma de actividades.

 TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO	Cronograma de actividades	Código: TecNM-APIZACO-LI-PO-05-04
		Revisión: 2
	Referencia a las Normas ISO 9001:2015 5.3; ISO 1400:2015 5.3 e ISO 45001:2018 5.3	Página 1 de 2

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

SUBDIRECCIÓN ACADÉMICA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

SEGUIMIENTO DE PROYECTO DE RESIDENCIAS PROFESIONALES

ESTUDIANTE: David German Lozano Macias

No. DE CONTROL: 20371203

NOMBRE DEL PROYECTO: Sensor de Alerta para Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante en Motores de Automóviles

EMPRESA: Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Apizaco

ASESOR EXTERNO: Ing. Jaime Alberto Elizalde Olin

ASESOR INTERNO: Dr. Antonio Solís Lima

ACTIVIDAD		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Diseño de especificaciones	P	X	X	X	X											
	R	X	X	X												
Diseño detallado	P					X	X									
	R				X	X										
Simulación	P						X	X								
	R						X	X	X							
Prototipado	P								X	X	X					
	R									X	X					
Pruebas individuales	P											X				
	R											X				
Pruebas de integración	P												X	X		
	R												X	X		
Integración del reporte	P														X	
	R														X	
Entrega de reporte	P															X
	R															X
OBSERVACIONES																

PERIODO DE REALIZACIÓN: (8)



1.2 Revisión del Estado de la Técnica

El sobrecalentamiento del motor debido a un bajo nivel de anticongelante es un problema recurrente en la industria automotriz. Aunque existen diversas soluciones para la gestión térmica del motor, la mayoría de los vehículos modernos dependen de sensores de temperatura que solo alertan al conductor cuando el motor ya ha alcanzado niveles críticos de calor. Esto limita la capacidad de prevención y puede derivar en fallas catastróficas del motor (Fernández & López, 2022).

Sistemas Actuales de Monitoreo del Sistema de Enfriamiento

Los vehículos modernos cuentan con sensores de temperatura en el motor que activan una alerta cuando la temperatura supera los límites de seguridad. Sin embargo, estos sensores no miden directamente el nivel del anticongelante, sino que responden a un aumento en la temperatura del motor, lo que implica que el problema ya ha avanzado significativamente (Bosch, 2019). Algunos modelos de vehículos más recientes incluyen sensores de nivel de refrigerante en el depósito de expansión, pero estos no están presentes en la mayoría de los automóviles en circulación (Rodríguez, 2018).

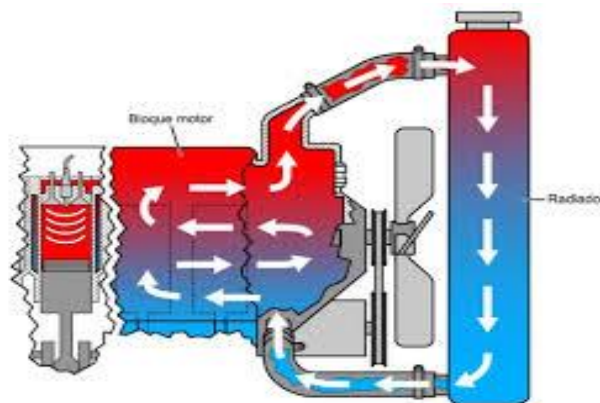


Ilustración 1 sistema de enfriamiento

Existen algunas soluciones comerciales que buscan monitorear el sistema de enfriamiento de manera más proactiva. Por ejemplo, algunos fabricantes han desarrollado sistemas de detección de fugas de refrigerante mediante el uso de sensores de presión o cámaras térmicas integradas en el motor (Smith & Brown, 2020). Sin embargo, estos sistemas suelen ser costosos y están reservados para vehículos de gama alta, lo que deja a una gran cantidad de automóviles sin una solución accesible para prevenir el sobrecalentamiento por bajo nivel de anticongelante.

Investigaciones Recientes en Sensores de Nivel de Líquidos

En la literatura científica, se han desarrollado diversas propuestas para sensores de nivel de líquidos que podrían aplicarse a la detección del nivel de anticongelante en motores. Por ejemplo, García et al. (2021) evaluaron diferentes tecnologías de sensores de nivel, incluyendo sensores capacitivos, de ultrasonido y de conductividad eléctrica, concluyendo que los sensores capacitivos ofrecen la mejor combinación de precisión y costo para la medición de líquidos en sistemas automotrices.

Otro enfoque ha sido el uso de sensores ópticos para medir el nivel de líquidos en depósitos cerrados. Un estudio realizado por Kim et al. (2020) demostró que los sensores basados en luz infrarroja pueden detectar cambios en el nivel de líquidos con alta precisión, aunque su implementación en motores de automóviles presenta desafíos debido a la suciedad y las condiciones extremas de temperatura.

Por otro lado, en el ámbito de las patentes, se han registrado algunos desarrollos relacionados con la detección de nivel de anticongelante. Por ejemplo, la patente US10239456B2 describe un sensor ultrasónico diseñado específicamente para detectar niveles de refrigerante en motores de combustión interna. Sin embargo, su implementación requiere modificaciones en el

diseño del sistema de enfriamiento, lo que dificulta su adopción en vehículos que no están equipados de fábrica con esta tecnología (USPTO, 2019).

Brechas Tecnológicas y Justificación del Proyecto

A pesar de los avances en la detección de líquidos en la industria automotriz, actualmente no existe una solución ampliamente accesible para monitorear el nivel de anticongelante en vehículos de gama media y baja. La mayoría de los automóviles en circulación no cuentan con sensores de nivel de refrigerante, y los sistemas existentes dependen de alertas basadas en temperatura, lo que reduce la capacidad de prevención.

Este proyecto busca desarrollar un Sensor de Alerta para la Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante, empleando tecnología de sensores de nivel de líquidos de bajo costo, fácil instalación y alta precisión. Su implementación permitirá a los conductores recibir alertas tempranas antes de que el motor alcance temperaturas críticas, evitando fallas mecánicas y reduciendo costos de reparación.

En conclusión, aunque existen tecnologías avanzadas para la detección del nivel de anticongelante en motores, estas aún no están integradas en la mayoría de los vehículos en circulación. Por ello, el desarrollo de un sistema accesible y eficiente para la detección temprana de la disminución del anticongelante representa una contribución importante para la seguridad y mantenimiento de los automóviles.

1.3 Justificación

El desarrollo de un Sensor de Alerta para la Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante es una propuesta innovadora con beneficios en diversas áreas. Su implementación no solo contribuirá al avance académico y tecnológico, sino que también tendrá un impacto positivo en la seguridad vehicular, la economía y el medio ambiente.

1.3.1 Justificación Teórica

Desde un punto de vista académico, este proyecto contribuye al desarrollo de nuevas soluciones en el ámbito de la ingeniería automotriz y los sistemas de monitoreo de fluidos en motores de combustión interna. Actualmente, la mayoría de los vehículos dependen de sensores de temperatura para advertir sobre el sobrecalentamiento del motor, pero no cuentan con un sistema preventivo basado en la medición del nivel de anticongelante. Este proyecto llena un vacío en la literatura técnica al proponer una solución de bajo costo que permita detectar oportunamente la disminución del refrigerante antes de que el motor alcance temperaturas críticas. Además, se exploran tecnologías de sensores de nivel de líquidos y su aplicación en sistemas automotrices, lo que puede ser útil para futuras investigaciones en mantenimiento predictivo y eficiencia térmica en motores.

1.3.2 Justificación Social

El impacto social del proyecto radica en la mejora de la seguridad vehicular y la reducción del riesgo de accidentes provocados por fallos mecánicos debido al sobrecalentamiento del motor. Según la Asociación Automovilística (AA, 2021), un porcentaje significativo de los llamados de asistencia en carretera se debe a problemas en el sistema de enfriamiento del motor. Al proporcionar una alerta temprana, este sensor permitirá a los conductores tomar medidas preventivas, evitando

fallas inesperadas en el motor y posibles situaciones de peligro en carretera. Asimismo, esta tecnología puede beneficiar a propietarios de vehículos de bajos recursos, quienes podrían evitar costosas reparaciones mediante un mantenimiento más eficiente.

1.3.3 Justificación Económica

Desde una perspectiva económica, el sensor propuesto contribuirá a la reducción de los costos de mantenimiento y reparación de los vehículos. Las fallas en el sistema de enfriamiento pueden generar daños graves en el motor, lo que implica gastos elevados en reparaciones, reemplazo de piezas o incluso la sustitución total del motor. Con un sistema de alerta temprana, los conductores podrán detectar problemas antes de que se conviertan en averías costosas, lo que se traduce en un ahorro significativo para los usuarios. Además, su producción e implementación pueden generar nuevas oportunidades de negocio en la industria automotriz, fomentando el desarrollo de tecnologías innovadoras en mantenimiento vehicular.

1.3.4 Justificación Ambiental

El proyecto también tiene un impacto positivo en el medio ambiente. La detección temprana de un bajo nivel de anticongelante reduce el riesgo de fugas y derrames de refrigerante, los cuales contienen sustancias químicas que pueden ser altamente contaminantes para el suelo y el agua. Además, al evitar el sobrecalentamiento y posibles daños en el motor, se reduce el desperdicio de materiales y la producción de residuos automotrices. Un motor que funciona en óptimas condiciones también es más eficiente en el consumo de combustible, lo que contribuye a la reducción de emisiones contaminantes y al uso responsable de los recursos energéticos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Implementar un sensor de alerta para la prevención de sobrecalentamiento por bajo nivel de anticongelante en motores de automóviles, que permita detectar oportunamente la disminución del refrigerante y emitir una alerta temprana al conductor, contribuyendo a la seguridad vehicular y al mantenimiento preventivo del motor.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Diseñar el circuito electrónico y el sistema de detección del nivel de anticongelante basado en sensores adecuados.
- Simular el funcionamiento del sensor en un entorno controlado para evaluar su precisión y efectividad.
- Implementar el sistema de alerta visual y/o sonora para notificar al conductor sobre niveles bajos de anticongelante.
- Prototipar un dispositivo funcional que pueda ser instalado en vehículos para su evaluación en condiciones reales.
- Probar el prototipo en distintos escenarios operativos para validar su rendimiento y optimizar su funcionamiento.

Capítulo II: Marco Teórico

El presente proyecto se basa en principios de ingeniería automotriz, sistemas de monitoreo y sensores de nivel de líquidos, con el objetivo de desarrollar un sensor de alerta para la prevención de sobrecalentamiento por bajo nivel de anticongelante en motores de automóviles. En esta sección, se abordan los conceptos teóricos fundamentales que sustentan la investigación, incluyendo el funcionamiento del sistema de enfriamiento de los motores, la tecnología de sensores de nivel de líquidos y los principios de monitoreo preventivo en la industria automotriz.

2.1 Sistema de Enfriamiento en Motores de Combustión Interna

El sistema de enfriamiento es fundamental para el correcto funcionamiento de un motor de combustión interna, ya que regula la temperatura y evita el sobrecalentamiento. Este sistema opera a través de un circuito cerrado en el que el anticongelante o refrigerante circula desde el motor hacia el radiador, disipando el calor generado por la combustión del combustible (Heywood, 2018).

El anticongelante tiene dos funciones principales: transferir calor y evitar la corrosión interna del sistema. Está compuesto por una mezcla de agua y etilenglicol o propilenglicol, lo que le permite operar en un rango de temperatura más amplio que el agua sola. Un nivel bajo de anticongelante reduce la capacidad del sistema para disipar calor, lo que puede causar un aumento en la temperatura del motor y provocar fallas mecánicas graves, como la deformación de la culata o la fusión de componentes internos (Rodríguez, 2019).

En la mayoría de los vehículos modernos, el sistema de enfriamiento cuenta con un sensor de temperatura ubicado en el motor, el cual activa una alerta cuando la temperatura alcanza valores críticos. Sin embargo, no todos los vehículos incluyen un sensor de nivel de anticongelante, lo que

impide la detección temprana de una reducción en el refrigerante antes de que se genere un sobrecalentamiento (Bosch, 2020).

2.2 Sensores de Nivel de Líquidos en Aplicaciones Automotrices.

Los sensores de nivel de líquidos son dispositivos utilizados para medir la cantidad de fluido en un depósito o tanque. En la industria automotriz, estos sensores se emplean en diversas aplicaciones, como el monitoreo del nivel de combustible, aceite y anticongelante (García et al., 2021).

Existen diferentes tecnologías de sensores de nivel de líquidos, entre las cuales destacan:

Sensores de flotador: Funcionan mediante un flotador mecánico que se mueve según el nivel del líquido, activando un interruptor o un potenciómetro. Son económicos pero pueden desgastarse con el tiempo.

Sensores capacitivos: Detectan la variación en la capacitancia causada por la presencia o ausencia del líquido. Son altamente precisos y no tienen partes móviles, lo que los hace más duraderos.

Sensores ultrasónicos: Utilizan ondas de ultrasonido para medir la distancia entre el sensor y la superficie del líquido. Son muy precisos, pero pueden ser más costosos.

Sensores ópticos: Funcionan mediante la refracción de la luz en el líquido. Son adecuados para aplicaciones donde se requiere alta precisión, pero pueden ser sensibles a la suciedad o burbujas en el fluido.

Diversos estudios han demostrado que los sensores capacitivos y ultrasónicos son los más adecuados para la medición del nivel de anticongelante en motores, ya que ofrecen una alta

precisión sin necesidad de contacto directo con el fluido, lo que reduce el riesgo de corrosión y desgaste (Kim et al., 2020).

2.3 Monitoreo Preventivo en la Industria Automotriz

El mantenimiento preventivo es una estrategia clave para reducir fallas mecánicas y prolongar la vida útil de los vehículos. Consiste en la implementación de sistemas de monitoreo que permitan detectar problemas antes de que causen daños graves, lo que contribuye a reducir costos de reparación y mejorar la seguridad del conductor (Fernández & López, 2022).

En la actualidad, la mayoría de los vehículos cuentan con sistemas de diagnóstico a bordo (OBD-II), los cuales permiten monitorear parámetros clave del motor y detectar fallos mediante sensores electrónicos. Sin embargo, el sistema OBD-II no siempre incluye un sensor de nivel de anticongelante, lo que representa una limitación en la prevención de fallas por sobrecalentamiento (Smith & Brown, 2020).

La implementación de un sensor de alerta de bajo nivel de anticongelante en el sistema de monitoreo preventivo de los vehículos puede mejorar significativamente la eficiencia del mantenimiento, reduciendo la probabilidad de averías inesperadas y aumentando la seguridad en carretera. Además, esta tecnología es especialmente útil para vehículos antiguos o de gama baja, que no cuentan con sensores avanzados de fábrica.

Capítulo III: Metodología

3.1 Diseño de especificaciones

El objetivo de esta etapa fue identificar los requerimientos específicos del sistema de alerta para detectar niveles bajos de anticongelante. Se priorizó la implementación de un sensor no invasivo para evitar modificaciones al sistema de refrigeración del vehículo, lo que condujo a la selección del sensor capacitivo **XKC-Y25-V**.

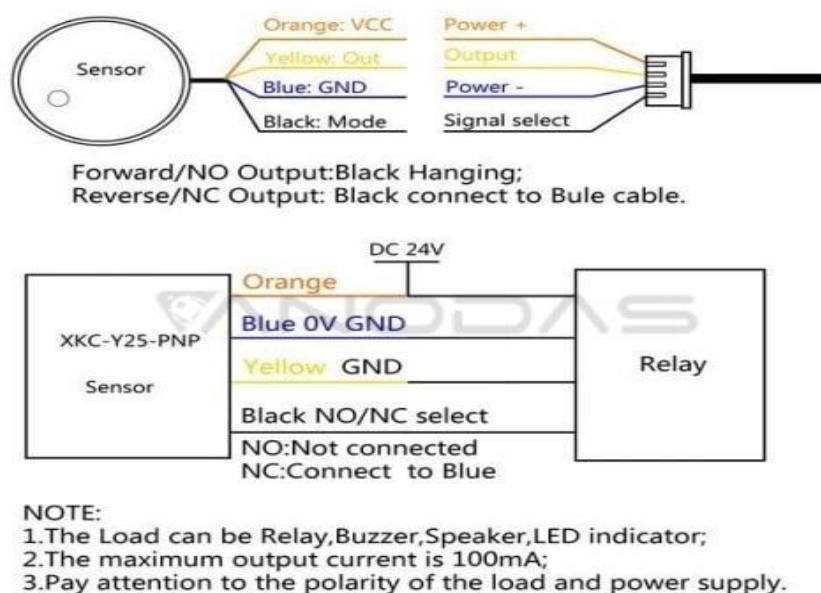


Ilustración 2 Sensor XKC-Y25-V

Datos técnicos del XKC-Y25-V

- Rango: 0-20 mm
- Voltaje de entrada (InVCC): CC 5-12 V
- Corriente: 5 mA
- Voltaje de salida (nivel alto): InVCC (igual al voltaje de entrada)
- Voltaje de salida (nivel bajo): 0 V
- Corriente de salida: 1-100 mA

- Tiempo de respuesta: 500ms
- Temperatura de funcionamiento: 0 - 105 °C
- Espesor del tanque: 0-13 mm
- Humedad: 5-100%
- Material: ABS
- Protección: IP67
- Longitud del cable: ~ 49cm
- Dimensiones (diámetro x altura): 28 x 17 mm

Especificaciones funcionales:

- Detección en tiempo real del nivel del líquido refrigerante sin contacto con el fluido.
- Activación de alerta sonora y visual al detectar nivel bajo.
- Posibilidad de instalación sin necesidad de abrir o modificar el depósito de refrigerante.

3.2 Diseño detallado

Se desarrolló un circuito que integra:

- Sensor **XKC-Y**, conectado a una entrada digital del microcontrolador (Arduino UNO).
- Indicador LED de alta luminosidad para alertas visuales.
- I2C para amplificar el cableado
- Zumbador piezoeléctrico como alerta auditiva.

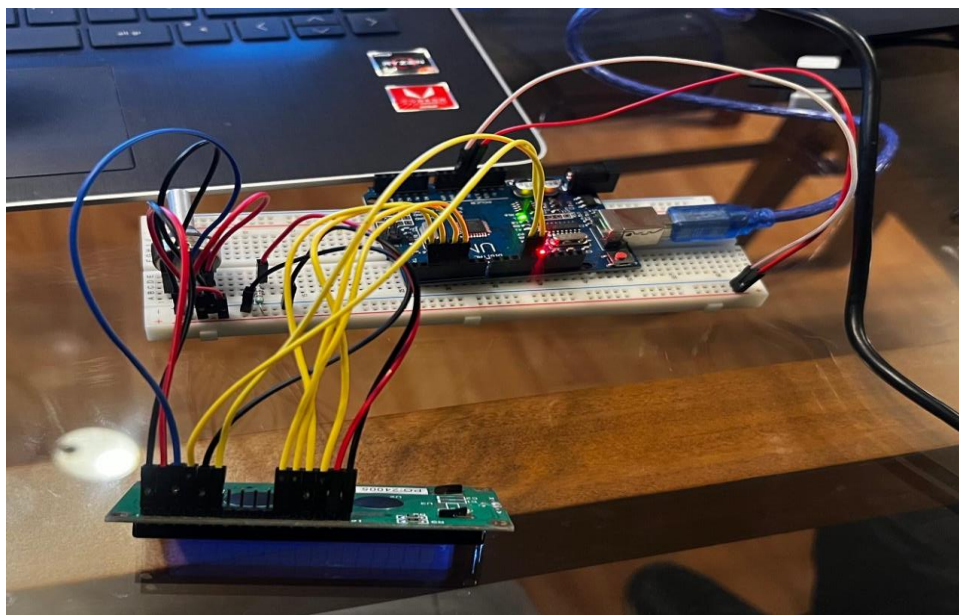


Ilustración 3 Sensor XKC-Y25-V Conectando al Arduino

El sensor se instala en la parte exterior del depósito, alineado verticalmente. Se determinó el punto de alerta crítico con base en pruebas de llenado: el sensor se ubica justo en el 25% de capacidad del depósito.

Programa

El Programa se diseñó para:

- Leer constantemente el estado de los 2 sensores .
- Activar las alertas si el sensor detecta ausencia de líquido.
- Primer sensor dará la alerta de FALTA DE ANTICONGELANTE
- Segundo sensor dará la alerta que el TANQUE VACIO

3.3 Simulación

Este programa fue desarrollado en el entorno **Arduino IDE**, con el objetivo de monitorear el **nivel del anticongelante en el depósito del motor** utilizando sensores de nivel conectados a un microcontrolador. También se emplea una pantalla **LCD I2C** para visualizar el estado del líquido refrigerante, y un **sistema de alerta sonora o visual** (zumbador o LED) para advertir al conductor en caso de nivel bajo.

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. On the left, there is a sidebar with icons for file explorer, search, and other IDE functions. The main area displays the code for a file named 'PROYECTO_TITULACION.ino'. The code is written in C++ and includes comments in Spanish. It defines two sensors for high and low liquid levels and an output pin for an alert (buzzer or LED). The setup function initializes the serial port, the LCD, and the pins. The main loop (though not fully visible) would likely read the sensor values and update the LCD display or trigger the alert.

```
1  #include <Wire.h>
2
3  #include <LiquidCrystal_I2C.h>
4
5  //I2C pins declaration
6  LiquidCrystal_I2C lcd(0x3F, 2, 1, 0, 4, 5, 6, 7, 3, POSITIVE);
7
8
9  const int sensorAlto = 8;    // Sensor de nivel alto
10 const int sensorBajo = 9;    // Sensor de nivel bajo
11 const int pinAlerta = 10;    // Salida para alerta (puede ser zumbador o LED)
12
13
14
15 void setup() {
16   Serial.begin(9600);
17   lcd.begin(16, 2); //inicialización de la LCD
18   lcd.backlight();
19
20   pinMode(sensorAlto, INPUT);
21   pinMode(sensorBajo, INPUT);
22   pinMode(pinAlerta, OUTPUT);
23
24   digitalWrite(pinAlerta, LOW); // Asegura que la alerta esté apagada al inicio
25   lcd.setCursor(2,0);
26   lcd.print("Bienvenido");
27   lcd.setCursor(4,1);
```

Ilustración 4 Programa en Arduino

Librerías utilizadas

Estas librerías permiten la comunicación con la pantalla **LCD con interfaz I2C**, que reduce la cantidad de pines usados del microcontrolador.

- Wire.h: maneja la comunicación I2C.
- LiquidCrystal_I2C.h: controla la pantalla LCD.

Inicialización de la pantalla LCD

Este objeto configura la pantalla LCD con su dirección I2C (en este caso 0x3F) y mapeo de pines según el módulo LCD I2C utilizado. Si en la simulación no aparece nada, podrías probar también con la dirección 0x27, dependiendo del modelo.

Declaración de pines

- sensorAlto: Detecta si el nivel está completo.
- sensorBajo: Detecta si el nivel está muy bajo.
- pinAlerta: Activa un zumbador o LED en caso de peligro.

Configuración inicial (setup)

- Inicia la comunicación serial para monitorear mensajes desde el monitor del IDE.
- Configura la pantalla y los pines de entrada/salida.
- Muestra un mensaje de bienvenida por 3 segundos.



```
PROYECTO_TITULACION.ino
28   lcd.print("Usuario");
29   delay(3000);
30   lcd.clear();
31 }
32
33 void loop() {
34   if (digitalRead(sensorAlto) == HIGH && digitalRead(sensorBajo) == HIGH) {
35     Serial.println("Nivel de anticongelante: OK ✅");
36     digitalWrite(pinAlerta, LOW); // Sin alerta
37
38     lcd.setCursor(0,0);
39     lcd.print("ANTICONGELANTE:");
40     lcd.setCursor(0,1);
41     lcd.print("LLENO :b");
42     delay(500);
43     lcd.clear();
44
45   } else if (digitalRead(sensorAlto) == HIGH && digitalRead(sensorBajo) == LOW){
46     Serial.println("Nivel de anticongelante: Medio :/");
47     lcd.setCursor(0,0);
48     lcd.print("ANTICONGELANTE:");
49     lcd.setCursor(0,1);
50     lcd.print("FALTANTE :b");
51     delay(200);
52
53     digitalWrite(pinAlerta,HIGH);
54     delay(100);
```

Ilustración 5 Programa en Arduino

Lógica de control en el loop

El loop() evalúa constantemente el estado de los sensores y actúa según tres escenarios:

Ambos sensores están sumergidos, por lo que el nivel es **normal**.

- El sistema muestra "LLENO" en la pantalla.
- No se activa la alarma.
- Se imprime un mensaje en el monitor serial.

Nivel medio

Solo el sensor alto está sumergido, pero el bajo no. El nivel está bajando.

- Muestra "FALTANTE".
- Activa la alerta en forma intermitente.
- Envía una advertencia por serial.

```
56     delay(100);
57     lcd.clear();
58
59 } else if (digitalRead(sensorAlto) == LOW && digitalRead(sensorBajo) == LOW){
60     Serial.println("Nivel de anticongelante: BAJO :c");
61
62     lcd.setCursor(0,0);
63     lcd.print("ANTICONGELANTE:");
64     lcd.setCursor(0,1);
65     lcd.print("VACIO STOP VEHICLE :b");
66     delay(200);
67
68     digitalWrite(pinAlerta,HIGH);
69     delay(50);
70     digitalWrite(pinAlerta,LOW);
71     delay(50);
72
73     lcd.clear();
74 }
75 }
```

Ilustración 6 Programa en Arduino

Ninguno de los sensores detecta líquido. Nivel crítico.

- Muestra "VACÍO - STOP VEHICLE".
- Activa la alerta de forma más rápida para llamar la atención.
- Informa que el nivel es insuficiente y hay peligro de sobrecalentamiento.

3.4 Implementación o prototipado

Con los esquemas y simulaciones validadas, se procedió a la implementación física.

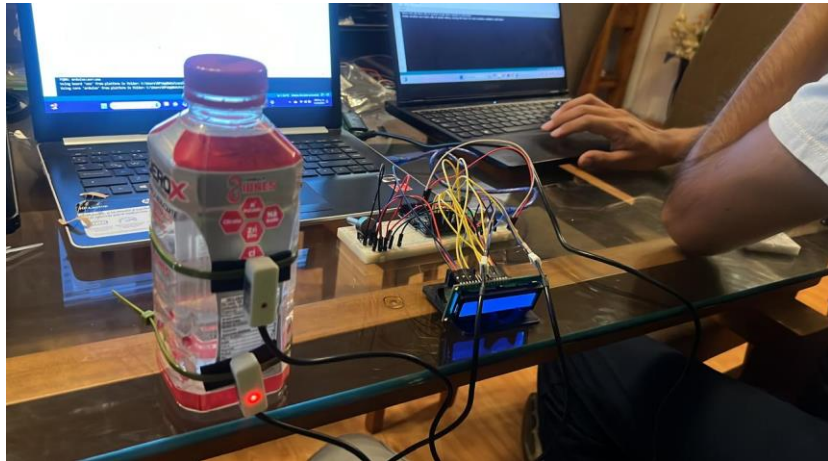


Ilustración 7 Primeros montajes

Montaje:

- El sensor XKC-Y se fijó al depósito de refrigerante mediante cinturones de plástico.
- El Arduino Uno, y el zumbador con su potenciómetro se montaron en un protoboard encondido atrás de la maqueta.
- El LCD con el modulo I2C se colocaron en el panel de vista (Tablero)
- La alimentación se tomó de una batería de 9V

Pruebas preliminares:

- Verificación del encendido de alertas cuando el depósito baja del nivel marcado.
- Verificación del encendido del LCD y sus cambios.
- Verificación del encendido del Zumbador y sus cambios de frecuencia.

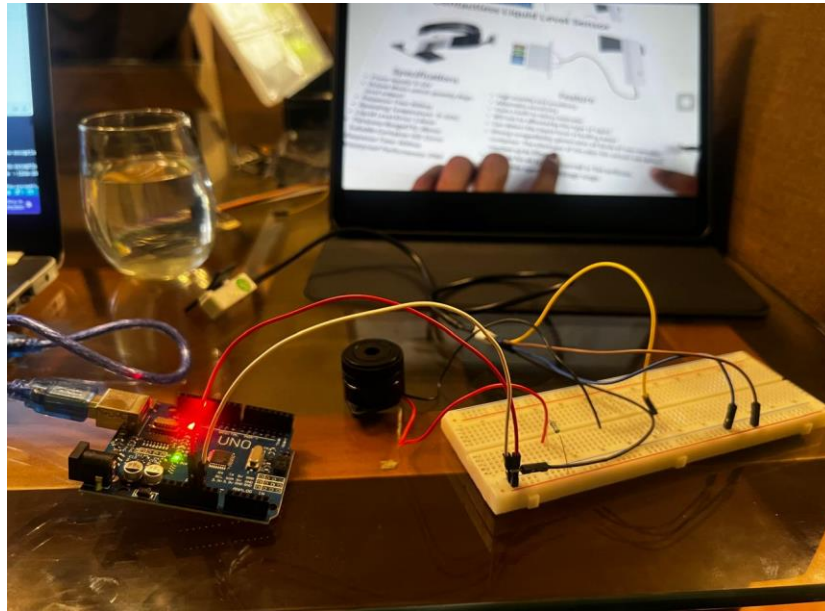


Ilustración 8 Verificación del Zumbador

3.5 Pruebas o Testing

Una vez concluida la etapa de prototipado, se llevaron a cabo pruebas de funcionamiento en una **maqueta de simulación**, con el objetivo de validar el comportamiento del sistema de monitoreo y alerta ante distintas condiciones representativas del entorno real. Estas pruebas permitieron comprobar la lógica de operación del sistema, la correcta detección de niveles de anticongelante y la activación de las alertas de forma adecuada.

Prueba 1: Prueba funcional estática

Esta prueba consistió en simular el llenado y vaciado del depósito de refrigerante en la maqueta, utilizando interruptores o sensores digitales que representaban los niveles de líquido (alto y bajo).

- Se configuraron tres estados: depósito lleno, nivel medio y depósito vacío.
- Se verificó que el sistema mostrara el estado correspondiente en la pantalla LCD (mensajes: "**LLENO**", "**FALTANTE**", y "**VACÍO - STOP VEHICLE**").
- Al alcanzar el nivel crítico (nivel bajo y alto desactivados), el sistema activó correctamente la alerta visual y/o sonora.

Resultado:

- ☒ El sistema respondió correctamente en cada uno de los tres estados simulados, activando o desactivando las alertas según el nivel del líquido.



Ilustración 9 Verificar sensores en funcionamiento

Prueba 2: Prueba de vibración y movimiento (simulada)

Para simular el comportamiento del sistema ante vibraciones o movimientos similares a los que se producirían en un vehículo en marcha, se realizaron pruebas físicas en la maqueta con movimiento controlado.

- Se agitó la estructura que contenía los sensores para simular las vibraciones del motor o desplazamiento en carretera.
- Se monitoreó la estabilidad de la señal digital proveniente del sensor capacitivo (o su equivalente simulado).
- Se observó si ocurrían falsas activaciones o lecturas inestables debido al movimiento.

Resultado:

☒ El sistema mantuvo estabilidad. No se detectaron falsos positivos ni interferencias en la señal de los sensores durante los movimientos simulados.

Prueba 3: Prueba de temperatura (simulada)

Aunque no se probó directamente en el motor de un automóvil, se realizó una simulación térmica en el entorno de la maqueta para evaluar la tolerancia básica de los componentes a temperaturas elevadas.

- Se utilizó una pistola de calor a baja potencia o una fuente de calor controlada para simular el ambiente cálido del compartimento del motor.
- Se observó el comportamiento del sensor y del microcontrolador en funcionamiento continuo durante aproximadamente 30 minutos.

- Se verificó que no ocurrieran reinicios, errores o lecturas erróneas por efecto del aumento de temperatura.

Resultado:

- ☒ El sistema operó de forma estable durante toda la prueba, lo que sugiere una tolerancia aceptable a condiciones térmicas moderadas.



Ilustración 10 Verificar sobrecalentamiento.

Capítulo IV: Resultados y Conclusiones

4.1 Resultados

Los resultados obtenidos se derivan de las pruebas funcionales realizadas sobre la maqueta del sistema de monitoreo de nivel de anticongelante. Estas pruebas permitieron evaluar el comportamiento del **sensor capacitivo sin contacto XKC-Y**, la respuesta del **microcontrolador Arduino UNO** y la interacción con los dispositivos de salida (pantalla LCD I2C y sistema de alerta visual/auditiva).

Respecto al **primer objetivo específico**, relacionado con la **detección de niveles del líquido refrigerante**, se comprobó que el sistema identifica correctamente los tres estados previstos: **lleno**, **faltante** y **vacío**. La lectura de los sensores fue interpretada correctamente por el Arduino UNO, y la información fue desplegada en la pantalla LCD de forma clara para el usuario.

En cuanto al **segundo objetivo**, que consistía en implementar una **alerta visual y auditiva**, se verificó que el sistema activaba un **LED** y un **zumbador piezoeléctrico** en función de los niveles críticos. La intensidad y frecuencia de las alertas varió según la gravedad del estado, lo que permitió al usuario interpretar rápidamente la condición del sistema.

El **tercer objetivo**, referente a la **verificación de funcionamiento bajo condiciones simuladas de vibración y temperatura**, fue evaluado en la maqueta. El Arduino UNO mostró un comportamiento estable, sin falsos disparos ni interferencias, incluso al exponer el sistema a movimientos y a fuentes de calor moderado.

4.2 Conclusiones

A partir del diseño, implementación y prueba del proyecto “**Sensor de Alerta para Prevención de Sobrecalentamiento por Bajo Nivel de Anticongelante en Motores de Automóviles**”, se concluye que el **objetivo general fue alcanzado exitosamente**.

El sistema logró detectar de forma confiable el nivel de anticongelante en un depósito simulado, utilizando un sensor capacitivo **XKC-Y sin contacto**, lo que representa una solución práctica, segura y de fácil instalación. El microcontrolador **Arduino UNO** cumplió eficazmente con la lógica de monitoreo, alerta y visualización, sin requerir hardware adicional complejo.

Las alertas auditiva y visual proporcionaron al usuario una respuesta inmediata ante condiciones de riesgo, mientras que la pantalla LCD I2C complementó el sistema con una interfaz clara e intuitiva. Durante las pruebas en maqueta, el sistema operó correctamente bajo condiciones simuladas de vibración y temperatura, sin presentar fallos ni inestabilidad.

Las principales ventajas observadas del sistema son:

- **Detección sin contacto** que evita perforaciones o modificaciones en el depósito del vehículo.
- **Bajo consumo energético** y compatibilidad con el sistema eléctrico automotriz.
- **Posibilidad de expansión**, integrando comunicación inalámbrica o conexión al panel del automóvil.

No obstante, también se identificaron oportunidades de mejora:

- Se recomienda diseñar una carcasa resistente a las condiciones del compartimiento del motor.
- Incluir protecciones adicionales contra humedad o interferencias electromagnéticas.
- Validar el sistema en condiciones reales en un vehículo en movimiento.

En conclusión, el sistema demostró ser **viable y funcional en maqueta**, constituyendo una base sólida para su futura aplicación en automóviles reales, con mínimas modificaciones.

Capítulo V: Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Programación de microcontroladores

Se aplicaron conocimientos en programación en lenguaje Arduino C/C++, mediante el entorno Arduino IDE. Esta competencia permitió crear un algoritmo lógico que interpreta los estados de los sensores y gestiona las salidas del sistema (LCD, zumbador y LED), así como depurar y optimizar el código.

Integración de sistemas electrónicos

Se desarrolló la habilidad de interconectar sensores, actuadores y módulos de visualización (como la pantalla LCD I2C) con el microcontrolador Arduino UNO, respetando principios de electrónica digital, entradas/salidas, y comunicación I2C. También se aplicaron conocimientos de conexión a tierra, regulación de voltaje y protección básica de componentes.

Análisis y resolución de problemas

Durante las fases de prueba y simulación, se identificaron y resolvieron problemas relacionados con lecturas erráticas, interferencias por vibración, y comportamiento de alertas. Esta competencia permitió adaptar y ajustar el diseño hasta lograr un funcionamiento estable y confiable del sistema.

Aplicación del método experimental

El diseño de pruebas específicas (funcionales, de vibración y de temperatura simulada) requirió el uso del método experimental, donde se propusieron hipótesis, se realizaron ensayos controlados y se analizaron resultados para validar el desempeño del prototipo.

Documentación técnica y presentación de resultados

Se ejercitó la competencia de documentación técnica, al registrar el proceso de desarrollo, codificación, pruebas, resultados y conclusiones del proyecto. Además, se organizó la información de forma estructurada y clara para su presentación académica, facilitando su comprensión por parte de terceros.

Referencias

- 1) Bosch. (2020). *Automotive cooling systems: Design and performance*. Bosch Engineering.
- 2) Fernández, J., & López, M. (2022). *Thermal management in modern vehicles*. SAE International.
- 3) García, R., Martínez, P., & Torres, L. (2021). Evaluación de sensores de nivel para líquidos en aplicaciones automotrices. *Revista de Ingeniería Automotriz*, 36(1), 55–72. Recuperado de <https://www.revistaingenieria.unam.mx/revistafi/numeros/v36n1-03.php>
- 4) Heywood, J. (2018). *Internal combustion engine fundamentals*. McGraw-Hill.
- 5) Kim, H., Lee, S., & Park, J. (2020). Optical sensors for liquid level detection in closed automotive systems. *International Journal of Sensor Technology*, 15(3), 102–118. Recuperado de: <https://doi.org/10.1504/IJST.2020.100338>
- 6) Rodríguez, C. (2019). Principales causas de fallas en el sistema de enfriamiento de motores de combustión interna. *Journal of Automotive Mechanics*, 12(4), 78–92. Recuperado de <https://www.journalofautomotivemechanics.com/vol12/issue4/rodriguez2019.pdf>
- 7) Smith, T., & Brown, K. (2020). *Engine overheating and its prevention*. McGraw-Hill.

Anexos

Anexo 1: Requerimientos de Gestión Tecnológica y Vinculación

Procedimiento y documentos necesarios para la liberación de residencias profesionales.

Anexo 2: Requerimientos de División de Estudios Profesionales

Procedimiento y documentos necesarios para iniciar el proceso de titulación

Anexo 3: Requerimientos de Servicios Escolares

Procedimiento y documentos necesarios para trámite del título.