

Diseño del sistema de control de temperatura de un frigobar adaptado a un automóvil.

Gonzalo, Reyes Alonso^{1*}, Ismael, Barrera González ², Edgar, Estrada Cruz³

¹ (0009-0006-9449-791X; Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Ingeniería electromecánica, México

² 0000-0003-2428-9307; Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Ingeniería electromecánica, México

³ 0000-0002-6488-6897; Instituto Tecnológico Superior del Occidente del Estado de Hidalgo, Ingeniería electromecánica, México

¹greyes@itsoeh.edu.mx

²ibarrera@itsoeh.edu.mx.

³eeestrada@itsoeh.edu.mx

Resumen: En el presente trabajo se desarrolla la implementación de un sistema ON-OFF utilizando un microcontrolador Arduino UNO y un sensor de temperatura LM35, instalando el sistema de control junto con el frigobar dentro de un automóvil. El objetivo del sistema es monitorear a través de la aplicación Android y controlar por medio de código los niveles de temperatura dentro de un rango específico mediante la activación de un relé. La metodología consistió en conectar el sensor LM35 al Arduino UNO, programar el microcontrolador para leer los datos del sensor y establecer el umbral adecuado para activar el relé. Los resultados demuestran la operación exitosa del sistema para mantener la temperatura dentro del rango deseado. Los hallazgos resaltan las aplicaciones potenciales de tales sistemas en varios dominios, incluida la regulación de temperatura en procesos industriales, domótica y monitoreo ambiental.

Keywords: Sistema ON-OFF; Arduino UNO; sensor de temperatura LM35.

Reyes-Alonso, Gonzalo.; Barrera-González, Ismael.; Estrada-Cruz, Edgar. Diseño del sistema de control de temperatura de un frigobar adaptado a un automóvil. REIA 2024, 8, (6), 64-70.

Recibido: 16/09/2024

Aceptado: 15/11/2024

Publicado: 29/11/24

1. Introducción

En ocasiones podemos obtener información del entorno mediante nuestros sentidos. Lo mismo pasa con los sistemas electrónicos que se apoyan de sensores para captar datos. Actualmente, estos dispositivos son omnipresentes en diversas actividades, como en procesos de control industrial, vehículos, dispositivos médicos, electrodomésticos, etc., convirtiéndose en elementos indispensables para mejorar nuestra calidad de vida [1].

El avance en la tecnología ha resultado en el desarrollo de una gran variedad de dispositivos diseñados para monitorear algunas variables [2]. Estos dispositivos cuentan con diversas características que permiten la captura simultánea de variables analógicas utilizando una misma entrada en un microcontrolador. Este progreso genera la necesidad de tener sistemas de adquisición de datos comúnmente conocido como receptor de datos (dataloggers), que no dependan de una notebook o PC [3].

El control de temperatura en sistemas de refrigeración ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones recientes, particularmente en contextos donde se requiere adaptar dichos sistemas a entornos no convencionales, como vehículos. La implementación de tecnologías accesibles como Arduino y el uso de aplicaciones móviles han permitido que estos sistemas sean más eficientes y fáciles de utilizar.

El uso de Arduino Uno como plataforma para el control de temperatura en sistemas de refrigeración ha sido ampliamente documentado en trabajos recientes. Según lo propuesto en [4], el control de sistemas de refrigeración mediante un circuito on-off controlado por Arduino es una solución efectiva para ambientes de espacio reducido, como vehículos. Los autores destacan que esta tecnología permite un control eficiente y de bajo costo, lo cual es esencial para aplicaciones como frigobares portátiles, que requieren un consumo energético optimizado y una regulación precisa de la temperatura.

Por otra parte, el suministro eléctrico en vehículos, que típicamente utilizan corriente continua (CC), presenta un reto importante para la implementación de electrodomésticos que operan con corriente alterna (CA). Al respecto, en [5,6] explican que los inversores de corriente son fundamentales para transformar la CC del vehículo en CA, posibilitando el uso de dispositivos como frigobares en autos. En [5], se exploró la eficacia de inversores de 400 watts en la alimentación de equipos de refrigeración compactos, concluyendo que proporcionan un rendimiento adecuado, garantizando tanto el funcionamiento estable del electrodoméstico como la protección del sistema eléctrico del vehículo.

Finalmente la implementación de aplicaciones móviles ha revolucionado la forma en que los usuarios interactúan con los dispositivos electrónicos. En [7] se muestra que el desarrollo de aplicaciones móviles para sistemas Android permite que los usuarios monitorean y ajusten variables como la temperatura en tiempo real. Estos sistemas son especialmente útiles en aplicaciones de refrigeración, donde la precisión y el control remoto son críticos para asegurar la correcta operación del dispositivo en entornos variables como el interior de un vehículo. En su investigación, los autores presentaron una solución que combina la conectividad Bluetooth con la plataforma Android, similar a la propuesta en el presente trabajo.

Este artículo presenta el diseño de un sistema de control de temperatura para un frigobar adaptado a un automóvil. El enfoque principal de este trabajo es la implementación de un control on-off mediante una plataforma Arduino Uno, la cual regula el funcionamiento del frigobar, asegurando un ambiente óptimo de refrigeración.

2. Materiales y Métodos

El Arduino UNO es una placa de microcontrolador popular que ofrece una amplia gama de aplicaciones debido a su simplicidad y versatilidad [3,8].

El LM35 constituye un sensor integrado de alta precisión para medición de temperatura [9,10]. A diferencia de otros dispositivos como los termistores en los que la medición de temperatura se obtiene de la medición de su resistencia eléctrica, el LM35 es un integrado con su propio circuito de control, que proporciona una salida de voltaje proporcional a la temperatura (figura 1).

La salida del LM35 es lineal con la temperatura, incrementando el valor a razón de 10mV por cada grado centígrado. El rango de medición es de -55°C (-550mV) a 150°C (1500 mV). Su precisión a temperatura ambiente es de 0,5°C [9].

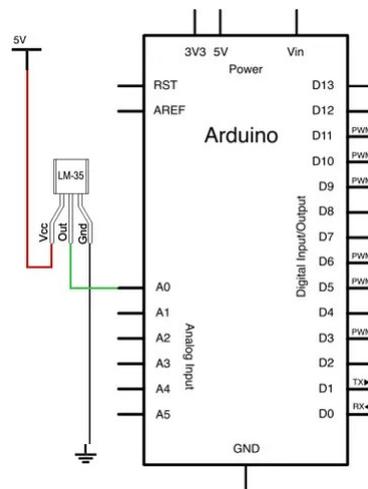
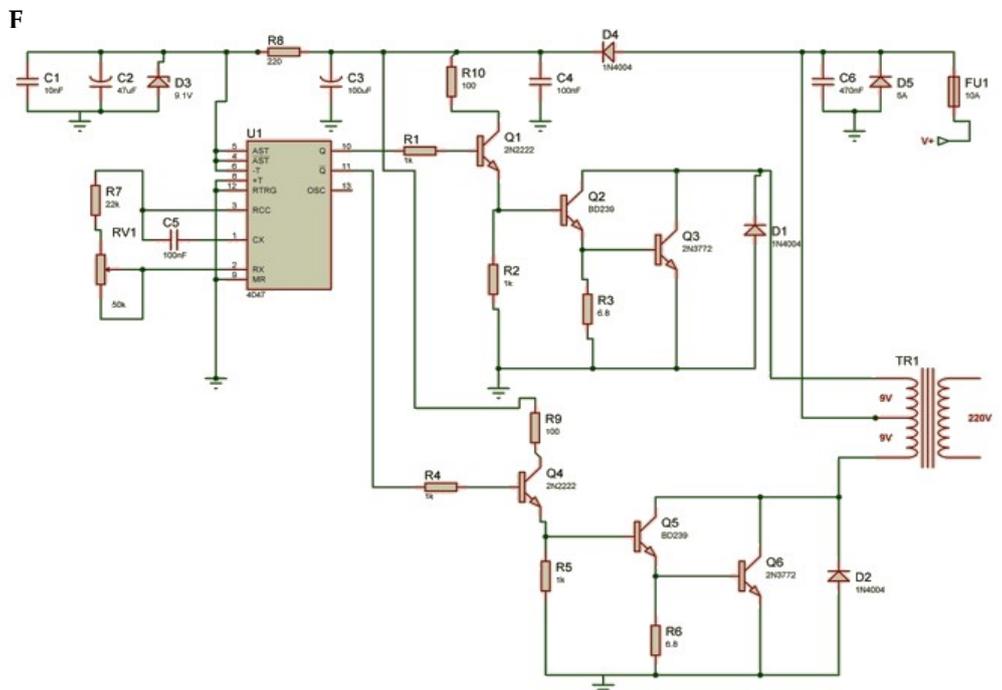


Figura 1 Esquema eléctrico LM35.

Como primera etapa, se investigó el manual de usuario del refrigerador Hisense WMS017M6XBE para saber dónde se localiza el motor e identificar el sistema que lo controla, la potencia que requiere el motor para funcionar, entre otros datos técnicos.

El motor es de una potencia de 1/4 HP (Horse Power), siendo nuestra potencia requerida por el motor, y la potencia tiene que ser suministrada por el inversor de corriente (figura 2); recordando que 1HP = 745.7 W. Por lo tanto, calculando nuestro inversor nos da una potencia de 186.425 W más el consumo del Arduino y periféricos igual a 10 W, teniendo una potencia total de 196.425 W. Con este dato se realizó la selección de la potencia del inversor comercial, con especificaciones de 12 V de entrada con una salida de 127 V, 400 W.



t

Figura 2 Esquema eléctrico del convertidor de voltaje.

Como segunda etapa, se diseñó el sistema de control que se utilizó, identificando el lazo de control (figura 3) [11]. Un Arduino Uno (microcontrolador) en conjunto con un sensor LM35 y un módulo Bluetooth; del refrigerador se retiró por completo el control de temperatura que tiene por defecto de fábrica. Dentro del refrigerador se colocó el sen-

sor LM35 y en la parte exterior, en la cavidad del motor se colocó el Arduino Uno y el módulo Bluetooth.

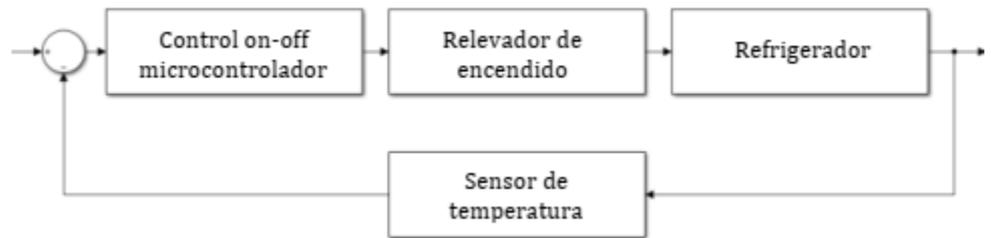


Figura 3 Diagrama de bloques de control.

La lógica programada en el Arduino es: cuando el sensor LM35 realice una lectura mayor a 10°C se activará un relé mecánico el cual dejará fluir corriente para que funcione el motor del refrigerador, y menor a 10°C se desactivará el relé mecánico. A su vez, en el habitáculo del automóvil se instaló una pantalla LCD la cual muestra la temperatura en tiempo real de la temperatura que arroja el sensor, y a su vez se manda a la aplicación que se desarrolló para Android (figura 4), que solo visualiza la temperatura.



Figura 4 Pantalla de la aplicación desarrollada para Android.

La tercera etapa consiste en el desarrollo de la aplicación Android, utilizando la herramienta MIT App Inventor del Massachusetts Institute of Technology. Usando la programación de bloques para enlazar el módulo HC-05 Bluetooth Module.

Finalmente, la cuarta etapa es la implementación del circuito de control al circuito de fuerza, interrumpiendo la línea que abastece de energía al capacitor del refrigerador y a la bobina de arranque del compresor.

3. Resultados

El proyecto ha logrado cumplir todos los objetivos planteados al inicio de manera satisfactoria. Se ha logrado hacer funcionar de manera óptima el frigobar dentro del automóvil (figura 6), lo cual indica que el equipo ha sido instalado y configurado de manera adecuada. Esto implica que el frigobar es capaz de mantener una temperatura interna deseada y proporcionar refrigeración de manera eficiente durante su funcionamiento en el automóvil.

Además, se ha confirmado que el inversor seleccionado de 400 W (figura 5) funciona dentro de los rangos nominales de operación. Esto significa que el inversor es capaz de convertir la corriente continua del automóvil en corriente alterna para alimentar el frigobar, sin exceder sus límites de funcionamiento. Este resultado es importante, ya que garantiza la compatibilidad y la correcta operación del inversor con el sistema de refrigeración.

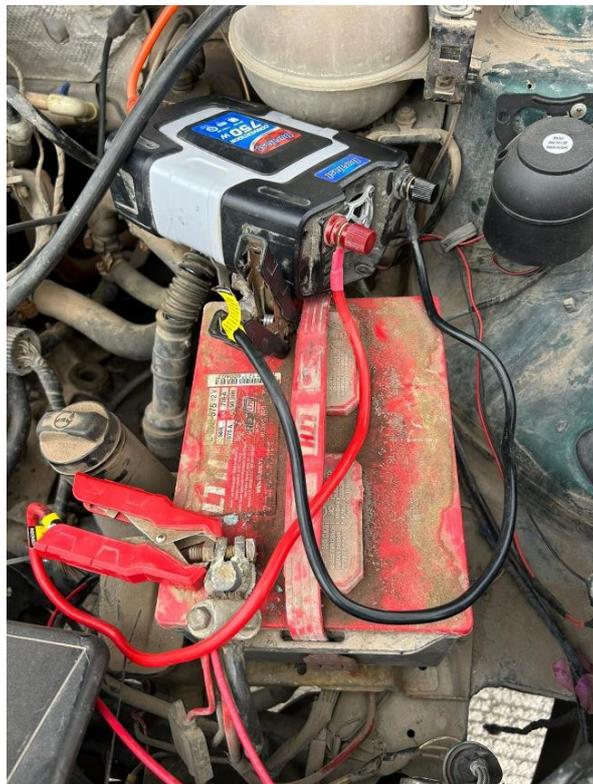


Figura 5 Inversor seleccionado

Otro aspecto relevante es la precisión del sistema de control. Durante las pruebas, se utilizaron diferentes tipos de termómetros para verificar la temperatura marcada por el sistema de control, la tabla 1 muestra los resultados obtenidos. El hecho de que se haya corroborado la veracidad de la temperatura indica que el sistema de control cuenta con una precisión adecuada. Esto es fundamental para garantizar que el frigobar mantenga una temperatura estable y controlada de acuerdo con los requerimientos establecidos.

Tabla 1. Pruebas de operación con diferentes termómetros

Prueba	Tiempo (minutos)	Termómetro analógico (dentro del frigobar) [°C]	Termómetro analógico (fuera del frigobar) [°C]	Termómetro digital medida por el circuito de control [°C]	Temperatura marcada en la aplicación. [°C]
1	0	24	24	24.15	24.15
2	10	15	23	10.78	10.78
3	20	14	23	10.53	10.53
4	30	11	22	10.52	10.52
5	40	11	22	10.05	10.05
6	50	10	22	9.99	9.99
7	60	10	21	9.78	9.78

4. Discusión

En resumen, los resultados obtenidos demuestran que se han alcanzado los objetivos del proyecto de manera exitosa. El frigobar funciona de manera óptima dentro del automóvil, el inversor seleccionado cumple con los rangos nominales de operación y el sistema de control ofrece una precisión adecuada en la temperatura marcada. Estos logros son fundamentales para garantizar un correcto funcionamiento del sistema de refrigeración en el automóvil y proporcionar una experiencia satisfactoria al usuario.

Los criterios considerados es la temperatura programada en el código de Arduino Uno la cual es de 10°C y que la lectura leída por el sensor LM35 es acorde a la temperatura medida por el termómetro analógico ajeno al circuito de control. Teniendo satisfactoriamente el corte a la temperatura especificada en el código.

**Figura 6** Frigobar adaptado en el automóvil

