

# TECNOLÓGICO DE MONTERREY

## CAMPUS MONTERREY

*Solución de Problemas de Procesos*



### Reporte Final

Diego Flores Martínez	A01571205
José Luis González Fragosó	A00833607
Salvador Alejandro De la Parra Barba	A00832753
Javier Alejandro Santillán Cuéllar	A00833467

**20 de octubre de 2023**

*Profesor*

Juan Pablo Canizales Martinez

## Reporte de Método

Para la realización de este proyecto lo que se realizó principalmente con unicel, conocido por su ligereza y propiedades aislantes, y se recubrió estratégicamente con MDF para conferir resistencia estructural y un acabado estético. Este diseño no sólo abogó por la eficiencia energética, sino que también se destacó por su sostenibilidad al aprovechar materiales reciclables. Sin embargo, la verdadera magia radicó en el sistema de control, donde un microcontrolador Arduino se erigió como el cerebro maestro del refrigerador. La capacidad de este microcontrolador para gestionar de manera precisa y eficiente las funciones del refrigerador fue esencial. En el corazón del sistema de control se integró un amplificador operacional (opamp) para orquestrar la temperatura interna. Equipado con sensores precisos, el opamp permitió una supervisión detallada de la temperatura, mientras que el Arduino ajusta dinámicamente el sistema de enfriamiento para mantener la temperatura interna en el rango óptimo. Esta sinergia entre Opamp y Arduino no solo garantiza un control térmico preciso, sino que también abrió posibilidades para la adaptabilidad del refrigerador a diversas aplicaciones, desde entornos domésticos hasta entornos especializados de almacenamiento.

### Fugas de aire



*Imagen 1. Flujo de aire dentro del refrigerador*



*Imagen 2.* Flujo de aire fuera del refrigerador parte superior



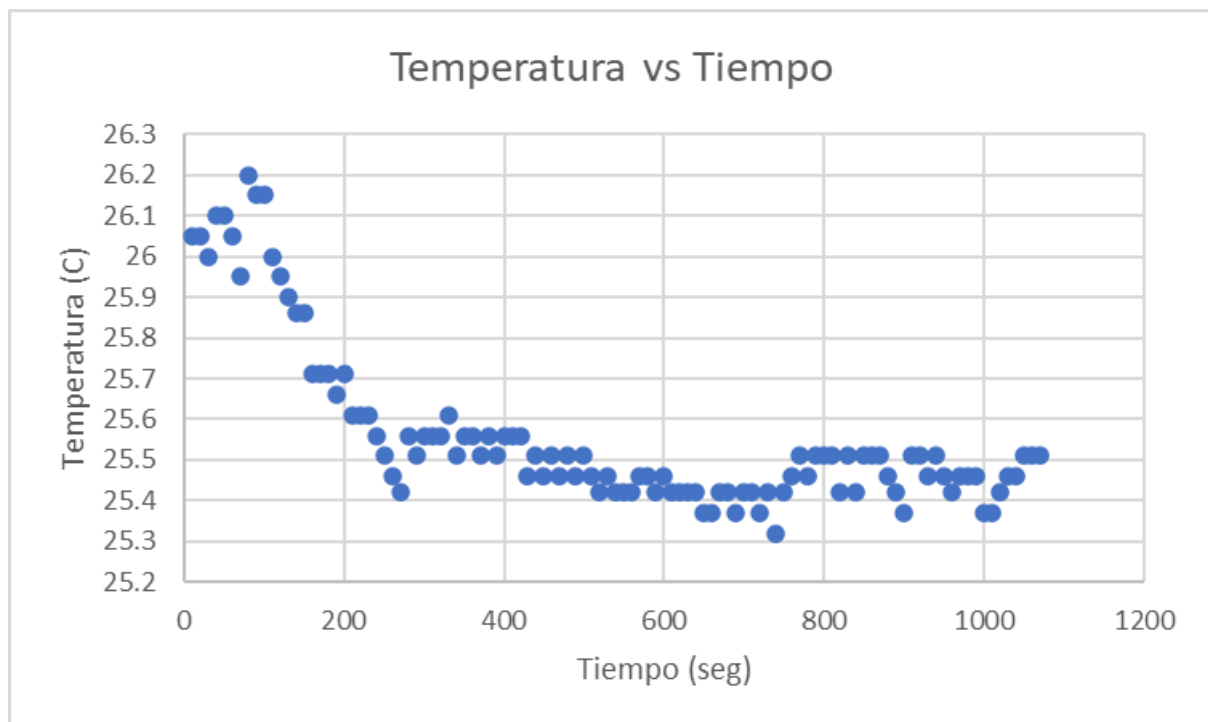
*Imagen 3.* Flujo de aire fuera del refrigerador parte derecha



*Imagen 4.* Flujo de aire fuera del refrigerador parte izquierda

Después de comprobar el flujo en cada una de las zonas importantes de nuestro refrigerador detectamos que *no existen fugas* alrededor del refrigerador. Sin embargo, nos quedamos con la medida de 4.7 m/s para hacer los cálculos en la siguiente sección.

### Nivel de Enfriamiento máximo



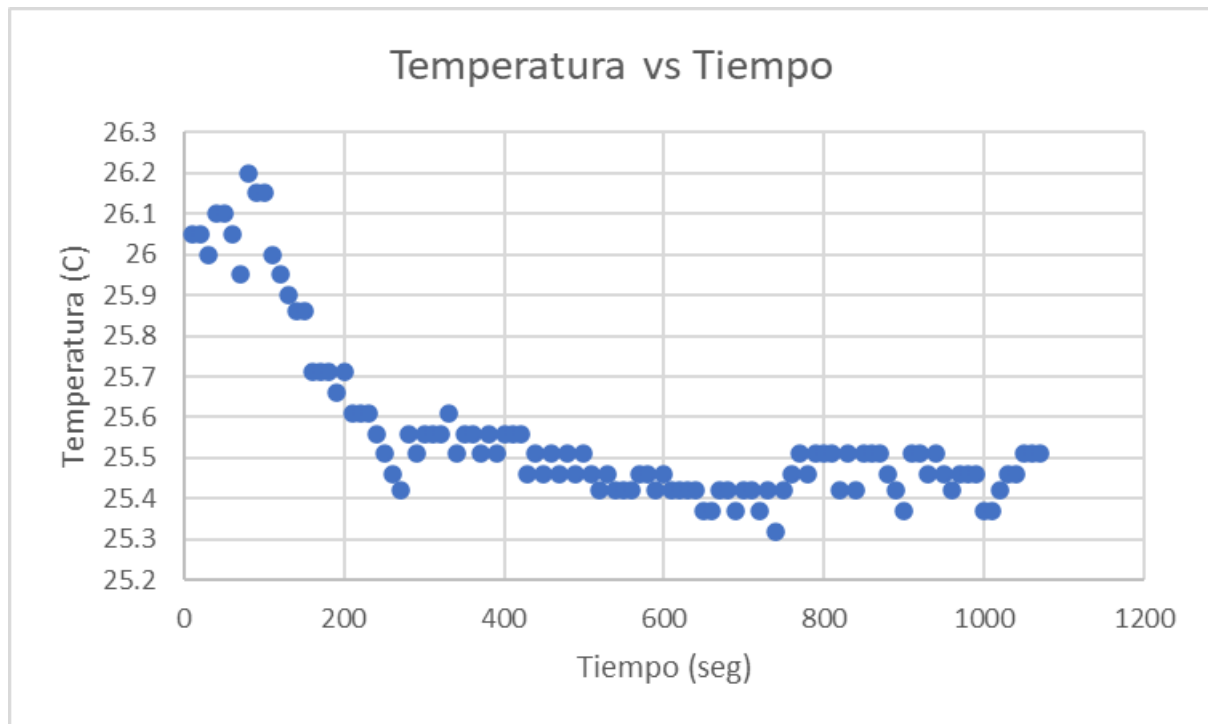
*Gráfica 1.* Temperatura vs Tiempo sensor experimental

Después de realizar mediciones de nuestro refrigerador, llegamos a la conclusión mediante la gráfica anterior que la temperatura mínima alcanzada fue 25.3 °C en un tiempo

aproximado de 740 segundos. Y alrededor de los 300 segundos es cuando se estabiliza considerablemente la temperatura para después mantenerse en el rango de temperatura rondando los 25.4 °C.

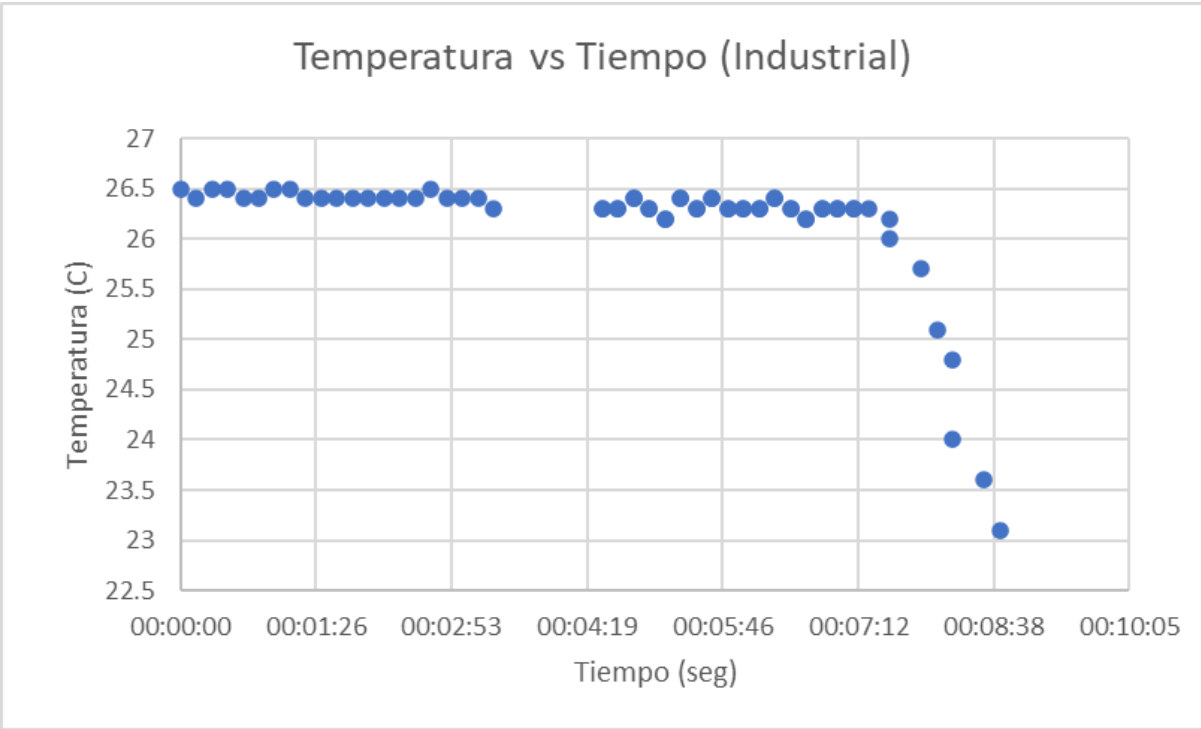
### Mediciones con sensor de Temperatura

Las mediciones que se realizaron a lo largo de la práctica para nuestro refrigerante usado todos los datos posibles, mostrados a manera de gráfica, son los siguientes:



Gráfica 2. Temperatura vs Tiempo sensor industrial

De similar manera, el comportamiento de la temperatura medido por el medidor industrial de temperatura, podemos observar la siguiente gráfica.



Esto muestra un cambio bastante significativo a la hora de medir el comportamiento de la temperatura pues en nuestros datos experimentales

### Velocidad de enfriamiento

Para la toma de datos de nuestro refrigerador, tomamos datos del segundo 0 al segundo 1070. Sin embargo, cómo lo podemos observar en la siguiente tabla, solo mostraremos en este reporte la tabla del tiempo 0 al tiempo 180 lo cual representa los tres primeros minutos los cuales medimos.

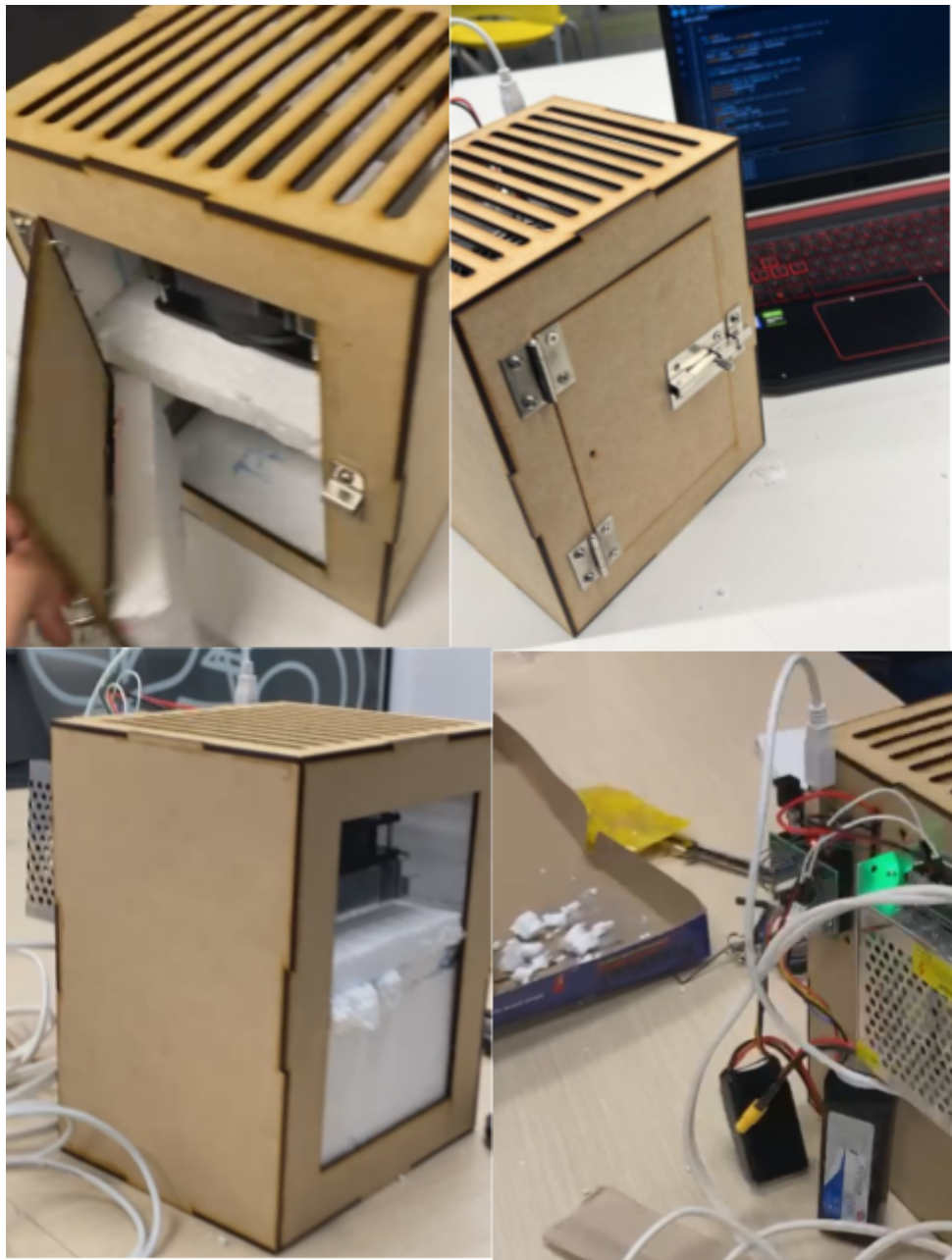
Tiempo(seg)		Temperatura (C)
10	Valor de la temperatura	26.05
20	Valor de la temperatura	26.05
30	Valor de la temperatura	26
40	Valor de la temperatura	26.1
50	Valor de la temperatura	26.1
60	Valor de la temperatura	26.05
70	Valor de la temperatura	25.95
80	Valor de la temperatura	26.2
90	Valor de la temperatura	26.15

100	Valor de la temperatura	26.15
110	Valor de la temperatura	26
120	Valor de la temperatura	25.95
130	Valor de la temperatura	25.9
140	Valor de la temperatura	25.86
150	Valor de la temperatura	25.86
160	Valor de la temperatura	25.71
170	Valor de la temperatura	25.71
180	Valor de la temperatura	25.71

*Tabla 1.* Valores de temperatura vs tiempo en medidor experimental

En la tabla podemos observar que el valor mínimo de estos primeros tres minutos fue 25.71 °C partiendo de los originales 26.05 °C. Sin embargo, en los datos completos podemos apreciar que después de 1070 segundos se alcanzó una temperatura de 25.51 °C lo cual no es una variación muy grande.

### Diseño físico adecuado

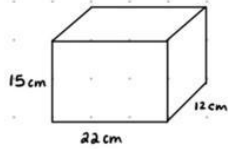


*Imagen 5. Diseño final*

El diseño final de nuestro modelo consistió en una caja de unicel reforzada y sellada con cinta adhesiva recubierta por una capa de MDF el cual sujetó toda la electrónica necesaria para su control y correcto funcionamiento.



## Cálculos de Aire interior



$$1 \text{ atm} = 101.3 \text{ kPa}$$

$$T_i = 26.05^\circ\text{C}$$

$$T_f = 25.51^\circ\text{C}$$

## TEMPERATURA INICIAL

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{101 \times 10^3}{(2870 \times 10^3)(26.05 + 273)} = 1.17 \text{ kg/m}^3$$

$$GE = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} = \frac{1.17}{1000} = 1.17 \times 10^{-3}$$

$$V = whl = 15 \cdot 22 \cdot 12 = 3960 \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = (1.17)(3960) = 46.33 \text{ kg}$$

## TEMPERATURA FINAL

$$\rho = \frac{P}{RT} = \frac{101 \times 10^3}{(2870 \times 10^3)(25.51 + 273)} = 1.178 \text{ kg/m}^3$$

$$GE = \frac{\rho}{\rho_{H_2O}} = \frac{1.17}{1000} = 1.17 \times 10^{-3}$$

$$V = whl = 15 \cdot 22 \cdot 12 = 3960 \text{ m}^3$$

$$m = \rho V = (1.178)(3960) = 46.64 \text{ kg}$$