

TP1 MODELOS Y SIMULACIÓN

Nombre: Ignacio Chaves Legajo: 61.220

1. Función del Dispositivo

El dispositivo diseñado es un calentador eléctrico portátil, destinado a elevar la temperatura de 1 litro de agua desde 20 °C hasta 100 °C utilizando una fuente de alimentación de 12V DC típica de vehículos automotores. El propósito es proporcionar agua caliente para usos como mate, infusiones o pequeños procesos de cocción durante viajes.

2. Capacidad del Recipiente

La capacidad seleccionada para el dispositivo es de 1 litro (1000 cm³), adecuada para un consumo estándar individual o familiar pequeño, logrando un buen compromiso entre rapidez de calentamiento y facilidad de transporte.

3. Materiales Utilizados

- Recipiente: Acero inoxidable de 1 mm de espesor, por su resistencia mecánica y compatibilidad alimentaria.
- Aislante: Espuma de poliuretano expandido (conductividad térmica de 0.03 W/m·K), aplicada en el exterior para reducir pérdidas térmicas.
- Resistencia: Alambre de nicrom (níquel-cromo) de 1 mm de diámetro, elegido por su alta resistividad y estabilidad térmica.

4. Tensión de Alimentación

La tensión de operación del sistema es 12V DC, proveniente de la instalación eléctrica del vehículo.

5. Tiempo de Conexión (para alcanzar T máx)

El tiempo de conexión estimado para llevar el agua de 20 °C a 100 °C, considerando inicialmente ausencia de pérdidas, es de aproximadamente 930 segundos (15.5 minutos).

6. Condiciones Iniciales

Temperatura inicial del fluido: 20 °C

Temperatura ambiente: 20 °C

7. Forma y Dimensiones del Recipiente

El diseño del recipiente es cilíndrico, con 13 cm de altura y 10 cm de diámetro interior, ofreciendo una superficie adecuada para contener 1 litro de agua y garantizar una estructura compacta.

8. Cálculos de Diseño

El calor requerido para elevar la temperatura se calculó aplicando:

$$Q = m \times c \times \Delta T = 1 \text{ kg} \times 4186 \text{ J/kg}^\circ\text{C} \times (100^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C}) = 334,880 \text{ J}$$

La potencia disponible del sistema es:

$$P = V \times I = 12\text{V} \times 30\text{A} = 360\text{W}$$

Tiempo teórico de calentamiento (sin pérdidas):

$$t = Q / P = 334,880 \text{ J} / 360 \text{ W} \approx 930 \text{ segundos}$$

Para lograr 30A de consumo a 12V:

$$R = V / I = 12\text{V} / 30\text{A} = 0.4 \Omega$$

Longitud del alambre de nicrom calculada mediante su resistividad ($\rho \approx 1.10 \times 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$) y área de sección:

$$A = \pi \cdot (d/2)^2 \approx 7.85 \times 10^{-7} \text{ m}^2$$

$$L = (R \times A) / \rho \approx 0.285 \text{ metros (28.5 cm)}.$$

9. Aumento de Temperatura en 1 Segundo (sin pérdidas)

$$Q \text{ en 1 segundo} = P \times t = 360\text{W} \times 1\text{s} = 360\text{J}$$

Aumento de temperatura:

$$\Delta T = Q / (m \times c) = 360\text{J} / (1\text{kg} \times 4186\text{J/kg}^\circ\text{C}) \approx 0.086^\circ\text{C por segundo}.$$

10. Desarrollo de Simulaciones y Resultados

Se programaron y ejecutaron tres simulaciones para evaluar el comportamiento térmico del sistema:

1) Sin pérdidas térmicas: Se modeló el incremento de temperatura considerando toda la potencia eléctrica transformada íntegramente en energía térmica. Se obtuvo una subida lineal de temperatura hasta alcanzar los 100°C en aproximadamente 930 segundos.

2) Con pérdidas térmicas: Se incorporó un modelo de transferencia de calor por conducción usando:

$$U = 1 / (e_{\text{acero}}/k_{\text{acero}} + e_{\text{poliuretano}}/k_{\text{poliuretano}})$$

$$\text{donde } e_{\text{acero}} = 0.001\text{m}, k_{\text{acero}} = 16 \text{ W/m}\cdot\text{K}, e_{\text{poliuretano}} = 0.001\text{m}, k_{\text{poliuretano}} = 0.03$$

W/m·K.

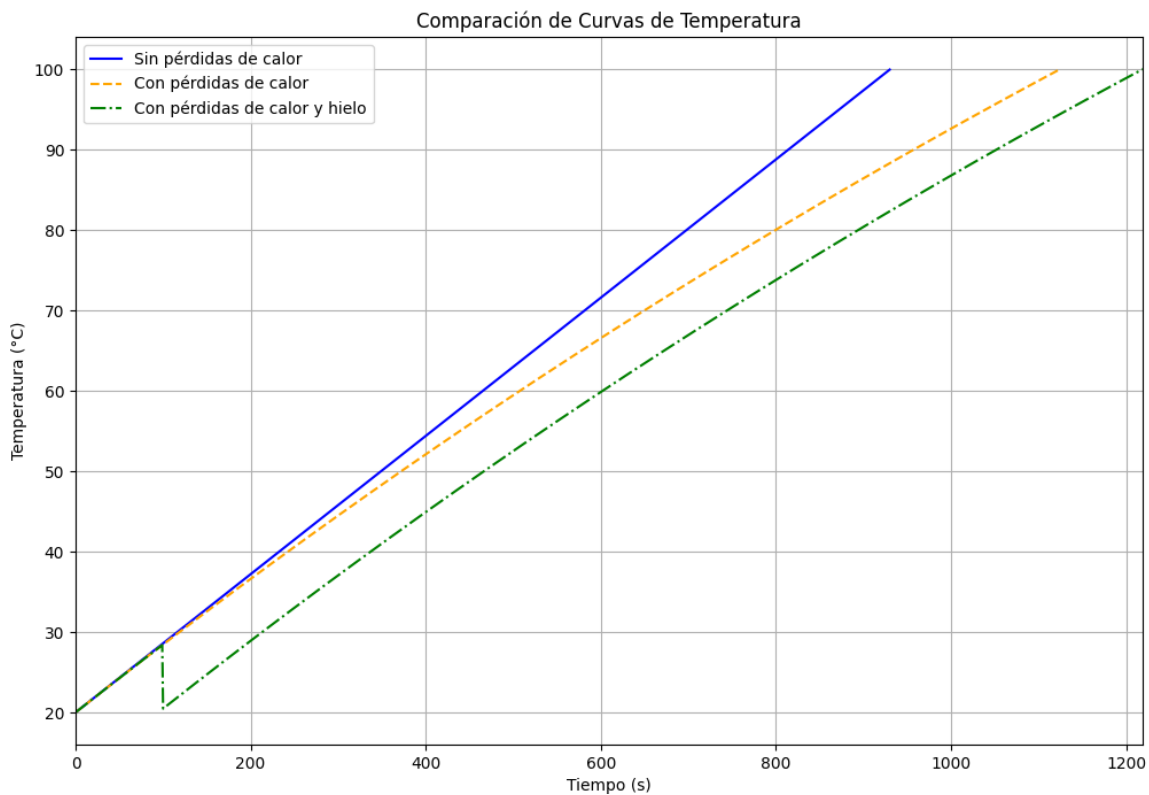
El coeficiente global U resultó aproximadamente $30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

La superficie externa del calentador se estimó a partir de su geometría cilíndrica.

Se restó el calor perdido a cada segundo del calor suministrado, mostrando que el tiempo de calentamiento efectivo aumenta y que la temperatura final no siempre se alcanza de forma rápida.

3) Con pérdidas térmicas y adición de hielo: Se modeló la introducción de 2 cubitos de hielo (aproximadamente 50g cada uno) a los 100 segundos, considerando la absorción de energía para derretirlos (calor de fusión del hielo: 334000 J/kg). Esto introdujo una caída abrupta en la curva de temperatura y prolongó notablemente el tiempo de calentamiento.

11. Gráfico Comparativo



12. Conclusiones

Del análisis realizado se concluye:

- En condiciones ideales (sin pérdidas térmicas), el sistema cumple con el objetivo de calentar 1 litro de agua en aproximadamente 15 minutos.
- Considerando pérdidas reales de calor por conducción, se evidencia que la eficiencia del calentador disminuye y el tiempo de calentamiento se incrementa.

- La adición de factores externos (como hielo) puede modificar radicalmente el comportamiento térmico, aumentando aún más el tiempo necesario para alcanzar la temperatura deseada.

Estos resultados demuestran la importancia del aislamiento térmico en sistemas de calentamiento portátiles y la necesidad de prever condiciones externas en el diseño final.