

Montaje y pruebas

María José Rojas, Miguel Casallas

I. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DISEÑADO

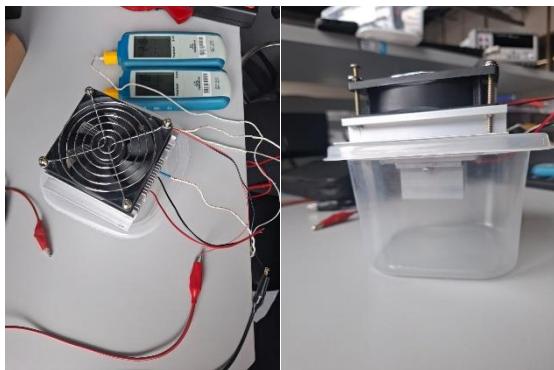


Fig. 1. Sistema diseñado

Para la realización del sistema, se realiza la conexión de la fuente de corriente a la celda de Peltier. La celda tiene atornillado un ventilador, con el fin de mantenerlo firme y garantizar que el aire fluya a través de las aletas del disipador, permitiendo así la adecuada disipación de calor del lado caliente de la celda para evitar que se sobrecaliente.

El lado frío de la celda está sobre un recipiente donde se depositará el agua condensada por el sistema. De igual forma se conectaron 2 termómetros digitales, uno por cada lado de la celda (el frío y el caliente), con el fin de registrar las variaciones de temperatura respecto a la corriente.

II. CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LOS ELEMENTOS PRINCIPALES

TABLA 1
DATOS PARA LA CURVA CARACTERÍSTICA

Corriente (A)	T Lado Caliente (°C)	T Lado Frio (°C)	ΔT (°C)
0,25	23,60	21,30	2,30
0,50	24,10	18,40	5,70
0,75	24,50	16,30	8,20
1,00	25,00	13,50	11,50
1,25	25,50	10,70	14,80
1,50	26,10	8,20	17,90
1,75	26,70	6,40	20,30
2,00	27,50	4,80	22,70
2,25	28,30	3,50	24,80
2,50	29,20	2,60	26,60
2,75	30,20	2,20	28,00
3,00	31,30	2,10	29,20

3,25	32,40	1,90	30,50
3,50	34,40	2,00	32,40
3,75	34,50	2,10	32,40
4,00	36,00	2,40	33,60
4,25	36,40	2,50	33,90
4,50	37,70	3,30	34,40
4,75	40,50	5,90	34,60
5,00	42,50	7,30	35,20

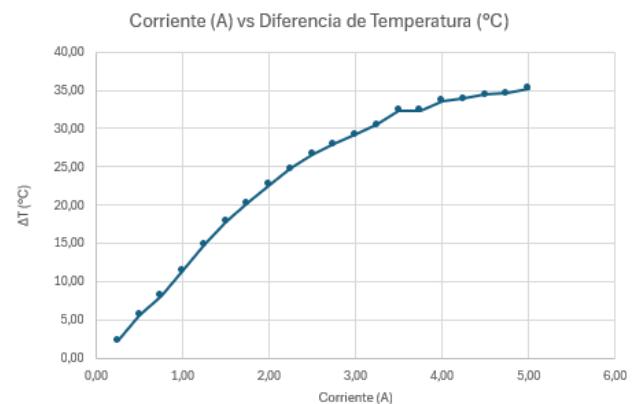


Fig. 2. Curva característica de la celda Peltier

Para obtener la curva característica de la celda Peltier (Figura 2) se graficó la corriente vs la diferencia de temperatura entre las caras de la celda (Tabla 1). Así, se evaluó su comportamiento para una corriente entre 0.25A y 5A; se observa una relación directamente proporcional prácticamente lineal entre la corriente y la diferencia de temperatura hasta aproximadamente 2.5A. En este punto los valores tienden a estabilizarse, esto se da a que el efecto Joule, conocido como el calentamiento por resistencia eléctrica [1], comienza a ser dominante, disminuyendo el ΔT , esto quiere decir que la disipación de calor del lado caliente se hace menos eficiente incrementando la temperatura en ese lado y, por eso mismo, el lado frío deja de enfriarse con la misma proporción, esto es un comportamiento característico de las celdas Peltier. De esta forma se justifica el uso del disipador y del ventilador, ya que, sin estos gracias al efecto Joules ya mencionado, la temperatura se elevaría rápidamente disminuyendo la diferencia de la temperatura entre las placas, lo que generaría la pérdida de la eficiencia en el proceso de condensación porque precisamente se quiere mantener ese efecto Peltier. En resumen, el punto óptimo de operación

sería alrededor de los 2.5A obteniendo un ΔT , sin sobrecalentamiento térmico.

III. PRUEBA DEL SISTEMA COMPLETO

Una vez identificado el punto óptimo, se mantiene la corriente constante en ese valor para realizar la prueba, el objetivo de esta era que a partir del montaje de la Figura 1, se condensará el vapor de agua presente en el ambiente, a partir del gradiente térmico de la celda.



Fig. 3. Condiciones ambientales

Se tuvieron en cuenta las condiciones ambientales del día de la realización de las pruebas y se tomaron datos por 1h y 23min, obteniendo finalmente 1mL de agua condensada. Este resultado es coherente con el gradiente de temperatura obtenido y confirma la capacidad del sistema de condensar agua.

IV. MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL PROTOCOLO DE PRUEBAS

TABLA 2
DATOS OBTENIDOS

Tiempo (s)	T Lado Caliente (°C)	T Lado Frio (°C)
0	24,5	22,8
10,4	24,5	21,6
20,55	25	19,5
30,15	25,7	17,6
40,97	26,4	15,8
50,48	27	14,5
60	27,5	13,1
66	27,9	11,8
72	28,2	10,8
78	28,4	9,9
84	28,5	9
90	28,7	8,4
120	28,8	7,9

126	28,9	7,4
132,6	29	6,8
138,6	29,1	6,3
144,6	29,1	6,1
150,6	29,2	5,8
156,6	29,2	5,5
162,6	29,2	5,5
168,6	29,2	5,3
174,6	29,2	5,1
180,6	29,2	5
186,6	29,3	4,9
192,6	29,3	4,8
198,6	29,3	4,8
204,6	29,3	4,7
210,6	29,3	4,6
216,6	29,3	4,6
222,6	29,3	4,6

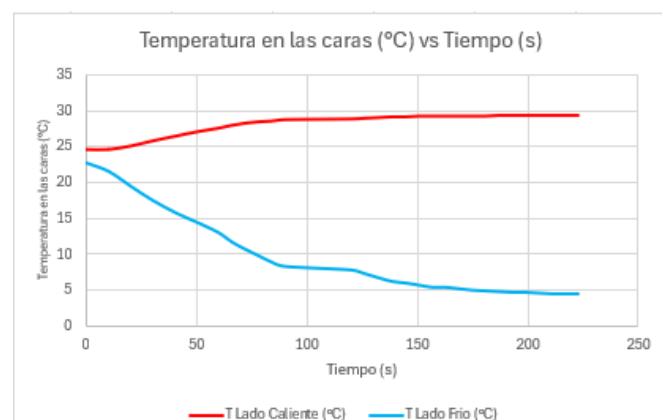


Fig. 4. Temperatura en las caras (°C) vs Tiempo (s)
A partir de la Tabla 2, se grafica la temperatura en cada lado vs el tiempo (Figura 4). Se observa que ambos lados empiezan cerca de la temperatura ambiente, luego el lado caliente aumenta su temperatura hasta aproximadamente 29°C donde se estabiliza, es decir, donde llega al régimen térmico estable. Por otro lado, el lado frío disminuye su temperatura rápidamente, hasta que también se estabiliza cerca de los 4°C, es aquí donde se logra la mayor diferencia de temperatura entre los lados. Por tanto, el sistema alcanza su régimen permanente en menos de 3 minutos, donde el gradiente de temperatura está entre los 23 y 24°C. De igual forma a partir de los datos obtenidos se puede obtener la eficiencia de la celda como bomba de calor (enfriamiento):

$$COP = \frac{Q_{frío}}{P_{eléctrica}}$$

Para obtener $Q_{frío}$, se realiza el siguiente procedimiento, con datos tomados de la hoja de especificaciones de la celda

peltier [2] a un diferencial de temperatura de 25 grados y empleando interpolación lineal:

$$Q_{frío} \text{ a } 1.5A = 10W$$

$$Q_{frío} \text{ a } 3A = 20W$$

Entonces

$$Q_{frío} \text{ a } 2.5A \approx 16.67W$$

Para la potencia eléctrica se tiene que:

$$P = V \cdot I$$

Usando el valor del voltaje obtenido de 6.46 V, se calcula la siguiente potencia:

$$P = 6.46V \cdot 2.5A = 16.15W$$

Por último, se calcula el valor de la COP:

$$COP = \frac{16.67W}{16.15W} = 1.03$$

Este valor significa que por cada vatio de energía eléctrica que se consume, se está extrayendo 1.03 vatios de calor del lado frío. Este valor nos indica que la celda peltier trabajando bajo estas condiciones específicas, está funcionando como un transportador de calor efectivo.

V. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS CON LAS ESPECIFICACIONES ESTABLECIDAS Y REALIZACIÓN DE LOS AJUSTES NECESARIOS PARA VOLVER A EVALUAR.

En primer lugar, se comprobó el punto óptimo obtenido teóricamente (entregable 2) con la curva característica (2.5A), de igual forma se logró llegar a la temperatura objetiva establecida que era de 5°C (incluso se llegó a un dato un poco más bajo), por lo que, se obtuvo el comportamiento esperado de una celda Peltier.

El ΔT experimental máximo obtenido fue de aproximadamente 33–35 °C (Tabla 1), mientras que, en el régimen permanente (con la corriente constante) se mantuvo en alrededor de 24–25 °C. Estos valores se encuentran dentro del rango típico para celdas Peltier bajo condiciones de disipación moderada.

Sin embargo, el volumen de agua obtenido indica que el proceso puede optimizarse aún más, por lo que, se podrían realizar los siguientes cambios:

1. Mejorar la disipación del lado caliente: esto implicaría el uso de un disipador con mayor superficie o un ventilador de mayor caudal.
2. Aislamiento del lado frío: como existen pérdidas por convección al estar expuesto directamente al ambiente, el aislamiento de este lado mejoraría el proceso de condensación.

REFERENCIAS

- [1] Caloryfrio, M. I. (2020, 23 junio). *¿Qué es el Efecto Joule? Aplicaciones para calefacción.* caloryfrio.com.
<https://www.caloryfrio.com/calefaccion/que-es-el-efecto-joule-aplicaciones-para-calefaccion.html>
- [2] HB Corporation, *TEC1-12706 Thermoelectric Cooler*, [Datasheet], Rev 2.03, n.d.