

Ensayo preliminar de un sistema de enfriamiento termoeléctrico

Preliminary test of thermoelectric refrigeration system

Peña Perea, Sergio Andrés¹

Fundación Universitaria de San Gil - UNISANGIL, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Programa de Ingeniería Ambiental
San Gil, Colombia

spena@unisangil.edu.co

Fecha de recepción: 01 de marzo de 2017

Fecha de aceptación: 05 de junio de 2018

Resumen— Las necesidades de enfriamiento y refrigeración de espacios para aumentar el confort han aumentado, y la tecnología basada en el efecto Peltier presenta cada día un mayor interés. El hecho de poder enfriar un espacio con poco ruido y bajo desgaste mecánico por piezas en rozamiento, permite abrir las puertas a la termoelectricidad. En el presente documento, se presenta el análisis del montaje de un módulo de refrigeración utilizando celdas Peltier. El sistema propuesto cuenta con dos módulos de disipación de energía térmica, ventiladores a 12 Voltios y 0,6 Amperios, para el flujo del aire, y 6 celdas Peltier de 6 Amperios, conectadas en paralelo. Para la prueba del sistema, se utilizan dos fuentes de poder, una con una capacidad de 15 Amperios y 12 Voltios y la otra, con una capacidad de 14 Amperios y 12 Voltios, pero a pesar de ello, la capacidad de enfriamiento lograda es baja para el espacio en el cual se realizó en ensayo, razón por la cual, se cabe señalar que resulta posible optimizar el diseño y mejorar el desempeño del sistema propuesto.

Palabras clave— Refrigeración, Celdas Peltier, efecto termoeléctrico.

Abstract – The needs of cooling and refrigerating spaces to increase comfort have increased and technology based on the Peltier effect is every day being more interesting. The fact of cooling a space with low noise and low mechanical wear by friction pieces, opens the doors to thermoelectricity. In this document, there is an analysis of a module assembly using Peltier cells. The proposed system has two modules of dissipation of heat energy, 12 volt fans and 0.6 amps, for air flow, and 6 Peltier cells of 6 amp, connected in parallel. Two power supplies are used for the test of the system, one with a capacity of 15 amp, 12 volt and the other, with a capacity of 14 amp, 12 volt. In spite of this, successful cooling capacity is low for the space where the trial was performed therefore, it should be noted that it is possible to optimize the design and improve the performance of the proposed system.

Keywords — Refrigeration, Peltier cells, thermoelectric effect.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los aparatos de aire acondicionado funcionan mediante el principio del ciclo termodinámico de Rankine, cuya construcción es compleja, especialmente porque además, se requiere del uso de líquidos refrigerantes para lograr optimizar el proceso y extraer así el aire caliente de los ambientes cerrados, utilizando ciclos de refrigeración por compresión del vapor o absorción.

Otra de las tecnologías utilizadas comúnmente, es el enfriamiento evaporativo o aires acondicionados evaporativos, sistemas también llamados Enfriadores por evaporación, dispositivos que enfrían el aire mediante la evaporación de agua, empleando gran entalpía de vaporización del agua, es decir, la capacidad del agua de intercambiar energía con su entorno.

Un sistema de acondicionamiento de aire debe ser capaz de extraer calor y humedad del espacio a acondicionarse, para esto se tiene como punto central un equipo de aire acondicionado el cual debe ser capaz, mediante procesos psicrométricos, de dar al aire ciertas características deseadas [1].

El proyecto se centra en utilizar el efecto termoeléctrico en un sistema de enfriamiento como aire acondicionado. La disipación del calor extraído por el sistema de aire acondicionado se realizará utilizando sistema de disipación de calor mediante la utilización de radiadores metálicos de pequeña escala.

Un módulo termoeléctrico o también llamado refrigerador Peltier, es un componente electrónico construido a partir de semiconductores, que opera como un dispositivo que permite manipular la temperatura en sus dos caras, una fría y otra caliente [2].

¹ Ingeniero Sanitario y Ambiental, Especialista en Gerencia de Proyectos. Docente investigador programa Ingeniería Ambiental – UNISANGIL.

Una de las ventajas del sistema propuesto es la de reducir las vibraciones y minimizar el ruido generado por los sistemas de refrigeración tipo aires acondicionados actuales.

Hoy por hoy, en el mercado existen numerosas empresas que comercializan módulos termoeléctricos que incorporan un conjunto completo de controladores de temperatura y procesos. La mayoría de estos dispositivos disponen de un microprocesador que, mediante la acción de un controlador Proporcional, Integral y Derivativo, proporciona una actuación rápida y precisa [3].

II. EL EFECTO TERMOELÉCTRICO

Cuando dos conductores eléctricos A y B se unen y las uniones son puestas a temperaturas diferentes, se generará una fuerza termoeléctrica en el circuito. El voltaje termoeléctrico generado es proporcional a la diferencia de temperatura entre las dos juntas. En el caso del efecto Peltier, Cuando una corriente pasa de un material a otro, el calor puede ser absorbido o emitido según el sentido de la corriente. Se define el calor de Peltier como el calor reversible absorbido o emitido en la unión por unidad de tiempo y por unidad de corriente que fluye entre los conductores eléctricos.

Una célula Peltier es un dispositivo termoeléctrico, al que al hacerle circular corriente, induce frío por una de sus caras y calor por la otra. El efecto termoeléctrico se observa en uniones de metales o de semiconductores [4].

Las aplicaciones de las células o celdas Peltier están relacionadas con sistemas de refrigeración para volúmenes pequeños, y se requieren pocas o nulas vibraciones y/o ruido.

Estos sistemas de refrigeración que se ocupan en todo ámbito (generalmente industrial), son suficientemente versátiles, basta con invertir la polaridad para invertir el efecto (cambiar el lado que se calienta por el frío y viceversa), la potencia con que enfría es fácilmente modificable dependiendo del voltaje que se le aplique y es bastante amable con el medio ambiente ya que no necesita de gases nocivos como los usados en los refrigeradores industriales para realizar su labor [5].

III. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Materiales

El sistema de refrigeración propuesto se construye a escala de laboratorio para corroborar y probar el enfriamiento de celdas Peltier de baja escala, con el fin de evaluar inicialmente la eficiencia de un sistema futuro de aire acondicionado funcionando bajo el mismo esquema.

El sistema fue probado en el laboratorio de electrónica de la Sede Yopal de UNISANGIL.

Para la construcción del prototipo de laboratorio, se utilizan los siguientes materiales:

- 6 Celdas Peltier TEC1-12706
- Soldadura Kester
- Crema disipadora
- 4 Radiadores metálicos de enfriamiento para procesadores
- 4 Ventiladores de sistema de refrigeración para procesadores
- Sistema de cableado en paralelo
- 2 placas de Aluminio

B. Armazón

El sistema se construye utilizando 2 placas de Aluminio como soporte para la conducción de energía térmica emitida por las celdas Peltier. Éstas celdas se colocan entre las placas de Aluminio adheridas con pasta térmica.

Adheridas a la parte externa de las placas, se colocan los disipadores, adheridos también por pasta térmica, sobre los cuales, se colocan los ventiladores para el flujo del aire.

Las celdas y ventiladores van conectados mediante un sistema de cableado paralelo, figura 1.



Fig. 1 Sistema construido.

C. Puesta en marcha

El sistema se opera mediante dos fuentes de poder, para lo cual, 3 celdas van conectadas a una fuente con una capacidad de 12 Voltios a 15 Amperios, y las 3 celdas restantes, son conectadas a una fuente con una capacidad de 12 Voltios a 14 Amperios.

El sistema se prueba conectando además los ventiladores a otra fuente de poder trabajando a 12 Voltios y 0,53 Amperios.

IV. RESULTADOS

Conectados todos los aparatos, se realizó una prueba inicial en el Laboratorio de electrónica, ubicado en el campus de la Institución. Se utilizó, además, una fuente de poder para conectar y conocer la capacidad de funcionamiento de los ventiladores.

Para la prueba inicial, se configuró el cableado de todas las celdas y se conectaron solo por grupos de 3 celdas Peltier en paralelo, con el fin de conectar eléctricamente a cada fuente de poder los 2 grupos de celdas.

Para la conexión se utilizan fichas de empalme con el fin de unir el cableado de las celdas y los ventiladores a la fuente de poder.

Una vez realizado el anterior procedimiento, se conecta todo el sistema a las fuentes de alimentación, figura 2.



Fig. 2 Cableado conectado en paralelo.

Inicialmente, las celdas operan cada una a 3,2 (+ 0,4 A) y a 12 Voltios. Los ventiladores se conectan a otra fuente, operando a 12 Voltios, con un Amperaje de 0,53 A, consumiendo 6 Vatios de potencia.

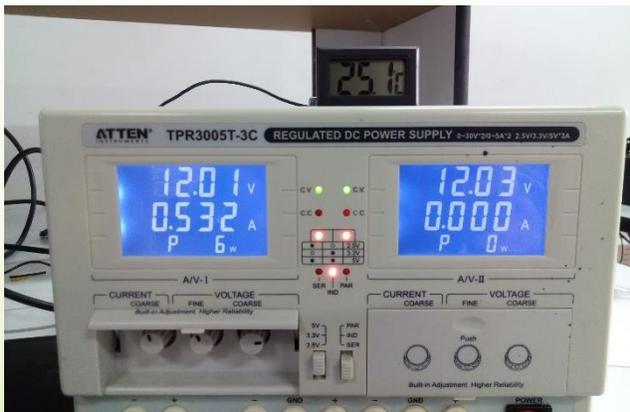


Fig. 3 Temperatura frente a ventiladores.

La temperatura ambiente dentro del laboratorio se encontraba a 27° Centígrados (27°C) +- 0,7°. A los 5 minutos, se logró una temperatura de 25,1°C frente a los

ventiladores de la cara fría del sistema, ver figuras 3 y 4.

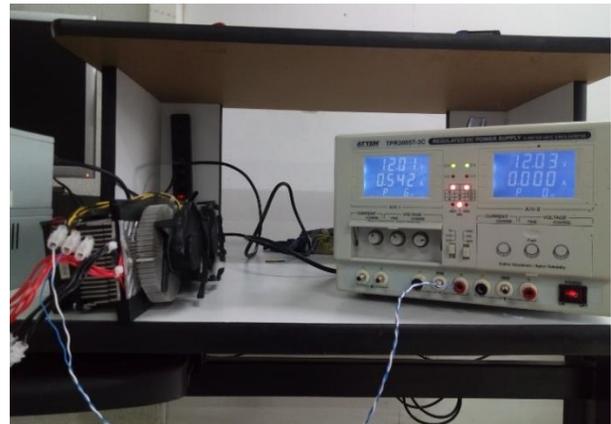


Fig. 4 Prueba de Ventiladores.

Pasados 15 minutos, la temperatura frente a la cara fría aumentó a 29°C, con un aumento de la temperatura en la cara caliente de 44°C, ver figuras 5 y 6.

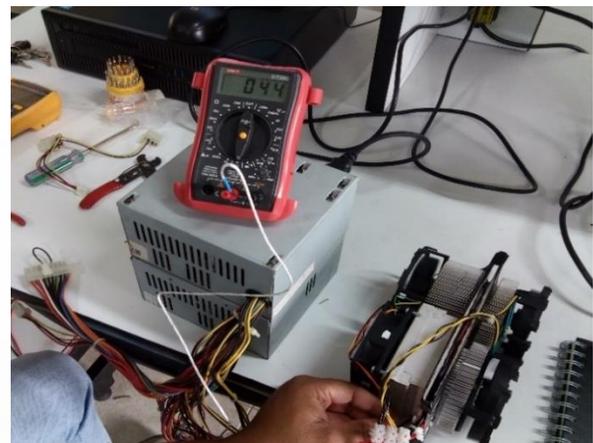


Fig. 5 Temperatura en la cara caliente después de 15 minutos.



Fig. 6 Temperatura cara fría a 15 min.

Transcurridos 30 minutos de prueba del sistema, se logró establecer que en la cara caliente, la temperatura aumentó a 77°C, ver figura 7.



Fig. 7 Temperatura cara caliente a 30 min.

Finalmente, la temperatura de la cara caliente ascendió a 77°C y la de la cara fría aumentó a 30°C.

Es probable que la cara caliente transfiera calor a la cara fría, pues las dos placas se sostienen mediante tornillos metálicos.

En la figura 8, se puede observar el comportamiento de la temperatura en el tiempo, notándose una leve disminución frente a la cara fría de 1,9 grados centígrados en los primeros 5 minutos y luego, un aumento de temperatura en la cara fría después de 15 minutos. Los aumentos de temperatura pueden estar relacionados con el armado del sistema y la conducción de calor entre las caras por elementos metálicos entre ellas.

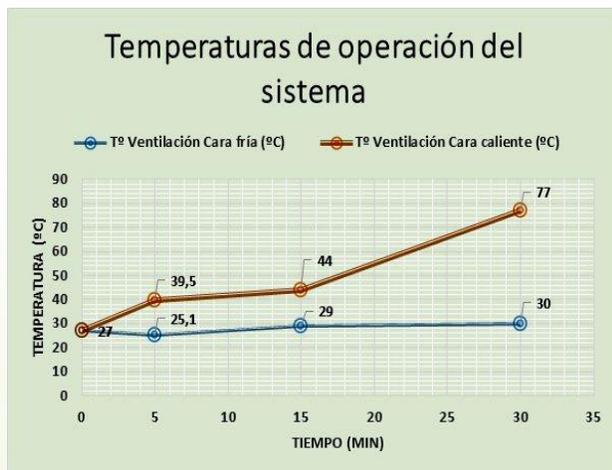


Fig. 8 Monitoreo de temperaturas en el sistema armado.

V. DISCUSIÓN

Con el sistema propuesto se puede evidenciar una baja de temperatura lograda en un tiempo muy corto, 1,9°C en 5 minutos, en otros trabajos, se han logrado cambios en las temperaturas de la cara fría de los sistemas de refrigeración desde los 15 minutos de inicio [3], alcanzándose reducciones de temperatura de 4° en éste tiempo.

Los sistemas termoelectricos son más rápidos a la hora de enfriar espacios, la velocidad de respuesta de una celda Peltier es considerablemente alta en comparación con la velocidad de respuesta de sistemas térmicos tradicionales (resistencias calefactoras, focos incandescentes, etc.); por ello se piensa que es factible emplear este tipo de elementos como una forma alternativa en aplicaciones relacionadas con la refrigeración [6].

Respecto al mejoramiento termodinámico y el performance de operación, el problema que planteaba la evacuación del calor se ha solventado mediante la utilización de un circuito hidráulico conectado a un depósito de aluminio en donde están alojadas las células Peltier [4].

Estos sistemas han tenido diversas aplicaciones, hasta conseguir un buen confort térmico para automóviles, indicando también, que los sistemas de enfriamiento que utilizan celdas Peltier, son más económicos [7].

Los sistemas termoelectricos que utilizan celdas Peltier para enfriamiento tiene algunas ventajas sobre los dispositivos de refrigeración tradicionales, ya que estos son más costosos, pesados y consumen más energía eléctrica [8].

VI. CONCLUSIONES

El sistema de enfriamiento propuesto puede operar con celdas tipo Peltier conectadas en paralelo, alcanzando una reducción de la temperatura de 2 +-0,2 grados centígrados sobre la temperatura ambiente en una habitación de 32 m² cerrada en clima cálido.

Se puede establecer también que es necesario disipar mejor la temperatura en la cara caliente, haciendo pasar una corriente de aire frío en los disipadores conectados a la cara caliente, igualmente también es necesario transferir el aire de la habitación por los disipadores de la cara fría para lograr un enfriamiento de la habitación donde se coloque el sistema.

El sistema propuesto es susceptible de mejoras, como, por ejemplo, acoplar las placas de Aluminio separadas por medio de material cerámico o algún material aislante térmico, con el fin de impedir la trasferencia de calor de la cara caliente a la cara fría, que fue el problema observado en el montaje. También es necesario utilizar una fuente con mayor capacidad de amperaje para lograr un mejor desempeño de las celdas Peltier.

Además de lo anterior, se puede concluir y gracias a la revisión de otros trabajos, que los sistemas termoelectricos pueden ser más económicos que los sistemas de refrigeración tradicionales, minimizan los problemas de ruido generados, y son más compactos, por lo que reducen el peso de las unidades y no generan gases contaminantes, de manera que son más amigables con el medio.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente trabajo, agradece el apoyo y la asesoría del Ingeniero Wilson Gómez y la ayuda técnica del estudiante de Ingeniería Electrónica Jarvis Seijas, por su aporte al desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

- [1] Dorregaray, p. Gustavo. Diseño del sistema de aire acondicionado de una oficina zonal publica en Pucallpa. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú. 2008.
- [2] Forero, M. Andrés. Evaluación y caracterización de sistemas termoeléctricos. Eleventh LACCEI Latin merican and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2013). Cancún, México, 2013.
- [3] Herranz Pindado, Rocío. "Climatización mediante células Peltier." *Proyecto Fin de Carrera. Universidad Pontificia Comillas. Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI). Madrid.* 2008.
- [4] Pérez, S. Emilio. Diseño de un sistema de aire acondicionado portátil termoeléctrico. Tesis de grado. Universidad Politécnica de Cataluña. 2006.
- [5] Patterson, G., and M. Sobral. "Efecto Peltier." *Departamento de Física FCEyN, Universidad de Buenos Aires. Dic* (2007).
- [6] Sandoval, Arturo P., Enrique Espinosa, and Jorge L. Barahona. "Celdas Peltier: Una alternativa para sistemas de enfriamiento con base en semiconductor." *Reporte técnico, Universidad Tecnológica de la Mixteca. Tomado de: <http://www.utm.mx/~mtello/Extensos/extenso020709.pdf>* (2007).
- [7] Romero Delgadillo, Eliud. "Diseño e Implementación del sistema del Sistema de Climatizacion para un autom? vil Honda Civic por Efecto Peltier." (2017).
- [8] W.-K. Chen, *Linear Networks and Systems* (Book style). Belmont, CA: Wadsworth, 1993, pp. 123–135.
- [9] H. Poor, *An Introduction to Signal Detection and Estimation*. New York: Springer-Verlag, 1985, ch. 4.