

# Implementación de la Celda Peltier en fuentes térmicas de calor residuales, para aprovechamiento de generación de energía eléctrica y climatización por frío en el hogar

Jesús Omar Vargas Flórez, Alexander Flórez Martínez  
Universidad Nacional Abierta y a Distancia

Fecha de Recepción: 10/06/16 – Fecha de Aceptación: 20/10/16

## Resumen

En la mayoría de acciones ejecutadas en la vida cotidiana, las personas tenemos contacto con fuentes de calor, que van desde el simple hecho de encender una estufa para la cocción de alimentos, hasta el arranque del motor del vehículo que se calienta debido a las fricciones en sus mecanismos internos. Teniendo en cuenta que la temperatura es una variable física con mucha inercia se podría aprovechar esos momentos de calentamiento para tratar de generar otro tipo de energías a través de Elementos Termoeléctricos como las Celdas Peltier, que serán el objeto central de estudio para este documento.

**Palabras clave:** Calentamiento, Celda Peltier, Climatización, Efecto termoeléctrico, Enfriamiento, Temperatura, Transferencia de Calor.

## Abstract

In most actions performed in everyday life, people have contact with heat sources, ranging from the simple fact of lighting a stove for cooking food, to the start of the engine of the vehicle that is heated due to friction in its internal mechanisms. Taking into account that temperature is a physical variable with a lot of inertia, one could take advantage of these heating moments to try to generate other types of energy through Thermoelectric Elements such as the Peltier Cells, which will be the central object of study for this document.

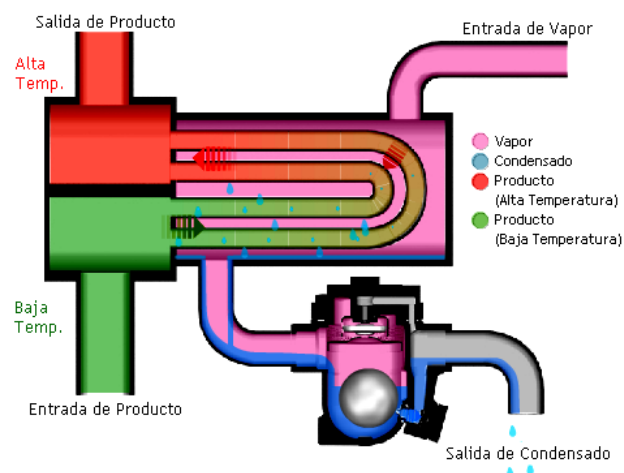
**Key words:** Heating, Peltier cell, Air conditioning, Thermoelectric effect, Cooling, Temperature, Heat transfer.

## I. INTRODUCCIÓN

En los grandes procesos industriales la utilización de las energías térmicas como el Calor y el Frío se han incorporado de manera esencial para garantizar la fabricación de sus productos, incluso ya se han iniciado aprovechamientos de las energías térmicas generadas por unos subprocesos para incorporarlas en otras fases de la

línea de producción, como por ejemplo vapor a presión positiva se pueden encontrar en plantas procesadoras de alimentos, plantas químicas, y refinerías solo por nombrar algunas. El vapor saturado es utilizado como la fuente de calentamiento para fluido de proceso en intercambiadores de calor, reactores, reboilers, precalentadores de aire de combustión, y otros tipos de equipos de transferencia de calor [1].

Figura 1. Intercambiador de calor de tubos y coraza



Esta forma de aprovechar energías residuales de otros subprocesos la podríamos considerar como una optimización del proceso en general, y empezó a darse en la medida que el valor de energía que se consume se vuelve significativo para la economía de la industria, lo que obliga a aumentar la eficiencia energética en toda la planta.

De la misma forma, pero a menor escala, nuestro quehacer diario implica procesos en los cuales utilizamos frío y calor, como por ejemplo tratamiento de alimentos, en cualquiera de sus dos maneras como la preparación o la conservación de los mismos, a la climatización de las locaciones en general, pasando la energía térmica producida por nuestro vehículo al ponerse en marcha que a su vez nos brinda el refrescante aire acondicionado en su interior, o incluso para

el tratamiento de dolores o molestias con bandas frías y moderadamente calientes.

En cualquiera de las dos instancias, podríamos considerar que climatización y la generación de energía eléctrica para su implementación van directamente ligadas a altos costos para poder producirse, incluso se debe tener también presente, que en las instalaciones donde se requiere climatización, los máximos relativos de las curvas de demanda, corresponden a las horas de temperatura más altas del día, en las cuales los rendimientos de las instalaciones de climatización son desfavorables. Se debe tener en cuenta que, por cada grado Celsius que se baje la temperatura de condensación, se disminuye aproximadamente un 3 % la producción de frío, es decir, trabajando en horas nocturnas se tiene dos importantes beneficios, uno de eficiencia energética y otro de costo de la electricidad. Esto se puede conseguir con la acumulación de frío [2].

En este documento buscaremos formas opcionales que nos sirvan para el aprovechamiento de esas fuentes de calor que tenemos en nuestro entorno cotidiano, dándole aplicabilidad a las Celdas Peltier, que son una forma de generador termoeléctrico de bajo costo y que podría incorporarse muy bien en aplicaciones que nos brindarían cierto confort en los ambientes donde se necesite climatización. Se ilustraran también otras aplicaciones basadas en energías renovables que permiten el aprovechamiento de sus propiedades termofísicas.

## II. ESTADO DEL ARTE Y ANTECEDENTES DE APLICACIONES PARA LAS CELDAS PELTIER

### A. Sistemas de climatización en zonas geográficas Colombianas

Nuestra geografía Colombiana y su posicionamiento sobre la línea Ecuatorial nos permite la variedad de pisos térmicos, en los cuales, si el ambiente es muy frío por lo general las fuentes de calefacción están basadas en chimeneas de carbón, leña y gas, resistencias eléctricas y en casos de necesitar agua caliente por lo general se implementan calderas o calentadores a gas, todas las anteriores con consumos altos de energías y demasiado contaminantes en un mundo que necesita energías limpias. Para Colombia ya se han adelantado estudios donde se tiende a aprovechar las energías renovables disponibles en nuestra región, entre ellas se encuentra: la solar [3], pero con la dificultad que presenta la estabilidad de la cantidad de recurso solar con su variabilidad en el tiempo.

### B. Aplicaciones que se han dado a las Celdas Peltier en el mundo.

Revisando a través de los motores de búsqueda en internet encontramos diversas aplicaciones que se están dando

basándose en el efecto termoeléctrico que producen las celdas Peltier, algunas van desde lo absurdo y otras, ya muy útiles y sofisticadas, de tipo comercial que se venden muy bien como por ejemplo los denominados super-coolers refrigeración de computadoras. Obviamente se encuentran también grupos de investigación y desarrollo que han enfocado su visión en generar más modelos funcionales que permitan el máximo aprovechamiento de la celda Peltier. Se debe tener en cuenta que la celda Peltier, es un dispositivo que al aplicar un voltaje que estimula el flujo de corriente genera el calentamiento de un lado de la placa mientras que al mismo tiempo el lado opuesto se enfría, pero se hablara de los fundamentos teóricos un poco más adelante. A continuación mencionaremos las aplicaciones comerciales más significativas que se les ha dado a este dispositivo:

**Módulos termoeléctricos:** Ferrotec Corp. produce una amplia gama de módulos termoeléctricos (refrigeradores termoeléctricos o dispositivos Peltier). Los tamaños varían desde mini-módulos con huellas de 4 mm x 4 mm para módulos más grandes, de alta potencia con Imax niveles de hasta 36 amperios. Ferrotec también ofrece múltiples etapas y módulos personalizados en muchas formas y tamaños, así como dispositivos desarrollados para aplicaciones de potencia, telecomunicaciones, entre otros [4].

Figura 2. Módulos Termoeléctricos

- Enfriadores Peltier uso general



- TEC profundas de enfriamiento:



- Enfriadores Peltier con diseño especial:



Marlow Industries, una filial de II-VI Corp, es el líder mundial en tecnología de calidad de enfriamiento termoeléctrico. Por más de 30 años, Marlow Industries ha desarrollado y fabricado refrigeradores termoeléctricos (TEC) y subsistemas para el sector aeroespacial, de defensa,

médicos, industriales, generación de energía del automóvil y de los mercados de telecomunicaciones. Marlow se enorgullece de ofrecer módulos estándar o personalizados y subconjuntos para satisfacer las necesidades más exigentes sus clientes [5].

Watronix Inc. Con su línea de productos INB Thermoelectric, es un proveedor mundial de módulos termoeléctricos, generadores termoeléctricos, acondicionadores de aires termoeléctricos, refrigeración termoeléctrica sistemas y otras necesidades termoeléctricas. Ofrecen módulos que permiten que la temperatura sea controlada de forma precisa, lo que es vital para el laboratorio y otros ajustes técnicos. Los módulos se integran con el ambiente de trabajo y evitan la necesidad de eliminar los gases CFC y la utilización de compresores ruidosos [6].

Tellurex ha creado varios productos líderes en la industria termoeléctrica durante el último cuarto de siglo. Tellurex ofrece la más potente tecnología de generación de energía termoeléctrica disponible en el comercio en el mundo. Dentro de sus productos ofrecen enfriadores aire-aire, planchas térmicas que proporcionan un control preciso de temperatura de contacto directo y ajuste, sin partes móviles; Tellurex ha desarrollado una calculadora única y patentada, para ayudar a determinar el mejor equilibrio de rendimiento de sus termoeléctricos [7].

Laird Technologies se presenta como líder en el manejo de aplicaciones termoeléctricas, diseña y fabrica materiales térmicos y conductores más usados en el mundo, incluyendo una amplia gama de módulos termoeléctricos y conjuntos térmicos para aplicaciones de telecomunicaciones, instrumentación y otras aplicaciones [8].

COLEMAN, fundada por WC Coleman, un joven vendedor de máquinas de escribir, después de un día de trabajo duro salió a dar un paseo y descubrió un nuevo tipo de luz en la lámpara ubicada en la ventana de una farmacia de Brockton, Alabama. Desde entonces Coleman vio potencial en la nueva luz, y a través de su visión la de una nueva empresa que pondría una nueva forma de iluminación a las granjas y ranchos de Estados Unidos, y finalmente hacerse un nombre sinónimo de diversión al aire libre, con una variedad de productos que van desde las luminarias de bajo consumo, hasta los calentadores y enfriadores adaptables para funcionamiento con baterías de vehículos [9].

Caframo es el líder en tecnología eléctrica térmica, con más de 10 años en la fabricación de Ecofans (ventiladores ecológicos). Los Ecofans crean su propia electricidad a partir del aumento en el flujo de aire caliente provenientes de estufas de gas o madera. El módulo termoeléctrico que actúa como un pequeño generador de potencia para motor del ventilador. Cuando este módulo generador experimenta una diferencia de calor entre sus superficies superior e inferior, genera un fluido de corriente. La superficie inferior

del módulo se calienta por la base del ventilador, mientras que la parte superior del módulo se encarga de distribuir de manera más homogénea el flujo de aire por medio de las aletas del ventilador [10].

### III. MARCO TEÓRICO SOBRE EL EFECTO PELTIER-SEEBECK

Los efectos Seebeck y Peltier son cualitativamente distintos y se descubrieron por separado. Sin embargo, hoy en día se entienden como dos aspectos de un mismo fenómeno y reciben un tratamiento teórico unificado. Como es bien conocido, cuando en un sistema termodinámico (por ejemplo un semiconductor) existen simultáneamente, un flujo térmico (asociado a una diferencia de temperaturas  $\Delta T$ ) y un flujo de carga eléctrica (asociado a una fuerza electromotriz  $\Delta \epsilon$ ), habrá una producción de entropía, que en la aproximación lineal se escribirá:

$$\frac{dS}{d\tau} = J_Q \frac{\Delta T}{T^2} + I \frac{\Delta \epsilon}{T}$$

Donde  $J_Q$  es el flujo de calor,  $I$  es la intensidad eléctrica (flujo de carga) y  $T$  la temperatura media del sistema. La TPI nos dice que cuando hay estas dos contribuciones independientes a la producción de entropía, deben existir una relación lineal entre los flujos y las distintas fuerzas. Además el flujo de calor estará acoplado con el flujo de carga, de tal forma que:

$$\begin{pmatrix} J_Q \\ I \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{21} & L_{22} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \frac{\Delta T}{T^2} \\ \frac{\Delta \epsilon}{T} \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{aligned} J_Q &= L_{11} \cdot \frac{\Delta T}{T^2} + L_{12} \cdot \frac{\Delta \epsilon}{T} \\ I &= L_{21} \cdot \frac{\Delta T}{T^2} + L_{22} \cdot \frac{\Delta \epsilon}{T} \end{aligned}$$

La matriz  $L$  se denomina matriz de coeficientes fenomenológicos. Consideremos un sistema que obedece a las ecuaciones acopladas anteriores. Cuando la intensidad eléctrica es nula, pero existe una diferencia de temperaturas, de la segunda de las ecuaciones se concluye que aparecerá una fuerza electromotriz, dada por:

$$\Delta \epsilon = -\frac{L_{21}}{L_{22}} \cdot \Delta T = -\alpha \cdot \Delta T$$

Este fenómeno se llama efecto Seebeck. El coeficiente  $\alpha$ , que mide la intensidad del efecto se denomina la potencia termoeléctrica del material [11]. Por otra parte, si a través de un sistema con capacidad termoeléctrica se hace circular una intensidad de corriente, debido al acoplamiento de flujos, aparecerá una diferencia de temperaturas. Es el efecto inverso al anterior y se denomina Efecto Peltier. Cuando se establece la corriente, la diferencia de temperaturas va aumentando, hasta que se alcanza un estado estacionario, en el que el flujo total de calor en el sistema se hace nulo (por ello las temperaturas dejan de variar). Sustituyendo esa condición en las ecuaciones anteriores se encuentra una relación lineal entre la diferencia de temperaturas aplicada y la intensidad que recorre el sistema:

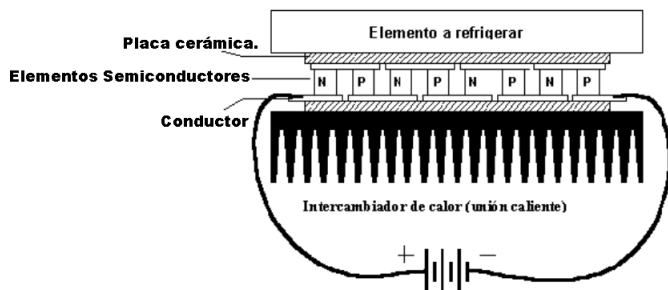
$$\Delta T = \frac{T^2}{\left( L_{21} - \frac{L_{22} \cdot L_{11}}{L_{12}} \right)} \cdot I = \beta \cdot I$$

Donde  $\beta$  es el coeficiente Peltier del sistema.

Por lo tanto, en otras palabras, el efecto Peltier se logra cuando se hace pasar una corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones están a la misma temperatura, lo que genera absorción de calor en una unión y desprendimiento de calor en la otra. La parte que se enfría suele estar cerca de los 25° C, mientras que la parte que absorbe calor puede alcanzar rápidamente los 80° C. En 1834 cuando el físico francés Jean Charles Peltier descubrió este efecto termoeléctrico, en el curso de sus investigaciones sobre la electricidad.

Este interesante fenómeno se mantuvo reducido a algunas pequeñas aplicaciones hasta ahora época en que se comienza a utilizar sus posibilidades con más frecuencia. Lo más interesante del efecto Peltier es el hecho de que, al invertir la polaridad de alimentación, se invierte también su funcionamiento, es decir, la superficie que antes generaba frío empieza a generar calor, y la que generaba calor empieza a generar frío. De igual forma, este fenómeno se aprovecha con más auge a través de las llamadas células o placas Peltier, que mediante la alimentación con un voltaje específico, se establece una diferencia de temperatura entre las dos caras de la placa, y varía dependiendo de la temperatura ambiente donde este situada y del cuerpo que queramos enfriar o calentar, pero la mayor parte de las aplicaciones comerciales se han enfocado a enfriar, ya que para calentar existen las resistencias eléctricas, que son mucho más eficientes. Desde ese punto de vista las placas Peltier tienen la ventaja en tamaño reducido, las hace ideales para sustituir costosos y voluminosos equipos de refrigeración asistida por gas o agua.

Figura 3. Esquema de semiconductores de Teluro y Bismuto



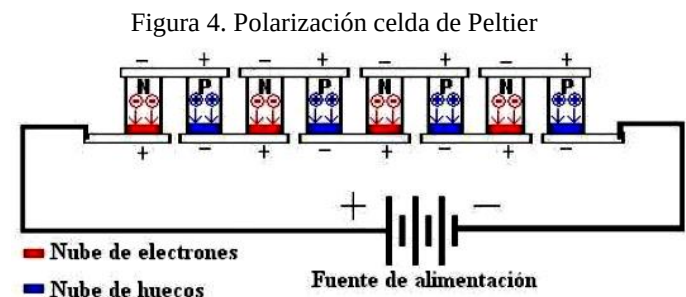
Gracias a los inmensos avances en el campo de semiconductores, hoy en día, se construyen sólidamente y en tamaño de una moneda. Los semiconductores están fabricados con Teluro y Bismuto para ser tipo P o N (buenos conductores de electricidad y malos del calor) y así facilitar el trasvase de calor del lado frío al caliente por el

efecto de una corriente continua. En la figura 3, se puede apreciar que la placa se compone de dos materiales semiconductores, uno con canal N y otro con canal P, unidos entre sí por una lámina de cobre.

Si en el lado del material N se aplica la polaridad positiva de alimentación en el lado del material P la polaridad negativa, la placa de cobre de la parte superior enfría, mientras que la inferior calienta.

Si en esta misma célula, se invierte la polaridad de alimentación, es decir, se aplica en el lado del material N la polaridad negativa y en el lado del material P la positiva, se invierte la función de calor/frío: la parte superior calienta y la inferior enfría. [12] [13].

Una polarización se distribuye a lo largo de cada elemento semiconductor de la celda, es decir, cada elemento semiconductor posee una diferencia de potencial proporcional a la polarización de entrada. Por esta razón, los portadores mayoritarios, electrones débilmente ligados, emigran hacia el lado positivo de cada uno de sus extremos en los elementos semiconductores tipo N, debido a la atracción de cargas de diferente signo. Mientras que los portadores mayoritarios, huecos de los elementos semiconductores P, emigran hacia la terminal negativa que se encuentra en cada uno de sus extremos. Esta ausencia de cargas en cada elemento semiconductor cerca de la unión metal - semiconductor provoca un enrarecimiento de cargas y el consecuente descenso de temperatura en el área circundante [13] [14]. En la figura 4 se ilustra la polarización de una celda de Peltier.



Por otro lado, la compresión o acumulación de portadores cerca de la unión metal semiconductor en la parte baja de los elementos semiconductores provocando un ascenso de temperatura. Este comportamiento nos permite afirmar que si invertimos la polaridad de la fuente de alimentación, la cara fría ahora calentará y la cara caliente sufrirá un descenso de temperatura [15].

Un dispositivo de refrigeración convencional lleva tres elementos fundamentales: un evaporador, un compresor y un condensador. El evaporador representa la sección fría dentro de la cual el refrigerante, bajo presión, puede evaporarse. El paso del refrigerante de estado líquido a gaseoso necesita tomar calor de su entorno. El compresor

funciona como una bomba para el refrigerante, que, comprimiéndolo, hace que pase de estado gaseoso a líquido, restituyendo su energía calórica. El condensador radia las calorías cedidas por el refrigerante, y el compresor, al exterior.

El módulo Peltier, por lo tanto presenta ciertas analogías con un dispositivo como este, pues podría considerarse como una bomba de calor estática con la diferencia que no requiere ni gas ni partes móviles. Físicamente los elementos de un módulo Peltier son bloques de  $1\text{mm}^3$  (cúbicos) conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo.

Los módulos Peltier también funcionan mejor o peor en función de la alimentación que requieran, ya que no todos funcionan con los mismos voltios ni amperios. Por consiguiente, cada tipo de módulo se alimenta con la tensión indicada por el fabricante, para evitar que se inutilice en un plazo breve.

Si tenemos en cuenta sus reducidas dimensiones, unos milímetros escasos, una sola placa puede alcanzar, como máximo una potencia frigorífica de 0,5 watts, es decir, que para conseguir potencias frigoríficas de 15 a 20 watts, hay que realizar baterías formadas, como mínimo por 30 o 40 placas Peltier. De hecho, al aumentar el número de células, aumenta la superficie irradiante y, por lo tanto, la potencia refrigerante. En resumen, que tanto la dimensión como la potencia calorífica obtenida dependen del número de elementos utilizados por módulo.

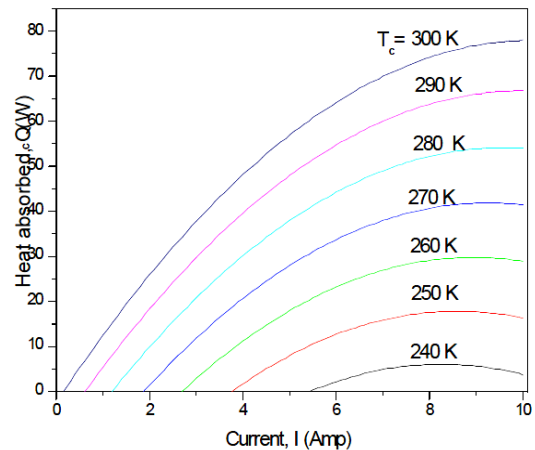
Existen células Peltier con dimensiones y potencias diversas. También existen células aisladas y no aisladas, en función de que encima y debajo de las dos superficies exista, o no, una capa fina de material cerámico, necesario para aislar las láminas de cobre de las distintas células; por consiguiente estas dos superficies se pueden apoyar sobre cualquier plano metálico sin necesidad de aislantes, o no. Si una célula Peltier está sin aislar será necesaria la utilización de una mica del tipo Sil-Pad, para poder transferir la energía. Este tipo de micas es caro, muy caro y difícil de conseguir. Por otro lado, las células ya aisladas tienen un material cerámico con una resistencia térmica muy baja, por lo que la pérdida de transferencia es insignificante.

El frío o calor que puede generar un módulo Peltier viene especificado por el salto térmico (diferencia térmica, incremento, entre otros) que indican sus fabricantes. En teoría, un salto térmico de 70 grados significa que si el lado caliente de la celda se ha estabilizado a una temperatura de 45 grados, en el lado frío existe una temperatura de  $45 - 70 = -25$  grados. Por el contrario, si el lado caliente sólo alcanza 35 grados, en el lado frío hay una temperatura de  $35 - 70 = -35$  grados.

A nivel práctico, debido a las inevitables pérdidas de transferencia de calor entre la celda y el plano de

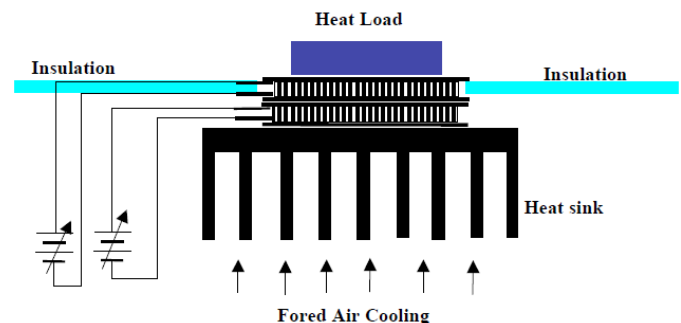
refrigeración, es difícil alcanzar este salto térmico. Tampoco tiene un rendimiento lineal y son elementos muy pesados, es decir que la relación de rendimiento obtenido del funcionamiento del dispositivo es bajo. En la figura 5 se muestra un ejemplo con las características de rendimiento para una placa Peltier con dimensiones de  $40 \times 40 \times 4.8$  mm, bajo diferentes condiciones de carga [16] [17]:

Figura 5. Rendimiento de una celda de Peltier de  $40 \times 40 \times 4.8$  mm.



Es por esta razón que las aplicaciones de las placas Peltier se han enfocado hacia el campo de la climatización a baja escala o de equipos para aire acondicionado de potencias bajas que no sobre pasan los cinco litros, mediante controles de humedad y temperatura que incluso pueden, por medio de acumuladores térmicos con cambio de fase, alcanzar temperaturas más bajas del punto de rocío.

Figura 6. Refrigerador Peltier con dos etapas

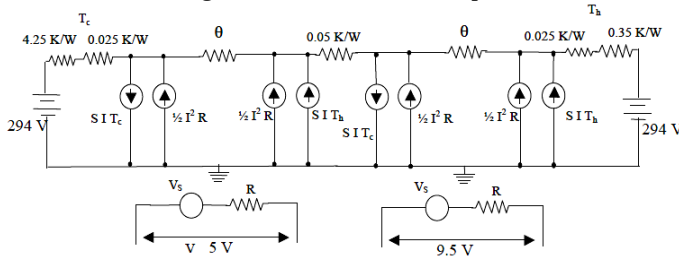


Sin embargo se siguen efectuando investigaciones a partir de prototipos con diferentes modelos de ensamblaje que podrían resultar interesantes en la medida que se piense en reemplazar los equipos de compresión de aire utilizados desde hace mucho tiempo atrás, que emplean fluidos frigorígenos a base de compuestos de flúor y de cloro que en mayor o menor medida atacan a la capa de ozono; Además, como se mencionó anteriormente, se sigue imponiendo la ventaja que ofrecería el desarrollo de un equipo compacto que al no poseer partes móviles eliminaría los ruidos y las vibraciones, y posiblemente los costos de



mantenimiento a corto plazo. En la figura 6 se muestra la representación de un refrigerador Peltier con dos etapas y la figura 7 su equivalente eléctrico [16] [17].

Figura 7. Representación equivalente Eléctrico Refrigerador Peltier de dos etapas



De esta manera, las industrias interesadas en las aplicaciones con las placas Peltier le han dado el protagonismo a la generación de frío a partir de un bajo voltaje dejando de lado las aplicaciones recíprocas que también podría ofrecer este dispositivo. Si bien las aplicaciones basadas en placas Peltier para enfriamiento pueden ser una perfecta solución térmica, puesto que como están construidas con semiconductores pueden tener tiempos de vida útil prolongados, las consideraciones de diseño deben poner toda su atención sobre otros dispositivos acoplados, los cuales sí podrían generar desgaste mecánico y por consiguiente fallas en los sistemas, por ejemplo los ventiladores. Dentro de las posibles fallas que se deberían tener presentes ante un mal diseño, se pueden considerar:

- **Sobrecalentamiento:** Los enfriadores Peltier vienen con un disipador y un ventilador, este último con más probabilidades de falla y por consiguiente podría generar en la placa Peltier un sobrecalentamiento ocasionando fallas en el sistema o incluso transferir ese calor a otros componentes con posibilidades de combustión.
- **Problemas eléctricos:** como las celdas Peltier consumen una potencia eléctrica importante para garantizar su buen funcionamiento, se debe también garantizar que la fuente de alimentación tenga las características para cubrir esos consumos de energía, y no solo de la celda Peltier, sino que además de los dispositivos que se conectan y funcionan en paralelo con la placa. Así mismo, se debe tener la misma consideración con el cableado que se utilice para el conexionado de las placas Peltier.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN DE LA CELDA PELTIER EN FUENTES TÉRMICAS DE CALOR USUALES, PARA APROVECHAMIENTO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y CLIMATIZACIÓN POR FRÍO.

El fundamento principal de esta propuesta es iniciar estudios de investigación que arrojen como resultados

nuevos desarrollos enfocados al optimización y aprovechamientos de energías, que por medio del análisis termográfico nos permitan identificar los puntos más calientes de un hogar común, y que a su vez son de uso indispensable en su transcurrir diario, es decir, locaciones que por las actividades del diario vivir implican la creación o utilización de fuentes de calor, de tal manera que podemos aprovechar esa energía calórica residual que de cierta forma se desperdicia para tratar de efectuar climatización y generación de energía eléctrica que se pueda acumular y luego reutilizar, aplicando las características que nos brindan las celdas Peltier.

De acuerdo a la teoría anteriormente presentada, el efecto Peltier funcionaría de forma inversa, de tal manera que se puede aplicar un calor en una de las caras de la placa, causando en el lado opuesto un enfriamiento y en los bornes de alimentación una diferencia de potencial que a su produce un flujo de corriente. Esa energía generada se podría almacenar mediante circuitos similares a los que se utilizan en las UPS, que almacenan su energía en baterías. Dentro de los posibles lugares opcionados para la recolección de energías calóricas residuales mediante desarrollos basados en las placas Peltier estarían:

*La cocina, específicamente la estufa:* es una locación que funcionalmente en el hogar tiene mucho servicio. Cuando se inician los procesos de cocción de alimentos, la energía de los quemadores se aplican directamente sobre los recipientes pero del proceso también se desprenden energías calóricas residuales.

*La mesa de planchar,* es una locación donde se utiliza uno de los dispositivos que más consume energía en el hogar, del cual se puede retribuir una parte si se desarrolla una aplicación en conjunto con la mesa de planchar.

*El cuarto de máquinas para lavado de ropas,* este incluye las secadoras y los calentadores de agua a combustión, que por lo general se instalan en este mismo sector. Casi siempre el desperdicio calórico en esta zona es significativa. A continuación se ilustran las imágenes termográficas para los motores de las lavadoras. Una de las fuentes de energías calóricas que también tiene relación diaria con las actividades que se realizan en un hogar, implican los medios de transporte que son impulsados por motores de combustión de los cuales se pueden obtener las siguientes imágenes termográficas:

Se pueden incluir también algunos utensilios que se pueden encontrar en algunos hogares, como por ejemplo las parrillas, estufas y hornillos que funcionan a base de carbón y leña, que por lo general se utilizan en zonas remotas donde no hay formas de energía de consumo masivo como el gas y la electricidad, lo que brindaría la posibilidad para esas comunidades de generar energías limpias a partir de otra que produce energía térmica residual. A continuación se ilustra la imagen termográficas de una brasa de carbón.

## V. CONCLUSIONES

Los semiconductores brindan diversidad de posibilidades de uso electrónico, pero en la medida que avanzan las investigaciones sobre diferentes materiales y sus posibles combinaciones se han encontrado propiedades termoeléctricas que han cambiado la mirada sobre conceptos de termodinámica que se mantenían hasta el momento. El efecto Seebeck y el efecto Peltier, son dos de los fenómenos termoeléctricos más utilizados para aplicaciones de instrumentación donde se tiene que relacionar la variable física de temperatura y corriente eléctrica.

El desarrollo de las placas Peltier, abre la posibilidad al desarrollo de nuevos equipos para climatización, ya sea a bajas o altas temperaturas, que tienen como ventaja un menor consumo de energía y un menor espacio para su funcionamiento. Las placas Peltier permite un funcionamiento recíproco en sus propiedades, esto es, con una energía eléctrica aplicada puedo obtener el calentamiento por un lado de la placa y el enfriamiento por el otro, y de la misma manera si enfrió un lado de la placa se obtendrá una diferencia de potencial en sus bornes y un calentamiento de la cara opuesta a la que se está enfriando. Se pueden aprovechar las propiedades de las placas Peltier para la generación de energía eléctrica de baja escala, si se efectúa un estudio minucioso de las fuentes térmicas residuales que se pueden encontrar en un hogar común y se desarrollan aplicaciones puntuales para cada uno de ellos.

## REFERENCIAS

- [1] Manuel Domínguez y Carmen García. Título: Aprovechamiento de los Materiales de Cambio de Fase (PCM) en la Climatización. Instituto del Frío (CSIC), C/ Antonio Novais nº 10, 28040 Madrid-España (e-mail: dominguez@if.csic.es; ifrg116@if.csic.es). Available: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642009000400012&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642009000400012&script=sci_arttext)
- [2] Humberto Rodríguez Murcia. Físico, M.Sc., Dr.rer.nat. Consultor Independiente. Bogotá D.C., Colombia. humberto.rodriguez.m@gmail.com. Título: Desarrollo de la energía solar en Colombia y sus perspectivas. Available: <https://revistaing.uniandes.edu.co/pdf/a9%2028.pdf>
- [3] J. Esquivel and J. Ruiz, "Posicast Control with Nonzero Initial Conditions," *IEEE Lat. Am. Trans.*, 2008.
- [4] C. Smith, A. Corripio, and S. Basurto, "Control automático de procesos: teoría y práctica," 1991.
- [5] F. Enríquez, E. Sifuentes, G. Bravo, and A. Castro, "Sistema Embebido para Validar el Funcionamiento de la Tarjeta de Adquisición de Datos USB-6009 de National Instruments," *Inf. tecnológica*, 2016.
- [6] A. Parrado, "Tarjeta de adquisición de datos de bajo costo multiplataforma orientada a la enseñanza de los sistemas de control en tiempo real," *Rev. Educ. en Ing.*,

2009.

- [7] D. Hanselman and B. Littlefield, "Mastering MATLAB 5: A comprehensive tutorial and reference," 1997.
- [8] S. Nakamura, R. García, and R. Gutiérrez, "Análisis numérico y visualización gráfica con MATLAB," 1997.
- [9] R. del Río, "Gráficas con Matlab," *la aritmética al análisis Hist. y Desarro.*, 2004.
- [10] Jose Aguilar Peris. Título: Curso de Termodinámica, Cap.23.12, Pearson Educación, S.A., Edición 2001; Ed. Alhambra Longman.
- [11] M. Kurtz, Temperature Control. Huntington, New York: Robert E. Krieger Publishing Company, 1975, pp. 168 – 186.
- [12] D. M. Rowe, Thermoelectrics Handbook: macro to nano. Boca Ratón, Florida: CRC Press, 2006, pp. 1-1 – 1-7.
- [13] S. Kasap, "Thermoelectric Effect in Materials: Thermocouples", Department of electrical engineering, University of Saskatchewan, Canada. Nov. 2001. Available: <http://electronicmaterials.usask.ca/Samples/Thermoelectric-Seebeck.pdf>
- [14] G. Patterson, M. Sobral, "Efecto Peltier", Departamento de Física FCEyN, Universidad de Buenos Aires. Dic. 2007. Available: <http://www.df.uba.ar/users/dgrosz/material%20adicion al/celda%20Peltier%20Patterson-Sobral.pdf>
- [15] W. Blancarte, "Instrumentación para el control de procesos industriales:Efecto Peltier", ITESO, Guadalajara, México, Sept. 2001. Available: <http://www.desi.iteso.mx/elec/instru/peltier.doc>
- [16] S. Lineykin and S.B. Yaakov, "Modeling and analysis of Thermoelectric Modules" IEEE transactions on industry application, Vol. 43, No. 2, 505 – 512, (2007).

## BIOGRAFÍA



**Jesús Omar Vargas Flórez**, Ingeniero Electrónico de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga y Especialista en Automatización Industrial de la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga, con Formación de Alto Nivel en Gestión Estratégica de la Innovación, Diplomado en Instrumentación, Automatización y Control Virtual, Diplomado en Herramientas Computacionales para Ingeniería, Certificaciones con D-Link Technology Institute como DPC (D-Link Partner Certification) D-Support for Wireless y DAC (D-Link Advanced Certification) para las nuevas Tendencias en Tecnologías de Conectividad y Movilidad en redes de datos. Más de 5 años de experiencia como docente, 8 años de experiencia en sector industria enfocado al desarrollo de proyectos en el área de electrónica, telecomunicaciones y automatización de

procesos. Actualmente se desempeña como Gerente de la empresa Grupo SIATEC Ltda, además está vinculado como docente e Investigador en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y adelanta estudios para optar por el título de Magister en Controles Industriales con la Universidad de Pamplona.



**Alexander Flórez Martínez,**  
Ingeniero en Instrumentación  
y Control Electrónico de la  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas  
Bucaramanga, Especialista en  
Automatización Industrial de

la Universidad Santo Tomas de Bucaramanga, Diplomado en Instrumentación, Automatización y Control Virtual UPB, Diplomado en herramientas Computacionales para Ingeniería, certificación especializada en administración de energía para entornos TI Schneider Electric, certificación especializada en sistemas de RACK's y PDU'S Schneider Electric, Certificado movilidad (Wireless) DAC Dlink Advanced Certification, 5 años de experiencia como docente, 8 años de experiencia en sector industria enfocado al desarrollo de proyectos en el área de: electrónica, telecomunicaciones, automatización de procesos. Actualmente director de proyectos de la empresa Grupo SIATEC Ltda y como docente e Investigador en la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, y adelanta estudios para optar por el título de Magister en Controles Industriales con la Universidad de Pamplona.