

Medida de parámetros termoelectricos en un sistema constituido por dispositivos Peltier-Seebeck.

Juan José Arroyo Giner

Grado en ingeniería electrónica industrial y automática

1. Resumen

El objetivo de este trabajo es diseñar un sistema de medida que adquiera ciertos parámetros termoelectricos de un sistema constituido por un dispositivo Seebeck – Peltier.

Para llevar a cabo las adquisiciones se utilizará como interfaz un módulo Arduino con sensores adheridos a los disipadores del sistema termoelectrico y demás dispositivos auxiliares con el fin de adquirir la señal, por consiguiente estos datos se procesarán a través del programa Labview donde monitorizaremos los parámetros de medición que se llevará a cabo a través del Arduino.

Previamente se habrá diseñado una estructura de refrigeración donde en él se ubicará la célula Peltier. Esta estructura se compondrá de 2 disipadores de igual tamaño, un aislante térmico que se colocará alrededor de la célula y por último un ventilador en la parte donde se disipe calor y así evitar un exceso de temperatura de la célula y su posible destrucción

La célula termoelectrica escogida ha sido una de medio consumo (15,4V,6A), puesto que este sistema su función básicamente es medir los parámetros más importantes de cualquier célula Peltier independientemente de su consumo interno.

Los parámetros termoelectricos que se medirán de la célula Peltier son los siguientes: Coeficiente de Seebeck global, resistencia de la Peltier, V_{in} que inyectamos, la intensidad que absorbe y por último la diferencia de temperatura a la cual están sometidos los polos termoelectricos. Todo ello medido en diferentes coeficientes de duty cycle (20%-100%).

En el proyecto se comentan los algoritmos de monitorización y medición elegidos para el

diseño por su maniobrabilidad, optimización, complejidad...

2. Introducción

El sistema a desarrollar tiene la finalidad de ayudar a escoger una célula Peltier debido al desconocimiento que implica el comportamiento de dicho dispositivo en determinadas condiciones. Este proyecto asegura la extracción útil de información y características de una célula termoelectrica y por consiguiente su comportamiento en dicho refrigerador termoelectrico. De esta forma podemos ver por anticipado si una célula Peltier puede ser viable para ciertas aplicaciones.

3. Conceptos termoelectricos

Previamente a afrontar los objetivos de proyecto, es importante conocer un poco los principios de funcionamiento de los módulos termoelectricos. Los conceptos más importantes y que se van a estudiar en una célula son los fenómenos Seebeck y Peltier, el primero de ellos (Seebeck) consiste en dos metales distintos a temperaturas diferentes se ponen en contacto formando una unión bimetalica, entre ambos lados de la unión se genera una fuerza electromotriz.

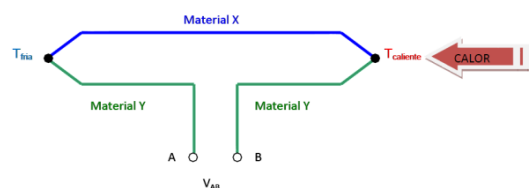


Fig.1. Circuito equivalente al efecto Seebeck.

El segundo fenómeno (Efecto peltier) se manifiesta cuando se hace circular una corriente a través de una unión bimetalica, para mantener constante la temperatura de la unión hay que entregar o extraer calor, según sea el sentido de circulación. Este efecto se considera como el inverso del efecto Seebeck y es reversible, ya que la unión se enfriará o se calentará según el sentido de la corriente aplicada.

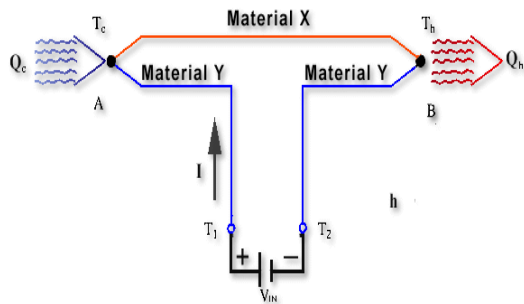


Fig. 2. Circuito equivalente al efecto Peltier

4. Modulo termoelectrico

Una placa termoelectrica está constituida por una serie de elementos semiconductores de tipo N y P que están dispuestos sobre una superficie cerámica, eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo. Cuando se aplica una tensión continua a la placa, esta provoca que los electrones se muevan a través del material semiconductor. En la cara fría del material semiconductor, el calor se absorbe debido al movimiento de los electrones y se traslada a la otra cara.

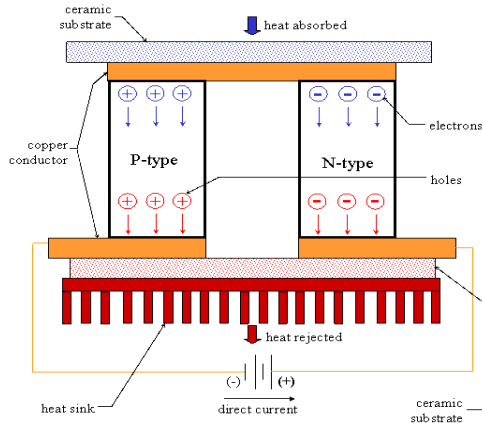


Fig.3. Esquema de un módulo termoelectrico

5. Objetivos planteados

El proyecto consta de 5 objetivos:

El primer objetivo consiste en realizar un diseño sencillo del sistema de refrigeración mediante una célula Peltier

En el siguiente procedimiento se realiza el diseño electrónico de potencia y de la instrumentación, en el cual posteriormente se enlazará con la parte de control. La parte de potencia consistirá en componentes que trabajarán con niveles de tensiones y corrientes altas y serán los que físicamente servirán para regular el duty cycle, control de flujo, conmutación,...del sistema termoelectrico. La parte de instrumentación básicamente consiste en incluir 2 NTC (termo resistencias) debidamente acondicionadas.

El tercer paso consiste en enlazar la parte de control que básicamente consistirá en un módulo Arduino con la parte de potencia.

La cuarta parte es donde se encuentra el grueso del proyecto. Donde se diseña, depura, testea el algoritmo que realizará las mediciones de todos los parámetros termoelectricos, regula la alimentación de la Peltier, activa/desactiva el ventilador y demás actuadores.

En el último objetivo se unirá las 4 partes anteriormente mencionadas y se confeccionará un estudio de los resultados obtenidos.

6. Soluciones adoptadas

6.1 Tecnología termoelectrica

La tecnología utilizada para el montaje del refrigerador termoelectrico es la siguiente. El primer paso es dotar de un habitáculo para ubicar debidamente la célula Peltier entre 2 disipadores, (sin importar las características puesto que no es la finalidad del proyecto) y aislando la zona que no abarca con aislante térmico armaxflex para evitar flujos de calor entre los 2 radiadores, finalmente se cubre la superficie de ambas caras de la Peltier

mediante pasta térmica semiconductor para garantizar mayor conductividad térmica. Se cierra de forma hermética la célula entre los 2 radiadores junto al ventilador con la ayuda de 4 bridas, traspasando el aislante y ligando los radiadores y ventilador por los orificios que poseen como muestra la figura 4 de forma que la célula Peltier quede bien fija en el interior del módulo de refrigeración.



Fig.4. Imagen de montaje del refrigerador

6.2 Hardware utilizado

Para adquirir la temperatura se ha utilizado un sensor NTC que es más que suficiente para las necesidades del proyecto. Un termistor es una resistencia variable con la temperatura, el microcontrolador que se use realizará una medición de esa resistencia e interpretará el valor de temperatura mediante la caída de tensión generada en ese preciso instante. El procedimiento para instalar el sensor es el siguiente: Se coloca en la superficie del radiador y se sujeta mediante una grapa de sujeción, una vez hecho esto se rellena el interior de la grapa con un poco de aislante térmico armaxflex, esto lograra una aislamiento total del sensor con la temperatura ambiente y además fijará más el sensor a la superficie .



Fig.5. Sensor NTC de 10K

Para la alimentación del sistema termoelectrico se ha utilizado una fuente conmutada de 12V que nos proporcione una corriente suficientemente mayor a suministrar en el mejor de los casos (8,3A).



Fig.6. Fuente alimentación conmutada

El dispositivo escogido para la supervisión y monitorización del sistema es un módulo arduino Mega que lo utilizaremos de placa de control, interfaz con el ordenador y adquisidor de datos.



Fig.7. Arduino MEGA

Para la adaptación de la señal del sistema termoelectrico a la placa de control se realiza el diseño y confección de una placa que adapte tensiones adquiridas a niveles TTL(5v), así mismo también se diseñara circuitos interfaz para controlar el flujo de potencia hacia los actuadores (Célula Peltier y ventilador).

Para procesar y mostrar los datos obtenidos se utiliza un equipo informático (PC-portátil).

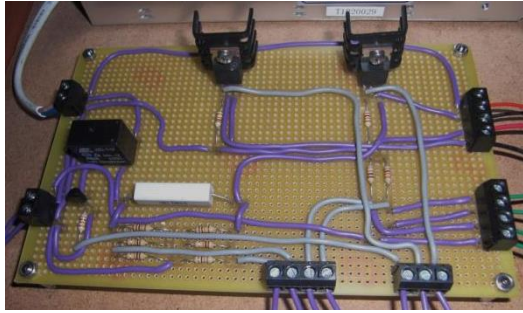


Fig. 8.Placa interfaz

6.3 Software utilizado

El sistema de programación escogido en el proyecto es Labview .No tiene nada que ver con los lenguajes de programación tradicionales, ya que en vez de hacer los programas con texto se realiza mediante iconos. Cuando se programa en Labview se generan dos ventanas: una sirve para realizar la pantalla principal donde se diseña la interfaz de usuario y la otra ventana sirve para programar en sí los datos, realizar operaciones, mandarlos vía serie o USB, etc.

Para lograr comunicarse con el módulo Arduino y utilizarlo como tarjeta de adquisición es necesario implementar una serie de actualizaciones en el software Labview y cargar el programa interfaz haciendo uso del entorno de programación propio de Arduino, transfiriéndolo empleando un cable USB.

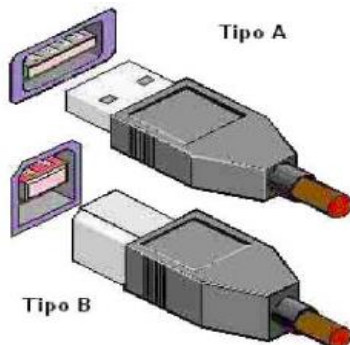


Figura. 9. Conectores USB tipo A y tipo B

6.4 Algoritmo

El algoritmo que es transmitido al módulo Arduino tiene el siguiente fin: Estudiar el comportamiento del refrigerador .El algoritmo está constituido por 2 programas similares.

Un programa realiza las funciones de recoger y calcular los parámetros termoelectrónicos globales. Conjuntamente dibujará la gráfica de comportamiento de temperatura en todo el recorrido del duty cycle. La siguiente imagen muestra el código implementado para el primer programa:

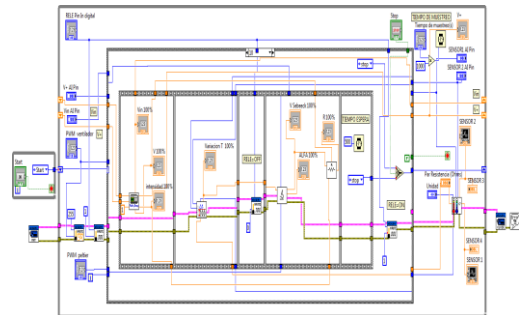


Fig.10. Código utilizado en el algoritmo 1

A continuación se muestra una serie de capturas donde se aprecia las temperaturas graficadas que ha ido procesando el algoritmo:

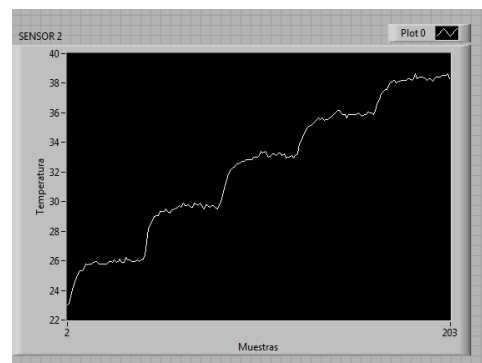


Fig.11. Evolución de las temperaturas en la cara caliente.

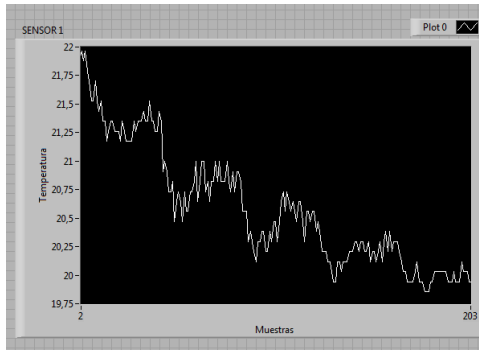


Fig.12. Evolución de las temperaturas en la cara fría.

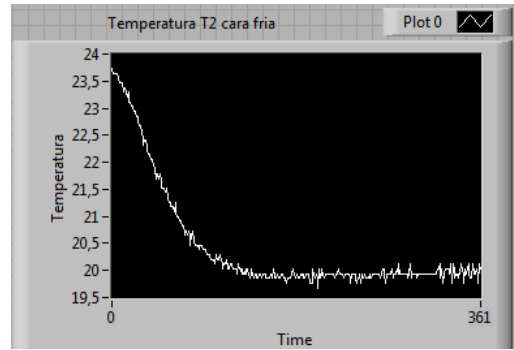


Fig.15. Evolución de las temperaturas en la cara fría en modo Peltier (DC100%).

El segundo programa realiza las gráficas de temperatura exclusivamente para un nivel de duty cycle en particular (a escoger por el usuario). Posteriormente se realiza las gráficas del comportamiento de la tensión de Seebeck, el parámetro alfa además de dibujar las temperaturas durante el aislamiento de la alimentación del sistema termoeléctrico para poder estudiar su comportamiento. La siguiente figura muestra el código implementado.

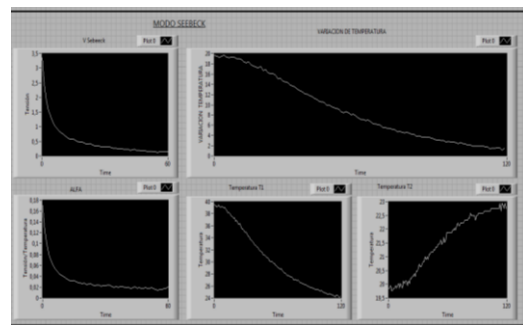


Fig.16. V Seebeck, Alfa, ΔT , temperatura 1 y 2 en modo Seebeck (DC:100%).

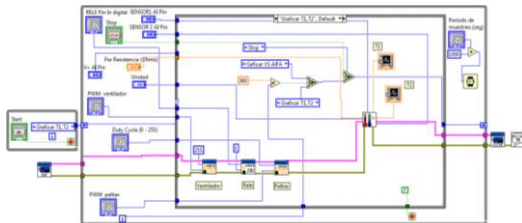


Fig.13. Código usado en el algoritmo 2

En el panel frontal los datos a destacar que se plasman en los ensayos de este algoritmo se muestran en la siguiente figura:

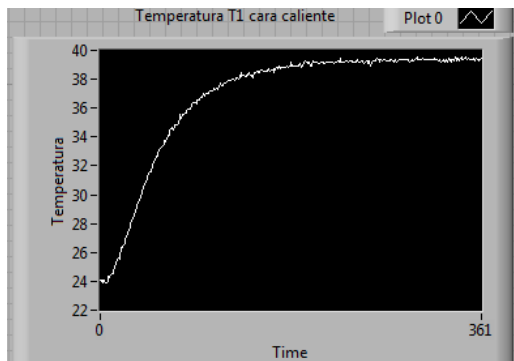


Fig.14. Evolución de las temperaturas en la cara caliente en modo Peltier (DC100%).

7. Conclusiones

El sistema cumple los objetivos planteados. Con el hardware, software y los algoritmos de control implementados, es capaz de adquirir los parámetros más relevantes de una célula termoeléctrica.

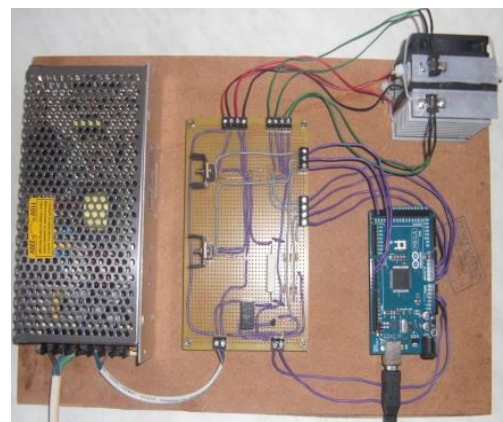


Fig. 17. Montaje completo

Pese a que se han cumplido los objetivos, la dificultad ha sido mucho mayor de la prevista debido a los ajustes y calibraciones que se ha tenido que ir realizando durante todo el proyecto. Muchas de las soluciones planteadas en este escrito son solo una de múltiples que se han probado.

Mediante los ensayos experimentales, se ha demostrado que el sistema es capaz de automatizar una serie de procesos para conseguir adquirir una sucesión de mediciones que serán de importancia para conocer el comportamiento de una célula Peltier. Se ha ensayado el prototipo empleando equipos no vistos durante la carrera, lo que ha servido para familiarizarse con el mundo de la investigación: sus técnicas y protocolos.

Los resultados obtenidos durante los ensayos se han contrastado con otro dispositivo de medida, el convertidor analógico digital de 8 canales PICO-LOG TC 08 y 2 sensores termopares del tipo K. Se llega a la conclusión que todos los datos obtenidos se ajustan satisfactoriamente.

8. Mejoras de futuro

En este apartado se indican las posibles ideas de continuación del proyecto, aspectos a mejorar y posibles estudios de interés.

Una mejora para el módulo termoelectrico que se podría aplicar es el cambio de estructura de la célula por uno que posea un sistema inserción en los disipadores que haga más sencillo y rápido el cambio de la célula Peltier entre ensayos.

Por otro lado el sistema instrumental se puede actualizar incluyendo displays y una batería autónoma haciéndolo de esta forma más manejable, portable y maniobrable para el usuario.

9. Bibliografía

- [1] Christophe Goupil (2011). *Thermodynamics of Thermoelectricity*, Thermodynamics, Prof. Mizutani Tadashi.
- [2] Brian W. Evans ; (2007) *Arduino Notebook: A Beginner's Reference Written*.
- [3] <http://www.sistelec.com.ar/termoelectricidad.htm>