

SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA POR PRINCIPIO TERMOELÉCTRICO PARA LA CONSERVACIÓN DE PRODUCTOS BIOLÓGICOS.

TEMPERATURE CONTROL BY THERMOELECTRIC PRINCIPLE FOR THE CONSERVATION OF BIOLOGICAL PRODUCTS.

Luis Carlos Marroquín Castilla ⁽¹⁾ Yeiner Andrés Castillo Paternina ⁽²⁾, Karen Aranza Lara Maca ⁽³⁾

1. Ingeniero electrónico, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Instructor. Grupo de investigación en procesos de la industria petroquímica, Cartagena, Colombia.
lmarroquin@sena.edu.co
2. Tecnólogo en Mantenimiento Electrónico e Instrumental Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Aprendiz Investigador, Semillero de Investigación en Mantenimiento Electrónico e Instrumentación Industrial (SIMEII), Cartagena, Colombia.
yeicas02@gmail.com
3. Tecnólogo en Mantenimiento Electrónico e Instrumental Industrial, Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Aprendiz Investigador, Semillero de Investigación en Mantenimiento Electrónico e Instrumentación Industrial (SIMEII), Cartagena, Colombia.
larakaren93@gmail.com

RESUMEN

El sistema de control es un conjunto de dispositivos encargados de administrar, dirigir y regular el comportamiento de un proceso con el fin de reducir las probabilidades de fallo y obtener los resultados deseados. El objetivo del proyecto es implementar un sistema de control de temperatura por principio termoelectrico para la conservación y almacenamiento de productos biológicos en una cámara fría. La metodología está diseñada por diferentes etapas, en la primera etapa se caracterizarán los elementos que conforman el sistema de control de temperatura, en la segunda etapa se realizara la construcción del sistema de control de temperatura y los módulos peltier para acoplarlos en una cámara fría y en la tercera etapa se verifica el funcionamiento del sistema de control de temperatura. La implementación de este sistema ayuda a que el producto biológico mantenga sus propiedades, desde su creación hasta las áreas de destino.

Palabras Claves: Sistema de control, termoelectrico, celda peltier, productos biológicos.

ABSTRACT

The control system is a set of devices in charge of managing, directing and regulating the behavior of a process to reduce the chances of failure and obtain the desired results. The objective of the project is to implement a temperature control system by thermoelectric principle for the conservation and storage of biological products in a cold room. The methodology is designed for different stages, in the first stage the elements that make up the temperature control system are characterized, in the second stage the construction of the temperature control system and the Peltier modules in a cold chamber and in the third stage the operation of the temperature control system is verified. The implementation of this system helps the biological product to maintain its properties, from its creation to the areas of destination.

Keywords: Control system, thermoelectric, Peltier cell, biological products.

1. INTRODUCCION

La distribución de productos biológicos desde su punto de origen hasta las áreas de destino presenta deficiencias. Actualmente, la utilización de métodos de conservación convencionales ha fallado en su confiabilidad y accesibilidad sobre todo en las necesidades de los centros de salud rurales en muchos países subdesarrollados [1], los cuales utilizan equipos de conservación tales como neveras portátiles y paquetes fríos que no garantizan la eficacia de los productos biológicos. En estas circunstancias se ha comprobado que los incidentes ocasionados por un mal proceso de refrigeración conllevan a un aumento de pérdidas económicas y deterioro en el sistema de salud, comprometiendo la fiabilidad y la efectividad de los productos biológicos [2].

Dentro de la variedad de productos biológicos existentes se hace énfasis en los de tipo termolábiles, es decir, aquellos que requieren condiciones de conservación y temperatura específica, en este caso entre 2°C a 8°C [3]. Una alternativa para la conservación de estos productos

biológicos requiere un sistema de refrigeración que posea un suministro de energía eléctrica continua capaz de alimentar una celda Peltier para generar el principio termoeléctrico, el cual proporciona una diferencia de temperatura cuando la corriente circula por dos metales o semiconductores conectados por dos “junturas de Peltier” [4].

El presente proyecto contempla la implementación de un sistema de control de temperatura por principio termoeléctrico para la conservación y almacenamiento de productos biológicos en una cámara fría portable. Para mantener la temperatura de la cámara fría dentro del rango establecido es necesario que el sistema de control permita verificar y controlar el comportamiento del proceso, con el fin de reducir las probabilidades de fallo y garantizar la temperatura del producto biológico.

2. METODOLOGÍA

Este proyecto fue realizado en tres etapas: la primera etapa es la caracterización de los elementos del sistema de control de temperatura, la segunda etapa es la construcción del sistema de control de temperatura y módulos peltier para acoplarlos en una cámara fría, la tercera etapa se realizan las pruebas de funcionamiento del sistema de control de temperatura. El tipo de investigación utilizado fue investigación aplicada. El método empleado es este proyecto fue de tipo cuantitativo.

Lo novedoso de este proyecto es que cuenta con un sistema de control dotado con funciones de visualización de temperatura interna al proceso, capaz de corregir autónomamente un error que pueda afectar la cadena de frío, mediante suministro de energía eléctrica.

3. DESARROLLO DE CONTENIDOS

3.1 Caracterización de los elementos del sistema de control de temperatura.

En esta etapa se realizó la búsqueda de información para caracterizar los elementos.

El dispositivo generador de temperatura del sistema de control es una celda peltier de referencia TEC1-12706. La figura 1 muestra un tipo de celda peltier empleado en diferentes procesos.

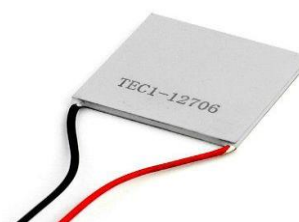


Figura 1. Celda peltier TEC1-12706. Adaptado de

<https://www.witttronics.com.mx/tienda/modulos/modulo-tec1-127106/>

La tabla 1 evidencia las características de este elemento.

Tabla 1. Características de la celda peltier

Celda Peltier	
Voltaje de operación	12 VDC
Corriente de operación	4.3 A
Temperatura de operación	-30 a 70 °C

Para conocer la temperatura que genera la celda peltier en la cámara fría es necesario utilizar un sensor de temperatura de

referencia LM35DZ como se muestra en la figura 2.

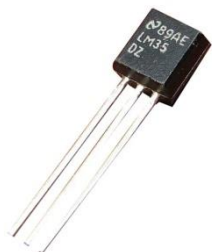


Figura 2. Sensor de temperatura LM35DZ. Adaptado de <http://www.geekbotelectronics.com/producto/lm35-sensor-de-temperatura/>

La tabla 2 evidencia las características de este elemento.

Tabla 2. Características del sensor LM35DZ

Sensor LM35DZ	
Voltaje de operación	4 a 30 V DC
Tipo de encapsulado	TO-92
Rango de operación	-30 a 70 °C
Corriente	10 mA

El dispositivo que recibe, acondiciona, procesa la señal recibida del sensor LM35DZ y realiza el proceso de visualización y control es el microcontrolador de referencia PIC16F877A, que se muestra en la figura 3.



Figura 3. Microcontrolador PIC16F877A. Adaptado de <https://www.electronicoscaldas.com/microcontroladores-pic/121-microcontrolador-pic-16f887.html>

La tabla 3 muestra algunas de las características que contiene el microcontrolador PIC16F877A.

Tabla 3. Características del PIC16F877A

Microcontrolador PIC16F877A	
Voltaje de operación	2 a 5V
Memoria de programa	14 KB

Temperatura	-40 a 125 °C
Número de pines	40
Rango de ADC	10 bits

Número de pines	16 pines
Corriente operación	mA
Tipo	LCD 16x2

La temperatura que mide el sensor será enviada desde el microcontrolador y visualizada por medio de un display tipo LCD, mostrado en la figura 4.

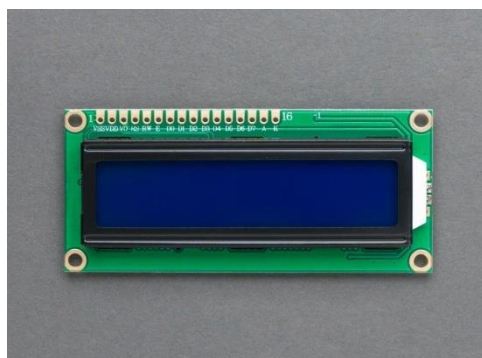


Figura 4. Display tipo LCD.

Adaptado de

https://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-417180959-display-lcd-16x2-arduino-pic-microcontrolador-_JM

La tabla 4 muestra algunas de las características que contiene el LCD utilizado en el sistema de control.

Tabla 4. Características del LCD

LCD	
Voltaje de operación	5V

3.2 Construcción del sistema de control de temperatura y los módulos peltier para acoplarlos en una cámara fría.

Esta etapa se desarrolla a través de tres actividades: en la primera se realiza la construcción de los módulos peltier, en la segunda la construcción del sistema de control de temperatura; y en la tercera se realiza el montaje y acople del sistema de control y los módulos peltier en la cámara fría.

Para la construcción de este proyecto se inicia con un sistema de alimentación conformado por una fuente de 12V DC que alimenta a la celda Peltier y una fuente de 5VDC que alimenta al sensor LM35 el cual envía señales en mV según la cantidad de grados Celsius provenientes de la celda Peltier hacia el conversor análogo digital (ADC), permitiendo convertir una señal de origen analógico en una señal digital que pueda ser procesada por un microcontrolador seleccionado, que para

este caso es el 16f877A de Microchip. Seguido a esto se realizan las funciones de visualización en un display tipo LCD en donde se evidencia la temperatura actual de la cámara de frío y su porcentaje dentro del rango establecido. La figura 5 muestra un esquema de la estructura del sistema de control.

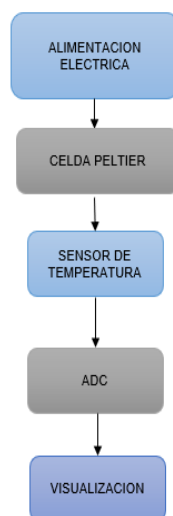


Figura 5. Diseño del sistema de control de temperatura por principio termoelectrico en una cámara fría. Semillero SIMEII.

3.3 Pruebas de funcionamiento del sistema de control de temperatura.

En esta etapa se valida el funcionamiento del sistema de control de la cámara fría con base en los parámetros y la normativa vigente para este tipo de equipos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las figuras 6, 7, 8 y 9 muestran la simulación del proceso y una prueba de un prototipo del sistema de control. El voltaje de suministro de la celda peltier es de 11.8 a 12 V DC con un consumo de corriente 2.3 A, colocando el sensor directamente en la parte fría de la celda obteniendo una temperatura alrededor 5.8 ° C.

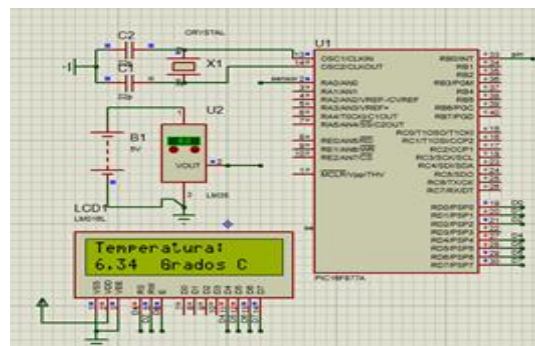


Figura 6. Simulación del proceso de lectura y visualización de temperatura. Semillero SIMEII.

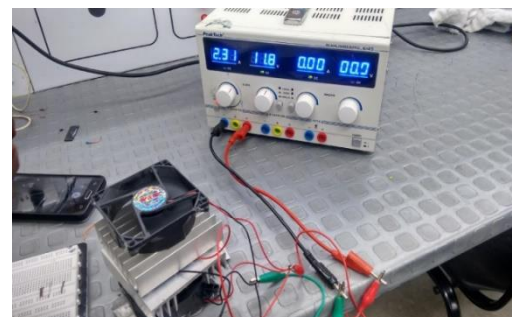


Figura 7. Alimentación del módulo peltier con una fuente variable. Semillero SIMEII.

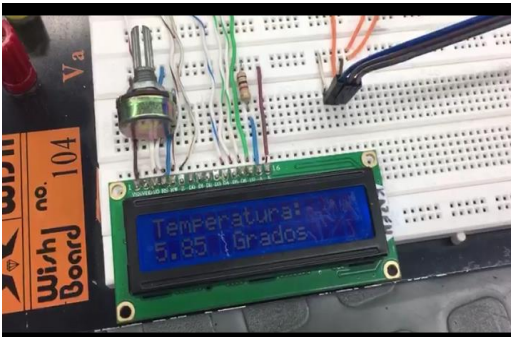


Figura 8. Circuito diseñado para medir la temperatura de la celda peltier. Semillero SIMEII.

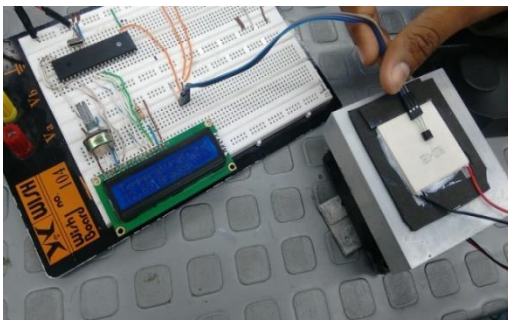


Figura 9. Temperatura máxima de la celda visualizada en un display LCD. Semillero SIMEII.

5. CONCLUSIONES

La implementación del sistema de control garantiza la conservación de los productos biológicos dentro del rango de temperatura que se requieran mantener por medio del principio termoeléctrico en una cámara

fría portable, durante el tiempo que brinde la fuente de alimentación, generando en el ámbito social un impacto positivo a la hora de trasladar este sistema de control a

diferentes lugares remotos donde se dificulte el envío y manejo de los productos biológicos.

AGRADECIMIENTOS.

Al equipo de trabajo por su empeño, motivación y dedicación en la ejecución de este proyecto. Al ingeniero Luis Marroquín Castilla por sus aportes en la parte de electrónica, específicamente diseño y prototipado de sistemas electrónicos, A la líder SENNOVA del Centro para la Industria Petroquímica Regional Bolívar Leonor Cervantes Ceballos por su acompañamiento y asesoría en todas las etapas del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] A. Jiménez y K. Olson, «Renewable Energy for Rural Health Clinics,» Renewable Energy for Rural Health Clinics, vol. 1, n° 1, pp. 1-40, 1998.

[2] Departamento Nacional de Planeación Subdirección Territorial y de Inversiones Públicas Grupo de Coordinación del SGR-Gobierno de Colombia, «Dotación de elementos técnicos para el almacenamiento y transporte de vacunas en el marco del Programa

Ampliado de Inmunizaciones PAI.,» 2015

[3] R. Cobos, P. Salvador, A. Gómez y M. Boj, «Estabilidad máxima de los medicamentos termolábiles fuera de nevera,» Farmacia Hospitalaria, vol. 30, n° 1, pp. 33-43, 2006.

[4] B. Huang, C. J. Chin y C. L. Duang, «A design method of thermoelectric cooler,» International Journal of Refrigeration, vol. 23, pp. 208-218, 2000.