

Universidad Tecnológica de Panamá

Facultad de Ingeniería Mecánica

**Folleto de Uso de Celdas Peltier para la creación de proyectos que incentiven
a los estudiantes de las comunidades de difícil acceso para optar por
bachilleres científicos**

Ing. Arthur James, Ph. D.

2020



James Rivas, Arthur. 2020

©2020, Folleto de Uso de Celdas Peltier para la creación de proyectos que incentiven a los estudiantes de las comunidades de difícil acceso para optar por bachilleres científicos por James Rivas, Arthur.

Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).

Obra bajo Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Para ver esta licencia: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

Fuente del documento Repositorios Institucional UTP-Ridda2

<https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10315>

Índice

Introducción.....	5
Objetivos.....	6
Finalidad de la visita a la comunidad.....	7
Mapa y ubicación.....	8
Explicación de los proyectos	10
¿Qué es el efecto Peltier?	10
1. Proyecto: Refrigerador de vacunas a base de celdas Peltier.....	11
Introducción.....	11
Ensamblado	11
Funcionamiento	12
Resultados obtenidos.....	13
2. Proyecto: Equipo de refrigeración y calentamiento simple para el mantenimiento de alimentos	16
Introducción.....	16
Ensamblado	16
Resultados Obtenidos.....	19
3. Proyecto: Cooler a base de celdas peltier	21
Introducción.....	21
Ensamblado	21
Funcionamiento	26
Resultados Obtenidos.....	26
4. Proyecto: Aire acondicionado portátil a base de celdas Peltier.....	28

Introducción.....	28
Ensamblado	28
Funcionamiento	34
Resultados Obtenidos.....	34
5. Proyecto: Generador termoeléctrico a base de celdas Peltier.....	35
Introducción.....	35
Ensamblado	35
Funcionamiento	37
Resultados Obtenidos.....	38
6. Proyecto: Dispensador de Agua Fría y Caliente.....	39
Introducción.....	39
Ensamblado	39
Funcionamiento	40
Resultados obtenidos.....	41
7. Proyecto: Deshumificador.....	42
Introducción.....	42
Ensamblado	43
Funcionamiento	43
Resultados obtenidos.....	45
Agradecimientos	48
Conclusión.....	49
Bibliografía.....	50

Anexos.....	51
Guía de Laboratorio: Mini Aire Acondicionado.....	52
Guía de Laboratorio: Generador de Voltaje por efecto Seebeck.....	55
Experiencia de Laboratorio: Calentador y Enfriador de Líquidos.....	58
Guía de Laboratorio: Medición de Humedad Relativa	62
Imágenes de la Visita	71

Introducción

Actualmente, el cuarenta por ciento (40%) de los jóvenes que se encuentran recibiendo clases han abandonado sus estudios en nuestro país (según datos del MEDUCA de Octubre de 2019); existen diversos motivos que conducen a los estudiantes a esta difícil decisión, lo que preocupa grandemente a las autoridades ya que el futuro de Panamá está en manos de los estudiantes y si no empezamos con proyectos para disminuir estos porcentajes, las cifras en los siguientes años irán en aumento.

Queriendo hacer un aporte a nuestra sociedad, se da esta iniciativa para incentivar a los jóvenes de la Escuela de Ciricito Arriba en Capira a continuar sus estudios de media y dirigirlos a tomar bachilleres científicos ya que actualmente muchos de los estudiantes de la comunidad optan por la deserción escolar.

Aportando a su formación integral, los estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica de sexto semestre realizaron un proyecto final para la materia de mecánica de fluidos II. Se les propuso la idea de construir prototipos utilizando celdas Peltier para ejecutar proyectos sencillos y que llamaran la atención de los escolares de la comunidad, de esta manera invitarlos y entusiasmarlos a elaborar proyectos utilizando materiales sencillos para incrementar su aprendizaje.

Nuestra labor con los alumnos de la carrera de electromecánica fue desde el día uno brindar asesoría y colaborarles en todo lo que necesitaran para culminar satisfactoriamente sus trabajos. Siete grupos de tres estudiantes cada, los cuales no solo debían construir el proyecto sino también elaborar guías de laboratorio para que los muchachos pudieran guiarse de ellas y de esta forma trabajar con los proyectos en un futuro.

Con esto queremos exhortar a la comunidad educativa de la UTP, a que realicen actividades y proyectos de este tipo, la mejor manera de poner en práctica los conocimientos aprendidos en las aulas es creando ideas innovadoras que resulten útiles, no solo para nosotros como futuros ingenieros, sino también para la sociedad.

Objetivos

- Asesorar a estudiantes del curso para la escogencia de distintos proyectos utilizando Celdas Peltier.
- Velar porque los proyectos escogidos sean construidos con fines funcionales y hacer un manual de instrucciones de uso de este.
- Demostrar y entregar proyectos finalizados a estudiantes de la escuela de Ciricito Arriba.
- Incentivar a los estudiantes a continuar con sus estudios en las áreas científicas.
- Proporcionar una guía donde facilitadores de todos los niveles puedan desarrollar las diferentes actividades propuestas con las Celdas Peltier.
- Contribuir desde nuestra de casa de estudios al desarrollo de las ciencias en Panamá.
- Utilizar los conocimientos adquiridos en las asignaturas Termodinámica I y Transferencia de Calor de las carreras de ingeniería de la UTP.

Finalidad de la visita a la comunidad

A la escuela de Ciricito Arriba ubicada en Capira, se realizó un viaje (de aproximadamente 2 horas desde el Campus Central Victor Levi Sasso) en el que estaban involucrados todos los estudiantes de sexto semestre de ingeniería electromecánica cursando mecánica de fluidos II y participando en el proyecto, mi persona, Dr. Arthur James y estudiantes de octavo semestre de ingeniería mecánica que fueron ayudantes académicos trabajando conjunto conmigo para llevar a cabo este propósito.

Para esta experiencia, se llevaron a la comunidad los proyectos en base a celdas Peltier que realizaron los estudiantes del curso; con la finalidad de presentar y explicar: conceptos elementales, ¿qué realiza la invención?, aplicaciones, ¿cómo funciona?, consideraciones de seguridad e instrucciones de uso.

En el transcurso de la visita, se pudo socializar y tener momentos recreativos con los estudiantes de la escuela y con profesores de ésta. Para realizar la presentación de los proyectos se hicieron grupos de 5 a 7 niños, los cuales eran los equipos que iban a trabajar hasta el final de la demostración.

Finalizado toda la etapa de demostración y puesta a prueba de los proyectos, se hizo la entrega de estos a la escuela junto con los respectivos manuales de uso, para que estos puedan ser aprovechados por estudiantes con fines científicos y educativos.

En muestra de agradecimiento, la comunidad de la escuela nos recibió con comida propia del lugar y al finalizar la visita nos hicieron una despedida regalando canastas con frutas y legumbres recolectadas en la zona.

Mapa y ubicación

La escuela de Ciricito Arriba se encuentra en la Provincia de Panamá Oeste, en el distrito de Capira, corregimiento de Ciricito. Se puede llegar fácilmente por medio de un automóvil, ya que la carretera se encuentra en buen estado. El trayecto toma aproximadamente 2 horas desde la ciudad capital y el lugar se encuentra en una zona boscosa, la cual pertenece a la cuenca hidrográfica del Canal de Panamá. [1]

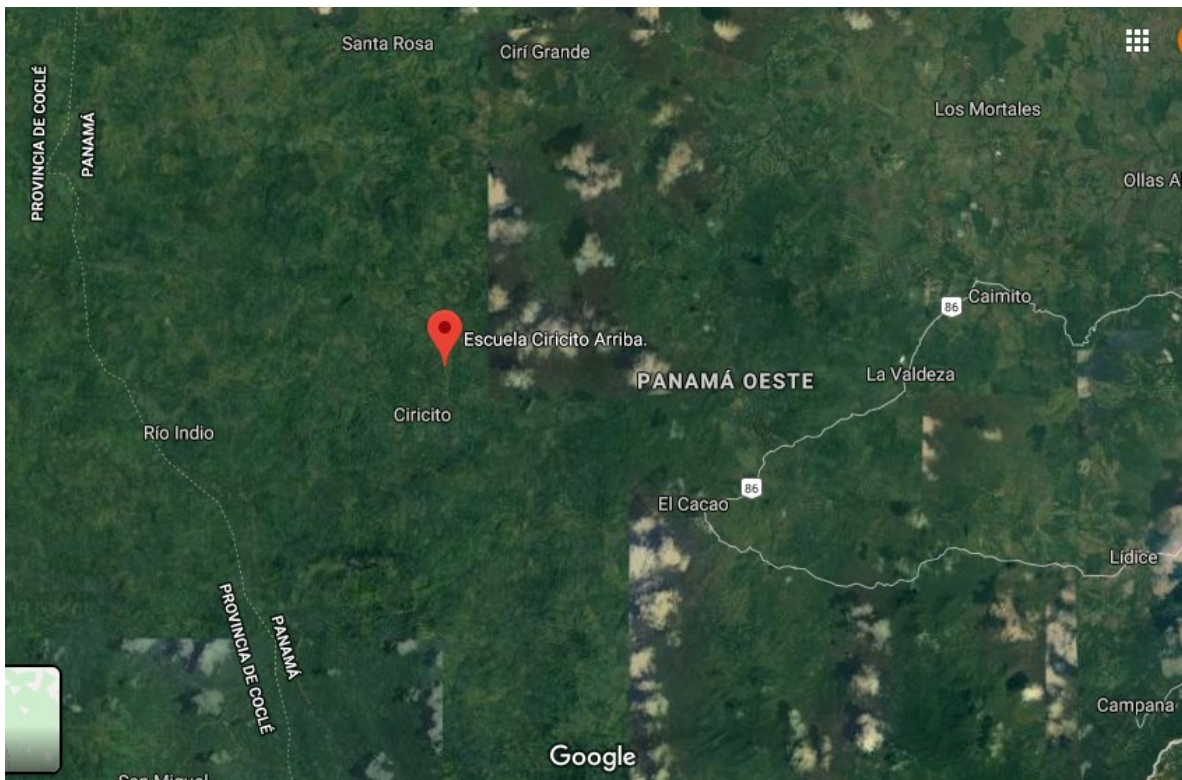


Figura 1. Ubicación de la comunidad de Ciricito Arriba. Fuente: Google Maps.

El recorrido se realizó en automóviles propios desde el Campus Víctor Levi Sasso de la Universidad Tecnológica de Panamá hasta la comunidad, aproximadamente nos tomó una hora y veinticinco minutos (1 h 25 min) el trayecto de ida. Durante el mismo tuvimos la oportunidad de entablar conversaciones amenas e intercambiar anécdotas entre los estudiantes y el profesor. Esto es importante ya que estos momentos ayudan a crear vínculos de empatía entre las personas y ayudan a desarrollar capacidades blandas que son útiles en el mundo actual.

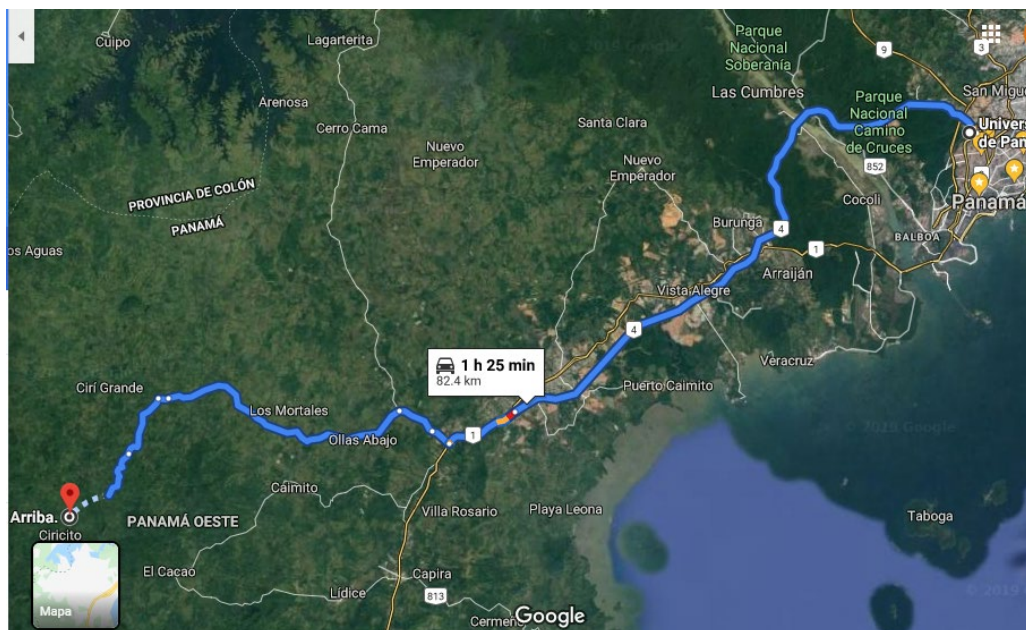


Figura 2. Recorrido hacia la comunidad de Ciricito Arriba. Fuente: Google Maps.

Explicación de los proyectos

En esta sección se presentan los proyectos realizados por los estudiantes de VI semestre de Ingeniería Electromecánica utilizando Celdas Peltier. Primero una breve descripción de este y luego una guía para su correcto uso.

¿Qué es el efecto Peltier?

El efecto peltier consiste en lo siguiente: Cuando se hace pasar una corriente por un circuito compuesto de materiales diferentes cuyas uniones están a la misma temperatura, se produce el efecto inverso al Seebeck. En este caso, se absorbe calor en una unión y se desprende 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.

Lo que lo hace aún más interesantes 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.

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

Como todo en esta vida, las unidades peltier también tienen algunos inconvenientes a tener en cuenta. Como pueden ser el alto consumo eléctrico, o que dependiendo de la temperatura y la humedad puede producirse condensación y en determinadas condiciones incluso puede formarse hielo.

1. Proyecto: Refrigerador de vacunas a base de celdas Peltier

Introducción

Este proyecto consistió en el enfriamiento de medicamentos o vacunas, que requieren mantener cierta temperatura para no perder sus propiedades químicas. El propósito era armar un equipo que pudiese funcionar en un lugar rural donde no cuenten con electricidad, así que las fuentes se basasen ya sea en un panel solar o equipos de almacenamiento (baterías).

Se diseñó una cámara cerrada cuyas medidas se mostrarán en la figura 3. Consta de 2 disipadores de calor, 2 celdas peltier y 2 abanicos. Los disipadores de calor permiten bajar la temperatura en su interior y así poder conservar los diferentes tipos de medicamentos; también se dispuso de un relé para obtener la temperatura deseada. Su circuito interno es energizado por medio de baterías de 12V - 8 amperios con disponibilidad para ser energizado por celdas fotovoltaicas.

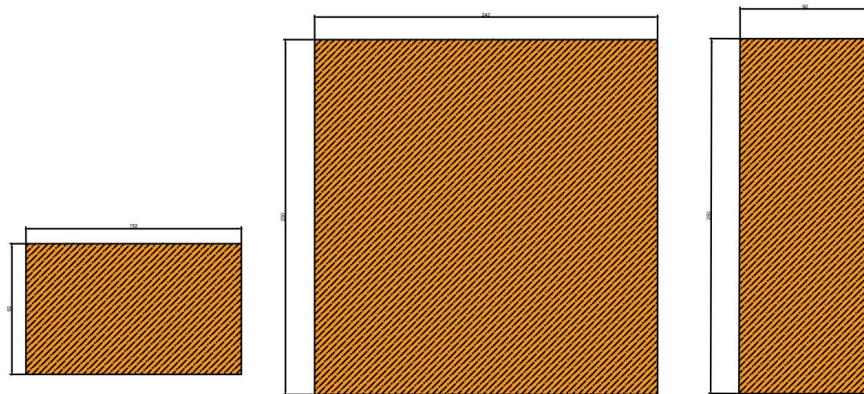


Figura 3. Dimensiones de la cámara de nuestro proyecto. *Fuente: Propia.*

Ensamblado

La estructura externa se fabricó de madera pinotea con espesor de de 5mm y en la parte interior se conforma de hielo seco, que es un material utilizado para el aislamiento de cámaras cerradas ya que tiene baja conductividad térmica, esto impide la entrada de calor al interior de la caja. El diseño también contó con 2 celdas peltier, las cuales se encargaron de enfriar el interior del sistema; mientras que el intercambio de calor se daba con la ayuda de los ventiladores de pc y los disipadores de calor que esta vez estaban conformados por 2 de cada uno. Las celdas peltier se le acoplaron disipadores de calor con pasta térmica para ayudar al flujo de temperatura. Se unieron

las conexiones de las celdas y el abanico de manera que recibieran correctamente corriente para poder funcionar.

Para un correcto dimensionamiento de la cámara es necesario tener en cuenta la cantidad de vacunas o medicamentos que se deberán contener en el sistema de refrigeración; para este diseño se optó por un tamaño de 250mm 152mm 92mm.

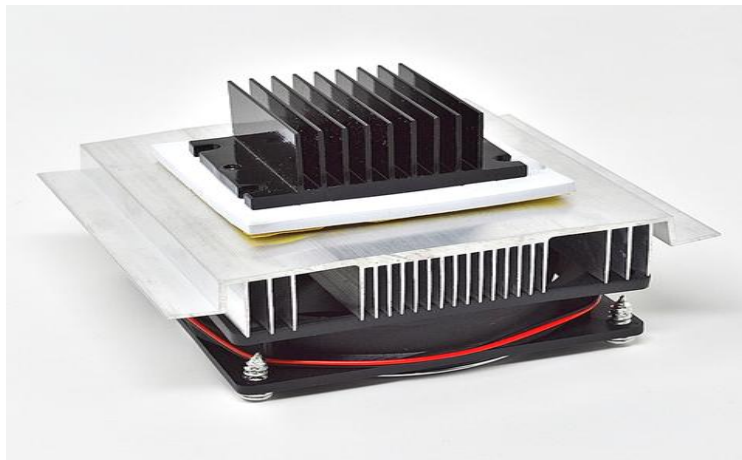


Figura 4. Montaje del disipador de calor y las celdas peltier. *Fuente: e-guash.com*

Funcionamiento

Se debía conocer previamente la temperatura requerida para preservar correctamente los medicamentos o vacunas que vayan a estar dentro del dispositivo; una vez conocido este valor de temperatura se enciende el interruptor que permite el paso de corriente al peltier y al abanico, enciendo los mismos. Una vez encendido y con el producto dentro del recinto es de esperar que tarde unos minutos al sistema para alcanzar la temperatura adecuada de almacenamiento. Se monitoreó el estado de lo contenido en el refrigerador, es decir, temperatura, para verificar que su funcionamiento es correcto y así comprobar que en efecto, está dando los resultados esperados.

Resultados obtenidos

Después de haber hecho el estudio térmico del dispositivo y hallar el valor del calor que debe absorber la celda se sabrán las características que debe poseer la célula Peltier.

Entre las suposiciones tomadas para efectuar los cálculos están: a) el calor es unidireccional, b) se toma en cuenta el efecto de radiación, c) se toma en cuenta la conducción interna y externa del calor y d) para mayor sencillez a la hora de hacer los cálculos se utiliza la analogía de las resistencias eléctricas como resistencias de calor. A continuación, se presentan datos de referencia de acuerdo a consideraciones de diseño adecuadas, ecuaciones y cálculos efectuados:

$$T_{ab} = 17.5 + 273.1 = 290.6K \quad T_{superficie} = 23.5^{\circ}C + 273 = 296.5K \quad \varepsilon = 1$$

$$\sigma = 5.67 \times 10^{-9} W/m^2 * K^4$$

Aquí el espesor es la suma de el espesor de la tabla y el espesor del hielo seco 0.5cm + 1.5cm

$$Espesor = 0.02m$$

$$H_{int} = 13.76 W/m^2 \quad H_{Ext} = 2.86W/m^2$$

$$H_{sup} = 1.33 W/m^2 \quad H_{inf} = 3.128 W/m^2$$

$$T_s = \frac{T_{Int} + T_{AB}}{2} = 11.25^{\circ}C + 273 = 248.25 K$$

$$R_{conduccion} = e/K = 0.8696 m^2K/W$$

$$R_{Rad} = 1/H_{rad} = 0.1686 m^2K/W$$

$$H_{Rad} = \varepsilon\sigma = (T_{AB}^2 T_{ARL}^2)(T_{AB} + T_{ARL}) = 5.9294w/m^2K$$

$$R_{conv} - EXT = 1/2.86w/m^2k = 0.3496 m^2k/w$$

$$R_{conv} - INT = 1/13.76 w/m^2k = 0.0727 m^2k/w$$

$$R_{Comb} = R_{Rad} + R_{conv-ext} = 0.5182 m^2K/W$$

$$B_1 = B_2 = 0.04515 m^2$$

$$Base superior = Base inferior = 0.0735 m^2$$

$$A_{INT.A} = 0.06045 m^2; A_{INT.B} = 0.03315 m^2$$

$$U * A = \frac{1}{\frac{R_{conv-int}}{A_{int}} + \frac{R_{Comb}}{A_{Ext}} + \frac{R_{cond}}{A_{Ext}}}$$

$$Q_{total} = U * A_{total}(T_{Ext} - T_{int}) \quad Q_{Celda\ de\ peltier} = -KA(T_{frio} - T_{caliente})$$

$$LateralA: U * A = \frac{1}{\frac{0.0727}{0.0589} + \frac{0.5182}{0.0735} + \frac{0.3496}{0.0735}} = 0.050903W/K$$

$$LateralBU * A = \frac{1}{\frac{0.0727}{0.03315} + \frac{0.5182}{0.04515} + \frac{0.3496}{0.04515}} = 0.030367W/K$$

$$TapasuperioreinferiorU * A = \frac{1}{\frac{0.0727}{0.0589} + \frac{0.5182}{0.0735} + \frac{0.3496}{0.0735}} = 0.049712W/K$$

$$U * ATotal = (2)(0.050903W/K) + (2)(0.030367W/K) + (2)(0.049712W/K) = 0.261964W/K$$

$$U * ATotal == 0.050903(2)W/K + 0.030367(2)W/K + 0.049712(2)W/K = 0.261964W/K$$

$$Q_{total} = 0.261964W/K(303K - 278K) = 6.54909w$$

$$Q_{Celdas\ de\ peltier} = -(0.37\ W/m * K)(0.04)(0.04)(298K - 323K) = 0.0148W \quad Q_c = \frac{50w + 57w}{2} \\ = 51.2W$$

$$COP = 6.54909/53.5 = 0.1224$$

Se debió remover del recinto 51.2 W. Con esta información, se decidió comprar 2 celdas peltier de 60 W 5 a 8 amperios, cada una estará conformada por su disipador de calor y el abanico.

Para la fuente de voltaje se decidió utilizar las baterías de 12 voltios y 8 amperios. En el siguiente cuadro se mostrarán la potencia, el voltaje y la corriente de cada equipo.

	Voltaje (V)	Corriente (A)	Potencia(W)
Peltier 1	12	5	60
Peltier 2	12	5	60
Abanico 1	12	0.2	2.4
Abanico 2	12	0.2	2.4

Tabla 1. Comparación del voltaje, corriente y potencia de las celdas peltier y los abanicos. *Fuente: Propia.*

Como podemos ver se necesitan 2 baterías de 12 voltios 8 amperios.



Figura 5. Batería utilizada para mantener las 2 celdas en funcionamiento. *Fuente: nergiza.com*

2. Proyecto: Equipo de refrigeración y calentamiento simple para el mantenimiento de alimentos

Introducción

El proyecto consistió en un dispositivo con dos compartimientos, los cuales son desmontables; un lado sería para mantener su contenido caliente y el otro lado para mantener su contenido frío.

Se utilizó plywood porque es un material más fuerte que si sólo hubiese sido hielo seco. Además, se usaron tres celdas peltier porque las dos que se les facilitó, fueron destinadas al lado frío debido al alto consumo energético, por lo que para lograr enfriar un espacio suficientemente grande o a temperaturas muy altas, habrá que utilizar más. Del lado caliente solo se requirió una celda porque aquí las temperaturas tienden a estar siempre arriba de los 20°C así que es fácil que solo una funcionara bien porque la temperatura ambiente trabaja a su favor.

Ensamblado

La construcción del proyecto fue mayormente la estructura de almacenaje aislada, y los componentes electrónicos como lo son las celdas peltier y el abanico. Para la estructura se utilizaron planchas cuadradas de plywood de 0.5cm, y se unieron formando una caja de doble compartimiento. A estas se le anexaron y pegaron planchas de hielo seco de 0,5pulg por dentro de la estructura de plywood, de manera que ambos lados y la puerta quedasen cubiertos de hielo seco, que vendría siendo el material aislante para preservar lo mayor posible la temperatura, y aislar el lado caliente del frío. Las puertas se unieron con bisagras y se reforzaron las uniones exteriores de los compartimientos del plywood con bisagras fijas en forma de L, de esta manera se tenía una estructura rígida. A las caras internas y puerta de ambos compartimientos se cubrió con papel aluminio para ayudar a mantener la temperatura dentro de cada recinto.



Figura 6. Ensamblado del techo con la pared trasera. *Fuente: Propia.*



Figura 7. Ensamblado de las paredes laterales al techo y a la pared trasera. *Fuente: Propia.*

Por último se acoplan la parte electrónica, que vendría siendo el conjunto de celdas peltier con el abanico, uno en cada compartimento. Se conectaron los cables con la polaridad adecuada de manera que un lado la cara caliente del peltier mirase hacia dentro del compartimento, y viceversa para el segundo compartimento frío.



Figura 8. Ensamblado del piso a la pared divisora. *Fuente: Propia.*

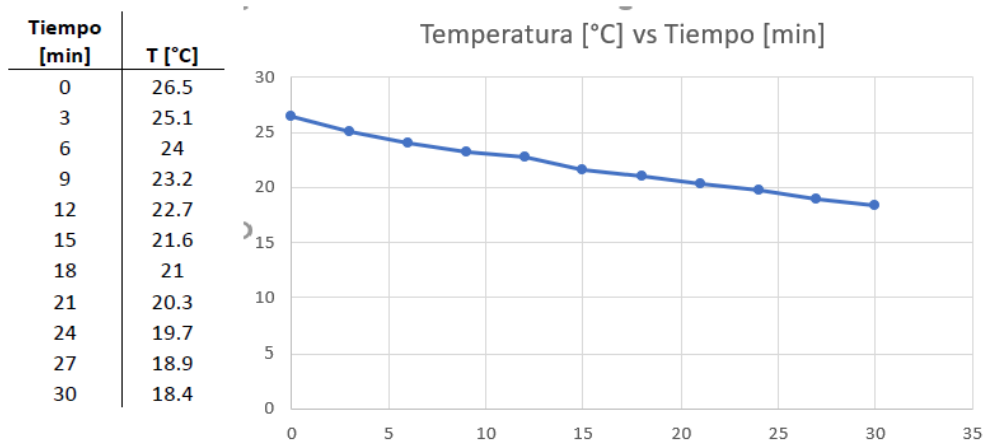


Figura 9. Agregado del módulo de enfriamiento en el orificio del techo para conectar a la batería. *Fuente: Propia.*

Resultados Obtenidos

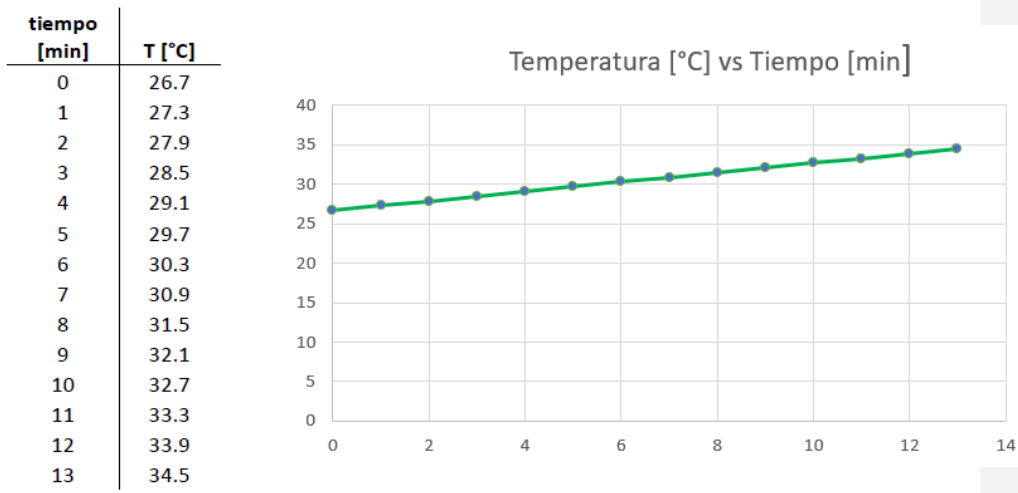
A partir del termómetro digital, se pudo elaborar una gráfica que relacione la temperatura y el tiempo y, de esta manera podemos observar cómo va incrementándose o reduciéndose la temperatura hasta llegar a un punto de equilibrio.

LADO QUE ENFRÍA



Gráfica 1. Comparación de la temperatura y el tiempo. Fuente: Propia.

LADO QUE CALIENTA



Gráfica 2. Comparación de la temperatura y el tiempo. Fuente: Propia.

Se observó que en la gráfica 1 y gráfica 2 el lado frío tardó más de 30 minutos en alcanzar su máxima temperatura con respecto al lado que calienta que tan solo lo hizo en 13 minutos.

Esto se debe a que para la placa por condiciones ambientales y debido a la naturaleza de las propiedades termoeléctricas de la misma, le es más fácil generar calor que absorberlo, es decir, calienta más rápido de lo que enfría. Otra justificación es que debido a que un lado de la placa se enfría y el otro se calienta, es normal que el lado caliente le ceda calor al lado frío por ende el lado frío le es más difícil enfriar que el lado caliente.

3. Proyecto: Cooler a base de celdas peltier

Introducción

El proyecto se basó en la implementación de las celdas Peltier en una estructura que simulase un enfriador o cooler, que en este caso era modular; con propósitos pensados como lo son el alojamiento de medicamento delicado que requiere preservación en frío, alimentos, entre otros.

Consistió en construir una estructura cúbica de materiales con propiedades aislantes, como lo son los tableros de espuma, y diseño e implementación correcta de un circuito eléctrico con la ayuda de un Arduino, con la finalidad de medir la temperatura interna y también para ayudar a abrir y cerrar la puerta del cooler. Los componentes de dicho circuito lo formaron sensores de temperatura, los cuales medían los valores de temperatura a lo interno del cooler; luces leds que mejoraban la visibilidad dentro del cooler y aportaban valor estético al diseño; pantalla led que indicaba los datos de temperatura en tiempo real, motor para el movimiento de la puerta del cooler y su respectivo circuito de control utilizando un joystick para el ingreso de los comandos.

Ensamblado

El ensamblado consta de dos partes: la arquitectura electrónica del sistema donde se utilizó para procesamiento de la información y control de los componentes una tarjeta Arduino. Y la estructura del cooler que además de ser usada para refrigerar se utilizó como estructura para los componentes electrónicos, para mejor manejo y movilidad del cooler.

Los materiales utilizados para la construcción de la segunda parte (estructura del cooler) fueron: tableros de espuma, panchas de hielo seco de ½ pulg, cinta adhesiva, goma fría y tachuelas de cabeza alta.

La estructura del cooler consta de 6 superficies: cara superior, cara inferior o base, cara lateral derecho, cara lateral izquierdo, cara posterior y la cara frontal que vendría siendo la puerta de entrada del cooler para introducir elementos a refrigerar. Se cortaron las caras superior y base como se observa en la figura 10:

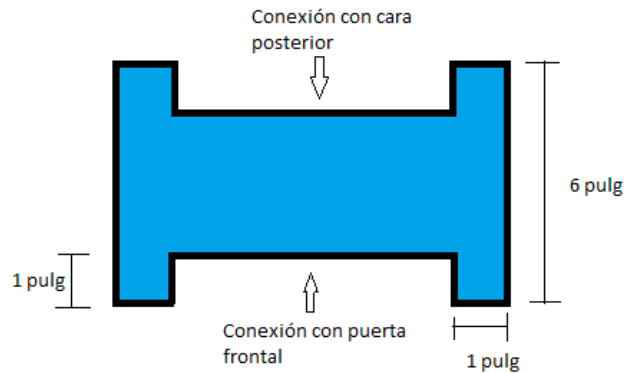


Figura 10. Dimensiones para las caras superior y base del cooler. *Fuente: Propia.*

Se unieron dos tableros de espuma con goma fría para reforzar cada cara superior y base. Para las caras lateral izquierdo y derecho se hicieron con dos tableros de espuma y una plancha de hielo seco en el medio de cada una, de esta manera se tenía una pared robusta y con suficiente resistencia para soportar la estructura y los demás componentes. En cada cara lateral, el tablero de espuma que da con la parte interna del cooler es una pulgada más de largo; esto es para poder acoplar la puerta frontal y que pueda sellar sin dejar huecos justo como se aprecia en la figura 12 y figura 13.

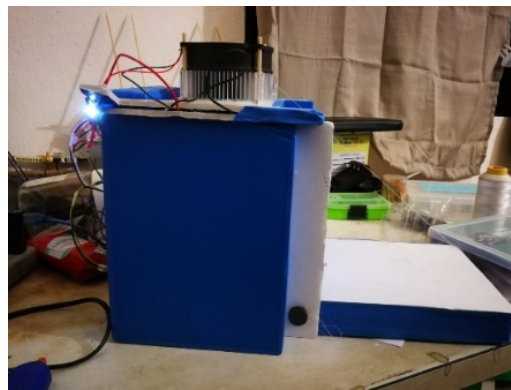


Figura 11. Vista lateral izquierda del cooler. *Fuente: Propia.*



Figura 12. Vista lateral derecha del cooler. Fuente: Propia.

Una vez unido las paredes laterales utilizando goma fría, superior y base, se ensambla la pared frontal o puerta. Debido a que el propósito de esta era que tuviera la capacidad de movimiento para abrir y cerrar el compartimento de manera automatizada con un motor eléctrico, controlado por un Arduino. La puerta se hizo de una plancha de hielo seco de 4x6 pulg y se pegaron dos tableros de espuma a cada lado para mayor rigidez. Se acopló utilizando tachuelas de cabeza alta que servirían de pivote para mover la puerta.

Habiendo ensamblado la parte estructural, correspondía el ensamblado de la arquitectura electrónica. La misma tenía como componente principal, el controlador y cerebro del aparato, el Arduino.

El ensamblado de la parte electrónica se detalla por componente, como lo son el sistema que mueve la puerta, la pantalla lcd y el sensor de temperatura.

Para el ensamblado del joystick al Arduino, se muestra los pines utilizados en el Arduino: 8 (para el puerto 1 del driver), 9 (para el puerto 2 del driver), 10 (para el puerto 3 del driver), 11 (para el puerto 4 del driver), 5v, gnd, A1.

De misma manera se mencionan los puertos conectados con el Arduino, situados en el joystick: vcc, gnd, rx, in1, in2, in3, in4, 5v, gnd.

Procedimiento de cómo se conectó los pines:

1. Pin de 5v se conectó al riel positivo.
2. Pin gnd se conectó al riel negativo.
3. Pin de alimentación del driver se conectó al riel positivo.
4. Pin de tierra del driver se conectó al riel negativo.
5. Pin de gnd del joystick se conectó al riel negativo.
6. Pin de vcc del joystick se conectó al riel positivo.
7. Pin de rx del joystick se conectó al pin a1.
8. Pin in1 al in4, a los pines 11 hasta 8.

Puertos de conexión utilizados para controlar el lcd y el sensor de temperatura, ubicados en el Arduino: 5v, gnd, A0, A4, A5.

Pines utilizados en la pantalla lcd para ser conectado al Arduino: vcc, gnd, sda, scl.

Pines a utilizados en el sensor de temperatura par ser conectado al Arduino: vcc, gnd, sensor.

Procedimiento de cómo se conectaron los pines del lcd y el sensor de temperatura al Arduino:

1. Pin vcc del lcd se conectó al riel positivo.
2. Pin gnd del lcd se conectó al riel negativo.
3. Pin de sda del lcd se conectó al pin A4.
4. Pin del scl del lcd se conectó al pin A5.
5. Pin del vcc del sensor de temperatura se conectó al riel positivo.
6. Pin del gnd del sensor de temperatura se conectó al riel negativo.
7. Pin del sensor al pin A0 del arduino.

Adicional a estos se incorporó el abanico, el motor que mueve la puerta y las luces led que iban a iluminar el interior del recinto. Ambos conectados a corriente, por ende, siempre se mantenían encendidas si el Arduino recibía corriente, o apagadas si el mismo no tenía fuente de corriente. Para mover la puerta, se unió con un hilo la parte superior de la puerta al eje del motor, de manera que cuando este se accionaba y se movía, la puerta se abría o se cerraba.

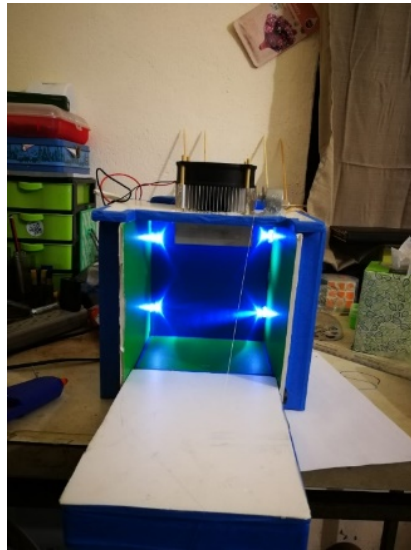


Figura 13. Vista frontal de la compuerta mecanizada. *Fuente: Propia.*

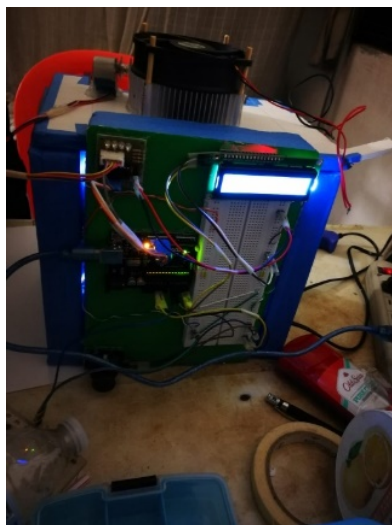


Figura 14. Agregado del circuito y en completo funcionamiento. *Fuente: Propia.*

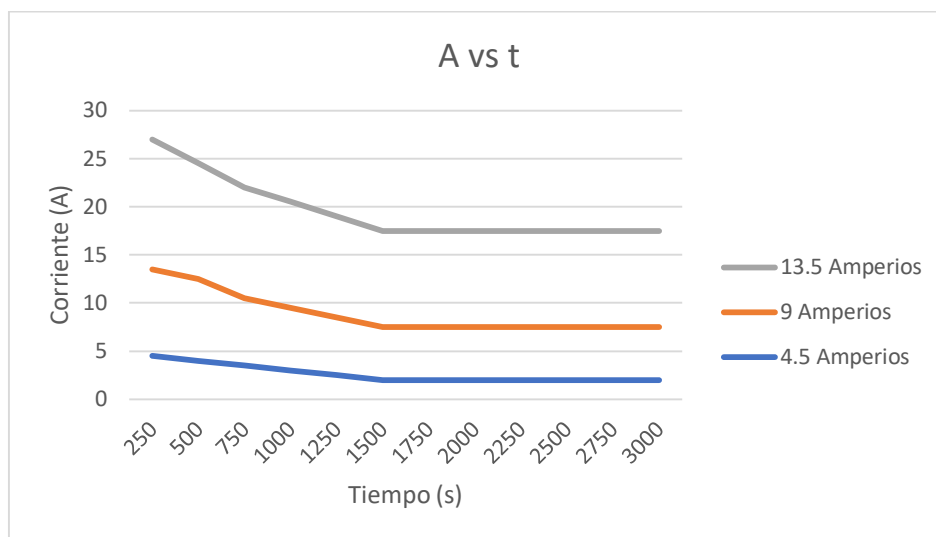
Funcionamiento

El funcionamiento del aparato consiste mayormente de la arquitectura electrónica y su manejo. Primeramente, se debe saber las dimensiones y temperatura necesaria que debe ser usada para preservar el objeto o producto deseado. Una vez determinado el objeto a introducir y verificado sus dimensiones, se inicia el sistema con el encendido de la parte electrónica, conectando el cable de corriente del Arduino a la fuente de poder más cercana. Cuando se energiza el Arduino automáticamente se encienden los componentes de enfriamiento (celda peltier y abanico), la pantalla lcd y las luces led dentro del recinto.

El motor que acciona el movimiento de la puerta permanece sin moverse a menos que se mueva el joystick. Por ende, para poder abrir y cerrar la puerta se usa el joystick con el sistema encendido y este abre o cierra la puerta. En la pantalla lcd se va mostrando la temperatura en °C en tiempo real mientras esté energizado el sistema.

Resultados Obtenidos

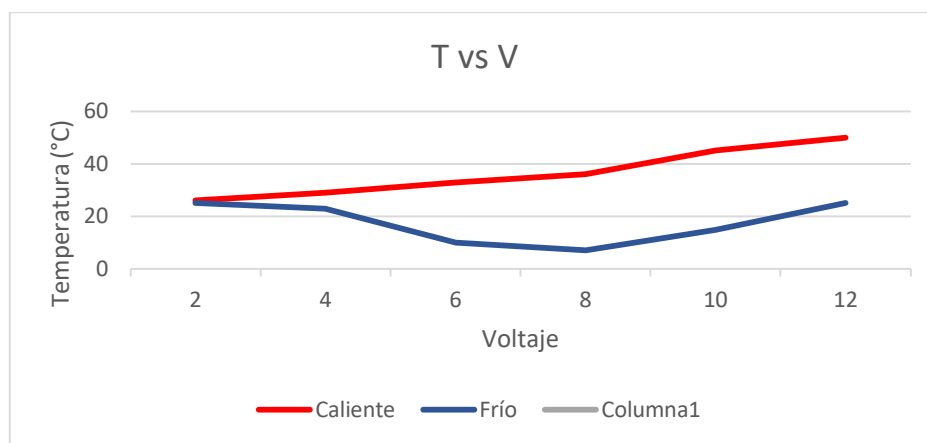
Mediante pruebas de voltaje, amperaje y temperatura, primero se determinó un patrón de comportamiento de cuanto le tardaría a una placa Peltier estabilizarse y mantener su consumo de corriente para trabajar en su modo óptimo.



Gráfica 3. Estabilización de la corriente consumida por una placa Peltier (corriente vs tiempo). Fuente: Propia.

De la gráfica 3 se obtuvo un patrón en el que para varias corrientes aplicadas a la placa, su tiempo promedio de estabilización es a los 1500 segundos (25 minutos); es decir, es a partir de dicho tiempo que el consumo de la placa es constante.

Para determinar la eficiencia de temperatura pico en frío y caliente, se realizó una comparación gráfica de temperatura vs voltaje.



Gráfica 4. Comportamiento de la temperatura con respecto al voltaje aplicado a la placa. *Fuente: Propia.*

De la gráfica 4, se observó que para el lado de la placa que libera calor al ambiente es un comportamiento ascendente y fluido, sin caídas mayores de temperatura; por otro lado, para la parte que absorbe calor, este baja su temperatura como debe hasta que llega a los 8 voltios, y ocurre un aumento de temperatura hasta llevarlo casi a su temperatura inicial.

4. Proyecto: Aire acondicionado portátil a base de celdas Peltier

Introducción

El proyecto consistió en la realización de un aire acondicionado portátil a base de celdas Peltier. El cual fue pensado para reducir la temperatura ambiente de un área pequeña, por su tamaño y diseño pudiera utilizarse para mejorar la sensación térmica de una persona como un equipo de uso personal.

Su fabricación se logró con materiales aislantes, ventilación con abanicos, buenos disipadores de calor y un diseño simple pero que a su vez trate de minimizar los cambios de temperatura del lado caliente a frío por transferencia de calor que puede ocurrir propio del diseño, o propiedades del mismo material a utilizar.

Si bien es un proyecto sencillo con fines educativos, es una de muchas ideas que sería muy útil para uso doméstico en especial en países como Panamá, donde se vive un constante problema de sofocamiento por calor y humedades altas.

Ensamblado

Para la elaboración de este aire acondicionado portátil usaron los siguientes materiales:

- 2 celdas peltier.
- 1 baterías de 12 voltios, 9 amperios o un adaptador de 12 voltios.
- 2 abanicos.
- 2 enfriadores de CPU.
- 1 plancha de foam board.
- 2 cables cabeza de cocodrilo.
- 2 disipadores.
- 2 pies de cable AWG30.
- 1 switch de 4 pines.

Para este equipo se utilizaron 2 celdas enfriadoras termoeléctricas. Se soldaron los terminales a las celdas y se probó el funcionamiento de estas para verificar el funcionamiento de la soldadura y determinar el lado frío y caliente de las celdas. El material utilizado como estructura de soporte para los componentes y que a su vez se utilizó como material aislante fue el “Foam Board”, traducido literalmente como tabla de foam. Este material contiene foam encapsulado entre dos secciones de cartón, el foam es utilizado en distintas aplicaciones como material aislante por su baja conductividad térmica y por su poco peso. Las placas fueron instaladas sobre una plancha de Foam Board cortada lo más a la medida posible para evitar filtraciones de aire.

En la sección de enfriamiento, se utilizaron los abanicos para crear el flujo de aire hacia el lugar que se quiere acondicionar. Los abanicos se sujetaron al foam utilizando tornillos pasantes. En la sección fría de las celdas se colocaron disipadores de calor, que aumentan el área de contacto con el aire para la transferencia de calor y mejoran la capacidad de enfriamiento.

El lado caliente de las celdas termoeléctricas se instalaron los enfriadores de CPU, que son óptimos para su uso en la disipación de calor en áreas pequeñas de componentes eléctricos/electrónicos. Al igual que los abanicos del lado frío se sujetaron los enfriadores con tornillos pasantes.

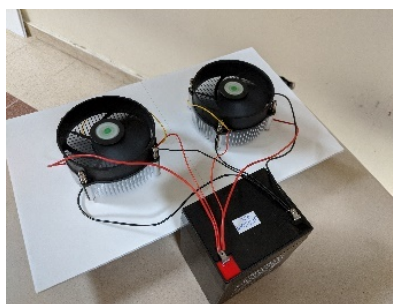


Figura 14. Probando la soldadura de los peltier con los enfriadores junto con la batería de 12 volts. *Fuente: Propia.*

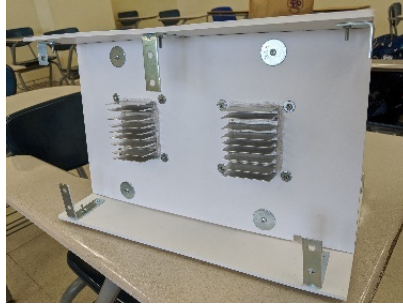


Figura 16. Parte frontal interior, disipadores. *Fuente: Propia.*

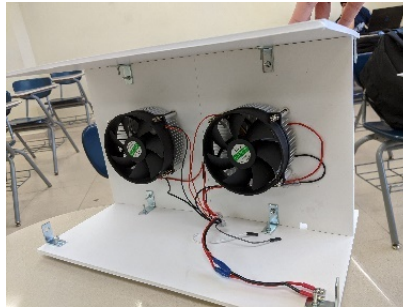


Figura 17. Conexión de la parte frontal y trasera a un nodo común. *Fuente: Propia.*



Figura 18. Implementación de las distintas partes. Se visualiza los disipadores con los ventiladores. *Fuente: Propia.*

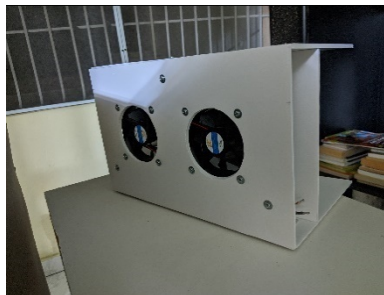


Figura 19. Visualización de la parte frontal. *Fuente: Propia.*

Una vez acoplado los disipadores y abanicos respectivos para los lados fríos y caliente de cada peltier, se procede a acoplar las dos planchas una frente a la otra. Estas son, como se puede observar en la *figura 17*, la plancha izquierda que contiene las celdas peltier y disipadores, se anexa otra plancha de foam donde están acoplados dos abanicos que van pegados al lado frío. Esto es así pues lo que se busca es ventilar el aire frío y caliente por lados opuestos evitando que estorbe lo menos posible uno del otro, para poder así mantener estable la temperatura de cada lado y evitar de la mejor manera la transferencia de calor del lado caliente al lado menos caliente, es decir, el lado frío.

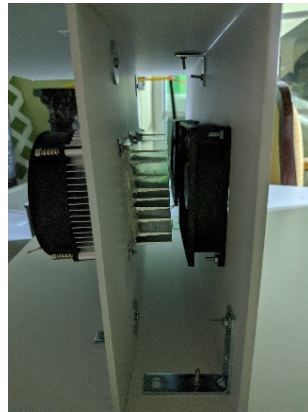


Figura 20. Parte interna frontal, disipador cerca de los ventiladores para aprovechar el flujo de aire a baja temperatura. *Fuente: Propia.*

Con ambas planchas unidas, anteriormente mencionadas, se acoplan paredes de forma que encajona la plancha de los abanicos que ventilan el lado frío de las placas y estos se unen con bisagras fijas metálicas en forma de L, con tornillos. Tal como se aprecia en la *figura 18*. Por último, se acopla un rejilla hecha de foam board que permite la ventilación y salida de aire “frío”, que a la vez sirve para proteger los abanicos contra cualquier escombros grande y también por seguridad, ya que fácilmente se propicia para un potencial accidente exponer los abanicos a total intemperie. Esto último se puede apreciar en la *figura 22*.

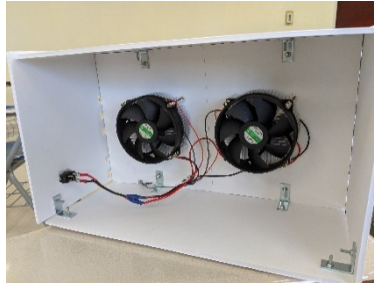


Figura 21. Conexión del nodo común al switch. *Fuente: Propia.*



Figura 22. La parte trasera debe tener una mayor área de flujo para que el calor se disipe. *Fuente: Propia.*



Figura 23. Batería con las cuales se probó, también funciona igual con un adaptador de 12 volts. *Fuente: Propia.*

Pasos seguidos para realizar el proyecto:

1. Con las celdas peltier, se determinó el lado frío y caliente de la misma.
2. Se dimensionó la capsula del air conditioner y se realizaron los cortes necesarios.
3. Con una lámina de foam board, se estableció la posición de las 2 celdas a usar y se utilizó una pasta térmica para crear mayor área de contacto con el enfriador de CPU, colocando uno a cada celda de peltier en el lado caliente de la misma.
4. Al lado frío de la celda de peltier, se colocó un dissipador con pasta térmica.
5. Para que los elementos no se muevan, se usó goma silicona caliente para que no haya movimiento de los elementos.
6. Siendo en ese entonces, la construcción de la parte interna, se determinó el lado frío como el lado frontal interno del air conditioner y el lado caliente para la parte trasera.
7. Como las celdas peltier y los enfriadores de CPU contienen 2 cables de color negro y rojo. Se determinó el color rojo como el lado positivo y el negro como el lado negativo. Los 4 elementos se soldaron a un nodo común para cada polaridad.
8. Con otra lamina de foam board, se abrieron 2 orificios axisimetricos para los abanicos.
9. Se hizo un orificio en la parte inferior para que el cableado pase a la parte trasera de los elementos intermedio.
10. Se utilizó cable para unir todos los elementos, finalizando todos a un nodo común positivo y otro negativo.
11. Con un switch implementado a un costado del air conditioner, se procedió a conectar el lado positivo y negativo a este dejando 2 cables medianamente largos para conectarlos a una fuente.
12. En vista de que la parte trasera debía disipar el calor, la lámina trasera debe permitir este flujo de aire por lo que debe tener apertura.

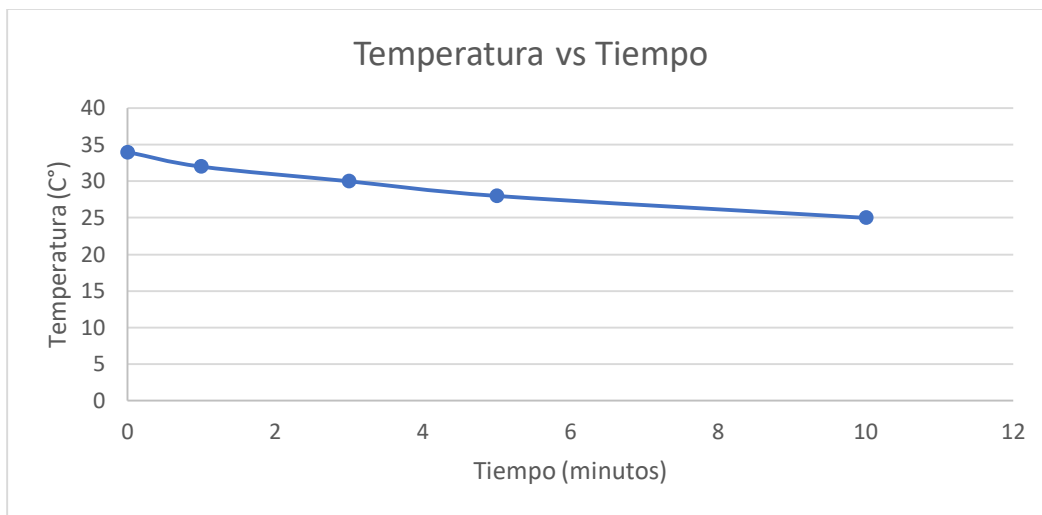
Funcionamiento

El funcionamiento del aparato es bastante simple requiere aclarar de normas básicas de seguridad. Para el encendido de abanicos y celdas peltier, se energiza el sistema conectando el cable de corriente a la fuente de poder más cercana o conectándolo a un banco de baterías de 12 V; seguido de esto, se encienden los componentes e inmediatamente sucede el flujo de aire caliente y frío por ambos lados de la celda.

Es por esto que se recomienda mantener el lado caliente fuera del contacto humano y/o cualquier objeto, u aparato que pueda verse afectado por el calor que emana del lado caliente de las placas, es decir, la parte posterior del aparato.

Resultados Obtenidos

Para evaluar la capacidad y desempeño del aire portátil se tomaron medidas de temperatura del aire saliente del aparato en un tiempo determinado, en base a esto se hizo una gráfica donde se interpreta el comportamiento y el desempeño de las dos placas Peltier funcionando en conjunto con la estructura armada del aire acondicionado.



Gráfica 5. Comportamiento de la temperatura con respecto al tiempo en un lapso de 10 minutos. Fuente: Propia.

De la gráfica 5, se observó como resultado un decremento de temperatura de 9°C partiendo del reposo a temperatura ambiente (34°C). No se tomó en cuenta los factores de humedad.

5. Proyecto: Generador termoeléctrico a base de celdas Peltier

Introducción

Este proyecto consistió en un generador termoeléctrico utilizando celdas de Peltier basado en los principios del efecto Peltier y efecto Seebeck.

El efecto térmico que surge de alimentar con voltaje la celda se conoce como efecto Peltier. El efecto Seebeck consiste en someter las celdas a tener una diferencia de temperatura lo cual genera una diferencia de potencial en las terminales de esta.

Apoyados en estos principios, se realizó una estructura que alberga dos compartimentos: uno frío y otro caliente; en los cuales se introducen un sumidero de calor y una fuente de calor, respectivamente. Con el propósito de generar un gradiente de temperatura suficiente que permita a través de un multímetro registrar la corriente eléctrica generada por el efecto Seebeck. A cada compartimento se les realizaron adecuaciones necesarias para mejorar la transferencia de calor con la respectiva cara de la celda y para aislar un compartimento del otro.

Ensamblado

Para la fabricación del generador se usaron los siguientes materiales:

- Celdas peltier
- Plancha de madera de $\frac{3}{4}$ pulgadas
- Bisagras
- Tornillos
- Láminas de acrílico
- Aislante
- Tape de aluminio
- Soldador
- Lámina de lata metálica

-Pintura negra

-Fuentes de calor (Lupas que enfoquen el sol o Velas)

-Sumidero de calor (Hielo)

Se fabricó con la plancha de madera un cajón en el cual se integró posteriormente todos los demás materiales. En lados opuestos del cajón se les realizó previamente un hueco que se utilizó para acceder a los compartimentos caliente y frío. Se inició el ensamblado del compartimento caliente, doblando la lámina de lata de forma que se cubriera la mitad del cajón de madera como un enchapado, la parte interna del enchapado se pintó de negro para mejorar la absorción de calor del compartimento y por ende la transferencia de calor hacia el lado caliente de la celda. Se utilizó tape de aluminio para sellar los dobleces de la chapa. A través del hueco en el cajón de madera se introdujo la vela que actuó como fuente de calor.



Figura 24. Vista superior de la estructura. *Fuente: Propia.*

Para el compartimento frío, se fabricó un cajón de acrílico para ocupar la mitad restante del cajón de madera, al cajón de acrílico se le aplicó goma caliente en todas las aristas, para prevenir filtraciones ya que en el caso de utilizar como sumidero el hielo, se puede filtrar el agua al derretirse. A la sección de acrílico contigua al compartimento caliente, se le realizó un corte para encajar las celdas de Peltier, alrededor de las celdas se colocó un cordón de goma caliente para hermetizar la junta. Se colocó una chapa metálica en el área de las celdas de Peltier en el lado frío, para mejorar la conducción térmica. En el recipiente se colocó agua con hielo para absorber calor de las celdas.



Figura 25. Vista frontal del recinto interno de acrílico. *Fuente: Propia.*

Se usó el soldador para configurar las conexiones de las placas en serie, esto para obtener el mayor voltaje posible con el equipo ensamblado, se les aplicó pasta térmica para mejorar la conducción entre las celdas y la chapa que hace contacto con las mismas, como parte final y para probar su funcionamiento, se colocaron a través de los orificios hechos en cada compartimiento la fuente y el sumidero de calor.

Funcionamiento

El funcionamiento del aparato es simple, pero de igual modo que el proyecto anteriormente explicado, se deben tomar en cuenta medidas básicas de seguridad.

Debido a que el mero propósito de este proyecto es generar energía, no requiere ser energizado con corriente, ya que es lo que se obtiene como resultado final. Para esto aplica temperatura fría y caliente en cada lado opuesto de la celda peltier, esto se logra utilizando como posibles fuentes de temperatura: velas para el lado caliente, cubos de hielo para el lado frío.

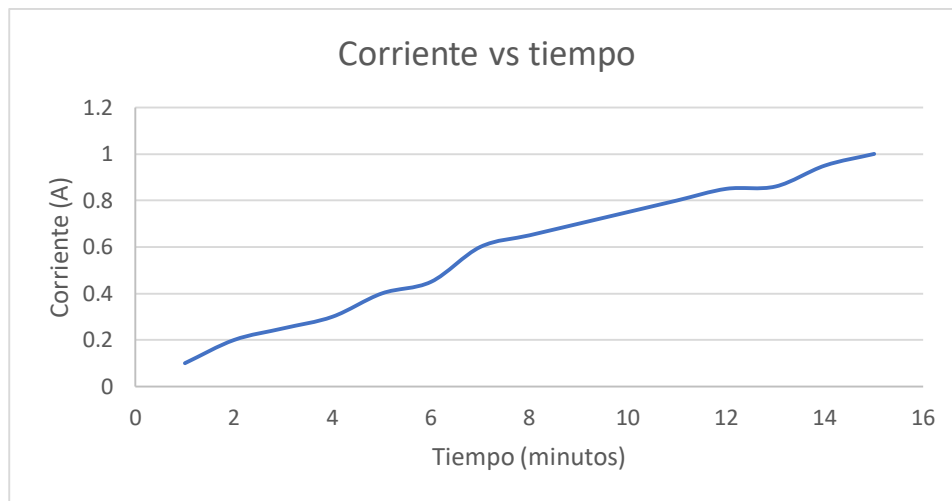
Una vez se obtienen estos, simplemente se colocan los cubos de hielo de modo que quede lo más cerca posible al disipador ubicado del lado correspondiente de la celda al lado frío, y se reposa una vela de mecha potente en el compartimento diseñado para albergar objetos calientes; en el lado caliente de la celda.

Es importante recordar que se debe mantener lo más aislado posible ambos componentes con la intemperie, como lo es la luz solar y/o ventilación acondicionada, debido a que puede afectar en la transferencia de calor de alguno de los lados. Una vez se logra mantener ambos lados con la

mayor diferencia de temperatura posible, se mide con un voltímetro los polos positivo y negativo de la celda y se obtiene un nivel de corriente generado termoelectricamente.

Resultados Obtenidos

Se realizaron pruebas para evaluar el flujo de corriente eléctrica que se generaba a partir del efecto Seebeck en el arreglo en serie de las celdas de Peltier. En el lado frío se colocó hielo y en lado caliente se aplicó calor mediante velas.



Gráfica 6. Comportamiento de la corriente con respecto al tiempo en un lapso de 15 minutos. Fuente: Propia.

El resultado de la gráfica 6 fue un valor aproximado de 1 A de corriente generada como valor cuasi-estable en el lapso de 15 minutos. Esto fue en parte gracias a la configuración de la conexión eléctrica de las celdas y el aislamiento entre los compartimentos para procurar que la transferencia de calor ocurriera mayormente a través de las celdas.

Adicional a esto el hecho de que se obtiene una corriente más alta y estable si se pudiese aportar un diferencial de temperatura más alto a la celda, mantener ambos lados lo más aislados posibles de factores externos que pudiesen afectar la temperatura de estos.

6. Proyecto: Dispensador de Agua Fría y Caliente

Introducción

Este proyecto es un dispensador con calentador y enfriador de agua con celdas Peltier. Fue escogido porque se utilizó el componente de enfriamiento como de calefacción de la celda Peltier. Este tipo de artefactos son de gran utilidad y aunque la idea en sí, no es original, el proceso de cambio de temperatura puede generarse de muchas formas, incluso algunas que no han sido usadas hasta el momento.

Se consideró que las fallas por manipulación y por la complejidad que envuelve a los cambios de temperatura provocados, utilizar la herramienta de Arduino, para regular el control del dispositivo.

Ensamblado

Se utilizó el siguiente grupo de materiales: Celdas Peltier, fuente de poder de una computadora, disipadores de calor (ventiladores), Arduino NANO y sus conexiones, material de plomería (codos, tuberías, llaves, etc.) y material de estructura (cartón, madera, tornillos, etc.).

Se construyó una estructura de cartón que funciona como base de apoyo a la fuente y el Arduino, de esta base se levantan unas columnas de hiel seco que se unen en una especie de soporte de madera donde se apoyaran los contenedores. En la parte trasera de los inferiores se amarró con alambres de cobre las celdas y los difusores de calor. En la parte inferior de los contenedores se abrió un agujero donde se insertaron los tubos de CPVC de $\frac{1}{2}$ " y estos salen por la cara frontal de la "carcasa" y se le añadió una válvula en la salida. La cara trasera tiene agujeros para que sobresalgan los ventiladores y puedan sacar el aire frío y caliente del sistema.



Figura 26. Vista interior del dispositivo. *Fuente propia.*



Figura 27. Artefacto dispensador de agua. *Fuente propia*

Funcionamiento

Se considera la principal fuente de alimentación como la fuente de computadora que será conectada a 120V (tomacorrientes). Para que la fuente funcione hay que hacer corto entre dos cables de la misma fuente, existe un interruptor en este punto para poder controlar cuando la fuente funciona. Esta fuente alimentara con 12V ambas celdas Peltier y ambos ventiladores. La conexión con las celdas Peltier funciona así: pasará por un Relay que será controlado por el Arduino que lo abrirá y cerrara cada 5 segundos, los ventiladores funcionaran de manera constante. El Arduino además de estar conectado a este Relay también está conectado a los dos sensores de temperatura y a las luces LED. Aquí se presenta un diagrama con las conexiones realizadas:

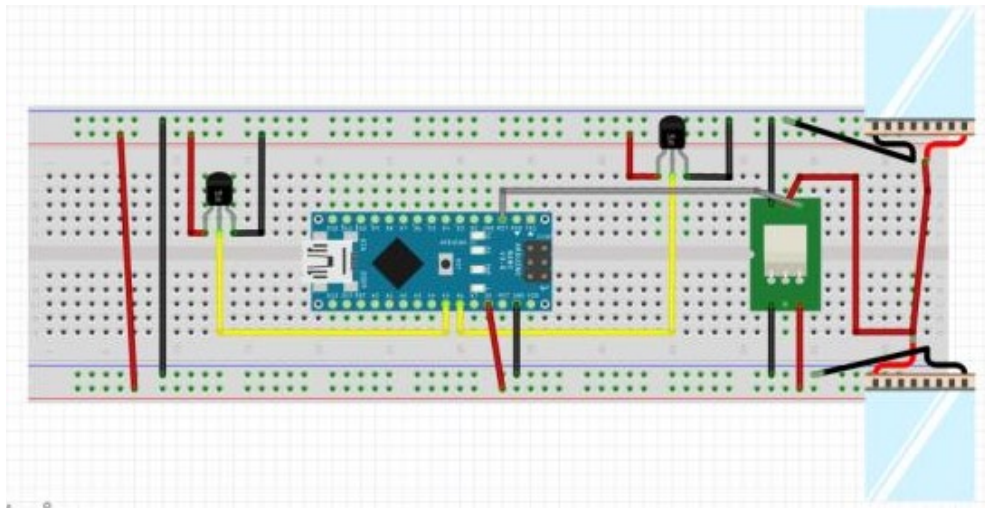


Figura 28. Diagrama de conexiones. *Fuente propia*

El agua debe reposar en los recipientes ubicados en la parte superior de las válvulas de control, una vez se acciona el mecanismo de la llave el agua fluirá a través de este a la temperatura que deseemos (fría o caliente).

Resultados obtenidos

No existen resultados numéricos definidos ya que los sensores no podían ser sumergidos en el mismo líquido para poder obtener una marca de temperatura, por lo que estos apenas variaban con respecto a la temperatura ambiente. Los resultados no validan la eficiencia del proyecto, aunque si tenemos resultados empíricos.

En el primer par de pruebas realizadas el contenedor de calentamiento incrementó la temperatura de manera considerable, en cuestión de 5 minutos el agua se calentaba lo suficiente para poder hacer un té en ella sin ningún problema, incluso el agua que se encontraba en la región adyacente a la pared en la que estaba la celda Peltier se podía “ver” hirviendo. Pero, como fue de esperarse, el lado de enfriamiento apenas se evidenciaba una diferencia de temperatura en el agua.

A la hora de poner a prueba el proyecto en la exposición en la escuela, se rearmó toda la estructura con los chicos y los resultados fueron todos los contrarios. El contenedor frío disminuyó la temperatura mucho más de lo que había logrado hasta ahora, incluso hasta el punto donde el agua en el interior se podía decir que estaba “fría”. Mientras que el lado caliente apenas pudo calentar un poco más que la temperatura ambiente. Creemos que esto se debe a que cuando desmontamos y volvimos a montar toda la estructura se dejó el contenedor de enfriamiento mejor aislado o con el ventilador en una posición que permitía la dispersión de calor de mejor manera.

7. Proyecto: Deshumificador

Introducción

La humedad del aire o el concepto de humedad relativa del aire implica la cantidad de agua que hay en el ambiente. La humedad del aire se mide en porcentaje y el máximo es 100%, un valor que por otro lado no vamos a alcanzar en condiciones normales.

Los parámetros de humedad del aire suelen ser más determinantes cuando estamos en climas calurosos que cuando estamos en climas fríos. Entre otras cosas porque protegerse del frío con medidas naturales es más sencillo que protegerse del calor con métodos naturales o caseros y la humedad afecta directamente a la sensación de calor. ¿Qué queremos decir con esto? Como hemos comentado, la humedad del aire es un factor que incide en la “temperatura ambiente”. Con altos índices de humedad sentimos un calor más agobiante y dado que incidir sobre los niveles de humedad relativa en el aire es muy complejo, podemos decir que ante el calor del verano y el consiguiente efecto de evaporación del agua, en una zona húmeda nos cuesta mucho luchar contra el calor.

En este proyecto se busca mostrar cómo se desarrolló un deshumificador utilizando celda peltier, y la adaptación de este para que estudiantes de secundaria mediante una experiencia de laboratorio fueran capaces de comprender su funcionamiento y como está integrado.

Ensamblado

La estructura variara acorde al gusto quien elabore este proyecto, para nuestro caso en específico los materiales a utilizar son: Madera, clavos, tornillos, soportes L para madera, bisagras y pintura en aerosol.



Figura 29. Estructura del deshumificador. *Fuente: Propia.*

Pelar los cables de las celdas peltier y de la fuente para realizar las conexiones. Siguiendo este esquema conecte el lado positivo al lado de 5V de la fuente de alimentación y el lado negativo a tierra, verifique si funciona correctamente y recuerde la conexión, para conectarlos posteriormente. La estructura del deshumificador es bastante simple se compone de dos disipadores de calor, con una celda Peltier en el medio de ellos y un abanico de 12V en el tope para que ayude a condensar el agua. Una vez hayamos realizado la estructura colocaremos un disipado debajo, luego pasta térmica pondremos en encima de la pasta térmica el lado frio de la peltier que se puede identificar porque tiene unas letras. Luego colocaremos pasta termina en el lado de calor y luego el otro disipador encima de esta. Como punto final se coloca el abanico que ayudara a enfriar y ayudar a la condensación.

Funcionamiento

La aplicación de la tensión continua 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. Como se ha comentado antes, un módulo termoeléctrico está formado por uniones de semiconductores tipo P y N.

Un semiconductor tipo N está dopado para que tenga un exceso de electrones, es decir, tiene más electrones de los que necesita para completar una perfecta estructura molecular. En cambio, un semiconductor tipo P está dopado para que tenga una deficiencia de electrones.

Los electrones por exceso en el material N y los agujeros debidos a la deficiencia de electrones de material P son los portadores que transportarán la energía calorífica a lo largo del material termoelectrico.

Cuando un electrón cambia de nivel energético a un nivel inferior desprende calor. De igual forma, si un electrón cambia de un nivel energético inferior a un nivel energético superior absorbe energía, y, por tanto, absorbe calor. En un módulo termoelectrico, si los electrones por exceso de un elemento de tipo N (nivel alto de energía) pasan al tipo P (nivel bajo de energía) desprenderá calor. En cambio, si los electrones del elemento tipo P pasan al elemento tipo N, absorberán calor.

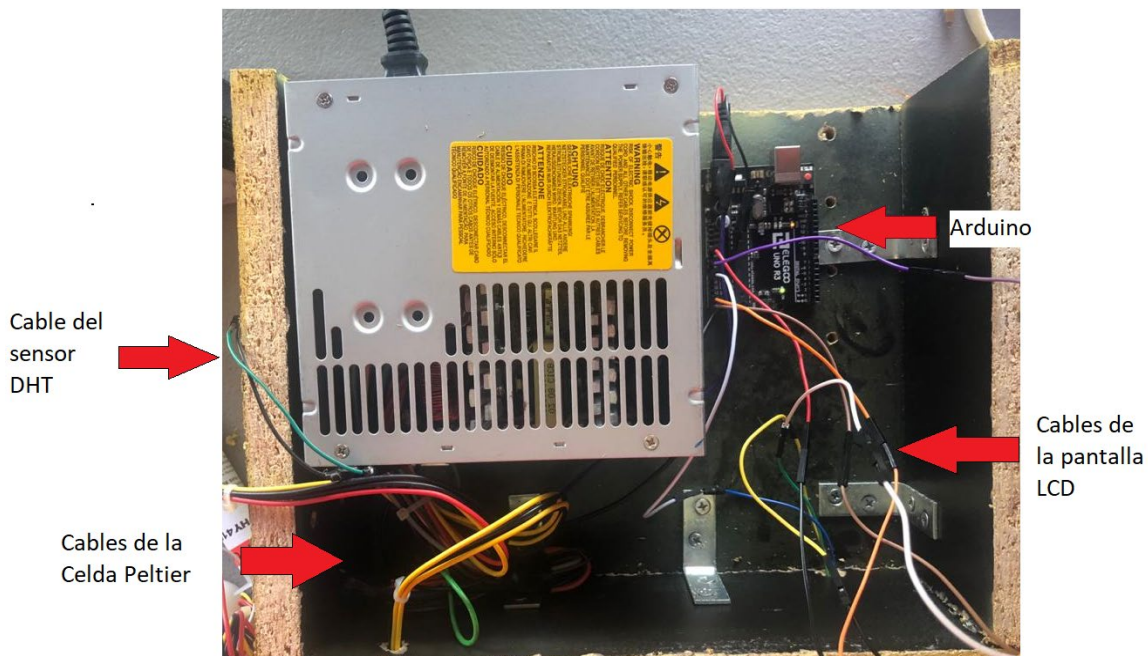


Figura 30. Configuración interior del dispositivo. Fuente: Propia.

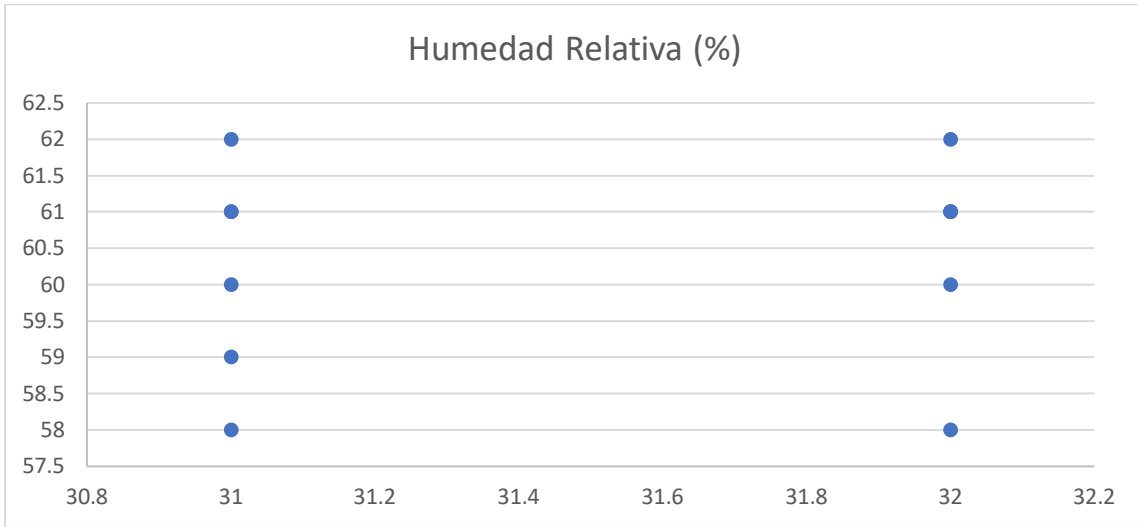
Resultados obtenidos

Tabla 2. Temperatura y Humedad del ambiente antes del deshumificador.

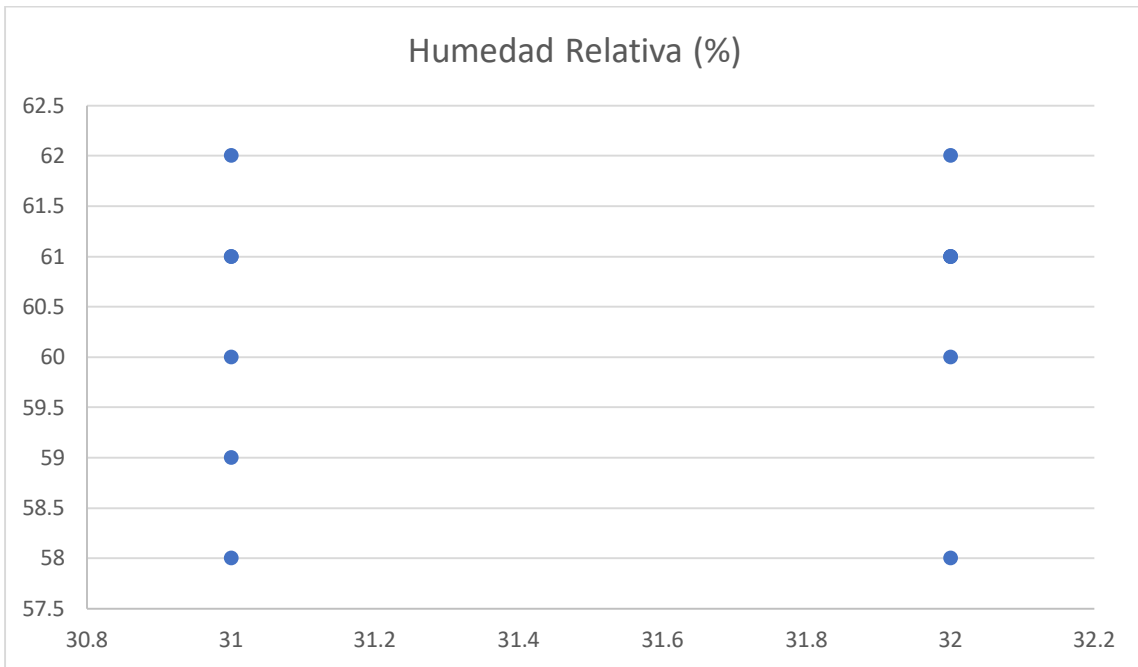
Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
33	62
32	65
31	68
32	64
31	69
31	70
32	65
31	66
31	67
31	68
32	69
31	68

Tabla 3. Temperatura y Humedad del ambiente después del deshumificador.

Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
32	61
31	62
31	61
32	62
32	61
31	61
31	58
31	59
32	60
32	61
32	58



Gráfica 7. Humedad vs Temperatura (Antes del deshumificador). Fuente: Propia.



Gráfica 8. Humedad vs Temperatura (Después del deshumificador). Fuente: Propia.

De los gráficos 7 y 8, y tablas 2 y 3, podemos ver que la humedad tiende a mantenerse constante, sin embargo, una vez se encendió el deshumificador hubo una disminución de un 5-7% para una misma temperatura, en el área donde se realizó la experiencia.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible gracias a la colaboración y orientación de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica: Juan Mitre, Juan Solano y Melanie Taylor. Agradecemos al Sistema Nacional de Investigación de la SENACYT por su apoyo económico.

Conclusión

Con esta experiencia los estudiantes de sexto semestre de ingeniería electromecánica cursando mecánica de fluidos II, pudieron aplicar los conocimientos adquiridos en clase, realizando proyectos a base de celdas Peltier.

Se logró observar diversas aplicaciones de la ciencia de los fluidos en proyectos que juntan la electrónica con mecánica, por esto se cree que pueden tener gran impacto al momento de ser utilizado como material didáctico.

El propósito de estas experiencias fue más allá de ser asesores de un proyecto, ya que el objetivo final era dejar un legado proporcionado por estudiantes de la UTP de manera voluntaria para incentivar a estudiantes de esta escuela, de difícil acceso, a que no abandonen sus estudios y puedan labrar un camino de provecho a través de la ciencia. Si bien lo mencionado fue con propósitos didácticos, se puede afirmar sin lugar a duda que también desde el punto de vista social fue una experiencia de aprendizaje cultural y moral, ya que no solamente fue entregar proyectos científicos a una escuela lejana, sino se fortalecieron valores como solidaridad, empatía y para hacer a los estudiantes más conscientes de las situaciones que se deben atender y considerar una vez lleguen a ser los ingenieros que cambien este país.

Bibliografía

- [1] L. F. G. Vaca, «Diseño, construcción y evaluación energética de una cámara con celdas peltier para refrigeración de vacunas,» Diciembre 2016. [En línea]. Available: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16901/1/CD-7481.pdf>.
- [2] Ministerio de Educación, «Información General | Ministerio de Educación,» [En línea]. Available: http://www.meduca.gob.pa/index.php/informacion_general.
- [3] Google Maps, «Escuela Ciricito Arriba,» [En línea]. Available: <https://www.google.com/maps/place/Escuela+Ciricito+Arriba/@8.806901,-80.078215,13z/data=!4m5!3m4!1s0x8fac890781292761:0xea6b962ea7a8a475!8m2!3d8.806901!4d-80.078215>.
- [4] A. works, «Equipu,» 2014 Mayo 2015. [En línea]. Available: ¿Que es el efecto Peltier?. 22-11-19, de Mundo Digital Sitio web:. [Último acceso: Octubre 2019].
- [5] B. Rose, «CUI Devices,» [En línea]. Available: <https://www.cuidevices.com/blog/how-to-select-a-peltier-module>. [Último acceso: 11 Marzo 2020].
- [6] J. Gomar, «Profesional Review,» 16 Octubre 2018. [En línea]. Available: <https://www.profesionalreview.com/2018/10/16/que-celula-peltier/>. [Último acceso: 11 Marzo 2020].
- [7] M. d. C. García, «El blog del arduino,» 6 Octubre 2016. [En línea]. Available: <https://miarduinounotieneunblog.blogspot.com/2016/10/generar-frio-con-una-celula-peltier.html?m=1>. [Último acceso: 11 Enero 2020].
- [8] L. Llamas, «Ingeniería, informática y diseño,» Generar frío con arduino y una placa peltier, 29 Julio 2016. [En línea]. Available: Generar frío con Arduino y una placa peltier” <https://www.luisllamas.es/arduino-peltier/>.
- [9] W. B. Lizárraga, «Instrumentación Para El Control De Procesos Industriales,» 28 Septiembre 2001. [En línea]. Available: <http://descargas.cetronic.es/EstudioPeltier.pdf>.

Anexos

En esta sección presentamos las guías de laboratorio propuestas por los estudiantes para la realización de las experiencias con las celdas Peltier. Están redactadas de manera sencilla para que sea la guía de profesores y estudiantes en los experimentos a realizar con los dispositivos.

En un siguiente punto presentamos algunas imágenes de la visita realizada a la Escuela de Ciricito.

Guía de Laboratorio:

Mini aire acondicionado

Objetivo

Entender y observar el comportamiento de una celda termoeléctrica (TEC).

Observar el funcionamiento interno del mini aire acondicionado.

Abstracto

Funcionamiento de una celda de enfriamiento termoeléctrica: Un típico modulo termoeléctrico está compuesto de capas de cerámica que envuelven varios módulos pequeños eléctricos denominados tipo-P y tipo-N. Estos pequeños módulos están conectados eléctricamente en series y térmicamente en paralelo. Por lo tanto, uno de los lados será el lado caliente y el otro el frio.

La unión de los módulos P y N son eléctricamente conductivos, usualmente de cobre, donde los módulos P es un tipo de material donde tiene una deficiencia de electrones y los tipos N son lo contrario ya que tienen un exceso de electrones. Estos pares de módulos están conectados intercaladamente entre uniones P y N como se muestra en figura 1.

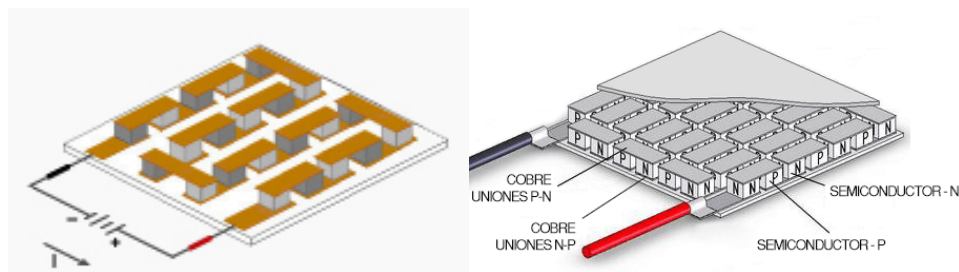


Figura 1. Módulo Termoeléctrico. Fuente: mauser.pt

Estos son lo suficientemente pequeños para poder acomodar los más posibles dentro de una pequeña celda, pero donde dependiendo del voltaje que se le es aplicado puede crear una diferencia de temperatura bastante alta. A medida que una corriente de flujo atreves de estos módulos interconectados estos tratan de obtener un equilibrio entre ellos, aunque ya estuvieran en equilibrio.

La corriente trata al material tipo- P como una unión caliente que tiene que ser enfriada y la unión tipo-N como una unión fría que necesita ser calentada. Esto crea la diferencia de temperaturas extrema donde el lado caliente se seguirá calentando y el lado frio igualmente se seguirá enfriando, hasta que se llegara un punto que la celda no podrá crear una diferencia más alta.

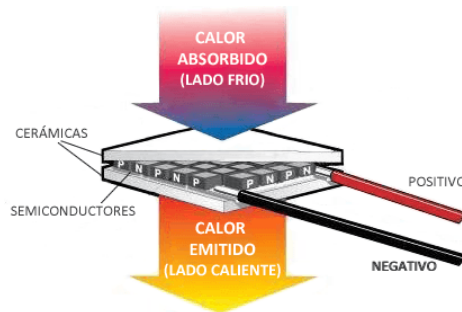


Figura 2. Vista interna de una Celda Peltier. Fuente: bangood.net

Parte I. Experimentación con las celdas termoelectricas

Materiales:

2 celdas peltier.

1 batería de 12 voltios, 9 amperios.

Procedimiento:

Ver y analizar la celda termoelectrica proporcionada.

Proceder a aplicar un poco de pasta termal al lado caliente de la celda.

Presionar la celda contra el disipador de calor para asegurar un contacto aceptable.

Conectar la celda termoelectrica a los terminales de la batería.

Parte II. Aplicación de las celdas termoeléctricas en un diseño de aire acondicionado sin compresor.

Materiales: 2 celdas peltier.; 1 baterías de 12 voltios, 9 amperios o un adaptador de 12 voltios; 2 abanicos; 2 enfriadores de CPU; 1 plancha de foam board; 2 cables cabeza de cocodrilo; 2 disipadores; 2 pies de cable AWG30; 1 switch de 4 pines.

Explicación de la implementación:

Para la realización de este concepto se utilizaron 2 celdas enfriadoras termoeléctricas donde el lado frío esta junto a un disipador la cual causara que el compartimento frontal baje un poco su temperatura. Los abanicos que se encuentran en frente de la caja son los que harán circular el aire frío hacia el lugar donde se quiere acondicionar.

El lado caliente de las celdas termoeléctricas está siendo enfriadas con un enfriador de CPU la cual son óptimos para disipar calor con respecto a una pequeña área.

La confección del prototipo fue realizada con un material llamado “Foam Board” traducido literalmente a tabla de foam. Lo beneficioso de utilizar este material es que posee foam encapsulado entre las dos secciones de cartón, ayudando un poco para la retención del frío en la sección requerida. La sección eléctrica es relativamente sencilla ya que todos los elementos se llevaron a un nodo en común tanto el cable rojo de alimentación como el cable de tierra. Todos estos elementos están regidos por un interruptor que se instaló a un costado de la caja.

Referencias bibliográficas:

[1] Forocoches.com. 2020. *Aire Acondicionado Casero Con CLula Peltier. [Experimento] - Forocoches.* [online] Available at: <<https://www.forocoches.com/foro/showthread.php?t=5817871>>

[2] Mundo Digital. 2020. *¿Qué Es El Efecto Peltier?.* [online] Available at: <<http://www.mundodigital.net/que-es-el-efecto-peltier/>>

Guía de Laboratorio

Generador de voltaje por efecto Seebeck

Objetivos:

- Entender cómo funciona un Módulo de Peltier
- Comprender bajo que fundamentos se rigen los efectos Peltier y Seebeck.
- Poner en práctica lo aprendido del efecto Seebeck usando el generador proporcionado.

Marco Teórico:

El módulo de Peltier, también conocido como placa de peltier, es un dispositivo termoeléctrico el cual está compuesto por varias conexiones en serie de semiconductores de materiales Tipo P y Tipo N. Estos semiconductores al tener una corriente fluyendo a través de los generan una diferencia térmica lo cual se conoce como efecto Peltier. La diferencia térmica puede aumentar debido al voltaje de alimentación a los modulos.

Módulo Peltier



Figura 1. Funcionamiento de una celda Peltier. Fuente: *techmake.com*

Existe también el efecto Seebeck, el cual será el enfoque de esta experiencia, que se basa en ser el efecto opuesto al efecto peltier, es decir, que al aplicar una diferencia de temperatura (un lado frío y el otro lado caliente) .

El modo en que lograremos recrear el efecto Seebeck es gracias al montaje de un foco caliente y un foco frío los cuales usaremos para tener una diferencia de temperatura.

Materiales:

- Protoboard
- Multímetro
- Bloque refrigerante
- LEDs
- Cable de alimentación
- Cables de conexión
- Módulos Peltier
- Lente de Fresnel

Procedimiento:

Para montar el circuito:

- Conecte la salida de la configuración de los módulos peltier al protoboard como se le indique. (rojo)
- En paralelo conecte la entrada del cable para alimentar con el voltaje que proporcionen los módulos. (azul)
- Conecte el multímetro en paralelo con el cable de alimentación para leer el voltaje proporcionado. (negro)

Para montar el Generador:

- Colocar el Bloque refrigerante
- Llenar el recipiente acrílico de agua fría.
- Fijar el lente de fresnel para fijar la luz solar
- Esperar que el multímetro muestre que los módulos proporcionen el voltaje deseado

Grafique:

- -Voltaje vs Tiempo
- -Voltaje vs Temperatura

Preguntas:

-¿Qué comentario puede dar acerca del comportamiento del voltaje generado en el tiempo?

-¿Cómo piensa que se puede mejorar la generación de voltaje? ¿Que usaría usted?

-¿Qué piensa que limito el experimento?

Referencias bibliográficas:

[1] Ecured.cu. 2020. *Efecto Seebeck - Ecured*. [online] Available at:
<https://www.ecured.cu/Efecto_Seebeck>

[2] Tecnomedicion.com. 2020. *Efecto Seebeck Y Peltier*. [online] Available at:
<<http://www.tecnomedicacion.com/inicio/efecto-seebeck-y-peltier.html>>

Experiencia de Laboratorio

Calentador y Enfriador de Líquidos con Celdas Peltier

Objetivos:

- a) Saber que es una celda Peltier y como es su funcionamiento
- b) Aprender conceptos sobre energía
- c) Armar un experimento y aprender sobre electricidad y diseño

Teoría: ¿Qué debemos saber?

¿Qué es energía?

La energía es la capacidad que tienen las cosas de realizar una actividad. Existen diferentes tipos de energía. La energía eléctrica, la energía térmica (el calor), la energía química (como la gasolina), la energía cinética (el movimiento), la energía potencial (la altura) y muchas más.

Se puede cambiar un tipo de energía por otra. Como cuando utilizas la electricidad para encender una luz estas convirtiendo la energía eléctrica en energía lumínica. Existen infinitos ejemplos en donde un tipo de energía se convierte en otro.

¿Qué es una celda Peltier?

Una celda Peltier es un aparato hecho con sustancias que pueden transformar la energía eléctrica en energía térmica (calor). Por lo que cuando esta celda recibe electricidad se calienta de un lado y se enfría del otro. Esto se puede usar para muchos experimentos.

Procedimiento: ¿Qué haremos?

Hoy realizaremos un dispositivo con la capacidad de calentar líquidos que se puede utilizar para calentar café o té, con celdas Peltier. Este dispositivo consta de dos recipientes donde irá el agua y a estos recipientes estarán pegados celdas Peltier que se encargarán de calentar el agua. Además de esto el equipo también tendremos una fuente eléctrica (les dará electricidad a las celdas); un ventilador, encargado de que las celdas no se quemen; un Arduino (como una computadora programable muy pequeña) encargada de que las celdas funcionen correctamente.

Primero: Aprenderemos que hay dentro del dispositivo.

1. Celda Peltier: aparato hecho con sustancias que pueden transformar la energía eléctrica en energía térmica (calor). Por lo que cuando esta celda recibe electricidad se calienta de un lado y se enfría del otro. Esto se puede usar para muchos experimentos.

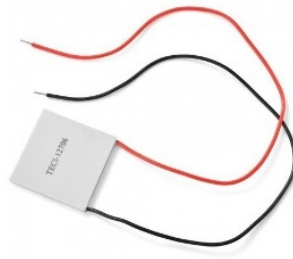


Figura 1. Celda peltier. Fuente: *electrocrea.com*

2. Ventiladores: Pequeños abanicos que absorben el calor que se produce en la máquina y se envía al ambiente.
3. Fuente de energía: Proporciona la energía suficiente para que las celdas que calientan o enfrían el agua funcionen.



Figura 2. Fuente de poder. Fuente: *linio.com.co*

4. Llave: Limitan que el agua que se desea enfriar o calentar salga cuando el usuario lo desee.
5. Arduino NANO: Componente electrónico que nos permite enviar y controlar instrucciones a los diferentes dispositivos que se encuentran dentro de la máquina.



Figura 3. Arduino NANO. Fuente: *arduinopeltier.blogspot*

6. Recipientes de aluminio: Permiten almacenar el agua que se desea calentar o enfriar y además que este proceso se dé dentro de ellos.
7. Interruptores: Permiten controlar cuando se desea empezar a calentar o enfriar el agua o cualquier otro líquido.

Segundo: Armamos el dispositivo

Paso uno: montar una cara lateral

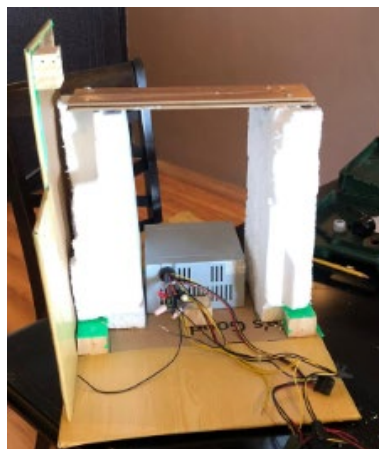


Figura 4. Vista lateral del dispositivo. Fuente: *Propia*.

Paso dos: montar la cara trasera

Paso tres: hacer las conexiones (esto se explicará detalladamente) y colocar recipientes en su lugar



Figura 5. Vista interna y montaje del dispositivo. Fuente: Propia.

Paso cuatro: Poner cara delantera y lateral

Paso cinco: Poner la tapa

Tercero: Calentamos agua con el dispositivo

(en lo que hacemos esto podemos aprender como utilizar un Arduino y programar)

Cuatro: Probamos el resultado final

Referencias bibliográficas:

[1] Espinosa, A., 2020. [online] Available at:
<https://www.researchgate.net/publication/322641877_Implementacion_de_la_Celda_Peltier_en_fuentes_termicas_de_calor_residuales_para_aprovechamiento_de_generacion_de_energia_electrica_y_climatizacion_por_frio_en_el_hogar>

Guía de Laboratorio

Medición de la Humedad Relativa y Temperatura en un Ambiente Cerrado

Objetivos

1. Que el estudiante pueda verificar el funcionamiento de un medidor de temperatura y humedad, utilizando como dispositivo sensor el DHT11.
2. Que el estudiante entienda el funcionamiento de un deshumificador hecho mediante una Celda Peltier y como está compuesto, obteniendo conocimiento de cada una de sus partes.

Materiales y Equipo

1. Tarjeta Arduino.
2. Adaptador 2PH84388A para pantalla LCD
3. Pantalla LCD
4. Sensor DHT11.
5. Cables de conexión.
6. Deshumificador hecho con celda Peltier

Introducción

En este laboratorio el estudiante debe verificar el funcionamiento de un medidor de temperatura y de humedad, analizando mediante tablas y gráficos como se relacionan y como al implementar un deshumificador hecho mediante celda Peltier exista una variación en los datos mencionados anteriormente

Marco Teórico

Arduino es una plataforma de desarrollo basada en una placa electrónica de hardware libre que incorpora un microcontrolador re-programable y una serie de pines hembra, los que permiten establecer conexiones entre el microcontrolador y los diferentes sensores y actuadores de una manera muy sencilla (principalmente con cables DuPont).

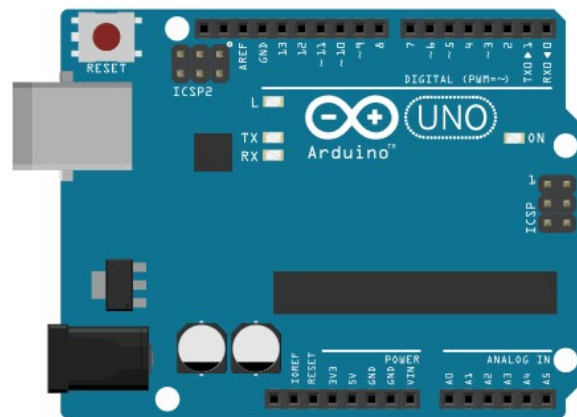


Figura 1. Arduino UNO. *Fuente: arduinopeltier.blogspot*

El Arduino es una placa basada en un microcontrolador ATMEL. Los microcontroladores son circuitos integrados en los que se pueden grabar instrucciones, las cuales las escribes con el lenguaje de programación que puedes utilizar en el entorno Arduino IDE. Estas instrucciones permiten crear programas que interactúan con los circuitos de la placa.

El microcontrolador de Arduino posee lo que se llama una interfaz de entrada, que es una conexión en la que podemos conectar en la placa diferentes tipos de periféricos. La información de estos periféricos que conectes se trasladará al microcontrolador, el cual se encargará de procesar los datos que le lleguen a través de ellos.

El tipo de periféricos que puedas utilizar para enviar datos al microcontrolador depende en gran medida de qué uso le estés pensando dar. Pueden ser cámaras para obtener imágenes, teclados para introducir datos, o diferentes tipos de sensores.

También cuenta con una interfaz de salida, que es la que se encarga de llevar la información que se ha procesado en el Arduino a otros periféricos. Estos periféricos pueden ser pantallas o altavoces en los que reproducir los datos procesados, pero también pueden ser otras placas o controladores.

El DHT11 es un sensor de temperatura y humedad digital de bajo costo. Utiliza un sensor capacitivo de humedad y un termistor para medir el aire circundante, y muestra los datos mediante una señal digital. Es bastante simple de usar, pero requiere sincronización cuidadosa para tomar datos. El único inconveniente de este sensor es que sólo se puede obtener nuevos datos una vez cada 2 segundos, así que las lecturas que se pueden realizar desde 2 segundos en adelante.

Una célula o celda Peltier mueve energía calórica desde la placa fría a la placa caliente a través del control de la energía eléctrica proporcionada por una fuente de alimentación. Por lo general, una celda Peltier está conformada por dos materiales semiconductores, uno tipo P y otro tipo N, como lo muestra la Figura 5. Las células que se comercializan en el mercado esencialmente están compuestas por dos tipos de elementos semiconductores: telurio de bismuto y seleniuro de. La principal ventaja de utilizar celdas Peltier en los procesos de refrigeración es la posibilidad de crear un flujo térmico a partir de una corriente eléctrica de manera directa y eficiente, pues hace inútil el empleo de gases como el neón, que resultan perjudiciales para la capa de ozono.

Los deshumidificadores son aparatos especialmente concebidos para dar una solución inmediata, rápida y eficaz a todos los problemas originados por el exceso de humedad, sin necesidad de instalación en el caso de los pequeños equipos domésticos, y mínimos gastos de instalación y mantenimiento en los equipos industriales y de mayor capacidad del aire.

Nuestro deshumificador utiliza las propiedades de la celda Peltier de manera tal que permite extraer la humedad del aire ayudando a evitar el exceso de la misma.

Procedimiento

1. Siguiendo las indicaciones del instructor colocar la fuente de voltaje en el cubículo trasero.
2. Realizar las conexiones del sensor y pantalla al arduino basándose en el siguiente esquema para el orden de los cables y siguiendo las indicaciones de su instructor

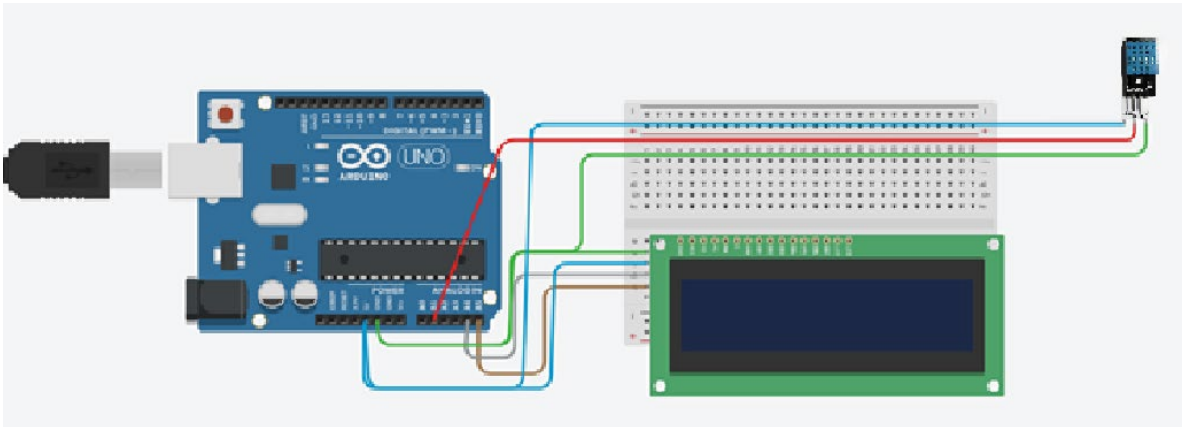


Figura 2. Conexiones del Arduino. Fuente: arduinotutorial.com

3. Colocar el disipador más pequeño en la parte frontal, colocar un poco de pasta térmica y colocar las celdas peltier del lado que genera frío encima de este disipador sabiendo que este lado es aquel que tiene letras.

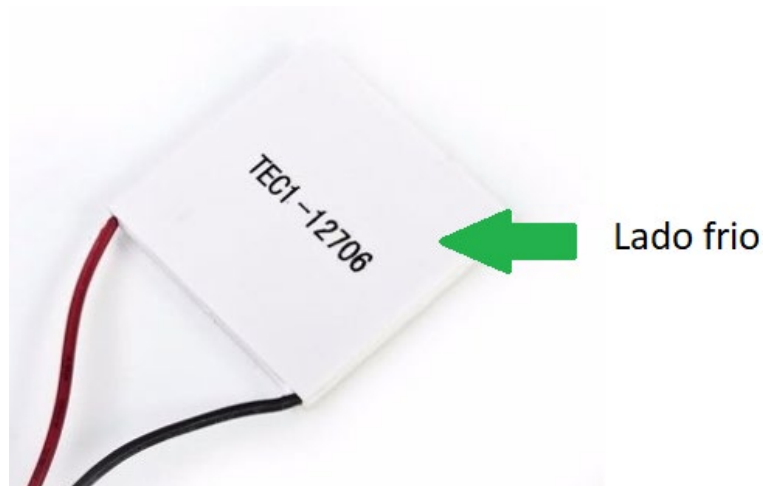


Figura 3. Celda peltier. Fuente: tecnicool.com

4. Encima de las celdas colocar más pasta térmica y colocar el disipador más grande.
5. Colocar encima del disipador grande los dos abanicos de 12 V.

6. Con ayuda de su instructor conecte la fuente a un tomacorriente.
7. Observe los valores de temperatura y humedad en el display de la pantalla LCD y anote los datos en el Tabla #1
8. Grafique los resultados
9. Encienda el deshumificador hecho con celda Peltier, una vez haya sido encendido, espere de 5 minutos a 8 minutos y repita el paso 7 y anote los resultados de cada medición en la Tabla # 2
10. Grafique los Resultados.
11. Responda las preguntas de desarrollo propuestas

Graficando los Resultados

Para analizar y ver cómo se comporta una función, tenemos que recurrir a su representación gráfica.

Para ello necesitamos representar las dos variables de una función sobre unos ejes de coordenadas llamados ejes cartesianos:

- La x se representa sobre el eje horizontal, llamado eje de abscisas.
- La y ($f(x)$) se representa sobre el eje vertical, llamado eje de ordenadas.

Para nuestro caso el eje horizontal será la Temperatura y el vertical la Humedad relativa como se muestra en el grafico #1 y 2.

Para ubicar los datos se extenderá una línea de manera que sea más simple ubicarlos, Por ejemplo, tenemos la gráfica de esta recta. Uno de sus puntos tiene las siguientes coordenadas:

- $x = 2$ (abcisa)
- $y = 1$ (ordenada)

Y se representa de esta forma:

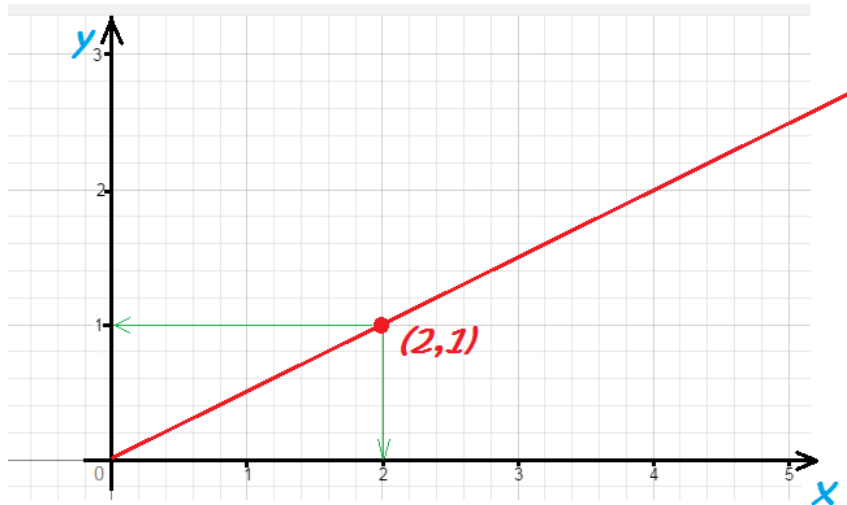


Gráfico 1. Representación de las coordenadas. Fuente: Propia.

Sabemos que es el punto (2,1) porque si trazamos desde el punto una línea vertical hasta el eje x, corta con el 2 y si trazamos una línea horizontal hacia el eje y, corta con el 1.

PROGRAMACION

```
#include <dht.h> // Se incluye la libreria dht.h, esta es la que permite que funcione el sensor de
humedad y temperatura
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Libreria que permite que funcione la pantalla LCD
#define dht_apin A0 // Se declara que el pin es conectado al analogo A0
dht DHT;
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,16,2);
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  lcd.init(); //Se enciende la LCD
  lcd.backlight();
} //Se finaliza la parte de configuraciòn
void loop(){
  //Comienza el programa
  DHT.read11(dht_apin);
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(2,0); //Se le indica a la pantalla LCD que se utilizara el renglon 1
  lcd.print("Humedad = ");
  continúa...
```

```

...sigue
delay(2000);
lcd.setCursor(2,1); //Se le indica a la pantalla LCD que se utilizara el renglon 2
lcd.print(DHT.humidity);
lcd.print("% ");
delay(2000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(2,0); //Se le indica a la pantalla LCD que se utilizara el renglon 1
lcd.print("Temperatura = ");
delay(2000);
lcd.setCursor(2,1); //Se le indica a la pantalla LCD que se utilizara el renglon 2
lcd.print(DHT.temperature);
lcd.print("C ");
delay(30000); // Tiempo de retardo de 30 segundos antes de que el programa empiece de nuevo el
ciclo
} // Finaliza el ciclo

```

Resultados

Tabla #1 (Temperatura y Humedad del ambiente antes del deshumificador)

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Tabla #2 (Temperatura y Humedad del ambiente después del deshumificador)

	Temperatura (°C)	Humedad Relativa (%)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

Análisis de Resultados

Gráfico #1 Humedad vs Temperatura (Antes del deshumificador)

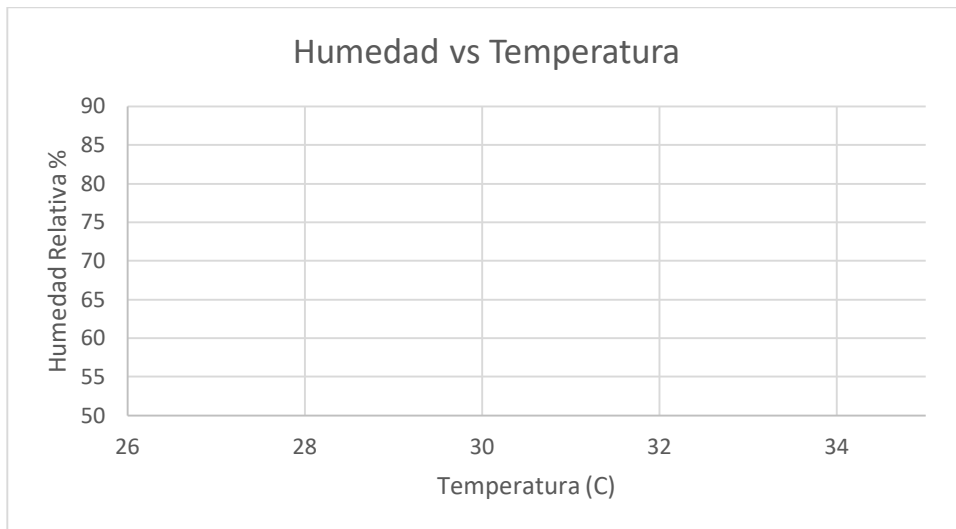
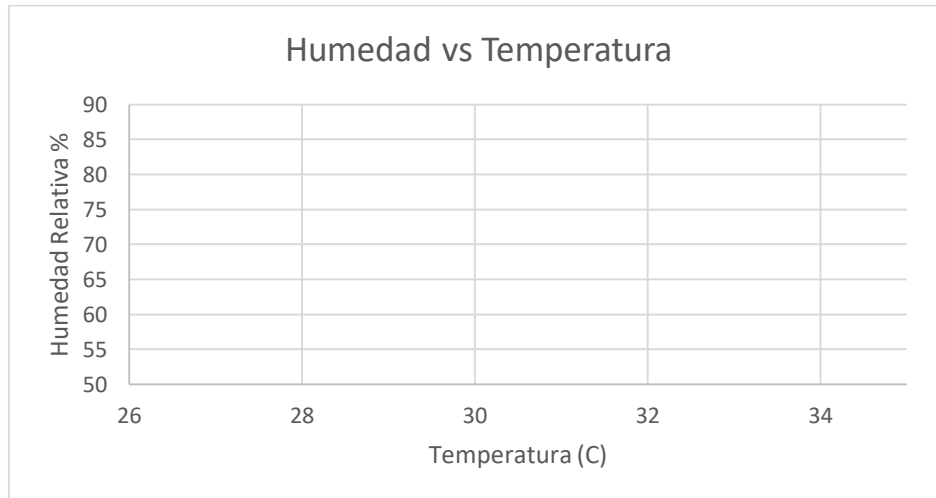


Grafico #2 Humedad vs Temperatura (Después del deshumificador)



PREGUNTAS

1. ¿Qué es una celda Peltier?
2. ¿Qué utilidad se le puede dar a una celda Peltier?
3. ¿Qué es un deshumificador?
4. De la tabla #1 y grafico #1, ¿Qué resultados pudo observar?
5. Luego de encender el deshumificador basándose en los datos obtenidos ¿Hubo algún cambio?
6. Compare ambos resultados y explique si hubo algún cambio y de no ser así explique el por qué.
7. ¿Qué es humedad relativa y Temperatura?
8. Mediante un caso real explique de qué manera puede ser beneficioso el uso de un deshumificador.

Referencias bibliográficas:

[1] Luis Llamas. 2020. *Medir Temperatura Y Humedad Con Arduino Y Sensor DHT11-DHT22*. [online] Available at: <<https://www.luisllamas.es/arduino-dht11-dht22/>>

[2] 2020. *Cómo Utilizar El DHT11 Para Medir La Temperatura Y Humedad Con Arduino*. [online] Programar fácil con Arduino. Available at: <<https://programarfácil.com/blog/arduino-blog/sensor-dht11-temperatura-humedad-arduino/>>

Imágenes de la Visita



Imagen 1. Momento en que uno de los grupos se encontraba explicando su proyecto, con ayuda de su guía de laboratorio a estudiantes de la Escuela de Ciricito.



Imagen 2. Jóvenes de la Universidad Tecnológica de Panamá, presentando su proyecto de dispensador de agua a base de celdas peltier.

Imágenes de la Visita



Imagen 3. Estudiantes desmontan su generador termoeléctrico para mostrar el proceso de ensamble del mismo y explicar su funcionamiento.



Imagen 4. Momento de la despedida; el profesor Arthur James da unas palabras de agradecimiento por la atención y los presentes recolectados para nosotros.