
Desarrollo de un prototipo para enfriar y calentar basado en el efecto peltier alimentado por energía solar

Nancy Trinidad Pérez Hernández¹

Miguel Azuara Mascareño²

Naur Ávila Estrada³

Carlos Rodríguez Jiménez⁴

En la república mexicana más del 70% de la energía producida por la Comisión Federal de Electricidad proviene de combustibles fósiles, entre los que destacan el combustóleo, el carbón, el diesel y el gas natural, los gases de efecto invernadero originados por la incineración de estos combustibles han causado cambios climáticos impredecibles. Según el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002 (INEGI) se emiten 150 millones de toneladas de CO₂ al año por las industrias generadoras de energía.

Es importante destacar que en México existen cerca de 80,000 pequeñas comunidades rurales de menos de 1,000 habitantes que carecen de energía eléctrica (Gutiérrez Vera, 2001). Sin embargo disponemos de un reactor de fusión que funciona por sí mismo y sin fallos, con todas las ventajas de los reactores atómicos y ninguno de sus inconvenientes, éste es el Sol. La energía solar es gratuita, renovable y no contaminante, es lo que podríamos denominar la fuente ideal de energía. Tenemos la gran ventaja de

encontrarnos en un país que reúne unas condiciones excelentes para el aprovechamiento de este tipo de energía. En la utilización de la energía solar es importante tener en cuenta, además de la tecnología de cada aplicación particular, las técnicas asociadas como son bombas de calor, almacenamiento de energía térmica y eléctrica, sistemas de control, etcétera.

El objetivo de esta investigación es proponer un prototipo basado en el efecto peltier como sistema de enfriamiento y de calentamiento alimentado por energía solar y que no emite ningún tipo de gas de efecto invernadero, para disminuir la rapidez en la descomposición de los alimentos en comunidades marginadas de nuestro estado y del país, generando un ahorro por concepto de pago de energía eléctrica en comunidades que no cuentan con este servicio y obtener energía eléctrica limpia para aquellas que no lo tengan.

Justificación

El cambio climático no es una ficción, es una realidad que se está gestando a cada momento debido al actual

¹ Ingeniero en Electrónica y de Comunicaciones, egresada de la UO. Correo: ing.nancyph@gmail.com

² Ingeniero en Electrónica y de Comunicaciones, egresado de la UO. Correo: Mike.azuara.ma@gmail.com

³ Profesor Investigador de la UO. Correo: naur.avila@gmail.com

⁴ Profesor Investigador del ITVH/ UO. Correo: cnla6566@hotmail.com

modelo de consumo energético, basado en la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) ocasionando el calentamiento global, que comienza a tener severas repercusiones en todo el planeta y de mantenerse esta tendencia, las alteraciones climáticas se agravarán con catastróficas consecuencias. El calentamiento global es un problema real y se están haciendo grandes esfuerzos alrededor del mundo para retrasarlo; calentar el agua, encender la secadora, conducir el automóvil requiere energía, la cual debe venir de alguna fuente o combustible fósil. El problema es que estos combustibles producen bióxido de carbono cuando se queman, además de ser combustibles no renovables.

Con una vida calculada en unos 6 mil millones de años más, el Sol constituye un recurso energético prácticamente inagotable. Se calcula que la energía electromagnética que la Tierra recibe del Sol en un año es 4 mil veces mayor que la consumida en ese período en todo el planeta.

México es una nación que posee un gran potencial para explotar los recursos de energías renovables, en especial la energía solar; esto se debe a su excelente ubicación geográfica y al desarrollo que están sufriendo las empresas que se dedican a construir dispositivos que funcionan en base a esta energía.

La energía solar en México es una realidad tangible que promete rendir excelentes frutos; esta nación al igual que la mayoría de los países en el mundo, se encuentra atravesando un gran desabastecimiento de combustibles petrolíferos, esta escasez es la que ha determinado un gran alza en los precios. En este sentido, en la república mexicana estados como Sonora, Morelos, Quintana Roo y, particularmente, Tabasco, son privilegiados por la cantidad de radiación recibida por metro cuadrado, lo cual ofrece un prometedor campo de desarrollo tecnológico.

Estudios realizados en Tabasco revelan que en días despejados, gracias a su favorable situación geográfica, la entidad recibe una radiación solar de 1,020

watts por metro cuadrado, que al año, equivalen a 1,320 kilowatts-hora por metro cuadrado, cifra similar a la de muchas regiones de Centro y Sudamérica (Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco, 2004).

Lomitas, Nacajuca, Tabasco, es una comunidad rural que cuenta con 3,951 habitantes. Las instalaciones eléctricas resultan insuficientes y muy deterioradas para cubrir las necesidades de consumo, las amas de casa sufren económicamente al enfrentar que sus refrigeradores no trabajen bien, provocando la emisión masiva de gases y que sus alimentos se echen a perder.

Pregunta de investigación

¿Cómo disminuir el deterioro en la economía de los habitantes de Lomitas, Nacajuca, causada por los altos costos y deficientes servicios eléctricos así como para conservar sus alimentos?

Hipótesis

Construir un prototipo basado en el efecto peltier como sistema de enfriamiento y de calentamiento que no emite ningún tipo de gas de efecto invernadero, alimentado por energía solar, para disminuir la rapidez en la descomposición de los alimentos en comunidades marginadas de nuestro estado y del país, generando además un ahorro por concepto de pago de energía eléctrica en comunidades que cuenten con este servicio.

Objetivo general

El diseño de un prototipo integral para enfriar y calentar utilizando el efecto peltier alimentado por la energía natural del Sol, para solucionar la problemática en lugares que no cuentan con energía eléctrica, que tienen fallas de la misma y altos costos.

Objetivos específicos

1. Construir un prototipo experimental para enfriar y calentar utilizando el efecto peltier alimentado por energía solar.

2. Poner a prueba el prototipo experimental.
3. Escalar el prototipo experimental a uno comercial de bajo costo para que sea óptimo en el impacto social.

Antecedentes

La mayoría de las investigaciones sobre calentadores o enfriadores solares se realizan por separado sin combinar los dos, un ejemplo es China que diseñó refrigeradores y congeladores de alta eficacia alimentados por celdas solares, solo hace el funcionamiento de enfriar y con gases contaminantes (Genertec International Corporation).

En África la mayoría de los pueblos no tienen agua, electricidad y mucho menos refrigeradores. El edificio comunal en muchos de los pueblos tiene ahora un refrigerador solar. Gracias a estos refrigeradores de energía solar muchos de los pueblos pueden ahora disfrutar de leche fría y carne fresca (Castro Soto, s/f). En otra parte del calentador solar su funcionamiento consta principalmente de tres partes: el colector solar plano, que se encarga de capturar la energía del Sol y transferirla al agua; el termotanque, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde el agua circula. Se puede decir que el primero en poner en conocimiento el calentador solar fue el ingeniero William J. Bailey en los Ángeles en 1909. Se estima que 90% de los hogares israelíes disponen de calentadores de agua solares instalados en sus techos; esto se debe a una ley que dice que todas las viviendas construidas en ese país deben contar con sistemas de abastecimiento de agua caliente alimentados por energía solar.

El enfriador-calentador utiliza para su funcionamiento la energía natural del Sol, recicla baterías de celular, disipadores de calor y ventiladores de computadoras obsoletas dando por resultado un producto de uso final innovador y amigable con el medio ambiente. Una de las ventajas más importantes es su costo de venta, y su funcionalidad puesto que integra un horno

de microondas y un enfriador todo en uno, con el valor agregado de impacto ecológico. La mayoría de las investigaciones sobre calentadores o enfriadores solares se realizan por separado sin combinar los dos ya que aún no se ha encontrado un método para mezclarlos, esta es una de las ventajas de nuestro prototipo

Efecto peltier

El efecto peltier se debe al físico francés Jean Charles Athanese Peltier y data de 1834, es un principio físico, al hacer pasar corriente eléctrica por la unión soldada de dos metales de distinta naturaleza, en función del sentido de circulación de dicha corriente, se produce una aceleración o un frenado de los electrones, con lo que se obtiene un calentamiento-enfriamiento respectivamente (*Resistor*. 1997. no.157).

Los sistemas clásicos de enfriamiento utilizan la expansión de un gas comprimido para producir frío. Los inconvenientes de estos sistemas, son principalmente ecológicos, mediante la utilización de las placas peltier se puede producir frío o calor sin necesidad de gas (gas Freón y gas LP respectivamente) solamente es necesario aplicar a las mismas una corriente eléctrica.

Funcionamiento de la placa peltier

Desde aproximadamente 1960 los módulos peltier se fabrican en $\text{Te}_3 - \text{Bi}_2$ (Telurio 3 – Bismuto 2) tipo-p, y con $\text{Te}_3 - \text{Bi}_2$ tipo-n. En vez de cables, son bloques pequeños de 1mm x 1mm x 2mm conectados alternadamente en serie, tipo-n – tipo-p – tipo-n tipo-p, etc. Y térmicamente en paralelo, de modo tal que todas las uniones donde la corriente va del p al n estén en contacto térmico con la misma cara del módulo donde se libera calor, y todas las uniones donde la corriente va del n al p, estén en contacto térmico con la otra cara, que absorberá calor. Los electrones que se dirigen hacia el material tipo p, pierden energía en forma de calor, mientras que para ir hacia el material tipo n, los electrones deben absorber el calor.

Métodos y materiales

El prototipo del enfriador-calentador solar se realizó en el laboratorio de Ingeniería Electrónica y de Comunicaciones (IEC) de la Universidad Olmeca de Villahermosa, Tabasco. Para el prototipo comercial los materiales que se utilizan son de mayor potencia y durabili-

dad para que el prototipo sea factible en el mercado.

La diferencia entre nuestro dispositivo experimental y comercial es la capacidad de almacenamiento de la pila, la potencia de la placa peltier y el tamaño del recipiente.

Materiales para la elaboración de los dispositivos	Descripción
Celda solar	La placa peltier se alimentaría de energía solar.
Batería	Almacena la energía del Sol para que el dispositivo trabaje en la noche.
Cargador de baterías	Este circuito carga la batería con la energía del Sol.
Placa peltier	Es una bomba de calor, tiene una cara fría y otra caliente con una diferencia de 70 grados por lado.
Disipador de calor	Es un elemento metálico, elimina el exceso de calor de la placa peltier.
Ventilador	Es usado para que el dispositivo tenga un flujo de aire continuo.
Resistencia	Lo utilizamos para el LED y que este no se funda con el paso de la corriente.
LED bicolor	Emite luz, en este caso es bicolor para indicar si estamos usando la parte fría o la parte caliente de la placa.
Switch de dos polos	Nos permite seleccionar el frío o calor.

Tabla 1. Materiales principales

Proceso metodológico de funcionamiento

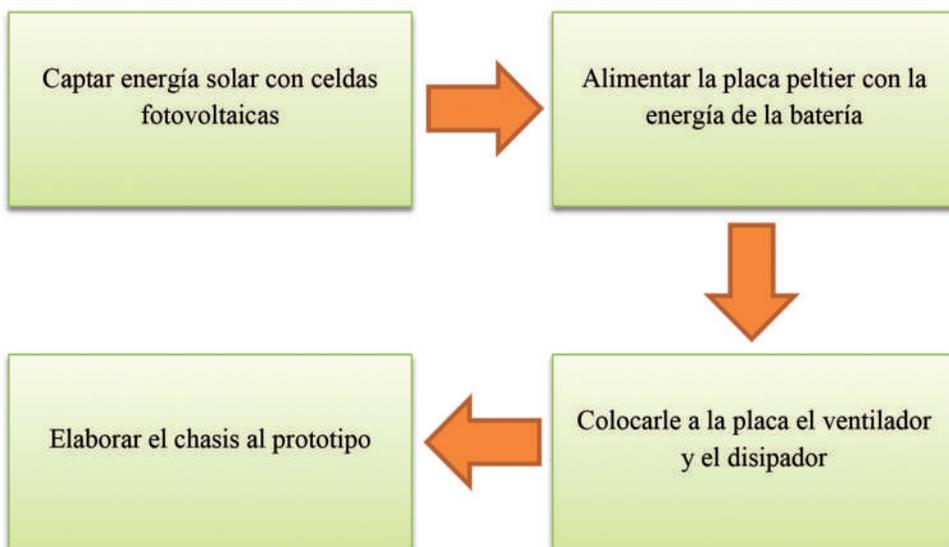


Figura 1. Diagrama de proceso

Diseño de prototipo experimental

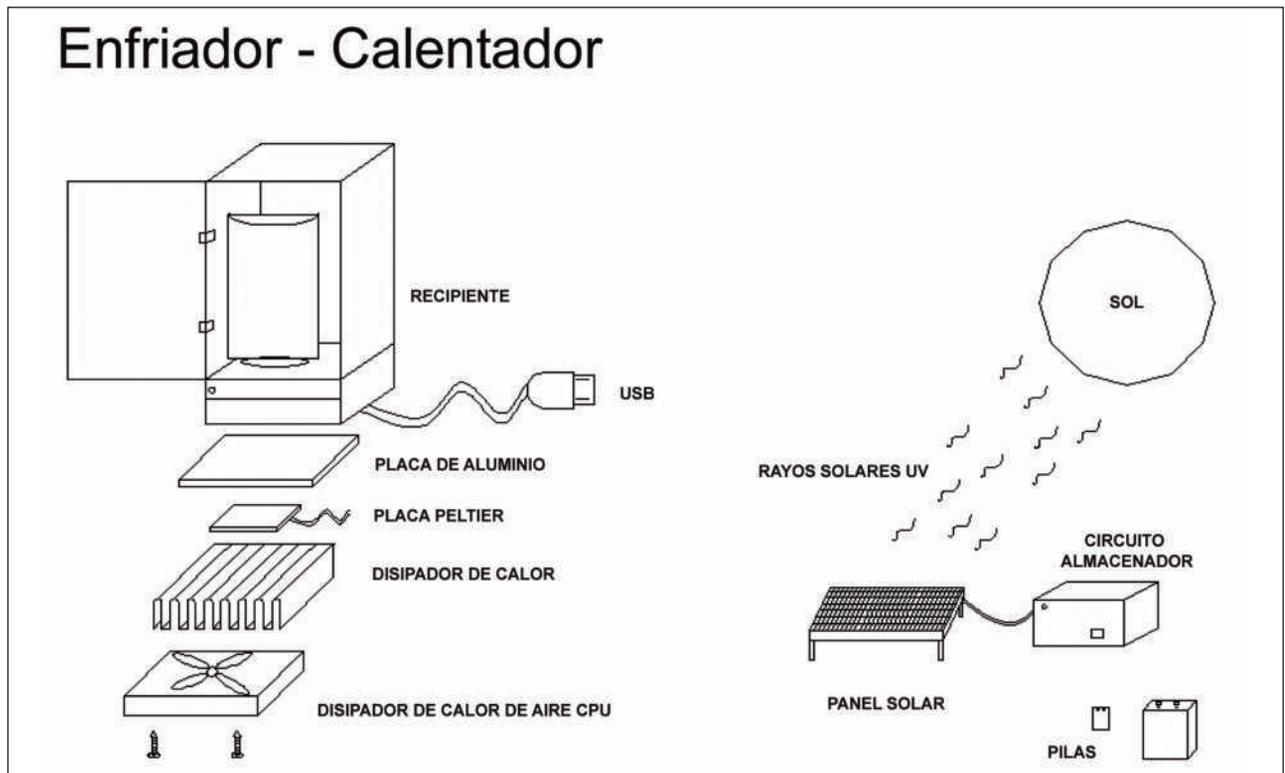


Figura 2. Partes fundamentales

Diseño del prototipo comercial

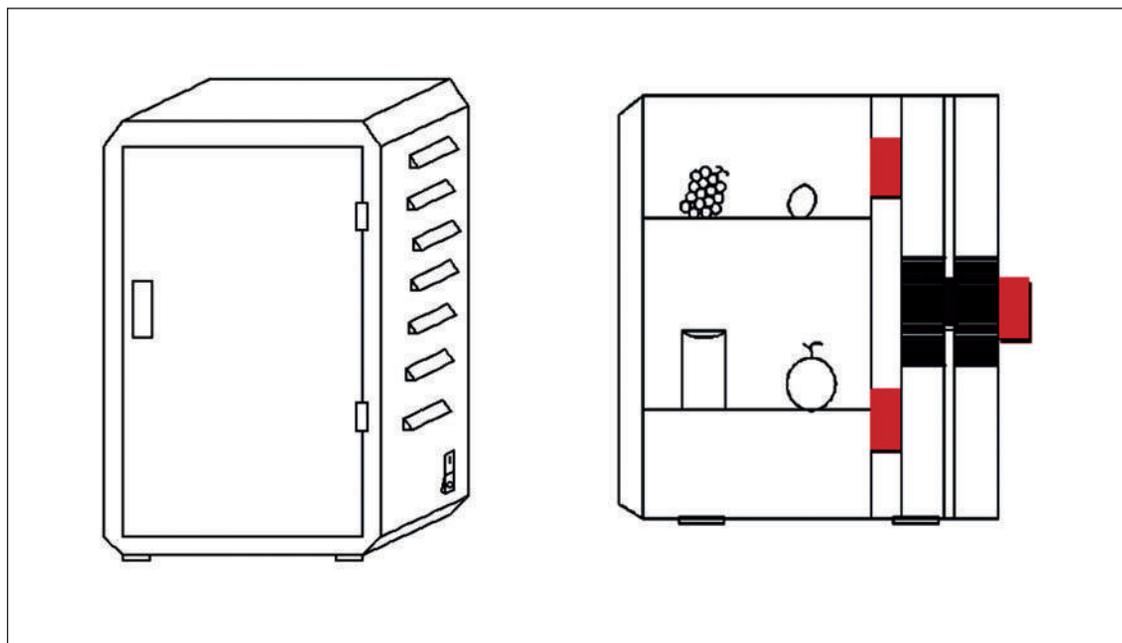


Figura 3. Partes frontal y lateral

Diagrama de bloques del sistema

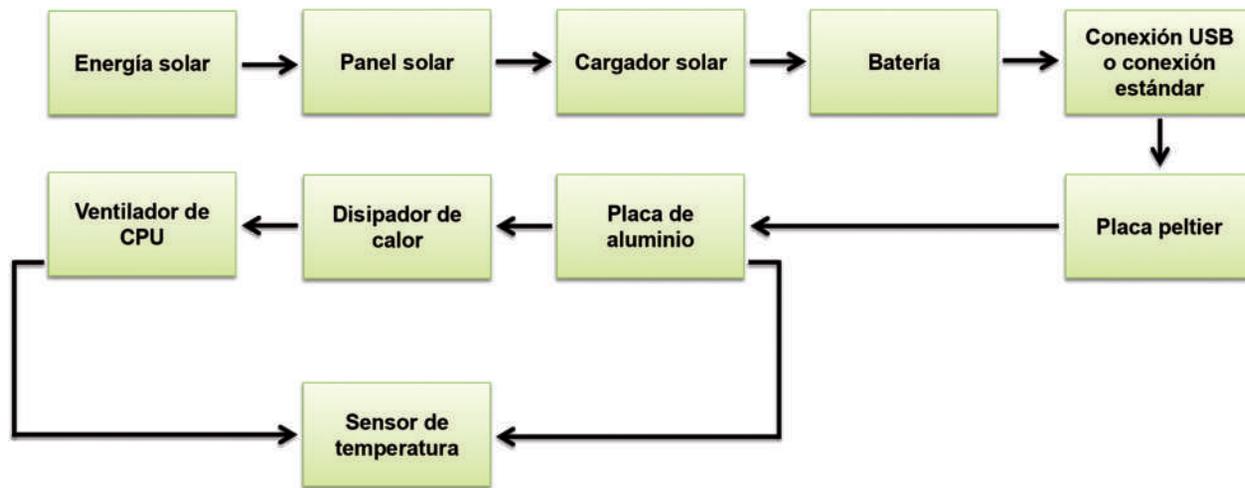


Figura 4. Indica cómo funciona el dispositivo

Diagrama electrónico del dispositivo

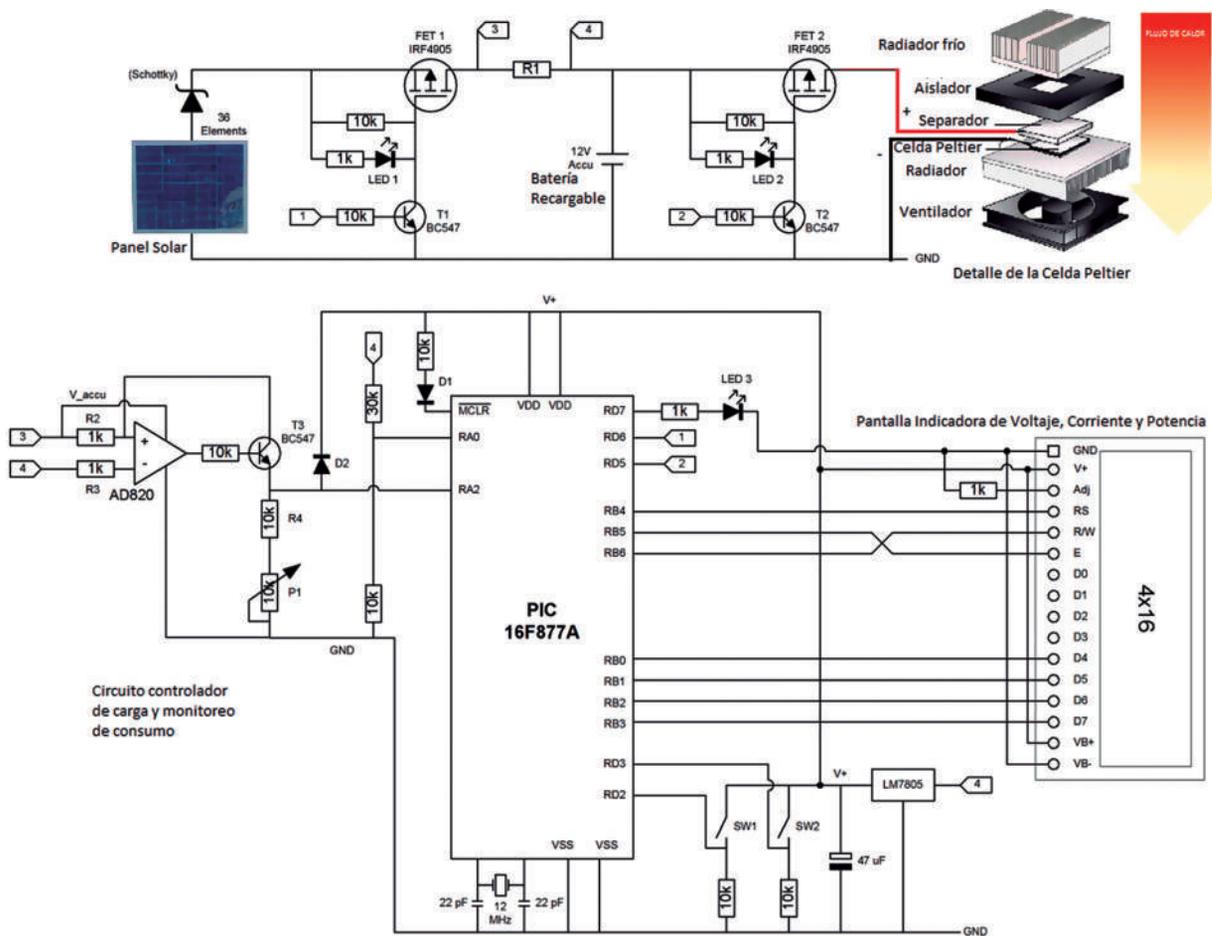
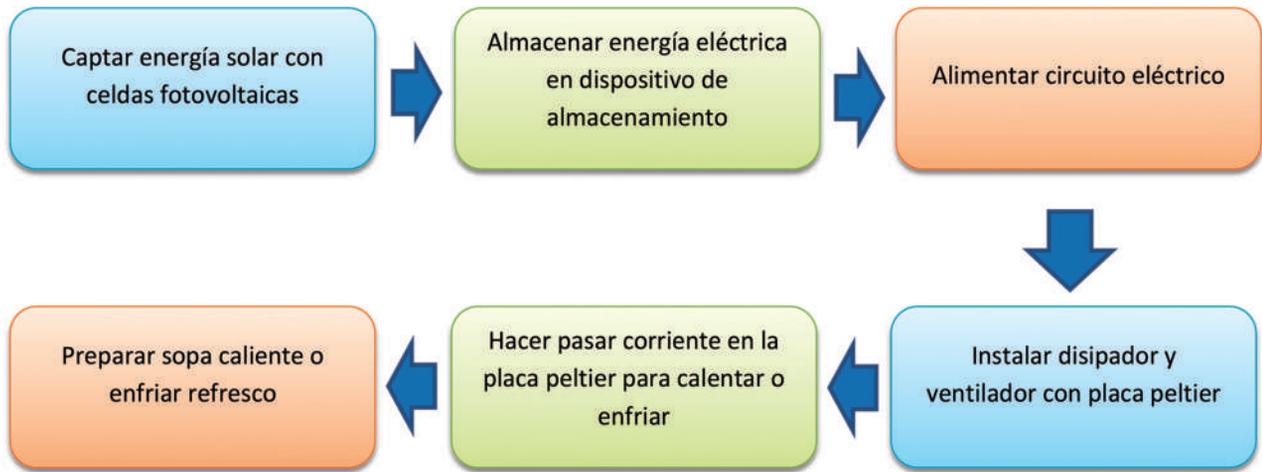


Figura 5. Muestra todas las conexiones del dispositivo

Elaboración del dispositivo

INICIO DEL PROCESO



FIN DEL PROCESO

Mediciones

Se midió la temperatura en el prototipo experimental (Tabla 2) tomando el tiempo que tardó en enfriar y ca-

lentar, para poder comparar con la temperatura de un refrigerador (Tabla 3) y una estufa (Tabla 5).

Descripción	Resultado
Medición de temperatura de placa peltier	Con 6v y 1 A. temperaturas mínima -5.8° C y máxima 90° C
Con 6v y 1 A. temperaturas mínima -5.8° C y máxima 90° C	27.7° C
Temperatura de agua fría siete minutos después	10.9° C
Temperatura de agua caliente 20 minutos después	74° C

Tabla 2. Mediciones de prototipo experimental

Descripción	Resultado
Temperatura del agua a temperatura ambiente, 500 ml	31.5° C
El agua se puso a enfriar en un congelador y al pasar 11:23 minutos se midió la temperatura	26.4° C
Se midió la temperatura del agua después de 24:25 minutos	22.2° C
Temperatura del agua al transcurrir 2:14:05 horas	6.9° C

Tabla 3. Mediciones con refrigerador convencional

Descripción	Resultado
Temperatura del agua a temperatura ambiente, 500 ml.	31.6° C
El agua se puso a calentar a flama media y al pasar 2:21 minutos se midió la temperatura	45.3° C
Se midió la temperatura del agua al transcurrir 10:23 minutos	77.3° C
Se midió la temperatura del agua al transcurrir 22:57 minutos. El agua llegó al punto de ebullición	100.6° C

Tabla 4. Mediciones con estufa convencional

Especificaciones técnicas

Enfriador-calentador		
Dimensiones	40.05 x 25.4 x 31.75	cm. Medidas internas.
Peso por pieza	8.6	Kg
Voltaje	12	Volt (máx.)
Intensidad de corriente	1	Ampere (máx.)
Potencia	12	W (máx.)
Temperatura máxima	90° C en 20 min	Temperatura ambiente 25° C
Temperatura mínima	0° C en 1 hora	Temperatura ambiente 25° C
Aplicación	Uso doméstico	
Durabilidad	5 años en promedio (la placa de enfriamiento 22 años)	
Consumo de energía eléctrica convencional	No aplica (cero pesos por este concepto)	
Capacidad	1.14 pies cúbicos	

Tabla 5. Enfriador-calentador solar experimental

Enfriador - calentador		
Dimensiones	15 X 14.5 X 25.5	cm. Medidas internas.
Peso por pieza	1	Kg
Voltaje	4	Volt (máx.)
Intensidad de corriente	.9	Ampere (máx.)
Potencia	3.6	W (máx.)
Temperatura máxima	70°C en 20 min	Temperatura ambiente 25° C
Temperatura mínima	0 °C en 2 horas	Temperatura ambiente 25° C
Aplicación	Uso doméstico	
Durabilidad	5 años en promedio (la placa de enfriamiento 22 años)	
Consumo de energía eléctrica convencional	No aplica (cero pesos por este concepto)	
Capacidad	0.19 pies cúbicos	

Tabla 6. Enfriador-calentador solar comercial

Evaluación del impacto económico

En el mercado existe una extensa variedad de electrodomésticos para el hogar que utilizan corriente eléctrica y que solo hacen una sola función, los comparamos con nuestro dispositivo (Tabla 7 y Tabla 8)

para conocer las ventajas que este tiene. El horno de microondas tiene un precio de \$1,819 y el refrigerador \$4,500 de 1.7 pies cúbicos.

Refrigerador común	Enfriador/calentador (efecto peltier) alimentado por la energía solar
Funciona con energía eléctrica	Funcionan con energía solar con el fin de cuidar al medio ambiente
Necesita de cuatro elementos para enfriar	Solo necesita placas peltier y un disipador de calor
Necesita mantenimiento en un determinado tiempo	Dura casi toda la vida dependiendo del cuidado que se tenga.
Hace una sola función: enfriar	Tiene dos funciones: enfría y calienta
Es el electrodoméstico que más consume energía eléctrica	Cero pesos por consumo de energía eléctrica convencional

Tabla 7. Electrodoméstico para calentar de tamaño convencional

Horno de microondas	Enfriador/calentador (efecto peltier), alimentado por la energía solar
Funciona con energía eléctrica	Funciona con energía solar
Necesita un tubo eléctrico de forma cilíndrica	Solo necesita placas peltier y un dissipador de calor
El tiempo de vida es poco	Dura casi toda la vida
Hace una sola función: calentar	Tiene dos funciones: enfría y calienta
En este se puede introducir materiales como el plástico y cristal (especial). Si se introduce cualquier tipo de metal hace un corto circuito	Una de las características de nuestro prototipo es que podemos utilizar cualquier tipo de metal, cristal y el plástico puede ser especial

Tabla 8. Electrodoméstico para enfriar

Análisis de factibilidad económica

En una jornada de trabajo de 8 horas de lunes a viernes se producen 20 enfriadores-calentadores comerciales a la semana, que al mes equivale a 92 enfria-

dores-calentadores. En la Tabla 9 se muestra el material necesario para su fabricación.

El enfriador-calentador solar comercial básico

Mano de obra (cuadrillas y salarios)				
ING. DE PRODUCCION	JOR	1	\$300	\$300.00
Rendimiento: 2 pza.				10
GASTOS VARIABLES				
Estaño	Pza		\$80	\$6.60
Cable	Pza	0.16	\$600	\$8.30
Pegamento	Pza	6	\$25	\$12.50
Cinta aislante				\$3.10
Herramienta menor	%	3.0000	\$150.00	\$ 4.50
GASTOS FIJOS				\$121.34
	Total costo directo			\$ 2045.72
	Total costo indirecto			\$ 553.03
	Costo total			\$ 2,598.75

Tabla 9. Precio unitario enfriador-calentador básico

Concepto: Fabricación de enfriador/calentador solar a base de una placa termoelectrica y celda solar. Incluye material, mano de obra y todo lo necesario. Unidad: Pza.					
Clave	Descripción	Unidad	Cantidad	Costo real	Importe
	Materiales y básicos				
TEC-12710	Thermoelectric Cooling Modules (TEC-12710)	Pza.	1	\$500.00	\$500.00
SOLAR-CEL	Celda solar	Pza.	3	\$150.00	\$450.00
Regulador	Regulador y controlador de carga	Pza.	1	\$340.00	\$340.00
Gab-01	Gabinete de almacenamiento	Pza.	1	\$300.00	\$300.00
	Subtotal			Materiales y básicos	\$1,590.00

podría tener un precio sugerido de venta de \$2,999.00 con una capacidad de 1.14 pies cúbicos.

Resultados

- La reducción del uso de la energía no renovable disminuye los gases de efectos invernadero.
- El reciclado de materiales que son basura industrial y actualmente contaminan severamente el medio ambiente como baterías de celular, con el fin de minimizarlos y valorizarlos.
- Evitar con este nuevo prototipo pérdidas económicas y materiales (como alimentos).
- El costo sea factible en el alcance social.
- El prototipo experimental logra enfriar una lata de refresco y preparar una sopa instantánea, se puede conectar al puerto USB de la laptop.
- El prototipo comercial calienta una olla de 9 lts. y conserva en refrigeración productos lácteos como quesos.

Conclusiones

El proyecto cumple con la norma NMX-J-233-1976,

en lo relativo a temperaturas de calentamiento y enfriamiento. Es de alto impacto ambiental ya que utiliza energía renovable y limpia, no contaminante, como es la energía solar.

Un congelador tarda en enfriar alrededor de 5 a 6 horas 500 ml de agua, en la estufa el agua tarda en llegar al punto de ebullición alrededor de 20 minutos a flama media, en el horno de microondas es alto el consumo eléctrico y no se puede utilizar metal, caso similar en el congelador que se tienen que utilizar plásticos resistentes, vidrios especiales y aluminio; en cambio con nuestro enfriador-calentador solar se pueden utilizar infinidad de materiales.

El prototipo comercial tiene potencial de aplicación muy amplio: hogares de comunidades rurales apartadas que no cuenten con red de energía eléctrica. El refrigerador llega a ser el equipo que consume la mayor fracción de la electricidad de un hogar (más del 30%). Si el aparato tiene más de diez años de haber sido comprado, puede consumir hasta 1,200 kWh/año. Sustituir un refrigerador viejo por uno nuevo puede significar un ahorro de más de 600 KW/h al año y, a lo

largo de sus quince años de servicio, cerca de 10,000 KW/h; así cambiar el refrigerador viejo puede significar dejar de emitir diez toneladas de CO₂ en 15 años.

Un dato relevante de «Carso Verde Reporte Ambiental 2010»: Al ahorrar energía por cada 3,380.88 Kw/h, dejamos de emitir una tonelada de CO₂. Si nuestro prototipo trabajara las 24 horas del día en forma continua dejaría de consumir 2,160 Watts de energía eléctrica convencional, lo que equivale a dejar de emitir 1.7 kg CO₂ al día y al año 635.98 kg de CO₂.

Futuras líneas de investigación

Elaborar diferentes diseños que se puedan utilizar en servicios móviles de salud (vacunación o transportación de muestras, por ejemplo) atención en casos de desastres (terremotos, inundaciones, situaciones en las que no hay suministro de la energía), las fuerzas armadas, como el ejército y la marina. También se puede hacer un dispositivo portátil al cual se le agrega un conector USB para conectarse a laptop y puede utilizarse por estudiantes y público en general que requieran preparar alimentos rápidos como café, sopas instantáneas y enfriar bebidas.

Referencias

Buen Rodríguez, O. (2006). «Alternativas energéticas para combatir el cambio ambiental global», en *Más allá del cambio climático: las dimensiones psicosociales del cambio ambiental global*, compiladores Javier Urbina Soria y Julia Martínez Fernández. Semarnat / Instituto Nacional de Ecología / Facultad Psicología. México. pp. 235-247. Obtenido: <https://books.google.com.mx/books?id=vvUoRldp2nkC&printsec=front-cover&hl=es#v=onepage&q&f=false>.

Castro Soto, G. (2007) *La Energía en México*. Otros

Mundos, A. C. / Convergencia de Movimientos de los Pueblos de las Américas (COMPA). San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México.

Castro Soto, G. (s/f). *Dforcesolar. Refrigeradores de energía solar tienen gran impacto en África*. Obtenido el 23 de agosto de 2012: <http://www.dforcesolar.com/energia-solar/refrigeradores-de-energia-solar-tienen-gran-impacto-en-africa/>

Castro Soto, G. (s/f). *Tecnología, ecología y sostenibilidad. El 90% de los hogares de Israel utilizan calentadores solares*. Obtenido el 23 de agosto de 2012: [Http://ecolofera.com/el-90-de-los-hogares-de-israel-utilizan-calentadores-solares/](http://ecolofera.com/el-90-de-los-hogares-de-israel-utilizan-calentadores-solares/)

Conde Álvarez, L. (2006). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1990 - 2002*. Semarnat. Obtenido de: http://www.inecc.gob.mx/descargas/cclimatico/inegei_res_ejecutivo.pdf

Gutiérrez Vera, J. (2001) *Energía Renovable en el Siglo XXI*. 1ª Edición. México: Senado de la República.

Morales Barroso, J. y Gómez Moreno, A. (2006). *La red inteligente: ahorro energético y telecomunicaciones. Convergencia con la red eléctrica y desarrollo sostenible*. España. Editorial L&M Data Communications, S. A. Obtenido: <http://www.isoc-es.org/files/downloads/ethf-mma-ebook.pdf>

s/a. (1997) «Frio sin Gas». *Resistor. Electrónica práctica*. Año XV. 5ta. Época. Núm. 157. pp. 54-55

s/a. (2002) *Refrigeradores solares y congeladores de la C.C.* Chinalight Everbright Import & Export Corporation. Obtenido: http://es.made-in-china.com/co_wdq913/product_Solar-DC-Refrigerators-and-Freezers_hugiiry.html