

Kit educativo de experimentación módulo PELTIER C-1100

El presente kit pretende iniciar en en el conocimiento de la **termoelectricidad** tanto a los estudiantes, como a todas las personas inquietas y curiosas, mediante un divertido y sorprendente experimento.

Se trata de ver lo que ocurre al llenar una cubeta con agua fría y otra con agua caliente e intentar comprender el proceso termoeléctrico que transforma esta diferencia de temperaturas en la energía que hace girar la hélice de un motor eléctrico.

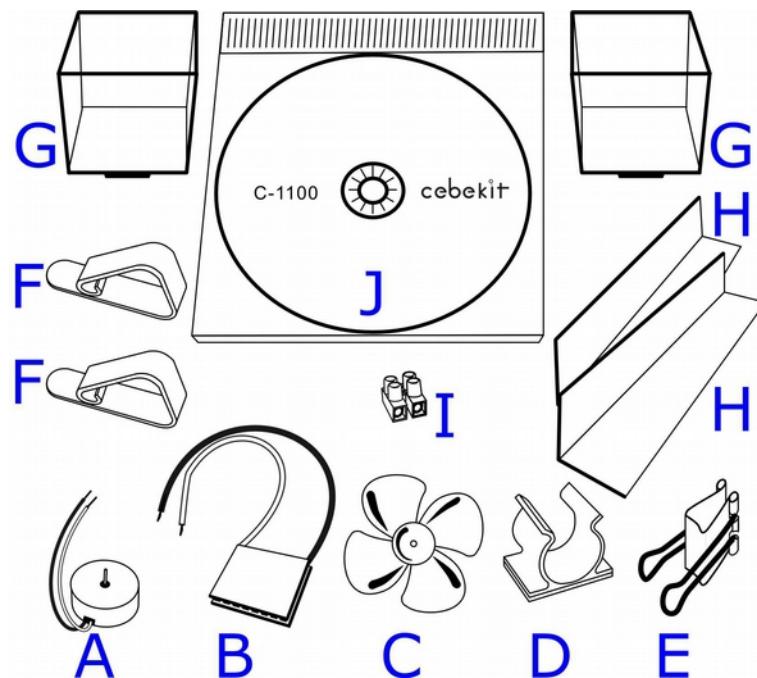
Todavía es muy desconocida esta fuente de energía, que paradójicamente lleva empleándose desde hace más de 50 años en aplicaciones científicas. Gracias al desarrollo de nuevos materiales semiconductores actualmente ya se está usando cada vez más a nivel de productos de consumo y esperemos que sea cada vez más popular.

El corazón de este kit es un módulo Peltier, que habitualmente suele utilizarse como refrigerador electrónico, sin embargo para nosotros será un generador eléctrico. De la misma manera como una pila transforma la energía química en electricidad, un aerogenerador transforma la energía eólica en electricidad o un panel solar fotovoltaico transforma la luz solar en energía eléctrica, nuestro especial generador produce electricidad a partir de la diferencia de temperaturas.

El presente manual contiene un capítulo muy completo con detalladas explicaciones teóricas y datos técnicos, incluyendo una ficha técnica de los módulos termoeléctricos, así como detalles sobre su construcción, funcionamiento, aplicaciones actuales y perspectivas de futuro.

Los 10 experimentos propuestos tratan los siguiente temas: **funcionamiento básico, reversibilidad térmica, reversibilidad eléctrica, resistencia térmica, Principio Cero de la termodinámica, puentes térmicos, inercia térmica, diferenciales de temperaturas y combinación de módulos Peltier.**

Contenido del kit



| | |
|---|------------|
| (A) Motor C-6059 | 1 unidad |
| (B) Módulo Peltier C-1050 | 1 unidad |
| (C) Hélice 4 palas | 1 unidad |
| (D) Soporte motor | 1 unidad |
| (E) Pinza ala abatible | 1 unidad |
| (F) Pies inclinados | 2 unidades |
| (G) Recipientes cuadrados | 2 unidades |
| (H) Disipadores de aluminio | 2 unidades |
| (I) Regleta conexión dos polos | 1 unidad |
| (J) CD con instrucciones e informaciones técnicas | 1 unidad |

Para realizar las prácticas propuestas también hace falta :

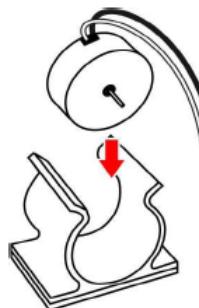
- 1 destornillador pequeño para los tornillos de la regleta de conexión
- Agua caliente
- Agua fría / cubitos de hielo
- Cazos o jarras adecuados para agua fría y caliente

Opcionalmente podrán realizar experimentos suplementarios si se dispone de :

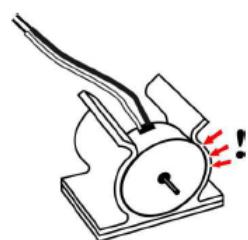
- Multímetro
- Termómetro
- Módulo Peltier C-1050 (suplementario)

MONTAJE

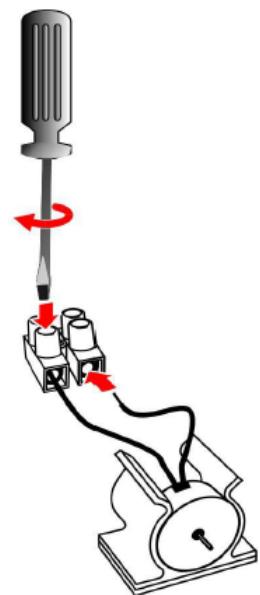
- 1 - Inserte a presión el motor en el soporte.
La salida de los cables por la parte superior.



- 2 - El frontal del motor ha de quedar a ras del soporte.



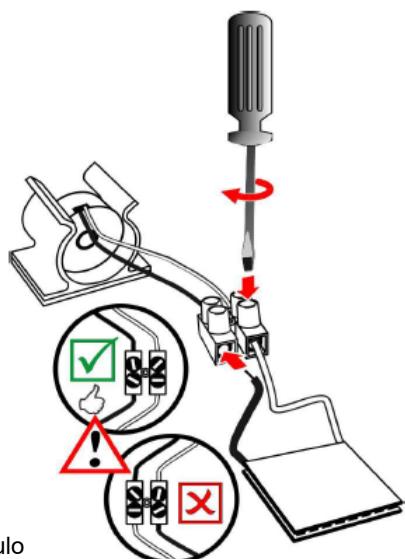
- 3 - Conecte los cables del motor a la regleta



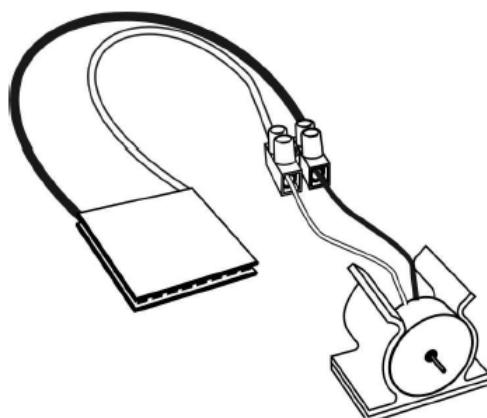
- 4 - Conecte los cables del módulo Peltier a la regleta.

Respete la polaridad:

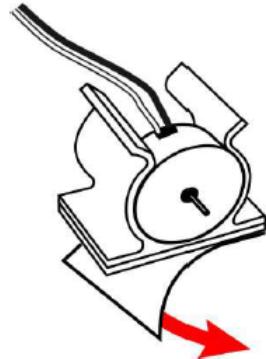
Cable positivo (rojo) del motor, con el cable positivo (rojo) del módulo



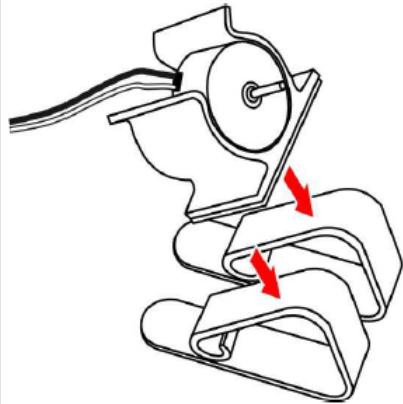
- 5 - Grupo conectado



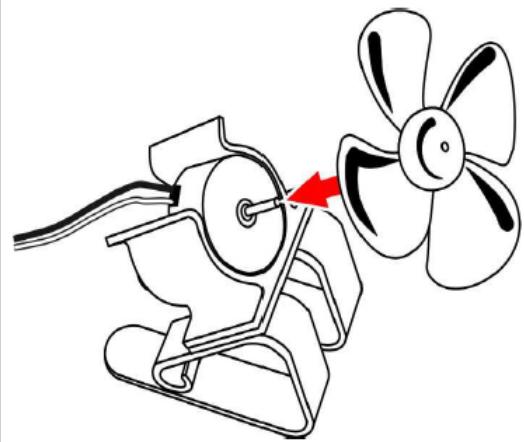
6 - Retire el protector de la almohadilla adhesiva



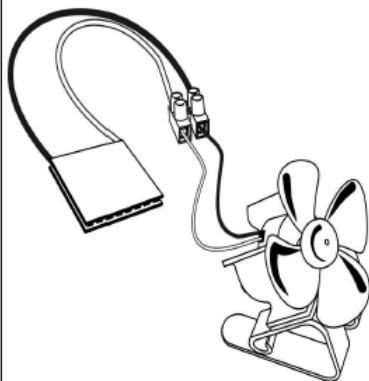
7 - Fije el motor con su soporte en la parte superior de los pies inclinados



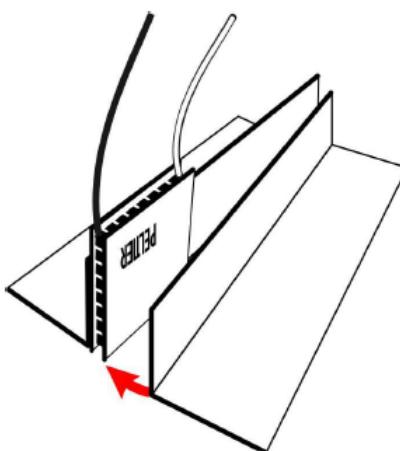
8 - Fije la hélice al eje del motor. Asegúrese que puede girar libremente sin rozar el soporte ni los pies



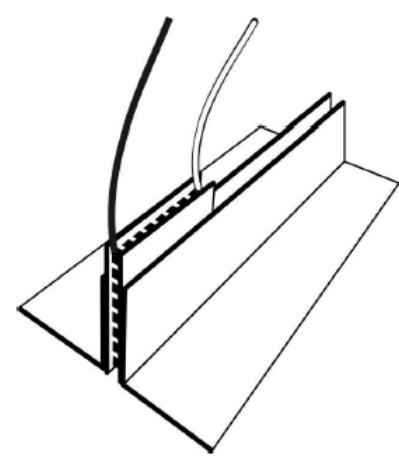
9 - Grupo ensamblado



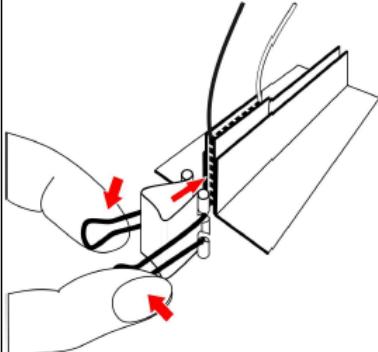
10 - Coloque el módulo entre los dos disipadores de aluminio, en la posición que muestra la figura. Los cables rojo y negro igual como la figura



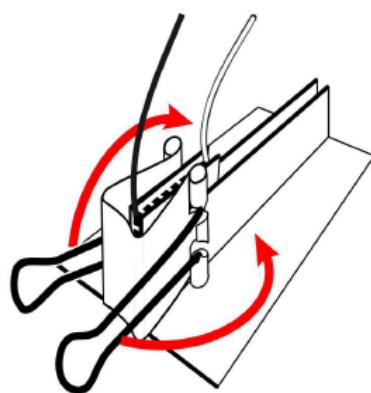
11 - Posición correcta



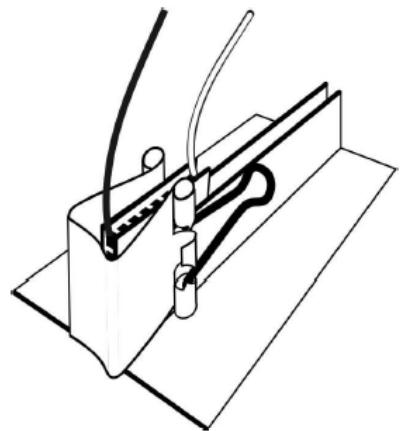
12 - Fije este conjunto con la pinza. Los dos aluminios han de quedar en contacto permanente con la superficie de cada una de las caras del módulo Peltier.



13 - Doble las palas de la pinza hasta que queden abatidas totalmente contra los aluminios

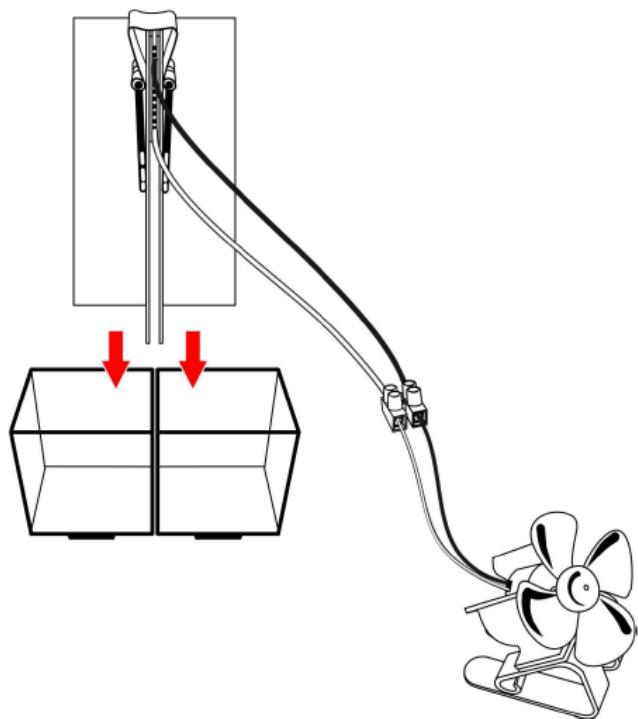


14 - Posición correcta

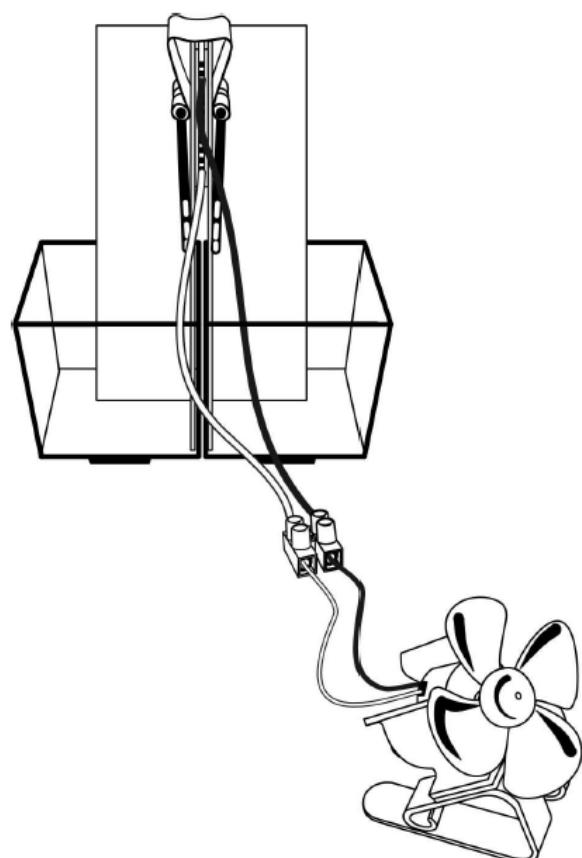


15 - Coloque los dos recipientes cuadrados juntos lateralmente.

Inserte el conjunto ensamblado anteriormente en las cubetas, según muestra la figura



16 - El montaje ya está listo.



FUNCIONAMIENTO

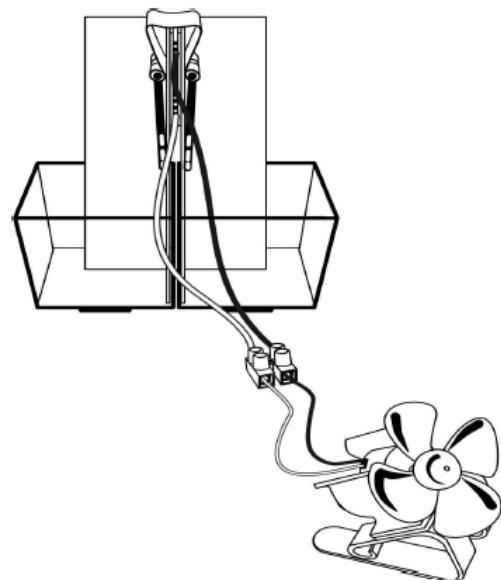
Para realizar el experimento necesitaremos:

Recipiente con agua caliente

Recipiente con agua fría

Cubitos de hielo

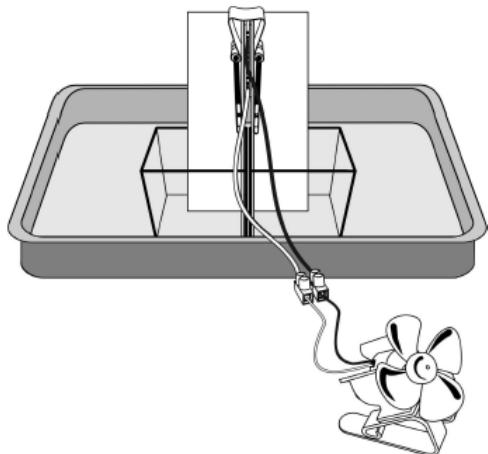
- 1 - Revise el montaje.
Debe estar correctamente alineado y estable para que no pueda volcar al llenarlos con agua.
Al girar la hélice no debe tocar ni rozar en ninguna parte.
La regleta de conexión y los cables han de quedar fuera de ambos recipientes.
El recipiente que queda a la derecha del alumno será el del agua fría.



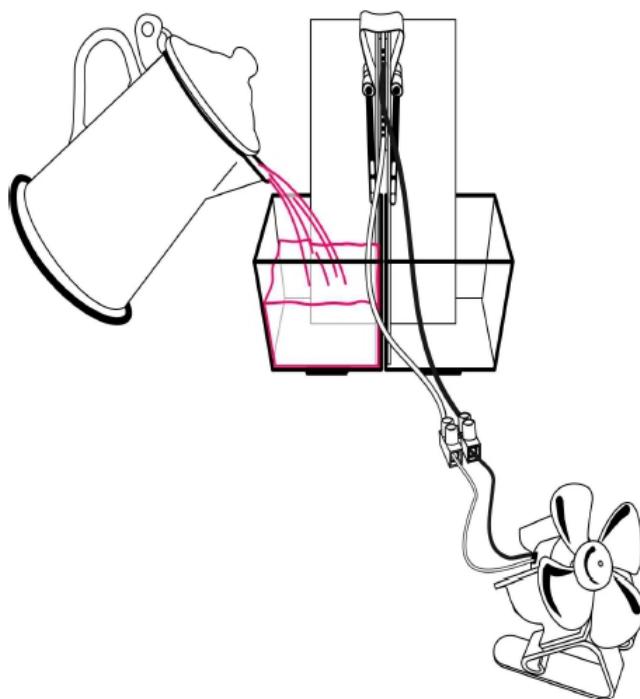
Consejo :

Para evitar disgustos producidos por vuelcos de los recipientes, derrames de agua, o salpicaduras, se recomienda situar el conjunto de los dos recipientes en el interior de una cubeta de plástico, que recogerá el agua que pueda ser derramada.

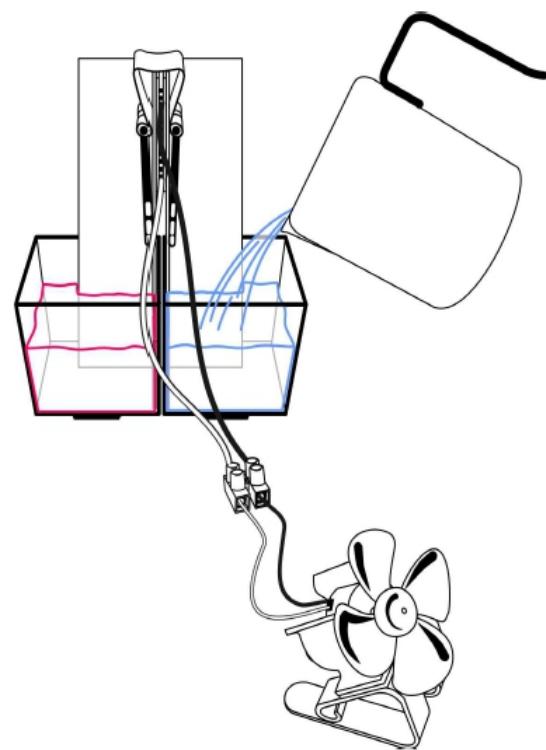
Para una mejor claridad en los dibujos, la cubeta no se ilustra en las siguientes imágenes.



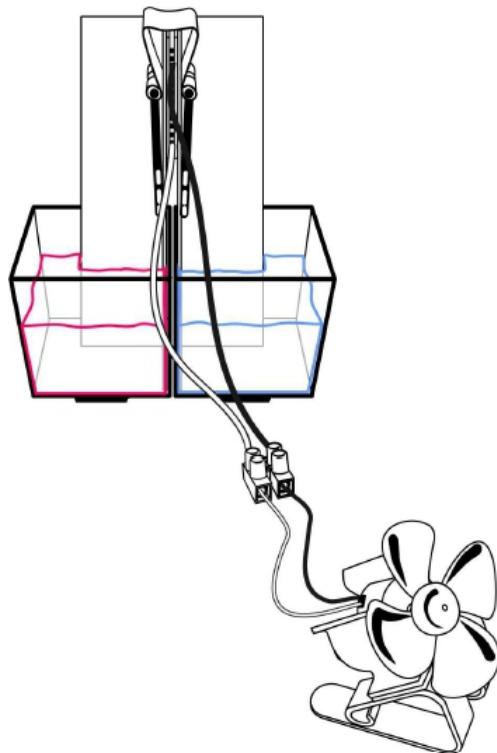
2 - Tomando las precauciones necesarias, vierta agua caliente en el recipiente de la izquierda, hasta llenar las 3/4 partes aproximadamente.



3 - Vierta ahora agua fría en el recipiente de la derecha



4 - Espere un tiempo y observe lo que sucede



EXPERIMENTOS

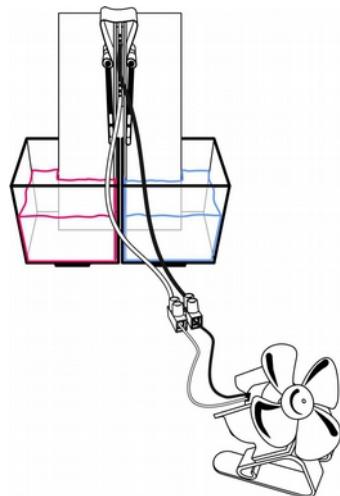
Se recomienda haber leído la información técnica de los distintos apartados para tener los conocimientos necesarios que nos ayuden a comprender lo que sucede en los experimentos.
A criterio del docente, puede plantear primero el experimento e introducir luego la explicación teórica .

Experimento 1 Primera prueba

Llenaremos ambos recipientes con agua corriente del grifo.

¿Qué ocurre?

¿Sabes explicar porqué?

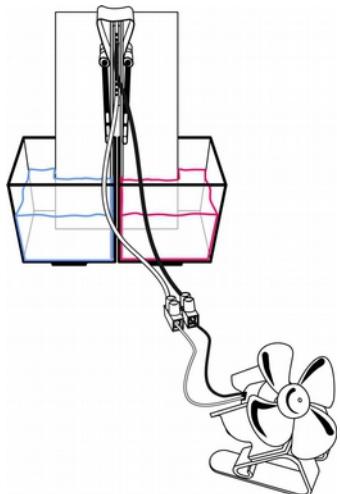


Experimento 2 Funcionamiento básico

Llenaremos el recipiente de nuestra izquierda con agua caliente procedente del grifo de agua caliente (aprox 50°C) y el de la derecha con agua que hemos enfriado previamente con cubitos.

¿Qué ocurre?

¿Sabes explicar porqué?

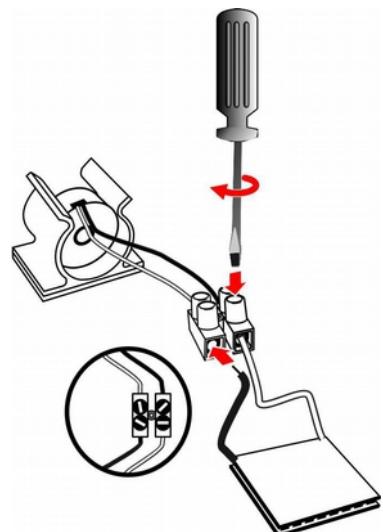


Experimento 3 Reversibilidad térmica

Llenaremos el recipiente de nuestra izquierda con agua que hemos enfriado previamente con cubitos y el de la derecha con agua caliente procedente del grifo de agua caliente (aprox. 50°C).

¿Qué ocurre ahora?

Compáralo con el experimento anterior y busca una explicación



Experimento 4 Reversibilidad eléctrica

Con la ayuda del destornillador aflojaremos los dos tornillos de la regleta que fijan los cables del motor.

Ahora los fijaremos de forma que el cable Rojo del motor quede conectado al cable Negro del módulo Peltier y el cable Negro del motor se conecte al cable Rojo del módulo Peltier.

A continuación llenaremos el recipiente de nuestra izquierda con agua caliente procedente del grifo de agua caliente (aprox. 50°C) y el de la derecha con agua que hemos enfriado previamente con cubitos.

¿Qué ocurre ahora?

¿Sabes explicar porqué? Compáralo con los experimentos 2 y 3
Al finalizar el experimento conecta los cables del motor tal como estaban antes.

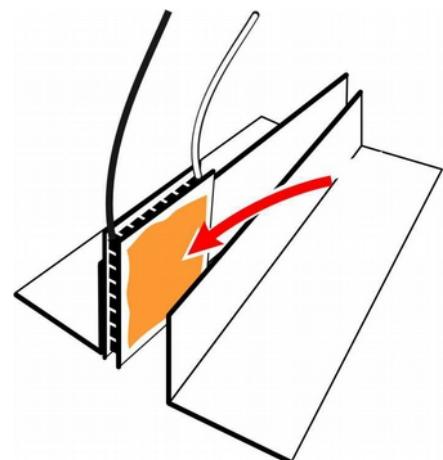
Experimento 5 Resistencia térmica

Los perfiles de aluminio han de estar bien planos y tocando el módulo Peltier en toda su superficie, para lograr un buen *contacto térmico* y conseguir una correcta transmisión del calor.

Intentaremos mejorar el *contacto térmico* disminuyendo la *resistencia térmica*, para ello, aplicaremos en ambas caras del módulo Peltier un poco de grasa de silicona, de la usada en electrónica para mejorar la *conductividad térmica* o lo que es lo mismo, disminuir la *resistencia térmica* entre los semiconductores de potencia y sus refrigeradores. Opcionalmente se puede utilizar una gota de aceite mineral (del usado para engrasar máquinas de coser y mecanismos de bicicleta)

¿Qué ha mejorado?

En los ordenadores también se utiliza grasa de silicona ¿sabes donde y con qué fin?



Experimento 6 Principio Cero de la Termodinámica

Habráis observado que el tiempo que dura el experimento es de pocos minutos.

¿cuál crees que puede ser la causa?

Son diversas las causas que lo provocan. Pero todas ellas están relacionadas con el *Principio Cero de la termodinámica*, ya que al poner en contacto un objeto frío con otro caliente, ambos evolucionan hasta que sus temperaturas se igualan.

Evidentemente la primera causa es el reducido volumen de agua de los recipientes y la segunda puede ser la temperatura de la estancia donde se realiza el experimento.

Piensa el porqué y si es mejor que la estancia esté muy caliente, muy fría o a una temperatura media.

Puedes realizar este experimento variando la temperatura de la estancia. Estufa o aire acondicionado, conectado o desconectado, ventanas y puertas abiertas o cerradas, y observar si la duración del experimento es más larga o más breve.

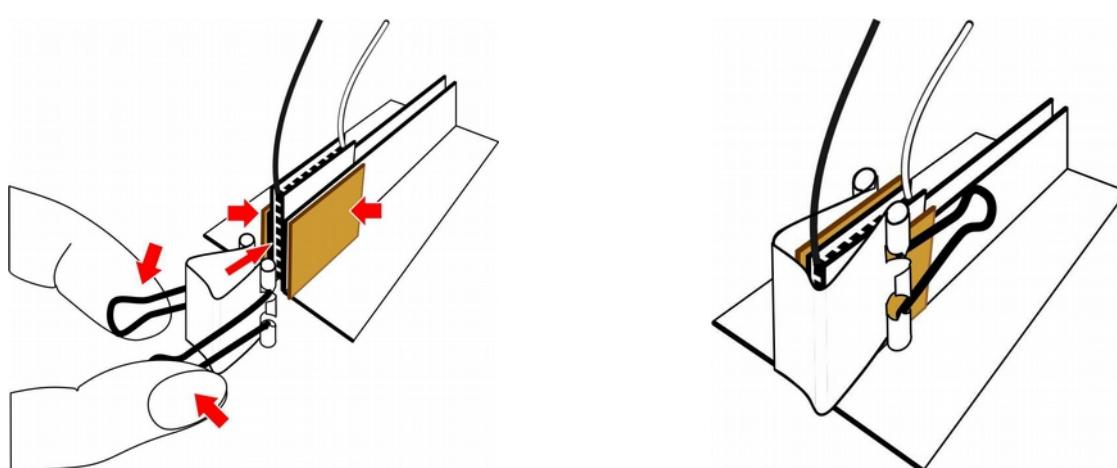
Experimento 7 Puentes térmicos

Tras realizar el experimento 6 has determinado algunas causas de la duración del experimentos, pero posiblemente no has caído en un detalle muy importante, este montaje tiene un *punto térmico* entre el aluminio "caliente" y el aluminio "frío". Este *punto térmico* se comporta como un *cortocircuito* que descarga la energía de nuestra *pila térmica* (las dos cubetas con agua fría y caliente).

Busca la similitud con un circuito eléctrico y con el *principio cero de la termodinámica*.

Vamos ahora a eliminar el *punto térmico* de la pinza, mejor dicho, a aumentar su *resistencia térmica*.

Para ello colocaremos *aislantes térmicos* entre la pinza y ambos aluminios. Podemos utilizar dos recortes de aproximadamente 2 x 4 cm de cartulina gruesa (de 1mm). Si no tienes cartulina gruesa puedes usar cartulina fina doblada varias veces sobre si misma.



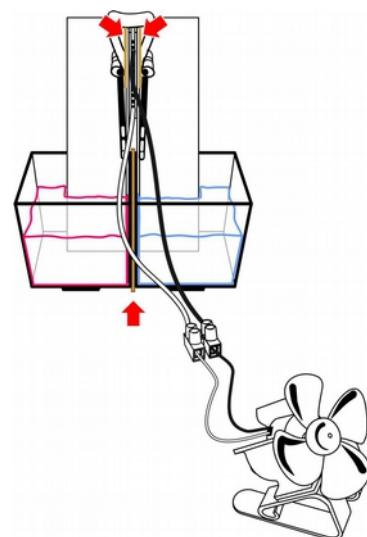
Pero existe otro *ponte térmico* en el montaje.

¿Lo has detectado?

Efectivamente los dos recipientes prácticamente se tocan entre sí, y aunque el plástico no es un buen conductor del calor, la *resistencia térmica* no es muy alta porque sus paredes son finas. Para aumentar el *aislamiento térmico* colocaremos entre ambos recipientes un recorte de unos 4 x 4 cm de cartulina de 1 mm .

Realiza ahora el experimento, mide el tiempo de funcionamiento y compáralo con el de los primeros experimentos.

Las *puentes térmicos* son un grave problema para conseguir un buen nivel de *eficiencia energética* en los hogares. Los *puentes térmicos* pueden estar causados por ventanas, puertas, persianas y también por paredes o techos mal aislados. Busca información sobre las *certificaciones energéticas* y la forma de mejorarlas.



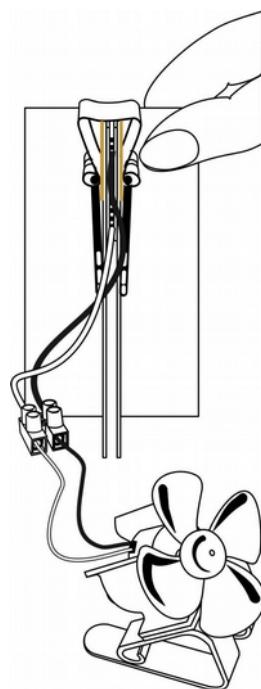
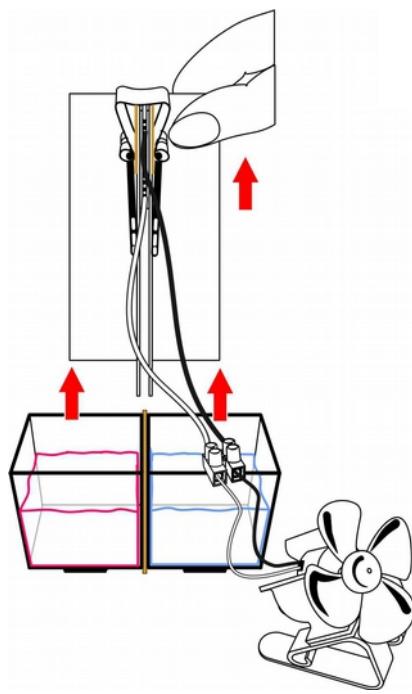
Experimento 8 Inercia térmica

Repite el experimento 7.

En cuanto la hélice esté girando a su velocidad intenta levantar el grupo Peltier-motor y sácalo de las cubetas de agua (ten cuidado que no se derrame el agua) y déjalo sobre la mesa.

Si puedes controlar la tensión de la regleta con un voltímetro, levanta el grupo cuando el voltímetro se estabilice en su máxima lectura.

Atención: para evitar quemarte los dedos debes coger el grupo Peltier-motor por el aluminio frío.



¿Te sorprende lo que ocurre?

¿Durante cuanto tiempo se mantiene así?

¿Sabes explicar porqué?

Repite el mismo experimento pero con el agua de las dos cubetas más caliente y más fría respectivamente y observa si se mantiene más o menos tiempo que antes.

Experimento 9 Diferenciales de temperaturas

La tensión que genera un módulo Peltier es directamente proporcional a la diferencia de temperaturas entre la cara fría y la cara caliente.

Realiza las siguientes pruebas con el montaje del experimento 7 y completa la tabla.

Atención: mucho cuidado al manipular el agua calentada puesto que su temperatura puede llegar hasta 100°C. Peligro de quemaduras graves! Recomendamos usar una tetera o recipiente similar.

Si puedes disponer de un termómetro apto para medir líquidos, anota las mediciones en la tabla.

Si puedes disponer de un voltímetro para medir corriente continua, anota las tensiones presentes en la regleta. Puedes usar las escalas de 2 V o de 20 V

| Recipiente izquierda | Temperatura recipiente izquierda | Recipiente derecha | Temperatura recipiente derecha | Temperatura diferencial (°C) | ¿Cómo gira el motor? (lento, normal, rápido, muy rápido...) | Tensión en la regleta (V) | Tiempo que está girando la hélice |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------------|
| agua del grifo de agua caliente | | agua del grifo de agua fría | | | | | |
| agua del grifo de agua caliente | | agua preenfriada con cubitos | | | | | |
| agua calentada | | agua preenfriada con cubitos | | | | | |
| agua calentada | | agua preenfriada y unos cubitos | | | | | |

¿Sabes explicar los resultados?

Experimento 10 Combinación de módulos Peltier

Para realizar este experimento es necesario adquirir un módulo Peltier C-1050 suplementario.

Cuando necesitamos incrementar la potencia de una pila para alimentar un dispositivo eléctrico o electrónico, asociamos varias pilas en serie o en paralelo, según deseemos incrementar la tensión o la corriente respectivamente. También podemos hacer lo mismo con los módulos Peltier.

Para este experimento la corriente que genera el módulo Peltier del kit es más que suficiente para alimentar el motor.

Para incrementar la velocidad necesitamos incrementar la tensión, por ello conectaremos los dos módulos en serie.

Primero colocaremos el segundo módulo entre los aluminios, junto al otro módulo.

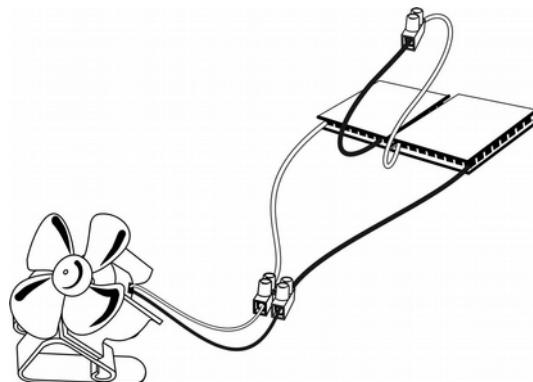
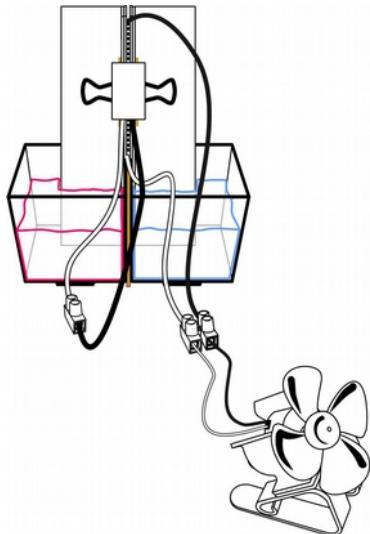
Atención: los dos módulos deberán colocarse con las caras calientes apoyadas en el mismo aluminio.

Si por error colocamos un módulo invertido con respecto al otro, el sistema no funcionará.

Es necesario aplicar grasa de silicona (o aceite mineral) en ambas caras de los dos módulos Peltier y montar los aislamientos térmicos, como se hizo en el experimento 7.



Para conectar los módulos en serie es necesaria una regleta suplementaria. Fíjate bien en la siguiente figura que muestra como debes hacer la conexión del motor con los dos módulos en serie. Es muy importante que te fijes en las polaridades (colores de los cables).



Una vez esté preparado el nuevo grupo con los dos módulos Peltier conectados en serie y con los aislamientos térmicos, debes realizar las siguientes pruebas y mediciones que se indican en la tabla.

Atención: mucho cuidado al manipular el agua calentada puesto que su temperatura puede llegar hasta 100°C.
Peligro de quemaduras graves! Recomendamos usar una tetera o recipiente similar.

Si puedes disponer de un termómetro apto para medir líquidos, anota las mediciones en la tabla.

Si puedes disponer de un voltímetro para medir corriente continua, anota las tensiones presentes en la regleta. Puedes usar las escalas de 2 V o de 20 V

| Recipiente izquierda | Temperatura recipiente izquierda | Recipiente derecha | Temperatura recipiente derecha | Temperatura diferencial (°C) | ¿Cómo gira el motor? (lento, normal, rápido, muy rápido...) | Tensión en la regleta (V) | Tiempo que está girando la hélice |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|------------------------------|---|---------------------------|-----------------------------------|
| agua del grifo de agua caliente | | agua del grifo de agua fría | | | | | |
| agua del grifo de agua caliente | | agua preenfriada con cubitos | | | | | |
| agua calentada | | agua preenfriada con cubitos | | | | | |
| agua calentada | | agua preenfriada y unos cubitos | | | | | |

Compara estos resultados con los del experimento 9 y saca tus propias conclusiones.
¿Cómo podrías alimentar un led de 1,5V o un motor de esta misma tensión usando módulos Peltier?

El haber llegado hasta aquí no significa el fin de la experimentación con módulos Peltier, al contrario, el objetivo de estos experimentos es abrir un nuevo horizonte de posibilidades a partir de la imaginación creativa de cada persona.

Solución a posibles problemas:

Con una instalación correcta, el motor debe girar la hélice en sentido horario.

Si el motor no funciona:

A) Posible fallo en la conexión de los cables en la regleta.

Quizás se ha soltado algún cable, los tornillos no están bien apretados o lo hacen sobre el plástico aislante del cable

B) Revise que la hélice puede girar libremente.

Puede estar trabada debido al roce con el soporte del motor, con los pies inclinados o con algún cable.

C) Los perfiles de aluminio han de estar bien planos y tocando el módulo Peltier en toda su superficie, para lograr un buen contacto y conseguir una correcta transmisión de la temperatura.

D) La transmisión del calor desde el agua hasta el módulo Peltier no ocurre de forma instantánea, por lo que es necesario esperar un tiempo hasta que el aluminio iguale su temperatura a la del agua y la transmita al módulo. Según la temperatura ambiente y la del agua, puede tardar desde algunos segundos hasta más de un minuto.

E) Es posible que la diferencia de temperaturas entre el agua caliente y la fría sea insuficiente para generar la energía necesaria para impulsar el motor que haría girar la hélice.

Si el motor gira al revés:

A) Error en la conexión de los cables. Polaridad invertida. Revisar instrucciones, punto 4.

B) El módulo Peltier está montado al revés. Revisar instrucciones, punto 10.

C) El conjunto del módulo y los perfiles de aluminio están montados al revés en las cubetas. Revisar instrucciones, punto 15.

Información técnica

Efecto termoeléctrico

El efecto termoeléctrico sucede en la unión de dos metales no iguales, de forma que si se aplican diferentes temperaturas a cada lado de la unión, se genera una tensión eléctrica. También sucede en sentido inverso, al aplicar una tensión se crea una diferencia de temperaturas.

A escala atómica, un gradiente de temperatura aplicado hace que los portadores de carga se difundan desde el lado caliente al lado frío del material.

Este efecto puede ser utilizado para generar electricidad, para medir la temperatura o para cambiar la temperatura de los objetos. Debido a que el lado calefactor y el lado refrigerador vienen dados por la polaridad de la tensión aplicada, los dispositivos termoeléctricos se pueden utilizar como controladores de temperatura .

El término "efecto termoeléctrico" abarca tres efectos diferentes:

- 1) efecto Seebeck
- 2) efecto Peltier
- 3) efecto Thomson (en algunos libros de texto se refieren a él como efecto Peltier-Seebeck).

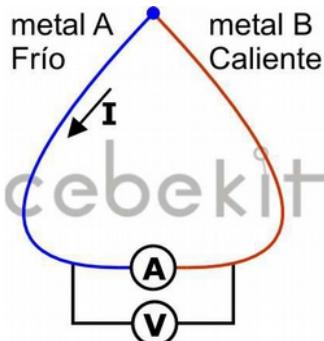
Esta separación es debida a que fueron descubiertos de forma independiente por distintos científicos.

El efecto Joule se refiere al calor que se genera cada vez que circula una corriente eléctrica a través de un conductor de material resistivo. Aunque también es un efecto termoeléctrico, generalmente no suele denominarse así. Los efectos Seebeck, Peltier y Thomson son termodinámicamente reversibles, sin embargo el efecto Joule no lo es.

Efecto Seebeck

Se trata de una propiedad termoeléctrica descubierta en 1821 por el médico y físico prusiano Thomas Johann Seebeck, nacido en Reval (actual Tallín).

El efecto Seebeck consiste en que al aplicar una diferencia de temperaturas en la unión de dos metales distintos (dispositivo termoeléctrico) se induce un flujo de electrones en los conductores que crea una diferencia de potencial eléctrico (una tensión) que es proporcional a la diferencia de temperaturas. El flujo se inicia en la zona de mayor temperatura hacia la de menor temperatura.



Seebeck no creyó, o no divulgó, que el calor aplicado generaba una corriente eléctrica. Utilizó el término "termomagnetismo" para referirse al efecto que había descubierto al soldar dos metales distintos (cobre y bismuto) formando un lazo, ya que de forma accidental se percató que al calentar uno de los metales mientras el otro se mantenía frío, se desviaba la aguja de la brújula debido al campo magnético generado.

Cada metal tiene un *coeficiente seebeck* distinto. Se mide en mV/K (microvolt por Kelvin) y se refiere a la tensión que genera por cada grado de temperatura que se incrementa.

Efecto Peltier

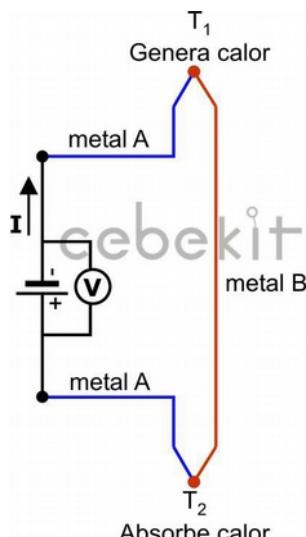
Consiste en una propiedad termoeléctrica descubierta en 1834 por el físico francés Jean Charles Athanase Peltier, trece años después del descubrimiento del efecto Seebeck por el científico alemán del mismo nombre.

El efecto Peltier hace referencia a la creación de una diferencia de temperatura debida a una diferencia de potencial eléctrico. Esto ocurre al hacer circular una corriente eléctrica a través de una unión de dos metales diferentes o dos semiconductores distintos (tipo P y tipo N). El flujo de corriente eléctrica propicia una transferencia de calor en la unión entre un metal y el otro, mientras uno se enfriá y el otro se calienta.

Para comprender el fenómeno de enfriamiento, podemos pensar en la analogía de lo que sucede a un gas ideal al expandirse, que absorbe calor. De la misma forma los electrones podrían expandirse al pasar de una región de alta densidad a otra de baja densidad absorbiendo calor y enfriando la zona.

A la unión de dos metales o semiconductores distintos se le denomina *termopar*. Un grupo de varios *termopares* en serie se les llama *termopila*.

El circuito de la figura está formado por dos metales distintos, Metal A y Metal B. La corriente que circula por el circuito genera calor en el termopar T1 mientras que el termopar T2 lo absorbe.



El efecto Peltier es inverso al efecto Seebeck.

El calor de Peltier (Q) absorbido por la unión T2 por unidad de tiempo es :

$$Q = (\Pi_B - \Pi_A) I$$

Siendo PB y PA los coeficientes Peltier de cada material.

El silicio tipo P tiene un coeficiente Peltier positivo a temperaturas inferiores a 550 K y el silicio tipo N tiene un coeficiente Peltier negativo.

También podemos decir que el coeficiente Peltier PAB relativo a la unión de dos materiales A y B, es igual al calor Q liberado en una unión o absorbido en la otra, dividido por la corriente I que hacemos circular por el circuito.

$$\Pi_{AB} = \frac{Q}{I}$$

Efecto Thomson

Fue descubierto por William Thomson (Lord Kelvin) en 1851, que demostró que por encima de un gradiente de temperatura, una corriente que fluye por un conductor puede ser usada de forma reversible como refrigeración o como refrigeración. En este caso la cantidad de calor asociada es proporcional al gradiente térmico y la corriente circulante, a través del coeficiente Thomson.

Thomson estableció las fórmulas que relacionan el coeficiente Peltier y el coeficiente Seebeck:

$$\Pi = S T$$

donde P es el coeficiente Peltier, S es el coeficiente Seebeck y T es la temperatura absoluta

El coeficiente Thomson μ aparece en la segunda relación de Thomson:

$$\mu = T dS/dT$$

Módulos Peltier

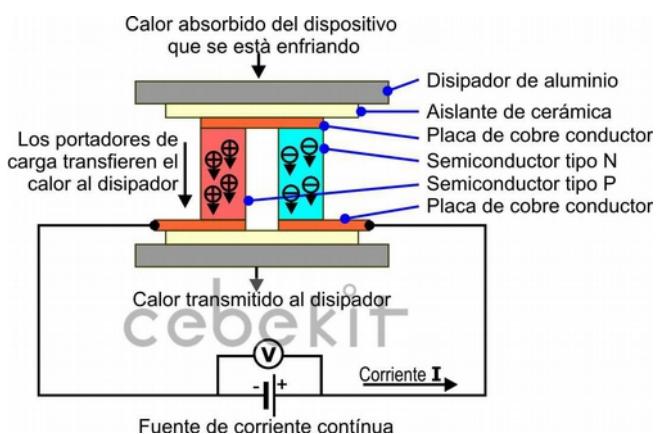
Un módulo Peltier, también conocido como módulo o refrigerador termoeléctrico TEC (Thermo Electric Cooler), es un componente electrónico basado en semiconductores y que funciona como una **bomba de calor** pequeña. Se basa en los efectos Peltier y Thomson.



Al aplicar una corriente continua de baja tensión a un TEC, el calor fluye a través de los elementos semiconductores de una cara a la otra. La corriente eléctrica enfriá una cara y calienta simultáneamente la cara opuesta. En consecuencia, una determinada cara del dispositivo se puede utilizar para calefacción, o para refrigeración si se invierte la polaridad de la corriente aplicada. Las características de TEC lo hacen muy adecuado para aplicaciones de control preciso de temperatura y donde las limitaciones de espacio y la fiabilidad son fundamentales o cuando los fluidos refrigerantes o las vibraciones de los compresores no son deseados.

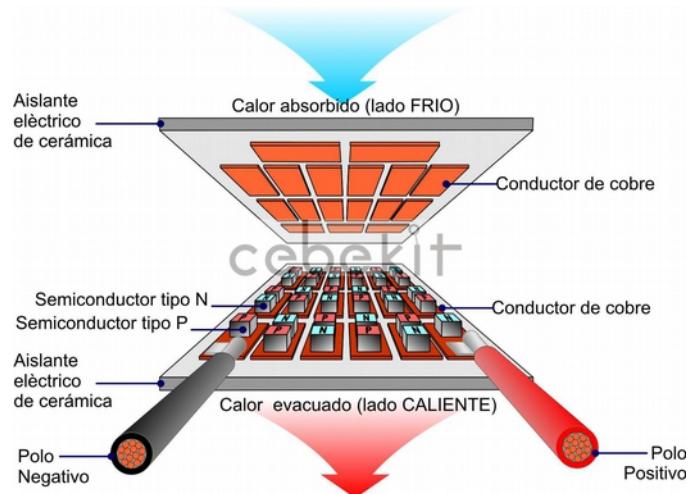
Un refrigerador típico de una sola etapa consiste en dos placas de cerámica entre las cuales se disponen varios termopares de semiconductores tipo P y tipo N (aleaciones de telururo de bismuto, Bi2Te3).

Es importante destacar que los elementos P y N de telururo de bismuto son semiconductores sueltos y que no forman uniones PN, por lo tanto no son diodos.



Cuando una tensión positiva se aplica como se muestra, los electrones pasan desde los elementos tipo P hacia los de tipo N, y la temperatura del lado frío disminuye a medida que la corriente de electrones absorbe el calor, hasta que se alcanza el equilibrio. La absorción de calor (enfriamiento) es proporcional a la corriente, al coeficiente Peltier del material empleado y al número de pares termoeléctricos. Este calor se transfiere al lado caliente del módulo, donde, a través del dissipador de calor, se transfiere hacia el ambiente circundante.

La figura siguiente representa un módulo TEC abierto, mostrando la distribución interna de sus distintos elementos:



Un TEC de una sola etapa como el que se ilustra está formado por una matriz de termopares, en el que los elementos semiconductores están conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo.

Ya hemos visto que los efectos termodinámicos están relacionados entre sí. Los módulos TEC reciben este nombre (dispositivo refrigerador) por su principal aplicación, sin embargo también producen el efecto Seebeck si los hacemos funcionar al revés, es decir, al aplicar calor en una cara y frío en la otra, se comportan como un *generador de electricidad*, siendo la corriente producida proporcional a la diferencia de temperaturas entre ambas caras. Este efecto es el que exploraremos en este kit educativo.

Ventajas e inconvenientes

Algunos de los beneficios de los módulos Peltier son:

- No tienen partes móviles, prácticamente no necesitan mantenimiento y no producen ruidos ni vibraciones
- No se usan clorofluorocarbonos
- El control de la temperatura puede hacerse con gran precisión, hasta $\pm 0,01^\circ\text{C}$.
- Puede tener un tamaño muy pequeño y fabricarse con distintos perfiles
- Pueden ser utilizados en espacios muy pequeños o en ambientes más severos que los sistemas de refrigeración convencional
- Tienen una larga vida útil. Tiempo medio entre fallos (MTBF) superior a 100.000 horas
- Son fácilmente controlables a través de la tensión/corriente de entrada
- Puede producir electricidad " limpia" aprovechando diferencias de temperatura y calor residual de otras aplicaciones.

Algunas de sus desventajas son:

- Sólo pueden disipar una cantidad limitada de flujo de calor

Aplicaciones

A partir del desarrollo de los principios descubiertos por Seebeck, Peltier y Thomson, y gracias a los nuevos materiales semiconductores introducidos a finales de 1950, la refrigeración termoeléctrica se convirtió en una tecnología viable para pequeñas aplicaciones de refrigeración.

Los refrigeradores termoeléctricos se utilizan habitualmente para aplicaciones que requieren la eliminación de calor que van desde milivatios a varios miles de vatios. Pueden usarse en aplicaciones tan pequeñas como un refrigerador de bebidas o tan grandes como un submarino o un vagón de ferrocarril.

Productos de consumo

Actualmente ya se están aplicando regularmente los módulos Peltier en los productos de consumo.

Encontramos ejemplos de aplicaciones en camping, neveras portátiles, refrigeración de componentes electrónicos y pequeño instrumentos de medida.

El efecto de enfriamiento de las bombas de calor Peltier también son usadas para extraer el agua del aire en deshumidificadores totalmente silenciosos. Un refrigerador para camping o para coche puede reducir la temperatura hasta en 20 °C por debajo de la temperatura ambiente. Con circuitos de retroalimentación, los módulos Peltier se usan para implementar controladores de temperatura altamente estables, que mantienen el control $\pm 0,01$ °C. Tal estabilidad se puede utilizar en aplicaciones de láser de precisión, para evitar la deriva de la longitud de onda láser debido a los cambios de temperatura ambiente. Chaquetas climatizadas están comenzando a utilizar elementos Peltier. Los refrigeradores termoeléctricos se utilizan para reemplazar los radiadores de calor estándar para los microprocesadores, ya que los radiadores de calor sólo proporcionan una refrigeración pasiva. También son importantes las aplicaciones médicas para mantener la temperatura controlada durante el transporte de órganos y medicamentos sensibles.

Aplicaciones científicas

Los módulos Peltier se utilizan también en dispositivos científicos, siendo un componente común en los Termocicladores (recicladores térmicos de PCR), que se utilizan para la síntesis de ADN por reacción en cadena de la polimerasa, una técnica biológica molecular común que requiere el rápido calentamiento y enfriamiento de la mezcla de la reacción para la desnaturización, hibridación de los cebadores y los ciclos de síntesis enzimática.

Una de sus primeras aplicaciones, aprovechando el efecto Seebeck, se usaron como generadores de energía termoeléctrica en satélites y naves espaciales, ya que no en todas partes es posible usar paneles fotovoltaicos. Desde 1961, algunas naves no tripuladas (incluyendo el vehículo Curiosity explorador de Marte) utilizan generadores termoeléctricos de radioisótopos (RTG) que convierten la energía térmica en energía eléctrica, gracias al efecto Seebeck. Tanto los detectores de fotones como CCDs en telescopios astronómicos, espectrómetros, o cámaras digitales de muy alta gama, a menudo se enfrian con módulos Peltier. Esto reduce los recuentos oscuros debido al ruido térmico. Un recuento oscuro se produce cuando un píxel registra un electrón debido a una fluctuación térmica y no por haber recibido un fotón. En las fotos digitales tomadas con poca luz se muestra un efecto de "nieve", llamado "ruido pixel".

También los refrigeradores termoeléctricos se pueden utilizar para enfriar los componentes informáticos para mantener la temperatura dentro de los límites de diseño, o para conseguir un funcionamiento estable cuando se realiza overclocking. Un enfriador Peltier con un disipador de calor o bloque de agua puede enfriar un chip muy por debajo de la temperatura ambiente.

En aplicaciones de fibra óptica, donde la longitud de onda de un láser o un componente es altamente dependiente de la temperatura, se emplean enfriadores Peltier junto con un termistor en un circuito de retroalimentación para mantener una temperatura constante y con ello estabilizar la longitud de onda del dispositivo.

Algunos equipos electrónicos científicos para uso en el campo también se enfrian con módulos Peltier.

Perspectivas de futuro

Las perspectivas de futuro son muy esperanzadoras, principalmente en las tecnologías para la generación y el ahorro de energía de forma sostenible y no contaminante.

Ya en los años 20 del siglo XX, en zonas remotas de la Unión Soviética, se utilizaban el efecto Peltier para alimentar los radio receptores. Una larga barra metálica aprovechaba el calor de la chimenea mientras que la otra absorbía el frío del exterior.

La mayor parte de las investigaciones en el campo de las aplicaciones termoeléctricas patrocinadas por los gobiernos en los últimos 10-15 años, ha sido en el área de generación de energía termoeléctrica, buscando maneras de mejorar el uso de la energía .

Para cualquier generador de energía termoeléctrica tipo Peltier, la tensión generada es directamente proporcional al número de los pares, a la diferencia de temperatura entre los lados superior e inferior y los coeficientes Seebeck de los materiales P y N empleados.

Perspectivas de futuro

Hay que tener presente que menos de una cuarta parte de la energía contenida en la gasolina de los automóviles se emplea en trabajo útil para mover el vehículo. La mayoría de la energía se escapa al ambiente en forma de calor, principalmente a través de los gases de escape del vehículo y el radiador.

Las empresas automovilísticas Volkswagen y BWM, y el centro Aeroespacial Alemán (DLR) están investigando dispositivos termoeléctricos para recuperación del calor del motor y de los gases de escape, con el que consiguen una reducción importante de los consumos de energía de los vehículos.

En cuanto a la industria, un tercio de la energía consumida se convierte en pérdidas térmicas calentando directamente la atmósfera o las aguas de los sistemas de refrigeración (ríos, lagos y mares). Intentar minimizar esta pérdida de calor representa una gran oportunidad para los dispositivos termoeléctricos, para poder reducir algún día el consumo nacional de energía, nuestra dependencia de los combustible que compramos al extranjero y sobretodo de los combustibles contaminantes de origen fósil, al mismo tiempo que minimizamos el impacto ambiental que representa el calentamiento global.

También la recuperación del calor en lugares de alta afluencia de público (grandes almacenes, estaciones de ferrocarril, aeropuertos, etc), así como en los hogares, son un buen campo interesante de investigación.

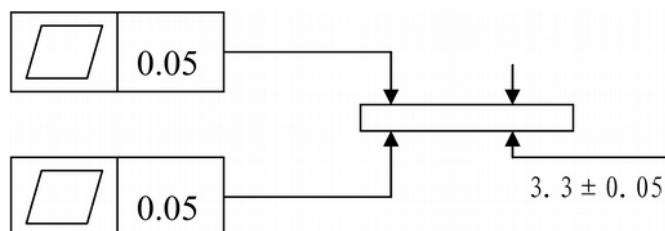
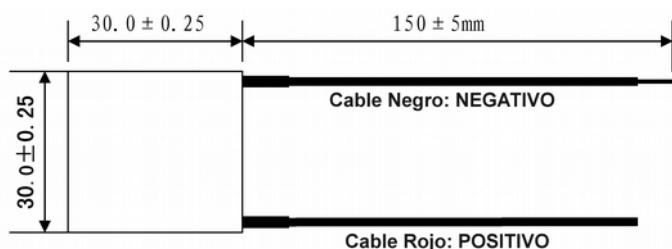
La recuperación del calor residual termoeléctrico es el proceso que pretende recuperar esta pérdida de calor y convertirlo en energía eléctrica. Este es el enfoque principal de la mayoría de las investigaciones, tanto en nuevos materiales como en nuevos dispositivos generadores de energía. Uno de los campos con futuro es la generación de energía eléctrica no contaminante a partir de las diferencias de temperatura las grandes masas de agua (lagos, ríos y mares) y determinados colectores calentados mediante el calor radiado por el sol.

El futuro es realmente esperanzador porque la imaginación no tiene límites.

Ficha técnica del módulo Peltier C-1050

Especificaciones técnicas

- Temperatura de trabajo: -156°C a 80°C
- Dimensiones: 30 x 30 x 3.3 mm
- Número de pares: 127 pares
- Corriente máxima: Imax: 3,5A (15,4 VDC)
- Tensión máxima: Vmax: 15,4 VDC
- Potencia máxima: Qc max: 27 W (15,4 VDC)
- Resistencia: AC-R: 2,95~3,15 Ohm (@Tempamb.: 20°C, 1kHz estado de vacío)
- Temperatura máxima: Tmax 63°C, Tmax-66°C (capacidad de enfriamiento=0)
- Conexión: Cable 20AVG, aislante de PVC, hilos de cobre estañado. L: 15cm
- Polaridad: Cable negro: Negativo. Cable rojo: Positivo
- Marcado en la cara caliente





Advertencias de seguridad

- Material pedagógico para prácticas de aprendizaje realizadas en contextos educativos bajo la vigilancia de instructores adultos.
- Este producto NO ES UN JUGUETE.
- No apto para menores de 3 años por contener piezas pequeñas que pueden ser tragadas.
- Antes de iniciar el montaje y las prácticas, es necesario haber leído y comprendido el presente manual.
- Es imprescindible que los menores lo usen bajo la atenta supervisión de una persona adulta capacitada para ello.
- ¡Atención! Para el funcionamiento de este kit necesitará usar agua CALIENTE. Existe el RIESGO DE QUEMADURAS GRAVES. Este riesgo aumenta con alumnos jóvenes. Es necesario tomar todas las precauciones necesarias para evitar derrames y quemaduras durante su manipulación.
- Según la edad de los alumnos, y a criterio de educador, puede ser preferible crear las diferencias de temperaturas añadiendo más cubitos de hielo en el recipiente de agua fría en vez de aumentar la temperatura del agua caliente.
- Se recomienda proteger la superficie de trabajo (escritorio, mesa, etc) para evitar desperfectos en caso de derramamientos de agua.
- Tome las precauciones de seguridad necesarias para no dañarse con el destornillador ni con los cantos vivos que puedan tener algunos de los componentes del kit.
- Cuando este producto o sus componentes ya no estén en uso, NO LOS TIRE A LA BASURA. Deposítelos en un punto de recogida para equipos eléctricos/electrónicos para su reciclaje.

NOTA : Este kit está recomendado para niños a partir de 14 , siempre acompañado por un adulto.



Cebekit® es una marca
Registrada del Grupo Fadisel