
Efecto Seebeck y Peltier

Objetivo

Demostrar y analizar el efecto Seebeck y el efecto Peltier, utilizando un convertidor termoelectrico, al igual que comprender como la diferencia de temperatura puede generar corriente eléctrica y flujo de calor.

Introducción

El Convertidor Termoelectrico utilizado en este experimento consiste en una bomba de calor termoelectrica intercalada entre dos placas metálicas de aluminio. La corriente eléctrica de la bomba termoelectrica puede accionar un pequeño motor con un ventilador acoplado. El convertidor puede demostrar el efecto Seebeck (descubierto en 1821). En este efecto, una diferencia de temperatura a través del termoelectrico da lugar a una corriente que acciona un pequeño motor ($\Delta T \rightarrow E$). Por ejemplo, cuando una placa está en agua caliente y la otra en agua fría, el pequeño motor hace girar el ventilador. El convertidor también puede demostrar el efecto Peltier (descubierto en 1834). Cuando se hace pasar una corriente a través del Convertidor Termoelectrico, se produce una diferencia de temperatura ($E \rightarrow \Delta T$). Una de las placas se calienta mientras que la otra se enfría. Por último, el convertidor actúa como un “condensador térmico”. Después de hacer pasar una corriente a través del convertidor para crear la diferencia de temperatura ($E \rightarrow \Delta T$), al invertir el interruptor ($\Delta T \rightarrow E$), la diferencia de temperatura provocara una corriente que accionara el motor.

Teoría

Kelvin anuncio la Segunda Ley de la Termodinámica como “Una transformación cuyo único resultado final es transformar en trabajo el calor extraído de una fuente que está a la misma temperatura en todo momento es imposible”. La segunda ley se ha enunciado de muchas formas, aparentemente sin relación entre sí, pero al final se ha demostrado que todas son formas diferentes de expresar el mismo principio básico. En su forma más general, la Segunda Ley de acuerdo a Clausius afirma que: “Es imposible construir una máquina que opere en un ciclo y que no produzca ningún otro efecto más que transferir energía térmica continuamente de un objeto a otro a mayor

temperatura”. La conservación de la energía, expresada en la Primera Ley de la Termodinámica, es válida para todos los procesos físicos. Pero muchos procesos que conservarían la energía no ocurren. La Segunda Ley describe este fenómeno. Para comprender el funcionamiento del Convertidor Termoeléctrico, se deben dividir los efectos que demuestra de forma separada para explicarlos individualmente.

Efecto Seebeck

El Convertidor Termoeléctrico utiliza una serie de celdas termoeléctricas para convertir la energía térmica en energía eléctrica que impulsara el ventilador. Cada celda es un dispositivo semiconductor. Durante el efecto Seebeck, el calor que entra en la celda eleva el nivel de energía de algunos electrones de la celda. En el nivel de energía más alto, los electrones ya no están ligados a la estructura cristalina del semiconductor y pueden moverse libremente. Cuando lo hacen, generan un hueco en el cristal. Los electrones de menor energía, aunque no pueden moverse libremente dentro del material, pueden saltar de hueco a hueco. De este modo, los huecos también pueden migrar a través del material semiconductor. Los electrones migran a través del material semiconductor de tipo N y los huecos migran a través del material tipo P. (Los materiales de tipo N y P no son más que silicio “dopado” con impurezas especiales que mejoran la migración de electrones y huecos). Los electrones fluyen por el circuito externo y accionan el motor. En el otro extremo del circuito vuelven a entrar en la celda y se encuentran con los huecos del semiconductor tipo P. Esto ocurre cerca del extremo frío de la celda. De esta forma, los electrones pueden volver a los agujeros y ceder la energía sobrante en forma de calor.

Mientras se mantenga a la diferencia de temperatura entre los dos lados de la celda, los electrones y los huecos seguirán migrando y el ventilador seguirá girando. Sin embargo, si no hay diferencia de temperatura, los electrones no pueden recombinarse con los huecos dado que no hay lugar

donde ceder el exceso de energía. De este modo, la celda termoeléctrica se ve limitada por la Segunda Ley de la Termodinámica.

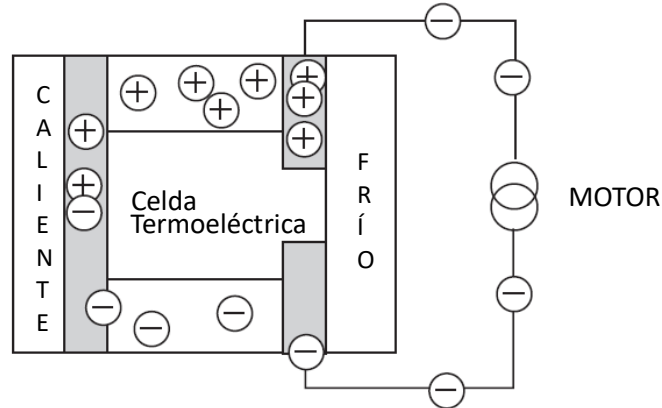


Figura 2: Efecto Seebeck en Convertidor de Celda Termoeléctrica

Efecto Peltier

Durante el efecto Peltier, la diferencia de potencial eléctrico hace que los electrones y los huecos migren de un extremo del material semiconductor de tipo N y tipo P al otro. El movimiento de los electrones en el semiconductor del tipo N produce una transferencia de energía interna desde ese extremo del semiconductor, y este se enfría. El mismo resultado se produce en el semiconductor de tipo P durante la migración de los huecos. La transferencia del calor del extremo “frio” al extremo “caliente” es proporcional a la corriente portadora que atraviesa el circuito y al número de celdas termoeléctricas (parejas) que componen la bomba termoeléctrica.

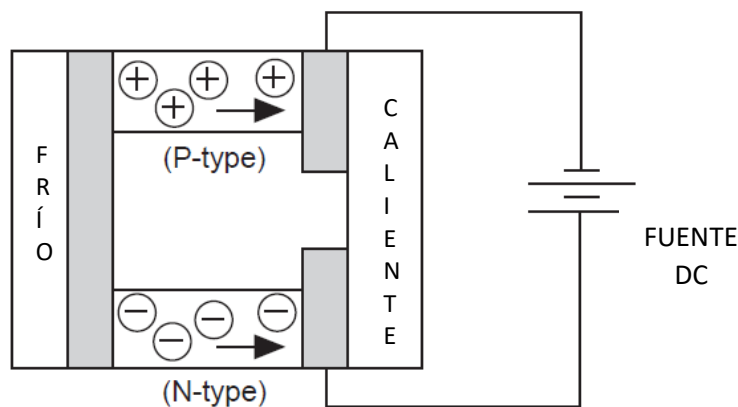


Figura 3: Efecto Peltier en Convertidor de Celda Termoeléctrica

Materiales

- Convertidor Termoeléctrico PASCO
- Fuente de Poder
- Cables banana
- Recipientes o vasos térmicos
- Agua fría
- Agua caliente

Instalación del equipo

1. Llenar un recipiente con agua fría y otro con agua caliente. (El agua hirviendo y el agua con hielo brindan mejores resultados).
2. Preparar la Fuente de Poder y configurar la salida a 5 Volts. **NOTA: No exceder el voltaje a más de 8 Volts.**

Procedimiento

En la Figura 1 se muestra la parte superior del Convertidor Termoeléctrico. Al colocar el interruptor hacia arriba ($\Delta T \rightarrow E$) se podrá demostrar el efecto Seebeck (la diferencia de temperatura provoca corriente eléctrica). Al conectar una Fuente de Poder mediante los conectores banana rojo y negro, y colocar el interruptor en posición hacia abajo ($E \rightarrow \Delta T$) se podrá demostrar el efecto Peltier (la corriente eléctrica provoca una diferencia de temperatura).



Figura 1: Interruptor en Convertidor Termoeléctrico

Efecto Seebeck

1. Coloque el interruptor del Convertidor Térmico hacia arriba ($\Delta T \rightarrow E$).
2. Coloque una de las placas del Convertidor en el recipiente con agua fría y la otra placa en el recipiente con agua caliente.
3. Espere que las placas aumenten o disminuyan su temperatura hasta que el ventilador comience a girar. En caso de que el ventilador no gire por cuenta propia, de un pequeño impulso al ventilador para que gire en sentido anti horario.
4. Retire el convertidor de los recipientes. Mezcle el agua caliente y el agua fría, coloque el Convertidor dentro del recipiente con la mezcla.



Figura 4: Configuración para efecto Seebeck

Efecto Peltier

1. Coloque el interruptor en posición hacia abajo ($E \rightarrow \Delta T$).
2. Conecte con cables banana la Fuente de Poder en los terminales rojo y negro del convertidor.
3. Encienda la Fuente de Poder. (En unos pocos instantes deberá ser posible sentir la diferencia de temperatura en las patas de aluminio). **NOTA: No dejar encendida la Fuente de Poder por más de dos minutos.**

Como ejercicio opcional, comenzar el experimento con el convertidor a temperatura ambiente. Con ayuda de un termómetro, mida la temperatura de ambas placas. Mientras se aplica corriente al convertidor, observe el aumento de temperatura en la placa “caliente” y la disminución de la temperatura en la placa “fría”.

Capacitor Térmico

Después de realizar la demostración del efecto Peltier:

1. Desconecte la Fuente de Poder del Convertidor
2. Coloque el interruptor del Convertidor Térmico hacia arriba ($\Delta T \rightarrow E$).



Figura 5: Capacitor Térmico (Efecto Seebeck modificado)



Preguntas