

Generador Termoelectrico: Electricidad a Partir de Calor con Módulos Peltier y TEG

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Trampas Defensivas

Etiquetas: Sin etiquetas

Generador Termoelectrico: Electricidad a Partir de Calor con Módulos Peltier y TEG

La generación termoelectrica permite obtener electricidad directamente del calor mediante el efecto Seebeck, descubierto por Thomas Johann Seebeck en 1821. Cuando existe una diferencia de temperatura entre las dos caras de una unión de materiales semiconductores diferentes, se genera un voltaje eléctrico proporcional a esa diferencia. Los módulos termoelectricos (TEG, Thermoelectric Generator) y los módulos Peltier usados en modo inverso pueden convertir el calor de una hoguera, una estufa o cualquier fuente térmica en electricidad suficiente para cargar dispositivos pequeños. Aunque su eficiencia es baja (5-8 %), son completamente silenciosos, no tienen partes móviles y funcionan con cualquier fuente de calor.

El efecto Seebeck y fundamentos termoelectricos

El efecto Seebeck es el fenómeno por el cual una diferencia de temperatura entre las dos uniones de dos materiales conductores o semiconductores diferentes genera una fuerza electromotriz (voltaje). El voltaje generado es $V = \alpha \times \Delta T$, donde α es el coeficiente Seebeck del par de materiales (medido en $\mu V/K$ o mV/K) y ΔT es la diferencia de temperatura en grados kelvin o celsius entre las caras caliente y fría.

Los módulos termoelectricos comerciales utilizan pares de semiconductores de telururo de bismuto (Bi_2Te_3), el material con mejor rendimiento termoelectrico a temperaturas moderadas (hasta 250-300 °C). Un módulo típico contiene 127 pares (254 elementos) de Bi_2Te_3 tipo N y tipo P conectados eléctricamente en serie y térmicamente en paralelo, encapsulados entre dos placas cerámicas de alúmina (Al_2O_3) de 40 × 40 mm.

Parámetro

Módulo TEG (SP1848-27145)

Módulo Peltier (TEC1-12706) en modo Seebeck

Diseñado para

Generación eléctrica

Refrigeración/calentamiento

ΔT máximo operativo

250-300 °C

138 °C (daño irreversible >200 °C)

Voltaje a $\Delta T=100$ °C

4,0-4,5 V

2,5-3,5 V

Corriente a $\Delta T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$

0,6-0,8 A

0,3-0,5 A

Potencia máxima

5-7 W (a $\Delta T=200\text{ }^{\circ}\text{C}$)

~1,5 W (a $\Delta T=100\text{ }^{\circ}\text{C}$)

Resistencia interna

3-5 Ω

1,5-2,5 Ω

Eficiencia

5-8 %

2-4 %

Vida útil a temperatura alta

Miles de horas

Degradación rápida $>150\text{ }^{\circ}\text{C}$

Precio aproximado

8-15 €

2-5 €

TEG vs Peltier: Aunque un módulo Peltier (TEC) puede generar electricidad por efecto Seebeck, no está optimizado para ello. Los módulos TEG específicos (como SP1848-27145 o TEG1-12611-6.0) usan soldaduras y materiales que soportan temperaturas mucho mayores y tienen mejor coeficiente Seebeck. Para proyectos serios, invertir en módulos TEG.

Diseño de un generador termoeléctrico con estufa

El diseño más práctico para supervivencia es un generador que aprovecha el calor de una estufa de leña o una hoguera controlada. El elemento clave es mantener la mayor diferencia de temperatura posible entre las dos caras del módulo TEG. La cara caliente se acopla a la fuente de calor mediante un bloque de aluminio, y la cara fría se enfría activamente con un disipador de aletas expuesto al aire o refrigerado por agua.

Bloque de contacto caliente: Una placa de aluminio de al menos 5 mm de espesor y superficie igual o mayor que el módulo TEG (40 × 40 mm mínimo) se coloca en contacto con la estufa o sobre las brasas. El aluminio distribuye el calor uniformemente. Aplicar pasta térmica (Arctic MX-4 o similar) entre la placa y la cara caliente del TEG para minimizar la resistencia térmica de contacto.

Disipador de cara fría: Un disipador de CPU de aluminio con aletas (al menos 80 × 80 mm) acoplado con

pasta térmica a la cara fría del TEG. Cuanto mayor sea el disipador y mejor la circulación de aire, menor será la temperatura de la cara fría y mayor el ΔT . Un ventilador pequeño (alimentado por el propio TEG una vez arranca) mejora dramáticamente el rendimiento.

Refrigeración por agua: El método más efectivo para enfriar la cara fría es un bloque de agua (water block) por el que circula agua fría de un río o arroyo. Esto puede mantener la cara fría a 15-20 °C incluso cuando la cara caliente está a 250 °C, logrando $\Delta T > 200$ °C. El agua puede circular por gravedad (sin bomba) si el depósito está elevado.

Con un módulo SP1848-27145 y ΔT de 150 °C, se obtienen aproximadamente 5 V y 0,7 A, es decir, 3,5 W. Esto es suficiente para cargar un smartphone directamente o a través de un módulo TP4056 + batería 18650. Con dos módulos en serie se alcanzan 10 V, permitiendo usar un regulador buck a 5 V con mayor estabilidad.

Circuito eléctrico y acumulación de energía

El voltaje de salida de un módulo TEG varía con la temperatura, que fluctúa según el estado de la hoguera o estufa. Para alimentar dispositivos USB de forma estable, se necesita un circuito de regulación y almacenamiento.

Convertidor boost de bajo voltaje: Cuando el ΔT es bajo (arranque, brasas débiles), el TEG puede generar menos de 2 V. Un convertidor boost como el módulo basado en ME2108 (voltaje mínimo de entrada: 0,9 V) puede elevar desde 0,9 V a 5 V, aunque con eficiencia reducida (~60 %) a voltajes tan bajos. El módulo BQ25504 de Texas Instruments es aún mejor, arrancando desde 330 mV con eficiencia >80 % y diseñado específicamente para energy harvesting.

Diodo de bloqueo: Un diodo Schottky (1N5819, caída de 0,3 V) entre la salida del TEG y el circuito de carga evita que la corriente fluya de la batería hacia el TEG cuando este no genera voltaje suficiente (por ejemplo, cuando se apaga el fuego). Sin este diodo, la batería se descargaría a través del TEG.

Supercondensador como buffer: Un supercondensador de 1-10 F / 5,5 V en la salida del regulador absorbe las fluctuaciones de generación. Un supercondensador de 5 F a 5 V almacena $E = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2} \times 5 \times 25 = 62,5$ J, equivalente a cargar un smartphone durante ~30 segundos a 2 A. Esto suaviza las interrupciones breves.

Configuración

Voltaje salida TEG

Potencia útil estimada

Tiempo para cargar 18650 (3.500 mAh)

1 TEG, $\Delta T=50$ °C

~2,0 V

~0,5 W

~26 horas

1 TEG, $\Delta T=100$ °C

~4,5 V
~2,5 W
~5 horas

1 TEG, $\Delta T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
~5,5 V
~3,5 W
~3,7 horas

2 TEG en serie, $\Delta T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$
~9,0 V
~5,0 W
~2,6 horas

2 TEG en serie, $\Delta T = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
~11,0 V
~7,0 W
~1,8 horas

Productos comerciales y proyectos de referencia

Existen varios productos comerciales que implementan la generación termoeléctrica para supervivencia y camping, que sirven como referencia de lo que es alcanzable.

BioLite CampStove 2+: Estufa de leña con TEG integrado que genera 3 W de potencia eléctrica mediante un módulo termoeléctrico. Incluye ventilador para combustión forzada (que mejora la eficiencia de la estufa) y batería interna de 2.600 mAh. Salida USB de 5 V / 2,5 W para carga de dispositivos. Peso: 935 g. Precio: ~130 €.

Devil Watt generadores TEG: Módulos TEG de alto rendimiento con disipadores optimizados. Su modelo de 15 W (dos módulos TEG) genera 15 W reales con ΔT de $170\text{ }^{\circ}\text{C}$. Incluyen circuito regulador a 5 V o 12 V. Diseñados para acoplar a estufas de leña. Precio: 80-200 € según potencia.

Proyecto DIY con olla de camping: Un diseño popular en la comunidad maker utiliza una olla de acero inoxidable con un TEG sujeto al lateral, la cara caliente contra la olla y un disipador con aletas al aire. Con agua hirviendo en la olla ($100\text{ }^{\circ}\text{C}$) y aire ambiente a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta T = 80\text{ }^{\circ}\text{C}$, genera ~1,5-2 W. Suficiente para cargar lentamente un dispositivo mientras se cocina.

Expectativas realistas: La generación termoeléctrica no sustituye a los paneles solares en potencia ni eficiencia. Su ventaja es que funciona de noche, con lluvia, y con cualquier fuente de calor. Es un complemento, no un reemplazo. Un panel solar de 10 W genera más electricidad en un día soleado que un TEG en un día entero de funcionamiento continuo.

⚠ Advertencia: Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la

formación adecuada.