

PRÁCTICA 6

TERMEOLECTRICIDAD. MÓDULO PELTIER

OBJETIVO

Estudio de los efectos Seebeck y Peltier en un módulo de pares termoeléctricos.

MATERIAL NECESARIO

- ✓ 2 polímetros
- ✓ Cables de conexión
- ✓ Fuente de alimentación DC de 2.5 A y 12 V
- ✓ Bomba de acuario
- ✓ Hielo y recipiente para el baño hielo-agua

INTRODUCCIÓN TEÓRICA

Un módulo termoeléctrico o módulo Peltier consiste en un circuito eléctrico en el que se disponen alternativamente dos conductores distintos (fig. 1). La geometría del módulo ha de permitir que la temperatura de las uniones pueda tener dos valores distintos, T_1 y T_2 (fig. 1). En nuestro caso el módulo está formado por 71 pares de semiconductores p y n de telururo de bismuto (Bi_2Te_3).

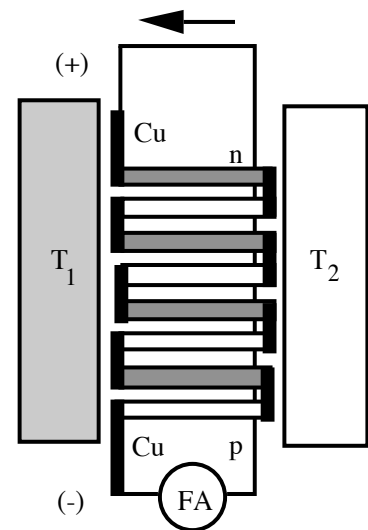


Figura 1. Esquema del módulo. T_1 y T_2 temperaturas de los bloques. FA es la fuente de alimentación.

Una diferencia de temperaturas $\Delta T = T_2 - T_1$ entre los bloques en circuito abierto genera una f.e.m. térmica (efecto Seebeck)

$$E_T = \alpha \Delta T, \quad (1)$$

en donde α es la potencia termoeléctrica del módulo (71 veces mayor que la potencia termoeléctrica de un par p-n).

En el circuito de la figura 1 tenemos un módulo y una fuente de alimentación (FA). Para determinar la corriente eléctrica I hemos de tener en cuenta la f.e.m. térmica del módulo y la diferencia de potencial V impuesta entre los bornes de la FA, es decir

$$V - \alpha \Delta T = R_{\text{módulo}} I \quad (2)$$

donde $R_{\text{módulo}}$ es la resistencia eléctrica del módulo.

La corriente eléctrica desarrolla en el módulo otro efecto (efecto Peltier) en circuito cerrado. Al pasar del semiconductor n al p se cede energía a la unión, creándose una diferencia de temperaturas entre los dos bloques. Si se invierte el sentido de la corriente, se invertirá asimismo la diferencia de temperaturas (qué bloque se calienta y cuál se enfría).

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

El óhmetro (Ω) mide el valor de la resistencia de los termistores (R_1 y R_2) colocados en los bloques; así podremos conocer las temperaturas t_1 y t_2 . Para calcular $t(^{\circ}\text{C})$ a partir de R ($\text{k}\Omega$), se aplica la relación

$$t(^{\circ}\text{C}) = \frac{4260.43 - 0.0573798}{\ln R + 9.66725} - 273.15 \quad (3)$$

En esta práctica vamos a estudiar el circuito del módulo termoelectrico en dos situaciones: en circuito abierto y en circuito cerrado.

Circuito abierto. Efecto Seebeck

Se prepara el montaje mostrado en la Figura 2: la FA se conecta a la resistencia eléctrica embutida en el bloque 2. El circuito eléctrico del módulo queda abierto: el voltímetro medirá la tensión V entre los terminales (+) y (-). El procedimiento a seguir se inicia preparando el baño agua+hielo que ha de refrigerar el bloque 1.

Al poner en marcha la bomba, se ha de comprobar que el agua circula; en caso contrario se debe cebar la bomba.

A continuación se ajusta la tensión de salida de la FA a unos 8 V durante unos instantes. El bloque 2 se calentará por encima de la temperatura ambiente.

Apaga tanto la refrigeración como la calefacción. Espera a que los bloques vuelvan a alcanzar una temperatura similar. Conecta la bomba y la FA y toma datos durante unos minutos, a intervalos de 30 s, de las tres magnitudes R_1 , R_2 y V . Representa los resultados V frente a ΔT y calcula la potencia termoelectrica del módulo. Ten presente que es importante que la línea de regresión $V = \alpha \Delta T$ pase por el origen.

Nota sobre seguridad: En este montaje la FA no debe trabajar con un potencial de salida superior a 8 V. En caso contrario, el bloque 2 alcanzará temperaturas elevadas dañando al módulo.

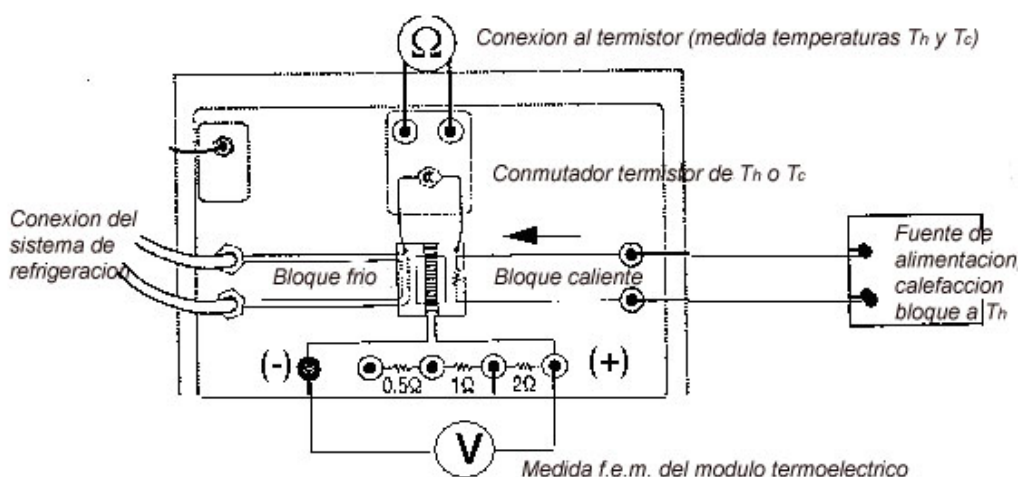


Figura 2.- Funcionamiento del módulo en circuito abierto.

Circuito cerrado. Efecto Peltier

Monta el circuito de la Fig. 3 sin encender la FA. ¡¡¡No intercales en el circuito ninguna resistencia de carga (1, 2 o 3 Ω) , se fundirían!! No tengas inconveniente en llamar al profesor para que revise el montaje.

Durante un breve tiempo enciende la FA y ajusta la intensidad a un valor próximo a 1,0 A, que se puede leer en la pantalla del amperímetro embutido en la FA.

Una vez los bloques han vuelto a alcanzar la misma temperatura, conecta de modo permanente la FA y empieza a anotar durante unos minutos, a intervalos de 30 s, los valores de R_1 , R_2 , V e I . El valor de I suele mantenerse constante; en caso de que varíe modifica la posición del botón de intensidad en la FA. En estas condiciones se cumple $V = \alpha \Delta T + R_{\text{módulo}} I$.

Nota sobre seguridad: Se debe interrumpir la experiencia cuando se midan valores de R_1 o R_2 menores de 22,5 k Ω . De este modo ninguno de los bloques superará el límite de los 60 °C.

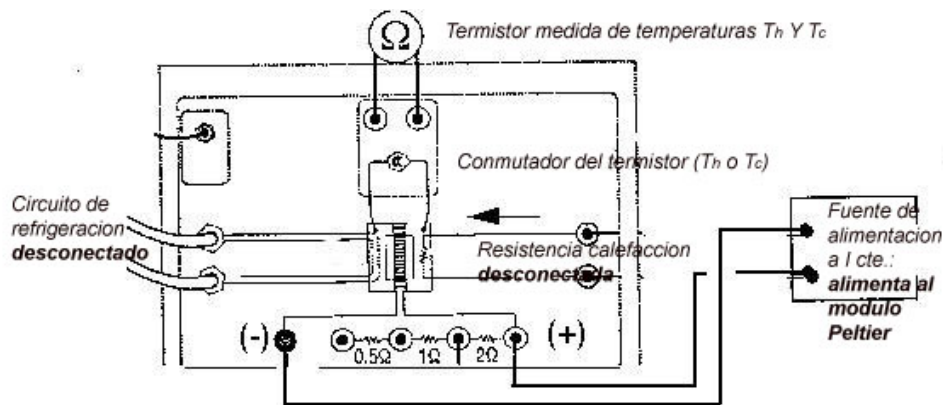


Figura 3.- Esquema de funcionamiento en circuito cerrado.

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

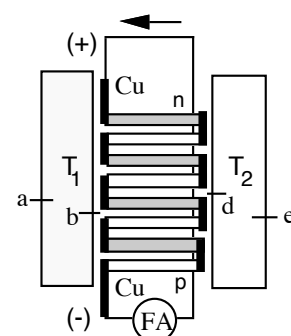
- Experimento en circuito abierto. Con los valores t_1 , t_2 y V representa la recta de regresión $V = f(\Delta t)$ que pase por el origen. A continuación calcula la potencia termoeléctrica del módulo α .
- Experimento en circuito cerrado. Con los valores t_1 , t_2 , V , I y α (esta última ha sido obtenida en el apartado anterior) determina la ecuación de la recta $y = f(x)$; $y = V$, $x = \Delta t$. Como I se ha mantenido constante, calcula el valor de $R_{\text{módulo}}$. Representa también T_i ($i = 1, 2$) respecto al tiempo.
- A la vista de los resultados obtenidos comenta los efectos termoeléctricos que has observado.

CUESTIONES COMPLEMENTARIAS

Se sabe que el flujo de energía en el circuito eléctrico tiene el mismo sentido que la intensidad de corriente eléctrica. Dado el pequeño valor de la resistencia eléctrica del módulo el flujo de energía J_{Cu} que sale es un poco menor que el que entra; incluso aquí llegamos a más pues consideramos el valor de J_{Cu} igual en cualquier sección de los conductores de cobre.

Se pregunta:

- El flujo de energía J_n ¿es mayor o menor que J_p ?



- (e) El flujo de energía J_n ¿es mayor o menor que J_{Cu} ?
- (f) Señala el sentido de los flujos de energía en a (entre el exterior y el bloque 1), b (entre el bloque 1 y el módulo), d (entre el módulo y el bloque 2) y e (entre el bloque 2 y el exterior).
- (g) Los flujos de energía en a, b, d y e son flujos de calor. Los flujos J_{Cu} , J_n y J_p son flujos de energía pero no de calor: ¿por qué?