

Ćw. 37. Badanie zjawiska Seebecka i zastosowanie modułu termoelektrycznego do przetwarzania energii cieplnej na elektryczną

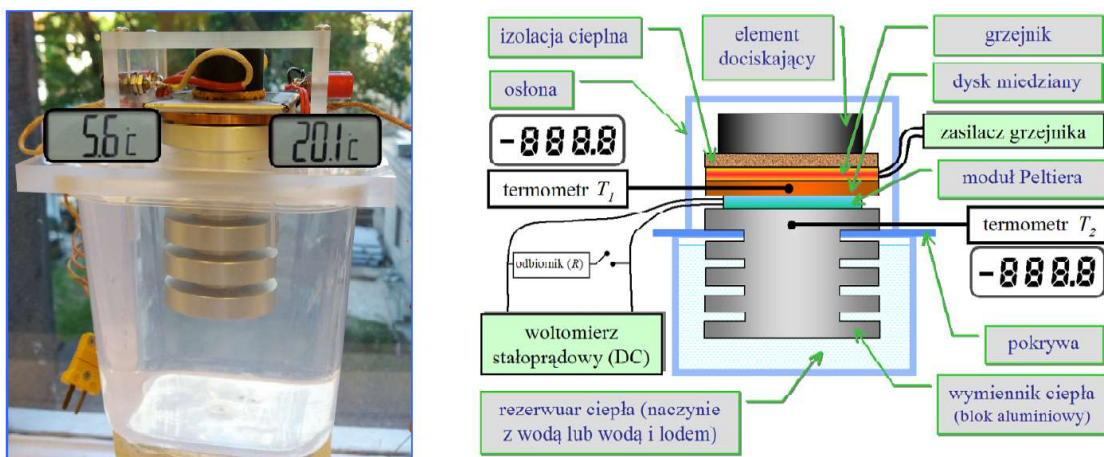
Celem ćwiczenia jest wyznaczenie zależności napięcia termoelektrycznego od różnicy temperatur między spojeniami półprzewodnikowego modułu termoelektrycznego (modułu Peltiera), wyznaczenie wartości współczynnika Seebecka dla modułu termoelektrycznego oraz wyznaczenie zależności mocy generowanej przez moduł termoelektryczny od różnicy temperatur między jego spojeniami.

1. Wykaz przyrządów pomiarowych:

- układ pomiarowy złożony z modułu termoelektrycznego, wymiennika ciepła zanurzonego w rezerwuarze ciepła (zbiorniku z wodą), bloku miedzianego, grzejnika oraz termometrów elektronicznych;
- woltomierz cyfrowy *Multimetr M890G*;
- zasilacz prądu stałego z wbudowanym woltomierzem i amperomierzem *NDN DF1730*;
- opornik.

2. Wyznaczanie zależności napięcia termoelektrycznego od różnicy temperatur między spojeniami modułu termoelektrycznego.

- Układ pomiarowy przedstawiono na Rys. 1. Temperatury bloku miedzianego i aluminiowego na początku eksperymentu wynosiły odpowiednio: $T_1 = 26,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $T_2 = 26,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Następnie napełniono zimną wodą pojemnik, w którym umieszczono zestaw pomiarowy z modułem termoelektrycznym. Blok aluminiowy był niemal całkowicie zanurzony w zimnej wodzie, natomiast dysk miedziany nie miał z nią kontaktu.
- W dalszej kolejności podłączono zasilacz grzejnika, który podgrzewał blok miedziany. Woltomierz do pomiaru napięcia termoelektrycznego podłączono do wyjść modułu termoelektrycznego (por. Rys. 1).



Rys. 1.

- Pomiaru wykonywano w ten sposób, że za pomocą zasilacza prądu stałego zmieniano natężenie prądu przepływającego przez grzejnik ($I_{\text{grzejnika}}$) w przedziale od 0 do 2,2 A co 0,2 A. Po każdej zmianie natężenia prądu czekali około 5 min. na ustalenie się temperatur bloku miedzianego i aluminium. Temperatury bloku miedzianego (T_1) i aluminium (T_2) wskazywały termometry elektroniczne (por. Rys. 1).
- Aby wyznaczyć zależność napięcia termoelektrycznego od różnicy temperatur między spojeniami modułu termoelektrycznego (Peltiera) notowano temperatury T_1 i T_2 oraz napięcie na wyjściu modułu Peltiera (U_{Peltiera}), które mierzono za pomocą woltomierza cyfrowego. Wyniki pomiarów zawarto w Tabeli 1.

Tabela 1.

$I_{\text{grzejnika}}$ [A]	U_{Peltiera}		Zakres woltomierza	T_1 [°C]	T_2 [°C]
0,0	57,1	[mV]	200 mV	19,7	18,3
0,2	36,6			18,9	18,2
0,4	52,8			19,8	18,5
0,6	92,8			21,3	19,2
0,8	153,8			24,4	20,1
1,0	0,239	[V]	2 V	28,5	21,5
1,2	0,338			32,7	23,1
1,4	0,467			38,5	25,1
1,6	0,630			45,7	27,8
1,8	0,782			52,1	29,9
2,0	0,984			60,6	33,0
2,2	1,198			69,7	36,2

- W obliczeniach $u_B(I_{\text{grzejnika}})$, $u_B(U_{\text{Peltiera}})$, $u_B(T_1)$ i $u_B(T_2)$ uwzględnij dokładności pomiaru prądu, napięcia i temperatury użytych przyrządów. Skorzystaj z poniższych tabel, zamieszczonych w spisie mierników stosowanych w LPF.

27. Zasilacz NDN DF1730

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Napięcie stałe	30V	$\pm 1 \% \pm 2 \text{ dgt}$	
Prąd stały	5A	$\pm 2 \% \pm 2 \text{ dgt}$	

18. Multimetr M890G ; M890 C+ ; KT890

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Napięcie stałe (DC V) (10 MΩ)	200 mV	$\pm 0,5 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt}$	100 μV
	2 V		1 mV
	20 V		10 mV
	200 V	$\pm 0,8 \% \text{ rdg} + 2 \text{ dgt}$	100 mV
	1000 V		1 V

38. Termometr w ćw. 37, 38A i 38B

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Temperatura	-50 – 110 °C	$\pm 1 \text{ °C}$	0,1°C

3. Wyznaczanie zależności mocy elektrycznej generowanej przez moduł Peltiera od różnicy temperatur między jego spojeniami.

- Przed połączeniem układu zmierzono wartość rezystancji opornika R_L za pomocą multimetru *M890G*. Wynik pomiaru R_L zapisano poniżej. W obliczeniach $u_B(R_L)$ uwzględnij dokładność pomiaru rezystancji multimetrem cyfrowym *M890G*. Skorzystaj z poniższej tabeli, zamieszczonej w spisie mierników stosowanych w LPF.

$R_L = 4.3 \Omega$, zakres pomiarowy omomierza: 400 Ω .

18. Multimetr M890G ; M890 C+ ; KT890

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Rezystancja	200 Ω	$\pm 0,8 \% \text{ rdg} + 3 \text{ dgt}$	0,1 Ω
	2 k Ω	$\pm 0,8 \% \text{ rdg} + 1 \text{ dgt}$	1 Ω
	20 k Ω		10 Ω
	200 k Ω		100 Ω
	2 M Ω	$\pm 1,0 \% \text{ rdg} + 2 \text{ dgt}$	1 k Ω
	20 M Ω		10 k Ω

- Następnie do wyjścia z modułu termoelektrycznego podłączono opornik i równolegle do opornika woltomierz. Pozostałe połączenia pozostawiono bez zmian.
- Pomiary wykonywano w ten sposób, że za pomocą zasilacza prądu stałego zmieniano natężenie prądu przepływającego przez grzejnik ($I_{\text{grzejnika}}$) w przedziale od 0 do 2,2 A co ok. 0,3 – 0,4 A. Po każdej zmianie natężenia prądu czekali około 5 min. na ustalenie się temperatur bloku miedzianego i aluminiowego.
- Aby wyznaczyć zależność spadku napięcia na rezystancji obciążenia (R_L) od różnicy temperatur między spojeniami modułu termoelektrycznego notowano temperatury T_1 i T_2 oraz spadek napięcia na oporniku (U_{RL}), który mierzono za pomocą woltomierza cyfrowego. Wyniki pomiarów zawarto w Tabeli 2.

Tabela 2.

$I_{\text{grzejnika}}$ [A]	U_{RL}		Zakres woltomierza	T_1 [°C]	T_2 [°C]
0,00	25,8	[mV]	200 mV	21,8	20,5
0,30	26,5			21,9	20,5
0,60	50,8			23,3	20,9
0,98	121,3			28,1	22,3
1,40	0,228	[V]	2 V	35,1	24,3
1,80	0,402			46,8	28,0
2,20	0,585			59,7	31,9
2,60	0,835			76,3	36,9

- W obliczeniach $u_B(I_{\text{grzejnika}})$, $u_B(U_{RL})$, $u_B(T_1)$ i $u_B(T_2)$ uwzględnij dokładności pomiaru prądu, napięcia i temperatury użytych przyrządów. Skorzystaj z powyższych tabel.

UWAGA: Sprawozdanie wykonaj w oparciu o polecenia umieszczone w instrukcji do ćw. 37, znajdującej się na stronie internetowej LPF: <http://lpf.wppt.pwr.edu.pl/>.

- ✓ Otrzymaną wartość efektywnego współczynnika Seebecka (α) badanego modułu termoelektrycznego porównać ze standardowymi wartościami α modułów Peltiera, które można znaleźć w literaturze.
- ✓ Uzyskany wykres zależności mocy elektrycznej (w) generowanej przez moduł Peltiera od różnicy temperatur (ΔT) między jego spojeniami dopasować funkcją opisaną równaniem (2.3) w opisie ćw. 37.
- ✓ Dodatkowo, na podstawie wzoru (2.3) oraz równania powstałego z dopasowania zależności $w = f(\Delta T)$ funkcją kwadratową wyznaczyć rezystancję modułu Peltiera (R) oraz jej niepewność.