

Ćw. 38 A i B. Badanie i zastosowania półprzewodnikowego modułu Peltiera jako chłodziarki i pompy ciepła.

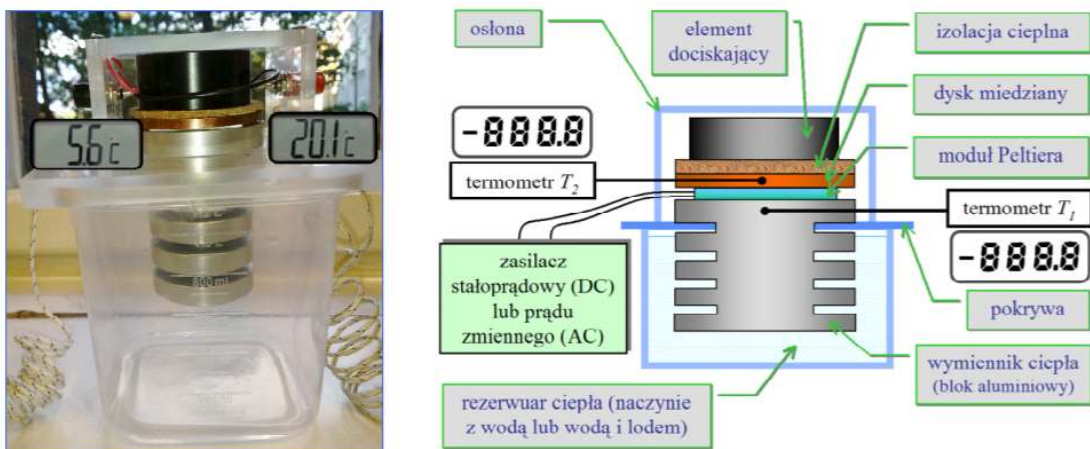
Celem ćwiczenia jest poznanie istoty zjawisk termoelektrycznych, a także zbadanie podstawowych parametrów modułu Peltiera, wyznaczenie efektywności chłodzenia i grzania przez moduł Peltiera, wyznaczenie zależności różnicy temperatur między gorącą i zimną stroną modułu Peltiera od natężenia prądu stałego płynącego przez moduł, wyznaczenie współczynnika efektywności modułu termoelektrycznego oraz pomiar wilgotności powietrza.

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;
- zasilacz prądu stałego z wbudowanym woltomierzem i amperomierzem *RXN-1505D*.

4.1A. Wyznaczanie sprawności chłodzenia przez moduł Peltiera.

- Układ pomiarowy przedstawiono na Rys. 1. Zestaw pomiarowy z modułem Peltiera znajduje się w pojemniku napełnionym zimną wodą. Blok aluminiowy jest niemal całkowicie zanurzony w zimnej wodzie, natomiast dysk miedziany nie ma z nią kontaktu.
- Do modułu Peltiera podłączono zasilacz prądu stałego (DC) *RXN-1505D* w taki sposób, że (+) zasilacza połączono z (+) modułu Peltiera, a (-) zasilacza z (-) modułu Peltiera. Następnie ustawiono na nim natężenie prądu płynącego przez moduł Peltiera na wartość ok. **1,2 A**. Po ustawieniu natężenia prądu wyłączono zasilacz i odczekano kilka minut na ustalenie się temperatury bloku miedzianego. Zanotowano temperaturę bloku miedzianego, a następnie włączono zasilanie modułu Peltiera i co 5 s notowano temperaturę bloku miedzianego (T_2) oraz wartości napięcia (U) i natężenia prądu (I) płynącego przez moduł Peltiera. Wartości U i I odczytywano z zasilacza *RXN-1505D*. Po skończonych pomiarach wyłączono zasilanie modułu Peltiera. Wyniki pomiarów zebrano w Tabeli 1.



Rys. 1.

Tabela 1.

L.p.	t [s]	T ₂ [°C]	I [A]	U [V]
1	0	24,3	1,19	2,0
2	5	23,1		2,1
3	10	21,8		2,2
4	15	20,5		2,2
5	20	19,3		2,3
6	25	18,3		2,3
7	30	17,4		2,4
8	35	16,6		2,4
9	40	16,0		2,4
10	45	15,3		2,5
11	50	14,8		2,5
12	55	14,2		2,5
13	60	13,8		2,5
14	65	13,3		2,6
15	70	13,1		2,6
16	75	12,7		2,6
17	80	12,4		2,6
18	85	11,9		2,6
19	90	11,8		2,6
20	95	11,5		2,6
21	100	11,3		2,6
22	105	11,2		2,6
23	110	11,1		2,6
24	115	10,9		2,6
25	120	10,8		2,6
26	125	10,7		2,6
27	130	10,6		2,6
28	135	10,5		2,7
29	140	10,4		2,7
30	145	10,3		2,7
31	150	10,2		2,7
32	155	10,1		2,7
33	160	10,0		2,7
34	165	10,0		2,7
35	170	10,0		2,7
36	175	9,9		2,7
37	180	9,9		2,7
38	185	9,8		2,7

- W obliczeniach $u_B(I)$, $u_B(U)$ 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.

29. Zasilacz RXN-1505A(D)

FUNKCJA	ZAKRES	DOKŁADNOŚĆ	ROZDZIELCZOŚĆ
Napięcie stałe	15V	$\pm 1 \% \pm 1 \text{ dgt}$	
Prąd stały	5A	$\pm 1 \% \pm 1 \text{ dgt}$	

38. Termometr w ćw. 37, 38A i 38B

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

UWAGA: Na podstawie wykresu zależności temperatury bloku miedzanego od czasu chłodzenia modułu Peltiera wyznaczyć moc pobieraną przez moduł Peltiera z bloku miedzanego, tj. moc chłodzenia $\dot{Q}_{chl}$. Do regresji liniowej wziąć pod uwagę punkty eksperymentalne z zakresu od 0 do 50 s. Wyznaczyć sprawność chłodzenia η_{chl} badanego modułu Peltiera.

4.2A. Wyznaczanie zależności różnicy temperatur bloku zimnego i gorącego od natężenia prądu płynącego przez moduł Peltiera.

- Do pomiarów wykorzystano zestaw i układ połączeń opisany w punkcie 1. Przed rozpoczęciem pomiarów odczekano kilka minut na ustalenie się temperatur bloku miedzanego i aluminiowego.
- Korzystając z zestawu pomiarowego przedstawionego na Rys. 1 wyznaczono zależność różnicy temperatur między blokiem aluminiowym i blokiem miedzianym od natężenia prądu zasilającego moduł Peltiera. Natężenie prądu zmieniano co ok. 0,3 ÷ 0,4 A w przedziale od 0 do 3 A. Po każdej zmianie natężenia prądu odczekano ok. 5 min na ustalenie się różnicy temperatur, po czym notowano temperatury bloku aluminiowego (T_1) i miedzanego (T_2) oraz natężenie prądu (I) płynącego przez moduł Peltiera. Wyniki zebrano w Tabeli 2.

Tabela 2.

L.p.	I [A]	$T_1 [^\circ\text{C}]$	$T_2 [^\circ\text{C}]$
1	0,00	24,8	24,8
2	0,37	19,5	25,8
3	0,74	14,8	26,8
4	1,09	11,1	28,1
5	1,38	8,6	29,6
6	1,74	6,2	32,0
7	2,07	4,7	34,5
8	2,39	3,9	37,7
9	2,63	3,8	40,7
10	2,99	3,8	44,4

- W obliczeniach $u_B(I)$, $u_B(T_1)$ i $u_B(T_2)$ uwzględnij dokładności pomiaru prądu i temperatury użytych przyrządów. Skorzystaj z powyższych tabel.

UWAGA: Na bazie uzyskanych wyników narysować wykres zależności różnicy temperatur między zimną i gorącą stroną modułu Peltiera od natężenia prądu płynącego przez moduł. Dopasować dane eksperymentalne wielomianem drugiego stopnia i wyznaczyć $I_{\max}$ oraz $\Delta T_{\max}$.

Następnie skonstruować wykres zależności $T_1=f(I)$ i dopasować punkty wielomianem drugiego stopnia. Wyznaczyć temperaturę T_1 odpowiadającą wartości $I_{\max}$. Na podstawie otrzymanych wartości $\Delta T_{\max}$ i T_1 wyznaczyć współczynnik efektywności (Z) modułu Peltiera. Skorzystać ze wzoru (2.17) w opisie teoretycznym do ćw. 38A. Znając wartość Z określić materiał, z którego wykonano badany moduł Peltiera.

4.3A. Pomiar wilgotności powietrza (temperatury rosy).

- Podczas pomiarów wymienionych w punkcie 4.2 obserwowano powierzchnię bloku miedzianego i zanotowano temperaturę, przy której zostaje on pokryty rosą:

$$T_R = 10,3 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Temperatura otoczenia wynosiła $24,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

UWAGA: Korzystając z tablicy zamieszczonej na końcu instrukcji do ćw. 38A określić zawartość pary wodnej w metrze sześciennym powietrza dla temperatury punktu rosy i temperatury otoczenia. Na podstawie otrzymanych wyników wyznaczyć wilgotność względną.

4.1B. Wyznaczanie sprawności grzania modułu Peltiera.

- W celu zbadania modułu Peltiera pracującego jako pompa ciepła skorzystano z układu pomiarowego, przedstawionego na Rys. 1. W tym przypadku zasilacz prądu stałego *RXN-1505D* podłączono do modułu Peltiera w taki sposób, że (+) zasilacza połączono z (-) modułu Peltiera, a (-) zasilacza z (+) modułu Peltiera.
- Na zasilaczu ustawiono natężenie prądu płynącego przez moduł Peltiera na wartość ok. **1,2 A**. Następnie wyłączono zasilacz i odczekano kilka minut na ustalenie się temperatury bloku miedzianego. Zanotowano temperaturę bloku miedzianego, a następnie włączono zasilanie modułu Peltiera i co 5 s notowano temperaturę bloku miedzianego (T_2) oraz wartości napięcia (U) i natężenia prądu (I) płynącego przez moduł Peltiera. Wyniki pomiarów zebrano w Tabeli 3.

Tabela 3.

L.p.	t [s]	T_2 [$^{\circ}\text{C}$]	I [A]	U [V]
1	0	26,5	1,19	2,3
2	5	28,1		2,3
3	10	29,5		2,4
4	15	30,9		2,5
5	20	32,1		2,5
6	25	33,2		2,6
7	30	34,2		2,6
8	35	35,1		2,6
9	40	36,8		2,7
10	45	37,5		2,7
11	50	38,1		2,8
12	55	38,8		2,8
13	60	39,3		2,8
14	65	39,9		2,8
15	70	40,3		2,9

16	75	40,8	2,9
17	80	41,3	2,9
18	85	41,7	2,9
19	90	42,1	2,9
20	95	42,4	3,0
21	100	42,8	3,0
22	105	43,1	3,0
23	110	43,4	3,0
24	115	43,8	3,0
25	120	44,0	3,0
26	125	44,3	3,0
27	130	44,5	3,0
28	135	44,8	3,1
29	140	45,0	3,1
30	145	45,2	3,1
31	150	45,4	3,1
32	155	45,6	3,1
33	160	45,8	3,1
34	165	46,0	3,1
35	170	45,2	3,1
36	175	45,3	3,1
37	180	45,5	3,1
38	185	46,6	3,1
39	190	46,8	3,1
40	195	46,9	3,1
41	200	47,1	3,1
42	205	47,2	3,1
43	210	47,3	3,1
44	215	47,5	3,2
45	220	47,6	3,2
46	225	47,8	3,2
47	230	47,9	3,2
48	235	48,0	3,2
49	240	48,1	3,2
50	245	48,2	3,2
51	250	48,3	3,2
52	255	48,3	3,2
53	260	48,4	3,2
54	265	48,5	3,2
55	270	48,7	3,2
56	275	48,8	3,2

➤ Analogicznie jak w p. 4.1A obliczyć $u_B(I)$, $u_B(U)$ i $u_B(T_2)$.

UWAGA: Na podstawie wykresu zależności temperatury bloku miedzianego od czasu grzania modułu Peltiera wyznaczyć moc przekazywaną przez moduł Peltiera do bloku miedzianego, tj.

moc grzania $\dot{Q}_{grz}$. Do regresji liniowej wziąć pod uwagę punkty eksperymentalne z zakresu od 0 do 50 s. Wyznaczyć sprawność grzania η_{grz} badanego modułu Peltiera.

Porównać wartości η_{grz} i η_{chl} badanego modułu Peltiera. Skomentować różnice.

Sprawozdanie wykonać w oparciu o polecenia umieszczone w instrukcjach do ćw. 38 A i B, znajdujących się na stronie internetowej LPF: <http://lpf.wppt.pwr.edu.pl/>.