

**ĆWICZENIE**

38 B

**Badanie i zastosowania półprzewodnikowego modułu Peltiera jako pompy ciepła.****Instrukcja wykonawcza****1. Zestaw przyrządów:**

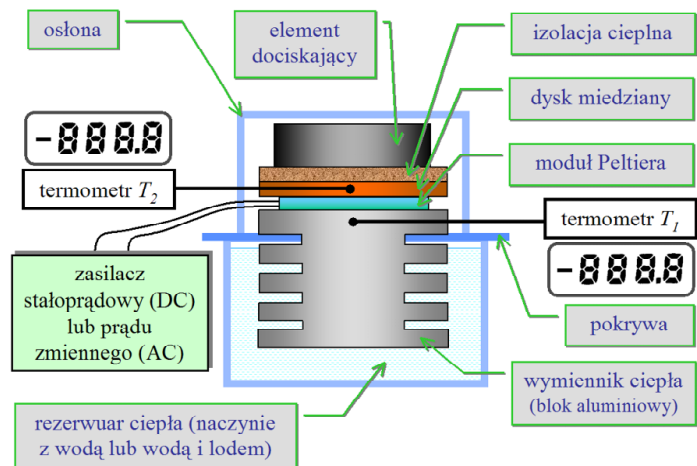
- układ pomiarowy złożony z modułu termoelektrycznego, wymiennika ciepła zanurzonego w rezerwarze ciepła (zbiorniku z wodą), bloku miedzianego oraz termometrów elektronicznych,
- zasilacz prądu stałego z wbudowanym woltomierzem i amperomierzem,
- zasilacz prądu przemiennego (autotransformator połączony z transformatorem 230–12 V),
- amperomierz (miernik uniwersalny).

**2. Cel ćwiczenia:**

- poznanie istoty zjawisk termoelektrycznych i ich opisu,
- wyznaczenie efektywności modułu Peltiera jako pompy ciepła,
- wyznaczenie zależności różnicy temperatur między gorącą i zimną stroną modułu Peltiera od natężenia prądu stałego płynącego przez moduł,
- wyznaczenie zależności tej różnicy temperatur od natężenia prądu przemiennego w celu ilustracji roli ciepła Joule'a,
- wyznaczenie wartości współczynnika efektywności modułu Peltiera (figure of merit).

**3. Schemat układu pomiarowego**

Rys.1.a. Układ do badania modułu Peltiera oraz peltierowskiej pompy ciepła.



Rys.1.b. Schemat układu do badania modułu Peltiera oraz peltierowskiej pompy ciepła.

**4.1. Wyznaczanie sprawności modułu Peltiera jako pompy ciepła****4.1.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego**

- sprawdzić zgodność elementów zestawu z wykazem zawartym w punkcie 1,
- sprawdzić, czy termometry wskazują poprawnie temperaturę,
- napełnić pojemnik zimną wodą z kranu do poziomu około 1,0 – 1,5 cm poniżej górnej krawędzi.
- umieścić zestaw pomiarowy w naczyniu z wodą (rys.1.a),
- połączyć zasilacz prądu stałego (rys.1.b) z modułem Peltiera: (+) zasilacza z (-) modułu Peltiera, a (-) zasilacza z (+) modułu Peltiera (gniazdo czerwone na zasilaczu z gniazdem czarnym modułu Peltiera, a gniazdo czarne zasilacza z gniazdem czerwonym modułu Peltiera). Przy takim połączeniu blok miedziany będzie ogrzewany.

#### 4.1.2. Przebieg pomiarów

Ustawić (możliwie szybko) natężenie prądu płynącego przez moduł Peltiera na wartość z przedziału 1,0 – 1,5 A. Po ustaleniu natężenia prądu wyłączyć zasilacz i odczekać kilka minut na ustalenie się temperatury. Zanotować temperaturę bloku miedzianego, a następnie włączyć zasilanie modułu Peltiera i co 5 s notować temperaturę bloku miedzianego (termometr elektroniczny wyświetla zmiany temperatury co 5 s). Wyłączyć zasilanie modułu Peltiera.

#### 4.1.3. Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników narysować wykres zależności zmian temperatury bloku miedzianego od czasu  $\frac{dT}{dt} \cong \frac{\Delta T}{\Delta t}$ , gdzie  $\Delta T$  to przyrost temperatury bloku miedzianego

w czasie  $\Delta t$ . Obliczyć moc pobieraną z zasilacza przez moduł Peltiera ze wzoru  $P_{el} = UI$ , gdzie  $U$  oznacza napięcie zasilania,  $I$  – natężenie prądu płynącego przez moduł.

Obliczyć moc przekazywaną przez moduł Peltiera do bloku miedzianego (moc grzania),

korzystając ze wzoru:  $\dot{Q}_{grz} = \frac{dQ_{grz}}{dt} = mc \frac{dT}{dt}$ ,

gdzie  $m = 130,4$  g – masa bloku miedzianego,  $c = 0,3855$  J/gK – ciepło właściwe miedzi.

Obliczyć sprawność badanego układu jako pompy ciepła, korzystając ze wzoru:  $\eta_{grz} = \frac{\dot{Q}_{grz}}{P_{el}}$

### 4.2. Badanie zależności efektywności modułu Peltiera jako pompy ciepła od natężenia prądu.

#### 4.2.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego

Podczas pomiarów korzystamy z zestawu i układu połączeń opisanych w punkcie 4.1.1. Przed rozpoczęciem pomiarów odczekać kilka minut na ustalenie się temperatur.

#### 4.2.2. Przebieg pomiarów

Korzystając z układu i połączeń elektrycznych opisanych w punkcie 4.1.1. wyznaczyć zależność różnicy temperatur między blokiem aluminiowym i blokiem miedzianym od natężenia prądu zasilającego moduł. Natężenie prądu zmieniać co 0,3 – 0,4 A w przedziale od zera do około 2 A. Po każdej zmianie natężenia prądu odczekać około 4–5 min na ustalenie się różnicy temperatur i zanotować temperatury bloku aluminiowego i miedzianego oraz natężenie prądu płynącego przez moduł.

#### 4.2.3. Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników narysować wykres zależności różnicy temperatur między zimną i gorącą stroną modułu Peltiera od natężenia prądu. Wykres aproksymować wielomianem drugiego stopnia. Na podstawie aproksymacji wykresu wyznaczyć maksymalną wartość różnicy temperatur  $\Delta T_{max}$  oraz temperaturę bloku zimnego  $T_1$ , przy której uzyskano maksymalną różnicę temperatur.

Korzystając, z równania  $\Delta T_{max} = \frac{1}{2} Z T_1^2$  wyznaczyć wartość współczynnika efektywności modułu termoelektrycznego  $Z$  i  $ZT$ .

### 4.3. Badanie ciepła Joule'a wydzielanego w module Peltiera.

#### 4.3.1. Przygotowanie zestawu pomiarowego

Połączyć zasilacz prądu przemiennego z modułem Peltiera. Zasilacz stanowi autotransformator połączony z transformatorem. Do modułu Peltiera należy podłączyć wyjście 12 V z transformatora poprzez amperomierz prądu przemiennego, który służy do pomiaru natężenia prądu płynącego przez moduł.

**Uwaga:** nie wolno podłączać bezpośrednio wyjścia z autotransformatora do modułu Peltiera!

#### **4.3.2. Przebieg pomiarów**

Wyznaczyć zależność różnicy temperatur między blokiem aluminiowym i blokiem miedzianym od natężenia prądu zasilającego moduł. Natężenie prądu zmieniać co 0,3 lub 0,4 A w przedziale od zera do około 1,5 A. Po każdej zmianie natężenia prądu odczekać około 4 min na ustalenie się różnicy temperatur i zanotować temperatury bloku aluminiowego i miedzianego.

#### **4.3.3. Opracowanie wyników**

Na podstawie uzyskanych wyników narysować wykres zależności różnicy temperatur między zimną i gorącą stroną modułu Peltiera od natężenia prądu przemiennego. Porównać uzyskaną zależność w wynikami pomiarów uzyskanych w punkcie 4.2, wyjaśnić przyczynę różnicy tych zależności.

**Opracowanie: Ryszard Poprawski, Beata Radojewska i Wojciech Poprawski**