

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI TERMOPARY I TERMISTORA

Zagadnienia:

1. Zjawisko Peltiera i Thomsona.
2. Termoogniwa i zjawisko Seebecka.
3. Inwersja termoelektryczna.
4. Pasmowa teoria przewodnictwa elektrycznego.
5. Budowa termistora.
6. Zastosowania termopary i termistora.

Literatura:

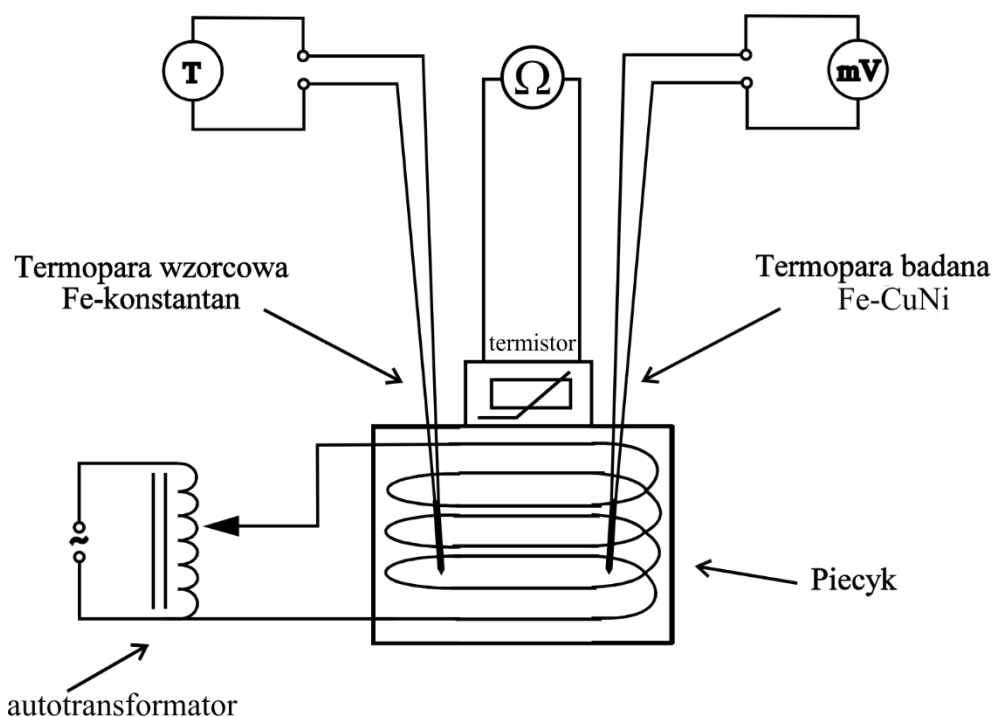
1. Podręczniki kursowe.
2. A. Zawadzki, H. Hofmokl, Laboratorium fizyczne.

Wykonanie ćwiczenia:

1. Połączyć układ według Schematu 1.

Badaną termoparę typu J (Fe- CuNi) połączyć z mikrowoltomierzem cyfrowym a termoparę wzorcową (Fe-konstantan) połączyć z miernikiem wyskalowanym w stopniach Celsjusza. Termistor połączyć z omomierzem.

Spojenia obu termopar są umieszczone w piecyku. Termistor znajduje się na wierzchniej części piecyka.



Schemat 1

2. Włączyć mierniki i odczytać temperaturę, napięcie na termoparze i opór termistora w temperaturze początkowej.
3. Włączyć piecyk do sieci poprzez autotransformatorek.
4. Pomiary należy rozpocząć przy napięciu 50 V (ustawienie na autotransformatorek) a następnie w miarę potrzeby zwiększać je ($U_{\max} \leq 150 \text{ V}$) zapewniając jak najbardziej równomierny wzrost temperatury.

5. W odstępach co 5°C odczytywać temperaturę i odpowiadające jej wskazania mikrowoltomierza oraz omomierza. Wyniki dla termopary i termistora zapisać w tabeli pomiarów.
6. Pomiary zakończyć po osiągnięciu temperatury 110°C.
7. Wyłączyć piecyk i rozpocząć jego chłodzenie za pomocą wiatraka umiejscowionego pod piecykiem.
8. Przeprowadzić pomiary dla temperatur malejących od 110 °C do temperatury otoczenia, również w odstępach co 5°C.

Opracowanie pomiarów

A. Cechowanie termopary i wyznaczanie temperatury inwersji

Termopara to czujnik termoelektryczny służący do pomiaru i kontroli temperatury, składający się z dwóch przewodników spojonych na końcach i wykorzystujący zjawisko Seebecka występujące na ich styku.

Zjawisko Seebecka to zjawisko termoelektryczne, które polega na powstawaniu siły elektromotorycznej (termoelektrycznej) w obwodzie składającym się z dwu różnych metali lub półprzewodników, gdy ich złącza znajdują się w różnych temperaturach.

1. Obliczyć $Q = T_s - T_{ot}$
gdzie: T_s – temperatura spojenia gorącego,
 T_{ot} – temperatura otoczenia,
2. Uśrednić wartości U dla temperatur malejących i rosnących i narysować wykres $U_{sr} = f(Q)$.
3. Na tym samym wykresie przedstawić charakterystykę teoretyczną termopary J , zgodnie z **Tabełą 1**.
4. Do danych eksperymentalnych dopasować metodą najmniejszych kwadratów prostą i z jej równania wyznaczyć temperaturę inwersji T_i .
5. Przedstawić równanie, z której można wyznaczyć temperaturę znając napięcie termoelektryczne generowane na termoparze na skutek różnicy temperatur między jej spojeniami.
6. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych.

Tabela A Charakterystyka termometryczna termopar typu J (Fe-CuNi) - dla wybranego przedziału temperatur.

Na podstawie: Norma PN-EN 60584-1.

Temperatura [oC]	emf [mV]
-20	-0.995
-10	-0.501
0	0.000
10	0.507
20	1.019
30	1.537
40	2.059
50	2.585
60	3.116
70	3.65
80	4.187
90	4.726
100	5.269
110	5.814
120	6.360

B. Badanie termistora NTC

Termistor NTC jest nieliniowym rezystorem półprzewodnikowym, którego rezystancja silnie maleje z temperaturą (Negative Temperature Coefficient –NTC).

Charakterystykę $R(T)$ termistorów NTC z wystarczającym w praktyce przybliżeniem opisuje zależność:

$$R_T = R_0 \exp \left[\beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right) \right], \quad (1)$$

lub

$$R_T = R_\infty \exp \left(\frac{W}{2kT} \right), \quad (2)$$

gdzie R_T to opór termistora w temperaturze T , a R_0 to opór w temperaturze odniesienia T_0 , którą przyjmuje się zazwyczaj za równą 25°C, R_∞ opór w nieskończenie dużej temperaturze.

Temperatury we wzorach są wyrażone w kelwinach.

Parametr β to stała materiałowa, wynikająca z własności półprzewodnika, mieszcząca się zazwyczaj w przedziale od 2000 K do 6000 K, dla różnych termistorów NTC, W to szerokość pasma wzbronionego materiału półprzewodnikowego, z którego wykonany jest termistor, a .

1. Narysować wykres $R_T = f(T)$. Do danych pomiarowych dopasować krzywą wykładniczą.
2. Narysować wykres $\ln(R_T) = f\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)$ dopasować do danych pomiarowych prostą metodą najmniejszych kwadratów i z jej równania wyznaczyć opór R_0 odpowiadający temperaturze $T_0 = 25^\circ\text{C}$ (298,15 K) oraz wyznaczyć wartość parametru β .
3. Znając wartość parametru β wyznaczyć szerokość pasma wzbronionego W (wzór 2) i współczynnik temperaturowy termistora, ze wzoru:

$$\alpha_T = -\frac{\beta}{T^2} \quad (3)$$

dla $T=298,15$ K.

4. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych.
5. Uzyskane wyniki porównać z danymi technicznymi dotyczącymi najczęściej spotykanych termistorów.

Przedyskutować wyniki uzyskane w obu częściach ćwiczenia.

Tabela pomiarowa

temperatura otoczenia $T_{ot} =$							
wzrost temperatury				spadek temperatury			
temperatura spojenia gorącego termopary		siła termo-elektryczna termopary	Opór termistora	temperatura spojenia gorącego termopary		siła termo-elektryczna termopary	Opór termistora
[°C]	[K]	U [mV]	R [kΩ]	[°C]	[K]	U [mV]	R [kΩ]