

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI TERMOPARY I TERMISTORA

(WERSJA SKRÓCONA)

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:

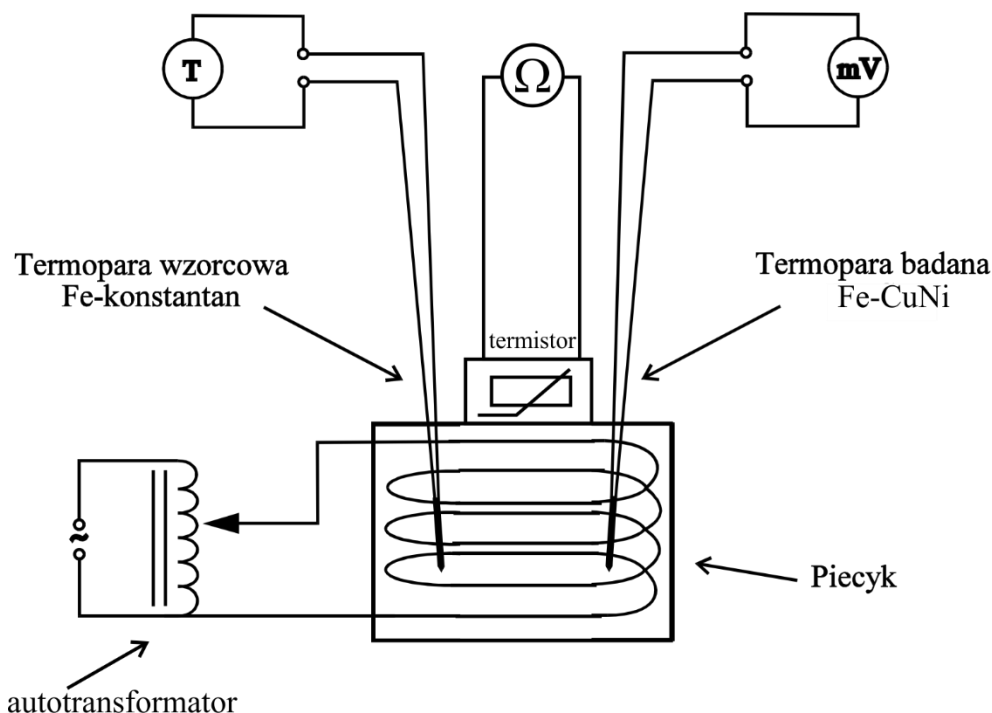
1. Podręczniki kursowe.
2. A. Zawadzki, H. Hofmohl, Laboratorium fizyczne.

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 autotransformator.

- Pomiary należy rozpocząć przy napięciu 50 V (ustawienie na autotransformatorze) a następnie w miarę potrzeby zwiększać je ($U_{\max} \leq 150 \text{ V}$) zapewniając jak najbardziej równomierny wzrost temperatury.
- W odstępach co 5°C odczytywać temperaturę i odpowiadające jej wskazania mikrowoltomierza oraz omomierza. Wyniki dla termopary i termistora zapisać w formularzu pomiarowym.
- Pomiary zakończyć po osiągnięciu temperatury 110°C .
- Wyłączyć piecyk i rozpocząć jego chłodzenie za pomocą wiatraka umiejscowionego pod piecykiem.
- 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.

- Obliczyć $Q = T_s - T_{ot}$

gdzie: T_s – temperatura spojenia gorącego,
 T_{ot} – temperatura otoczenia,

- Uśrednić wartości U dla temperatur rosnących i malejących.
- Narysować wykres $U_{sr} = f(Q)$.
- Na tym samym wykresie przedstawić charakterystykę teoretyczną termopary J , zgodnie z **Tabelą 1**.
- Do danych eksperymentalnych dopasować regresji liniowej prostą i z jej równania wyznaczyć temperaturę inwersji T_i .

Tabela.A Charakterystyka termometryczna termopar typu J (Fe-CuNi) - dla wybranego przedziału temperatur.
 Na podstawie: Norma PN-EN 60584-1.

Temperatura [oC]	SEM [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 $R_T = f(T)$.
2. Narysować wykres $\ln(R_T) = f(\ln(T))$ i wyznaczyć z tego wykresu wartość oporu R_0 odpowiadającą temperaturze $T_0 = 25^\circ\text{C}$ (298,15 K). Porównać uzyskaną wartość z wartością znamionową tego termistora wynoszącą 10 k Ω .
3. Wiedząc, że dla zastosowanego termistora wartość parametru β wynosi 3000 K i przyjmując za R_0 , wartość 10 k Ω obliczyć temperaturę piecyka (wzór 2) odpowiadającą różnym wartościom oporu termistora i porównać ją z temperaturą zmierzoną przez termoparę wzorcową.
4. Przeprowadzić analizę niepewności pomiarowych.

Przedyskutować wyniki uzyskane w obu częściach ćwiczenia.

Imię i Nazwisko:

Rok i Kierunek:

BADANIE WŁAŚCIWOŚCI TERMOPARY I TERMISTORA

Temperatura otoczenia $T_{ot} = \dots \pm \dots$

Tabela 1. Termopara

temperatura spojenia gorącego termopary T_s		$Q = T_s - T_{ot}$	siła termoelektryczna U		
			Wzrost temperatury	Spadek temperatury	Wartość średnia
[°C]	[K]	[K]	[mV]	[mV]	[mV]

Temperatura inwersji: $T_i = \dots \pm \dots$

Tabela 2. Termistor

Ts (pomiar)		1/T (obliczenia)	T (obliczenia)	Opór termistora		
[°C]	[K]	[1/K]	[K]	Wzrost temperatury [kΩ]	Spadek temperatury [kΩ]	Wartość średnia [kΩ]

W celu obliczenia temperatury termistora T dla zmieniającego się oporu R_T , należy przekształcić wzór:

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

gdzie:

$R_0 = 10 \text{ k}\Omega$,

$T_0 = 25^\circ\text{C} = \dots\dots\dots \text{K}$

parametr $\beta = 3000 \text{ K}$.

Po obustronnym zlogarytmowaniu powyższego wzoru otrzymujemy:

$$\ln(R_T) = \ln(R_0) + \beta \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0} \right),$$

Po dalszych przekształceniach mamy:

$$\frac{1}{T} = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{R_T}{R_0} \right) + \frac{1}{T_0}$$

Wnioski

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....