

LABORATORIUM

MATERIAŁOZNAWSTWO ELEKTROTECHNICZNE

Ćwiczenie nr 1

Badanie podstawowych właściwości materiałów przewodzących

Lublin 2025 r.



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.
Utwór dostępny jest na licencji Creative Commons Uznanie autorstwa 4.0 Międzynarodowe.

Cel ćwiczenia

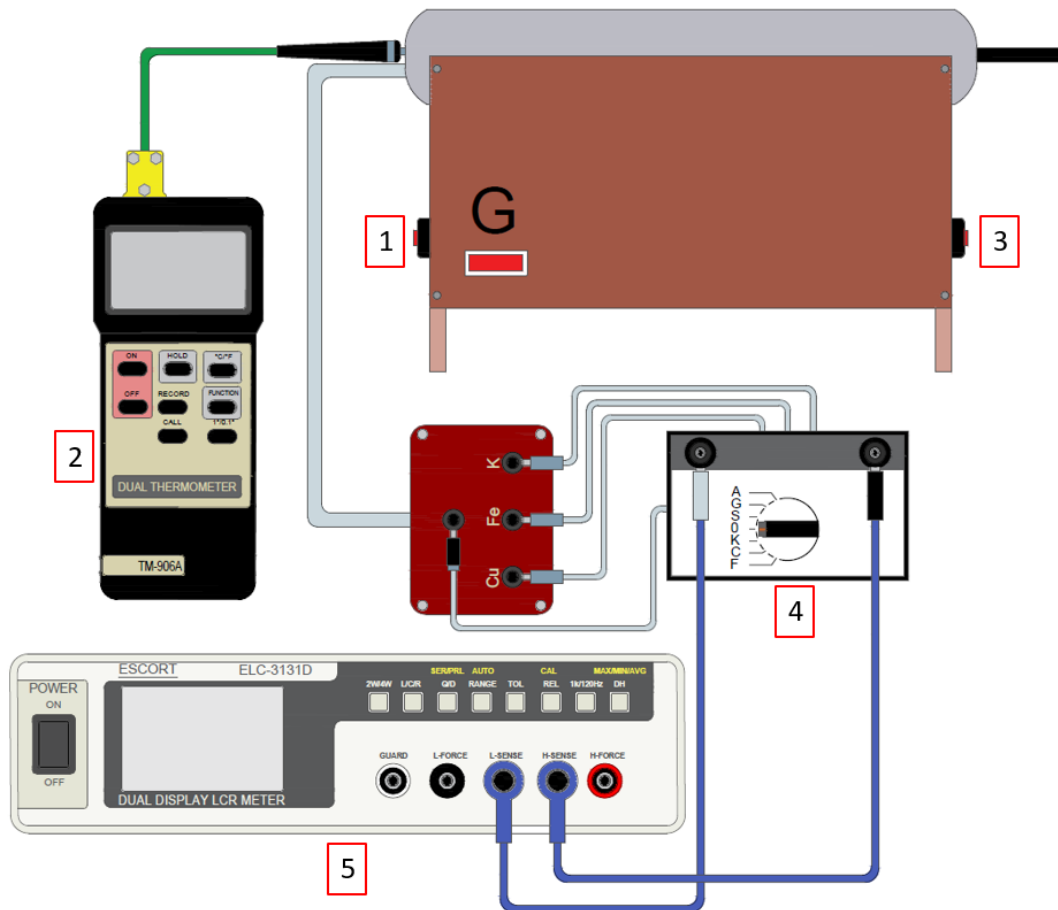
Celem ćwiczenia jest określenie rezystywności metali i wyznaczenie temperaturowego współczynnika rezystywności trzech różnych materiałów przewodzących.

Zakres ćwiczenia

Zakres ćwiczenia obejmuje wykonanie serii pomiarów mających na celu określenie właściwości elektrycznych trzech materiałów przewodzących: żelaza, miedzi oraz konstantanu, w zależności od temperatury. W pierwszej kolejności przeprowadzone zostaną pomiary rezystancji próbek tych materiałów w szerokim zakresie temperatur, wykorzystując elektroniczny miernik rezystancji oraz precyzyjne odczyty przy zmianie temperatury co 10°C w zakresie od 30°C do 140°C . Dla każdej próbki, rezystancja, przekrój poprzeczny oraz długość, umożliwi obliczenie rezystywności materiałów w funkcji temperatury. Na tej podstawie zostaną sporządzone charakterystyki temperaturowe badanych materiałów, które z kolei pozwolą na obliczenie temperaturowego współczynnika rezystywności dla każdego z nich.

Stanowisko pomiarowe

W niniejszym ćwiczeniu wykorzystano stanowisko pomiarowe, którego schemat przedstawiono na rysunku 1. To stanowisko pozwala na zmierzenie rezystancji trzech próbek materiałów przewodzących umieszczonych w komorze, w której są ogrzewane. Próbki w postaci cienkich przewodów ogrzewane są za pomocą grzałki, a umieszczona wewnątrz termopara pozwala śledzić ich temperaturę i wyświetlać wynik na termometrze elektronicznym. W celu przyspieszenia procesu chłodzenia próbek stanowisko jest wyposażone w układ chłodzenia składający się z wentylatora.



Rysunek 1. Schemat układu pomiarowego do badania wpływu temperatury na rezystancję materiałów przewodzących

Oznaczenia do rysunku 1:

- 1 – przełącznik grzałki,
- 2 – termometr elektroniczny,
- 3 – przełącznik chłodzenia,
- 4 – przełącznik obrotowy do wyboru próbki przy pomiarze rezystancji,
- 5 – elektroniczny miernik rezystancji.

Wykaz urządzeń i aparatury

- Stanowisko do badań podstawowych właściwości materiałów przewodzących
- Termometr elektroniczny TM-906A
- Elektroniczny miernik rezystancji ESCORT ELC-3131D
- Przełącznik obrotowy

Wykonanie ćwiczenia

Badanie rezystancji materiałów przewodzących w funkcji temperatury

W celu wykonania badania rezystancji materiałów przewodzących w funkcji temperatury należy:

- włączyć termometr elektroniczny TM-906A (2) przyciskiem ON do którego podłączona jest termopara, której styk znajduje się we wnętrzu komory, wskazując aktualną temperaturę próbek oraz przyciskiem $1^{\circ}/0.1^{\circ}$ zwiększyć rozdzielczość pomiaru temperatury do części dziesiętnych,
- włączyć elektroniczny miernik rezystancji ESCORT ELC-3131D (5) przyciskiem ON. Następnie przyciskiem L/C/R wybrać pomiar rezystancji (R).
- włączyć grzałkę zasilaną napięciem sieciowym 230 V o mocy 1,5 kW znajdującą się w komorze przełącznikiem (1) ustawiając go w pozycji „1”. Włączenie grzałki jest sygnalizowane zapaleniem się lampki sygnalizacyjnej znajdującej się na płycie czołowej stanowiska,
- gdy temperatura osiągnie 80°C , należy wyłączyć grzałkę, zmieniając stan przełącznika (1) na pozycję „0”, a następnie włączyć chłodzenie, ustawiając przełącznik (3) w pozycję „1”. Chłodzenie ma na celu przyspieszenie procesu schładzania próbek,
- gdy temperatura osiągnie maksymalną wartość i zacznie maleć, wówczas należy rozpocząć pomiar rezystancji. W tym celu, należy na przełączniku obrotowym (4) wybrać pozycję „K” i za pomocą elektronicznego miernika ESCORT ELC-3131D (5) odczytać i zanotować w tabeli 1 rezystancję konstantanu dla danej temperatury. Następnie pozycję przełącznika (4) ustawić w pozycji „C”, odczytać i zanotować w tabeli 1 rezystancję miedzi dla danej temperatury. Po tej czynności ustawić przełącznik (4) w pozycji „F” by analogicznie do poprzedniego kroku odczytać rezystancję żelaza,
- pomiarów należy dokonywać przy opadającej temperaturze co 10°C , do momentu osiągnięcia przez próbki temperatury 30°C
- po osiągnięciu tej temperatury należy wyłączyć wszystkie urządzenia

Tabela 1. Wyniki pomiarów rezystancji w zależności od temperatury

L.P.	Temperatura	Rezystancja		
	°C	Miedź (C)	Żelazo (F)	Konstantan (K)
		Ω	Ω	Ω
1.	140			
2.	130			
3.	120			
4.	110			
5.	100			
6.	90			
7.	80			
8.	70			
9.	60			
10.	50			
11.	40			
12.	30			

Opracowanie wyników

Na podstawie uzyskanych wyników należy obliczyć rezystywność próbek w funkcji temperatury. W tym celu należy skorzystać ze wzoru:

$$\rho = R \frac{S}{l}$$

gdzie: R - rezystancja w danej temperaturze, S - pole przekroju próbki, l - długość próbki.

Wymiary próbek niezbędne do obliczeń zostały zebrane w tabeli 2. Wyniki obliczeń rezystywności należy zestawić w tabeli 3.

Tabela 3. Wyniki obliczeń rezystywności

L.P.	Temperatura	Rezystywność ρ		
	°C	Miedź (C)	Żelazo (F)	Konstantan (K)
		$\Omega \cdot m$	$\Omega \cdot m$	$\Omega \cdot m$
1.	140			
2.	130			
3.	120			
4.	110			
5.	100			
6.	90			
7.	80			
8.	70			
9.	60			
10.	50			
11.	40			
12.	30			

Następnie należy obliczyć temperaturowy współczynnik rezystywności α . Ze względu na nieuniknione niedokładności związane z pomiarami, standardowym podejściem byłoby zastosowanie regresji liniowej. Jednakże, ponieważ punkty pomiarowe są równomiernie rozmieszczone na osi x, średnia współczynników kierunkowych pomiędzy każdą parą kolejnych punktów jest dokładnie równa współczynnikowi kierunkowemu wyznaczonemu na podstawie całego zbioru danych, co pozwala na pominięcie regresji liniowej w tym szczególnym przypadku. Zatem należy obliczyć współczynniki kierunkowe dla wszystkich sąsiednich punktów za pomocą wzoru:

$$\alpha = \frac{\rho_{n+1} - \rho_n}{T_{n+1} - T_n}$$

gdzie: ρ_n – rezystywność w punkcie n , ρ_{n+1} – rezystywność w punkcie $n+1$.
 T – temperatura w punkcie n , T_n – temperatura w punkcie $n+1$. Obliczone

współczynniki rezystywności zanotować w tabeli 4. Następnie należy obliczyć wartość średnią a wyniki zanotować w tabeli 5.

Tabela 2. Wymiary próbek materiałów przewodzących

Materiał próbki	Długość l	Średnica d
	m	mm
Miedź	5	0,10
Żelazo	5	0,25
Konstantan	5	0,35

Tabela 4. Wyniki obliczeń współczynników rezystywności

L.P.	Współczynnik rezystywności α		
	Miedź (C)	Żelazo (F)	Konstantan (K)
	$\Omega \cdot m \cdot K^{-1}$	$\Omega \cdot m \cdot K^{-1}$	$\Omega \cdot m \cdot K^{-1}$
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			
11.			

Tabela 5. Wyniki obliczeń temperaturowego współczynnika rezystywności

Materiał	Miedź	Żelazo	Konstantan
Współczynnik α			

Wykonanie sprawozdania

Sprawozdanie powinno zawierać:

- stronę tytułową,
- schematy układów pomiarowych,
- tabelę wyników pomiarów rezystancji $R(T)$,
- tabelę obliczeń rezystywności $\rho(T)$,
- charakterystyki $\rho(T)$ sporządzone na jednym wykresie,
- tabelę obliczeń wartości współczynnika rezystywności α dla miedzi, żelaza i konstantanu,
- uwagi i wnioski z przeprowadzonych pomiarów.