

Ćwiczenie 4

Temperaturowy współczynnik rezystancji

Ćwiczenie wraz z instrukcją i konspektem opracowali W.Skowroński, S.Ziętek

Cel ćwiczenia

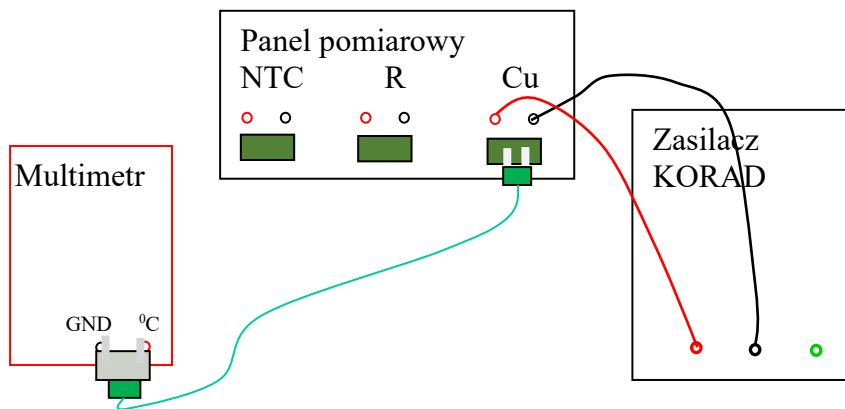
Wyznaczenie temperaturowego współczynnika rezystancji różnych elementów, sprawdzenie zakresu stosowalności prawa Ohma.

Wymagane wiadomości teoretyczne

Prawo Ohma, opór elektryczny, opór właściwy, zależność oporu elektrycznego różnych ciał od temperatury, sposoby pomiaru oporu elektrycznego, zasada działania termopary.

Wyposażenie stanowiska

Zasilacz laboratoryjny, miernik do pomiaru temperatury, panel z elementami (*NTC, R, Cu*) o różnych temperaturowych współczynnikach rezystancyjnych z wbudowanymi termoparami, stanowisko komputerowe.



Zagadnienia do przedyskutowania:

- Omówić prawo Ohma.
- Omówić zasadę działania termopary.
- Omówić zależność oporu od temperatury dla przewodnika metalicznego.

Wykonanie ćwiczenia

- Włączyć stanowisko komputerowe, uruchomić program *Calc* pakietu *Open Office*.
- Włączyć zasilacz i ustawić wartość napięcia na **0 V**!

Drut Cu

3. Podłączyć wyprowadzenia drutu miedzianego (*Cu*) do zasilacza oraz odpowiednią termoparę do miernika ustawionego na funkcję pomiaru temperatury (wyjścia GND oraz $^{\circ}\text{C}$).
4. Włączyć zasilacz, nacisnąć pokrętkę regulacji prądu i ustawić **ograniczenie prądowe na 0,9 A**. Następnie wciskając pokrętkę regulacji napięcia ustawić zmiany napięcia na dziesiąte części wolta. Gdy wskazania na wyświetlaczu przestaną migać, zmieniać napięcie pokrętką zasilacza w zakresie od **0 do 2 V** z krokiem **0.05 V**, zapisywać wartość napięcia, prądu i temperatury w Tab.1 w trzech osobnych kolumnach. (Uwaga – wartości będą się zmieniać w czasie, ważne żeby zapisywać wartość prądu i temperatury z tej samej chwili) oraz odczekać ok. minuty na ustabilizowanie wskazań. Po włączeniu ograniczenia – powtórzyć pomiary zmniejszając napięcie Po zakończeniu, wciskając pokrętkę ustawić wartości napięcia i prądu na 0.

Opornik

5. Podłączyć wyprowadzenia opornika (*R*) do zasilacza oraz odpowiednią termoparę do miernika ustawionego na funkcję pomiaru temperatury.
6. Włączyć zasilacz i wciskając pokrętkę regulacji prądu ustawić limit prądu na **80 mA**. Zmieniając napięcie w zakresie od **0 do 3 V** z krokiem **0.2 V**, odczekując 10 – 100 sekund na ustabilizowanie wskazań zapisywać wartość napięcia, prądu i temperatury w programie *Calc* w trzech osobnych kolumnach. Po zakończeniu, wciskając pokrętkę ustawić wartości napięcia i prądu na 0.

NTC

7. Podłączyć wyprowadzenia termistora NTC 100 (*NTC*) do zasilacza oraz odpowiednią termoparę do miernika ustawionego w funkcję pomiaru temperatury.
8. Włączyć zasilacz, nacisnąć pokrętkę regulacji prądu i sprawdzić czy jest ustawione na 0 i ustawić zmiany prądu na setne części ampera. Wciskając pokrętkę regulacji napięcia ustawić ograniczenie napięciowe na **10 V**. Zmieniając wartość prądu w zakresie od **0 do 0,2 A** z krokiem **0.02 A** i odczekując 10 – 100 sekund na ustabilizowanie wskazań zapisywać wartość napięcia, prądu i temperatury w programie *Calc* w trzech osobnych kolumnach. (Uwaga – wartości będą się zmieniać w czasie, ważne żeby zapisywać wartość prądu i temperatury z tej samej chwili). Po zakończeniu, wciskając pokrętkę ustawić wartości napięcia i prądu na 0. Temperatura NTC dla dalszych obliczeń musi być podana w K !
9. Po zakończeniu pomiarów, wciskając pokrętkę zasilacza ustawić wartości napięcia i prądu na 0. Wyłączyć miernik temperatury – pokrętką na pozycję *OFF*.

Zagadnienia do przedyskutowania:

- a) *Który ze mierzonych elementów spełnia prawo Ohma?*
- b) *Co to jest opór właściwy? Jaka jest zależność oporu właściwego od wymiarów geometrycznych elementu rezystancyjnego?*
- c) *Omówić zależność rezystancji od temperatury dla półprzewodników.*
- d) *Omówić zastosowania termistorów.*

Opracowanie wyników

Cu

1. Dla drutu miedzianego w kolejnej kolumnie arkusza kalkulacyjnego obliczyć średnią rezystancję dla każdego punktu pomiarowego.
2. Narysować dla drutu miedzianego wykres rezystancji R od przyrostu temperatury $\Delta T = T - T_0$, gdzie T_0 jest temperaturą otoczenia.
3. Przy pomocy metody regresji liniowej wyznaczyć współczynniki prostych funkcji $R = a\Delta T + b$ oraz ich niepewności: $u(a)$ oraz $u(b)$.
4. Przekształcając wzór na opór drutu miedzianego od temperatury $R = R_0(1 + \alpha\Delta T)$ do postaci liniowej, obliczyć z wyrazu wolnego i współczynnika kierunkowego prostej regresji wartości R_0 oraz α . Przy pomocy prawa przenoszenia niepewności obliczyć niepewność $u(\alpha)$.
5. Znając średnicę drutu miedzianego ($\phi = 0.3 \text{ mm} \pm 0.01 \text{ mm}$) oraz długość drutu ($l = 3 \text{ m} \pm 0.1 \text{ m}$) obliczyć opór właściwy drutu ρ .

R

6. Dla rezystora w kolejnej kolumnie obliczyć jego opór dla każdego punktu pomiarowego.
7. Wykreślić krzywą $I=f(U)$ dla drutu miedzianego i opornika. Przy pomocy metody regresji liniowej obliczyć wartość oporu rezystora wraz z jej niepewnością.

NTC

8. W kolejnym arkuszu kalkulacyjnym, dla termistora NTC 100 obliczyć jego rezystancję dla każdego punktu pomiarowego.
9. W kolejnej kolumnie obliczyć wartości: $1/T$, oraz $\ln R$.
10. Narysować wykres $\ln R(1/T)$.
11. Przy pomocy metody regresji liniowej obliczyć współczynnik kierunkowy prostej $\ln R = a \cdot 1/T + b$.
12. Przekształcając wzór na zależność rezystancji termistora od temperatury: $R = R_0 \cdot \exp(B \cdot (1/T - 1/T_0))$ do postaci liniowej, wyznaczyć ze współczynnika kierunkowego prostej wartość parametru B oraz wpisać ją do tabeli w konspekcie, wraz z niepewnością pomiarową.

Literatura

D. Halliday, R. Resnick, *Fizyka*, Tom II. PWN, Warszawa 1984.