

Termistor jako termometr

Hubert Ładziński

7 czerwca 2017

1 Streszczenie

W pracy badano możliwość użycia termistora jako termometru, badając dokładność przyrządu w zależności od przedziału zmienności temperatury. Raport zawiera także wszystkie dane potrzebne do użytku i kalibracji termistora.

2 Wstęp

Pomiary składały się z dwóch części, pierwsza polegała na mierzeniu oporu termistora znajdującego się w puszcze z wodą o temperaturze początkowej $t_o = 93^{\circ}\text{C}$ aż do osiągnięcia przez wodę temperatury $t_k = 52^{\circ}\text{C}$. Następnie przeprowadzono pomiar analogiczny ale z użyciem wody o $t_o = 5,2^{\circ}\text{C}$, który trwał póki woda nie ogrzała się do $t_k = 13,2^{\circ}\text{C}$. Dane z pierwszej części pozwoliły na obliczenie oporu referencyjnego R dla temperatury 65°C opornika podłączanego do dzielnika napięć. W drugiej części pomiarów termistor po raz kolejny został umieszczony w naczyniu z wodą o temperaturze $t_o = 80^{\circ}\text{C}$, lecz tym razem został podłączony do dzielnika napięć według schematu z rysunku numer 1. Napięcie było mierzone zarówno na zasilaczu prądu stałego ze względu na możliwą niestabilność urządzenia jak i na termistorze aż do osiągnięcia przez wodę w puszcze temperatury 46°C .

3 Układ doświadczalny i pomiary

Do pomiarów napięcia i oporu na termistorze używano miernika Brymen 805, pomiar napięcia na zasilaczu był przeprowadzony przy pomocy miernika CHY. Do pomiaru temperatury użyto termometru cyfrowego o najmniejszej

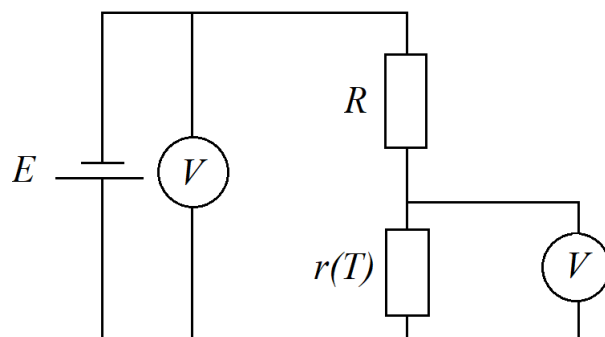
działce odczytu $\Delta = 0,1^{\circ}\text{C}$. Pomiaru oporu w pierwszej części jak i napięcia w drugiej były zapisywane co 1°C . Dzielnik napięcia został zbudowany według rysunku numer 1 gdzie $R = 36[\text{k}\Omega]$ odpowiada opornikowi o oporności zbliżonej do referencyjnej równej $(32,5 \pm 3,8)[\text{k}\Omega]$, $r(T)$ odpowiada oporowi termistora, E jest zasilaczem. Wyniki pomiarów części pierwszej znajdują się w tabeli numer 1, części drugiej w tabeli numer 2.

Tabela 1: Dane z części pierwszej

Temperatura[$^{\circ}\text{C}$]	Opór[k Ω]	Temperatura[$^{\circ}\text{C}$]	Opór[k Ω]
93	19,71	62	52,2
90	21,47	61	53,9
88	22,82	60	55,7
86	24,08	59	57,8
84	25,74	58	60
82	27,84	57	62,4
81	28,5	56	64,8
80	29,11	55	66,7
79	30,61	54	68,7
78	31,28	53	71,2
77	31,97	52	73,5
76	33,22	Temperatura[$^{\circ}\text{C}$]	Opór[M Ω]
75	34,26	13,2	0,341
74	35,57	11	0,378
73	36,67	10,5	0,387
72	37,97	10	0,396
71	39,10	9,5	0,406
70	40,10	8,5	0,424
69	41,5	8	0,432
68	42,6	7,5	0,442
67	43,8	7	0,450
66	45,7	6,6	0,455
65	47,3	6	0,459
64	49	5,5	0,463
63	50,5	5,2	0,464

Tabela 2: Dane z części drugiej]

Temperatura[°C]	Napięcie[V]	Temperatura[°C]	Napięcie[V]
80	7,88	61	10,77
76	8,60	60	10,90
75	8,70	59	11,06
73	9,02	58	11,18
72	9,20	57	11,34
71	9,33	56	11,50
70	9,49	55	11,61
69	9,59	54	11,76
68	9,69	53	11,89
67	9,92	52	12,03
66	10,02	51	12,16
65	10,20	50	12,31
64	10,35	49	12,43
63	10,49	48	12,57
62	10,63	47	12,70
		46	12,83



Rysunek 1: Dzielnik napięć

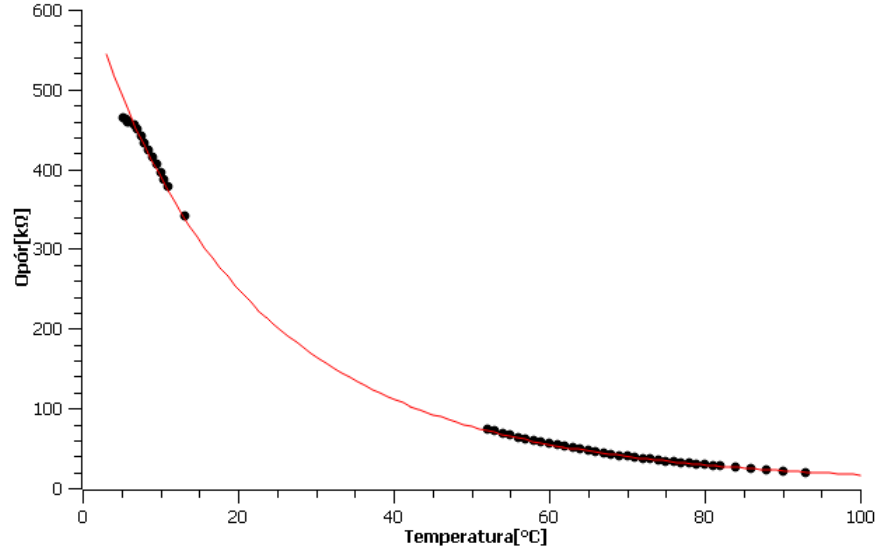
4 Analiza danych

W celu wyznaczenia parametrów B i r_∞ ze wzoru 1, logarytmujemy obustronnie i otrzymujemy zależność 2.

$$r(T) = r_\infty e^{\left(\frac{B}{T}\right)} \quad (1)$$

$$\ln \frac{r(T)}{1\Omega} = \ln \frac{r_\infty}{1\Omega} + \frac{B}{T} \quad (2)$$

W celu skorzystania z metody najmniejszych kwadratów uznajemy pomiar temperatury za dokładny, w zależności $y = ax + b$ za a odpowiada B , za b odpowiada $\ln \frac{r_\infty}{1\Omega}$. Za zmienną niezależną przyjmujemy temperaturę. Niepewność u_r została wyznaczona dla każdego pomiaru oporu przy użyciu danych dostępnych w instrukcji przyrządu. Parametry prostej uzyskane tą metodą mają następujące wartości ($a = 3700 \pm 38$)[K], $b = (-7,10 \pm 0,12)$ [k Ω]. Po przeniesieniu niepewności u_b niepewność u_{r_∞} osiągnęła wartość 0,00010[k Ω]. Parametr r_∞ jest równy (0,00083 \pm 0,00010)[k Ω]. Wykres na rysunku 2 przedstawia dane uzyskane w pierwszej części pomiarowej oraz funkcję ze wzoru 1 z parametrami uzyskanymi podczas analizy metodą najmniejszych kwadratów. Wykres na rysunku 3 jest przedstawieniem danych z drugiej części pomiarowej.

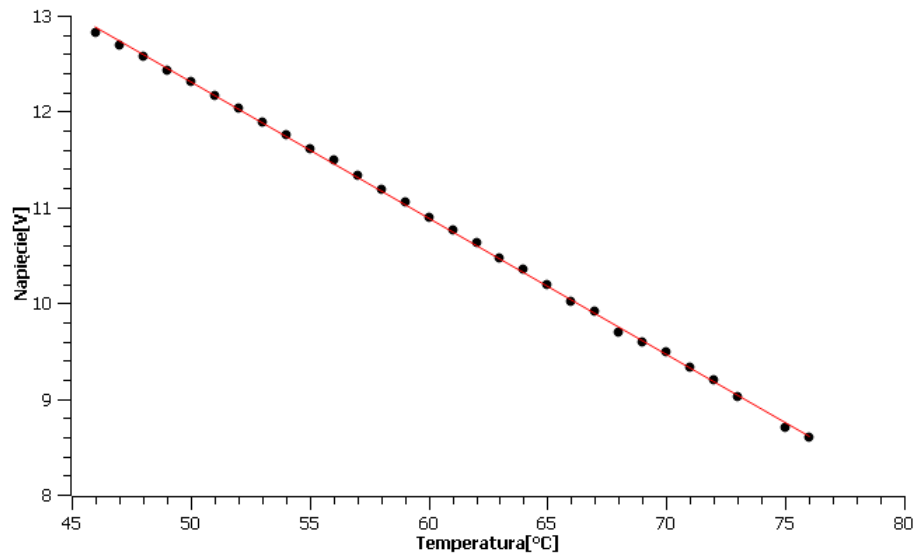


Rysunek 2: Wykres oporu od temperatury

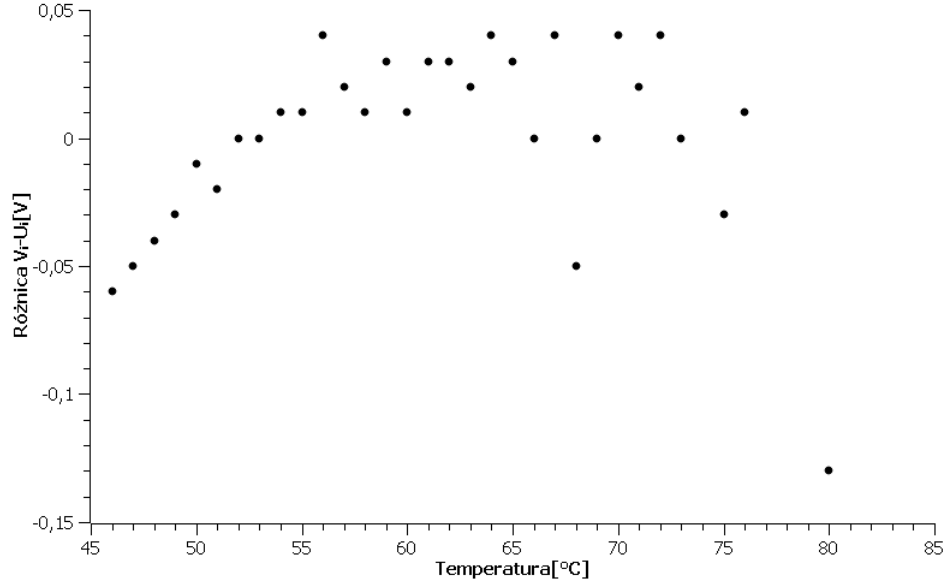
Opór referencyjny dla 65°C obliczono na (32,5 \pm 3,8)[k Ω], zgodnie z tym parametrem dobrano najbliższy tej ocenie opornik o oporności 36[k Ω],

dla którego odpowiadającą temperaturą t_o jest 62°C . Oceny parametrów h i g z zależności 3 otrzymane metodą najmniejszych kwadratów mają wartości $h = (-0,1435 \pm 0,00042)[\frac{\text{V}}{^{\circ}\text{C}}]$, $g = (19,5 \pm 0,26)[\text{V}]$ a ich kowariancja wynosi $c_{ab} = -0,011$. Wykres reszt wartości zmierzonych i dopasowanych $\varepsilon = V_i - U_i$ jest przedstawiony na rysunku 4.

$$U = ht + g \quad (3)$$



Rysunek 3: Wykres napięcia do temperatury

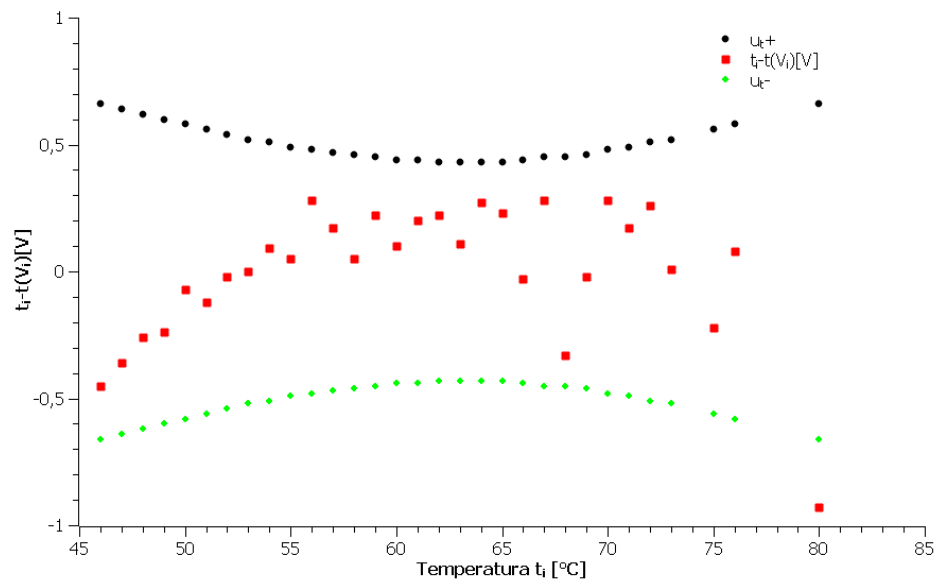


Rysunek 4: Wykres reszt $V_i - U_i$

W celu wyznaczenia z zależności 3 funkcji temperatury od napięcia przekształcamy ją do następującej formy,

$$t(V) = HV + G \quad (4)$$

gdzie $G = \frac{-q}{h}$ a $H = \frac{1}{h}$. Po podstawieniu danych otrzymujemy $\hat{H} = (-6,97 \pm 0,20)[\frac{^\circ\text{C}}{\text{V}}]$ oraz $\hat{G} = (135,8 \pm 2,2)[^\circ\text{C}]$, ich kowariancja wynosi $C_{HG} = -0,44$. W celu sprawdzenia podstawiamy przykładową wartość $V = 15\text{V}$ nie uzyskaną podczas drugiej części pomiarowej, dla tak danego napięcia temperatura powinna wynieść $t = (31,3 \pm 1,0)^\circ\text{C}$. Wykres reszt $t_i - t(V_i)$ jest przedstawiony na rysunku 5, gdzie t_i są wartościami zmierzonymi a $t(V_i)$ jest funkcją temperatury od napięcia uzyskaną z zależności 4. Na ten sam wykres naniesione zostały także hiperbole wartości granicznych dla zobrazowania dokładności wskazań przyrządu w zależności od temperatury.



Rysunek 5: Wykres reszt $t_i - t(V_i)$ wraz z hiperbolami wartości granicznych

5 Dyskusja i wnioski końcowe

Termistor został zbadany pod kątem niepewności pomiarowej w roli termometru, w trakcie analizy udało się potwierdzić obecność punktu przegięcia w okolicy temperatury 62°C , tam też zmierzona wartość jest najdokładniejsza jak wynika to z rysunku numer 5. Wszystkie dane potrzebne do obsługi urządzenia również zostały zawarte w sekcji analizy danych.