

**AUTOMATYKA I POMIARY**  
**LABORATORIUM - ĆWICZENIE NR 9**  
**CHARAKTERYSTYKI STATYCZNE TERMOMETRYCZNYCH CZUJNIKÓW**  
**REZYSTANCYJNYCH**

Celem ćwiczenia jest poznanie charakterystyk rezystancyjno-temperaturowych czujników: niklowego, miedzianego i termistorowego oraz obliczenie współczynników temperaturowych rezystancji tych czujników.

**1. Budowa stanowiska.**

Układ pomiarowy składa się z:

- o termostatu (z grzałką elektryczną, chłodzonego wodą) zaopatrzonego w układ regulacji temperatury z rtęciowym termometrem kontaktowym,
- o trzech czujników: niklowego, miedzianego oraz termistorowego,
- o układu mostka Wheatstone'a zasilanego prądem stałym,
- o zasilacza prądu stałego.

**2. Wykonanie ćwiczenia.**

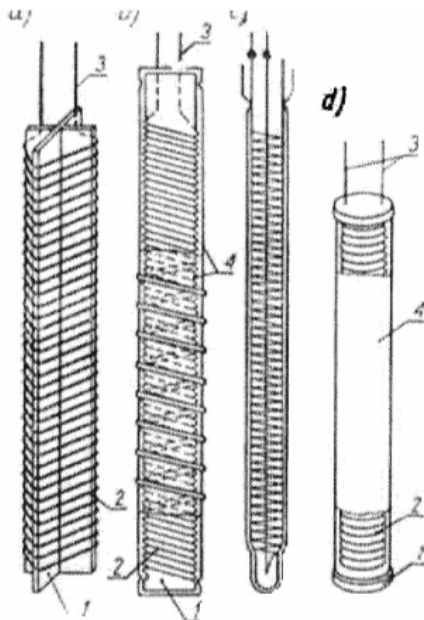
Rezystancyjne czujniki temperatury (budowa ich przedstawiona została na Rys.1) umieszczone są w termostacie wypełnionym wodą. Żądaną wartość temperatury wody w termostacie ustawiamy przy pomocy termometru kontaktowego poczynawszy od temperatury  $15 \div 16^{\circ}\text{C}$  co  $3 \div 4^{\circ}\text{C}$ . Po ustaleniu się temperatury, czujniki łączymy kolejno (nie jednocześnie) z mostkiem. Odczytu rezystancji dokonujemy przy pomocy opornika dekadowego po sprowadzeniu wskazówki miernika do pozycji „0”. Aby nie uszkodzić miernika, należy przed załączeniem czujnika na oporniku dekadowym ustawić odpowiednio:

dla czujnika Ni –  $100 \Omega$ , dla czujnika Cu –  $500 \Omega$  a dla termistora –  $50000 \Omega$ .

Wykonać pomiary dla co najmniej ośmiu wartości temperatury.

### 3. Opracowanie pomiarów.

- o Dla czujników Ni i Cu wykreślić charakterystyki  $R = f(\vartheta)$  i wyznaczyć wartości ich temperaturowych współczynników rezystancji.
- o Dla czujnika termistorowego wykreślić charakterystyki  $R = f(\vartheta)$  oraz  $\ln R = f(1/T)$  i wyznaczyć stałe A, B oraz współczynnik temperaturowy rezystancji w temperaturze 25°C.



Termometry oporowe (typu czujników): 1 — żeberko, 2 — drut oporowy, 3 — przewody, 4 — osłona; a) uzwojenia na przecinających się paskach miki; b) uzwojenie na płytkach; c) uzwojenie na pręcie porcelanowym; d) uzwojenie na pręcie kwarcowym

**termometr oporowy** — termometr do pomiaru średniej temp. w pewnej przestrzeni. Działanie jego jest oparte na zjawisku wzrostu oporności czystych metali przy ogrzaniu lub zmniejszaniu się oporności pewnych tlenków metali (półprzewodniki — termistory). Stos. w przem. w zakresie temp.  $-120$  do  $500^{\circ}\text{C}$ . T.o. wzorcowane są dla dowolnych temp. Czujniki t.o. wykonuje się z metali wykazujących odporność chem. i największą zmianę oporności w zależności od temp. (platyna, miedź). T.o. składa się z wspornika (szkieletu) 1, wykonanego z miki, porcelany lub kwarcu, nawiniętego na niego drutu oporowego 2 oraz osłony 4 i połączony jest przewodem 3 z miernikiem temperatury.

Rys. 1. Wybrane konstrukcje rezystancyjnych czujników temperatury.

#### 4. Współczynniki temperaturowe rezystancji.

Temperaturowy współczynnik rezystancji  $\alpha_T$  zdefiniowany jest równaniem:

$$\alpha_T = \frac{1}{R} \cdot \frac{\partial R}{\partial T} \left[ \frac{1}{K} \right] \quad (1)$$

Dla elementów liniowych, np. rezystorów metalicznych

$$\alpha_T = \frac{R_k - R_p}{R_0 (T_k - T_p)} \quad (2)$$

gdzie:

$R_k$  – rezystancja końcowa,  $R_p$  – rezystancja początkowa,

$R_0$  – rezystancja w temperaturze odniesienia,

$T_k$  – temperatura końcowa,  $T_p$  – temperatura początkowa.

Dla elementów nieliniowych np. termistorów, zależność rezystancji od temperatury wyraża równanie:

$$R_T = A \cdot e^{\frac{B}{T}} \quad (3)$$

Stąd po zróźniczkowaniu otrzymujemy:

$$\alpha_T = -\frac{B}{T^2} \quad (4)$$

Aby wyznaczyć  $\alpha_T$  dla termistora należy uprzednio wyznaczyć  $B$ . Przyjmując jeden z możliwych wariantów logarytmujemy obustronnie równanie (3):

$$\ln R_T = \ln A + \frac{B}{T} \quad (5)$$

i zapisujemy powyższe dla dwóch temperatur:

$$\begin{aligned} \ln R_{T_1} &= \ln A + \frac{B}{T_1} \\ \ln R_{T_2} &= \ln A + \frac{B}{T_2} \end{aligned} \quad (6)$$

i odejmujemy stronami:

$$\ln \frac{R_{T_1}}{R_{T_2}} = \frac{B}{T_1} - \frac{B}{T_2} \quad (7)$$

stąd

$$B = \frac{\ln \frac{R_{T_1}}{R_{T_2}}}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad (8)$$

Ćw. 9.		Tabela wyników pomiarów		
		TERMOMETR		
Lp.	$\vartheta$	Ni	Cu	Termistor
	[°C]	[Ω]	[Ω]	[Ω]
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
$\alpha_{obl}$ [%/deg]				
$\alpha_{lit}$ [%/deg]				