

## WYKONANIE ĆWICZENIA.

### Wyznaczenie charakterystyk statycznych wybranych czujników i przetworników temperatury

1. Ustawić za pomocą termometru kontaktowego zadaną temperaturę w termostacie o wartości, odczytanej z pierwszego wiersza i pierwszej kolumny tabeli 1-5.
2. Włączyć przełącznikiem grzanie termostatu i odczekać do momentu osiągnięcia zadanej temperatury dla której nastąpi samoczynne wyłączenie grzania. W czasie grzania miga czerwona lampka, a po osiągnięciu ustawionej temperatury lampka gaśnie.
3. Odczytać i zanotować w tab.1 w kol.2 temperaturę  $t_1$  zmierzoną za pomocą multimetru BRYMEN (BRYMEN-T1) z wybraną funkcją pomiaru temperatury (przełącznik wyboru funkcji w pozycji T1,T2)  
**Uwaga: naciskanie klawisza RANGE w multimetrze BRYMEN, z włączoną funkcją pomiaru temperatury, powoduje wykonanie pomiarów kolejno temperatury T1, T2 oraz ich różnicy T1-T2.**
4. Wybrać funkcję pomiarową multimetru PICOTEST  $\Omega$  i dołączyć przewody pomiarowe do modułu M1 zgodnie z oznaczeniami zacisków opisanymi w wierszu „Zaciski” tabeli (oznaczenie  $\dot{Z}$ -COM oznacza dołączeniu wejścia Hi multimetru do zacisku żółtego zaś Lo do zacisku COM, użyte skróty określają kolory zacisków według następującej zasady:  $\dot{Z}$ -żółty,Z-zielony,N-niebieski,Cz-czerwony,COM-zacisk srebrny bez nakładki kolorowej).
5. Wykonać pomiary rezystancji czujników i zapisać wyniki w wierszu 1 w kolumnach 3,4,5 w tabeli 1.
6. Odłączyć przewody pomiarowe od modułu M1 i wybrać funkcję pomiarową DCV multimetru PICOTEST .
7. Zmierzyć temperaturę w termostacie i zapisać ją w wierszu 1 w kol. 2 w tabeli 2.
8. Zmierzyć i zapisać wartość napięcia podłączając przewody pomiarowego do zacisków modułu M2 zgodnie z kol. 3 tabeli 2. Tę samą czynność powtórzyć dla czujnika z kol.4, z tą różnicą, że zmierzoną wartość napięcia wyrażoną w [mV] należy podzielić przez wartość wzorcowego rezystora o rezystancji  $R_N=1,1k \Omega$  i w wierszu 1 w kol.4 zanotować wartość prądu czujnika wyrażoną w  $\mu A$ .
9. Odłączyć przewody pomiarowe od modułu M2 i wybrać funkcję pomiarową PERIOD multimetru PICOTEST (naciśnięcie klawiszy niebieskiego SHIFT a później klawisza FREQ spowoduje włączenie pomiaru okresu).
10. Zmierzyć temperaturę  $t_1$  i zanotować w wierszu 1 kol.2 w tabeli 3.
11. Dołączyć przewody pomiarowe do modułu M3 zgodnie z opisem z kol.3, wykonać pomiar i zanotować w wierszu 1 kol.3 w tabeli 3 odczytaną wartość okresu w [ $\mu s$ ] podzieloną przez 10 (czujnik skaluje okres z wybieranym mnożnikiem 10,40,160,640 – ustawiono mnożnik 10).
12. Odłączyć przewody od modułu M3 wybrać funkcję DCV i dołączyć je ponownie do M3 zgodnie z opisem z kol.4, wykonać pomiar i zanotować wynik w [mV] w wierszu 1 kol.4.
13. Zmierzyć temperaturę  $t_1$  i zanotować w wierszu 1 kol.2 w tabeli 4.
14. Odłączyć przewody od modułu M3 wybrać funkcję DCV i dołączyć je do M4 zgodnie z opisem z kol.3 w tabeli 4.

15. Wykonać pomiar zapisując jego wynik w wierszu 1 kol.3 w tabeli 4.
16. Odłączyć przewody od M4, wybrać funkcję  $\Omega$  a następnie dołączyć je do M4 do Z-COM i wykonać pomiar rezystancji czujnika PT100 umieszczonego w mieszaninie wody z lodem. Zanotować wynik pomiaru rezystancji PT100 i korzystając z Polskiej Normy wyznaczyć i zapisać w tabeli 4 wartość temperatury  $t_{CJ}$  mieszaniny wody i lodu .
17. Odłączyć przewody od modułu M4, wybrać funkcję DCV , wykonać pomiar temperatury t1 (BRYMEN-T1) i zanotować wynik w wierszu 1 kol.2 w tabeli 5.
18. Przełączyć multimetr BRYMEN klawiszem RANGE na pomiar temperatury  $t_{CJ}$  oleju (BRYMEN-T2) , wykonać pomiar i zanotować wartość  $t_{CJ}$  w tabeli 5.
19. Wykonać pomiary dołączając multimetr PICOTEST do M5 zgodnie z opisem z kol.3 do 5 i zanotować wyniki w pierwszym wierszu w kolumnach od 3 do 5 w tabeli 5.
20. Ustawić za pomocą termometru kontaktowego kolejną zadaną temperaturę t1z w termostacie i powtórzyć wszystkie czynności opisane w punktach 1-15,17,19 uzupełniając kolejne wiersze w tabelach 1,2,3,4,5.

**Wyznaczenie błędu mostkowego układu kompensacji temperatury wolnych końców termopary.**

**Wolne końce umieszczono w zmiennej temperaturze oleju  $t_{CJ}$ , zaś spoina pomiarowa znajduje się w stałej temperaturze t1.**

1. Po zakończeniu pomiarów dla t1z około 90°C zmierzyć ponownie temperaturę t1 (BRYMEN-T1) i zanotować jej wartość w tabeli 6. Przełączyć klawiszem RANGE multimetr BRYMEN do pomiaru temperatury T2 (BRYMEN-T1) i zmierzyć temperaturę  $t_{CJ}$  oleju, a jej wartość zanotować w pierwszym wierszu w kol.1 w tablicy 6. Ustawić w multimetrze PICOTEST funkcję DCV i dołączyć go do zacisków Cz-N modułu M5, wykonać pomiar napięcia  $E_K$  , wynik pomiaru zapisać w kol.2.
2. Dołączyć multimetr do zacisków Ż-N modułu M5, wykonać pomiar napięcia  $E(t1- t_{CJ})$ , wynik zapisać w kol.4 .  
 Przed wykonaniem następnych pomiarów należy zasilić grzałkę umieszczoną w oleju napięciem 2V (z zasilacza), odczekać do chwili gdy mierzona w sposób ciągły temperatura  $t_{CJ}$  oleju (BRYMEN T2), osiągnie kolejno wartości 30,40,50,60 °C. Pomiar  $E_K$  i  $E(t1- t_{CJ})$  należy wykonać po osiągnięciu każdej z zadanych temperatur oleju (30,40.50.60 °C).

***Po zakończeniu wszystkich pomiarów zmniejszyć napięcie zasilacza do zera i wyłączyć zasilacz . Odłączyć przewody multimetru PICOTEST od modułu M5 i wyłączyć oba multimetry oraz termostat.***

***Uwaga: przewody termoparowe multimetru BRYMEN pozostają w swoim położeniu.***

## WYKONANIE SPRAWOZDANIA

1. Na podstawie wyników pomiarów wykreślić statyczne charakterystyki temperaturowe  $R=f(t)$  dla czujników z kolumny 3,4,5 tabeli 1. Dla czujników kol.3 i 4 podać równanie przetwarzania  $t=f(R)$  wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów oraz określić czułość i błąd średniokwadratowy. Dla czujnika kol.5 określić stałą A i B równania  $R(t)=A*\exp(-B/T)$  wiedząc, że  $R_{25}=10k\Omega$ .
2. Dla czujników z kol.3 i 4 w tabeli 2 wykreślić charakterystyki temperaturowe  $U=f(t), I=f(t)$  i podać równania przetwarzania wyznaczone metodą najmniejszych kwadratów  $t=f(U), t=f(I)$  oraz określić czułość i błąd średniokwadratowy.
3. Dla czujników z kol.3 i 4 w tabeli 3 wykreślić charakterystyki temperaturowe  $Okres=f(t), U=f(t)$  oraz określić stałą przetwarzania.
4. Na wspólnym wykresie należy przedstawić charakterystykę  $E=f(t)$  dla czujnika kol.3 w tabeli 4 oraz wyznaczoną z równania  $E(t1-0^\circ)=k*(t1-0^\circ)$  gdzie  $k=39,7[\mu V/^\circ C]$  i zapisaną w kol.4 w tabeli 4 charakterystykę termopary typu „K” określoną na podstawie Polskiej Normy dla temperatury wolnych końców równej  $0^\circ C$ .
5. Błąd  $\Delta(t1)$  w kol.7 w tabeli 5 należy wyznaczyć z równania:  $\Delta[^\circ C]=\frac{E5-E6}{k}$  gdzie  $k=39,7[\mu V/^\circ C]$ ,  $E5$  napięcie z kolumny 5,  $E6$  napięcie z kolumny 6 tablicy 5. Wykreślić charakterystykę  $\Delta=f(t1)$  dla  $t_{CJ\_olejw} = \text{const}$ .
6. Obliczyć błąd  $\Delta[^\circ C]=\frac{E_k-E(t1-0^\circ C)}{k}$  i zapisać w kol.3 w tablicy 6, gdzie  $k=39,7[\mu V/^\circ C]$ , a  $E_k$  jest napięciem z kolumny 2 w tablicy 6 zaś  $E(t1-0^\circ C)=39,7[\mu V/^\circ C]*t1$ . Wykreślić charakterystykę  $\Delta=f(t_{CJ\_olejw})$  dla  $t1=\text{const}$ .
7. Ocenic parametry mostkowego układu kompensacji temperatury wolnych końców oraz uzasadnic konieczność jego stosowania analizujac wyniki pomiarów zawarte w kolumnach 2 i 4 w tabeli 6. .
8. Zamieścić wnioski z przeprowadzonych pomiarów.

Tabela 1.

## Moduł pomiarowy M1.

Rezystancja pasywnych czujników oporowych w funkcji temperatury t1

Nazwa	t1 zadana [°C]	t1 zmierzona [°C]	KTY 120 R(t1) [Ω]	PT100 R(t1) [Ω]	NTC R(t1) [Ω]
Nr kolumny	1	2	3	4	5
Zaciski	-	BRYMEN T1	Ż - COM	N - COM	Z - COM
1	30				
2	40				
3	50				
4	60				
5	70				
6	80				
7	90				

Tabela 2.

## Moduł pomiarowy M2.

Napięcie i prąd aktywnych czujników półprzewodnikowych w funkcji temperatury

Nazwa	t1 zadana [°C]	t1 zmierzona [°C]	Złącze p-n (dioda) U(t1) [mV]	AD 590 $I(t1) = U_{Z-COM} / 1,1 k\Omega$ [μA]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	-	BRYMEN T1	Ż - COM	Z - COM
1	30			
2	40			
3	50			
4	60			
5	70			
6	80			
7	90			

Tabela 3.

## Moduł pomiarowy M3.

Okres sygnału impulsowego i napięcie wyjściowe komercyjnych czujników półprzewodnikowych w funkcji temperatury

Nazwa	t1 zadana [°C]	t1 zmierzona [°C]	MAX6576 Okres= 10* (t1+273,15°C) [ms]	LM 35 U [mV]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	-	BRYMEN T1	Ż - COM	Z - COM
1	30			
2	40			
3	50			
4	60			
5	70			
6	80			
7	90			

Tabela 4.

Moduł pomiarowy M4.

SEM (E) termopary typu „K”, której spoina pomiarowa umieszczona jest w temperaturze  $t_1$ , połączona z termoparą odniesienia typu „K”, znajdującą się w termosie zawierającym mieszaninę wody z lodem o temperaturze  $t_{CJ}$ , w funkcji temperatury  $t_1$ .

Temperatura mieszaniny wody z lodem  $t_{CJ}$  mierzona jest za pomocą czujnika PT100

$$R(PT100)=\dots\dots\dots [\Omega] (R_{(Z-COM)})$$

mieszanina wody z lodem  $t_{CJ} = \dots \dots \dots [^{\circ}\text{C}]$  (obliczona na podstawie PN dla PT100)

Nazwa	$t_1$ zadana [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$t_1$ zmierzona [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$E(t_1-t_{CJ})$ [ $\mu\text{V}$ ]	$E(t_1-0^{\circ}\text{C})$ [ $\mu\text{V}$ ]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	-	BRYMEN T1	Ż - COM	39,7 [ $\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$ ] * $t_1$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]
1	30			
2	40			
3	50			
4	60			
5	70			
6	80			
7	90			

Tabela 5.

## Moduł pomiarowy M5.

Napięcie  $E(t_1-t_{CJ})$  termopary typu „K”, której spoina pomiarowa umieszczona jest w temperaturze  $t_1$ , zaś wolne końce zanurzone są w oleju o temperaturze  $t_{CJ}$ , w funkcji temperatury  $t_1$ .

Napięcie kompensujące  $U_K(t_{CJ})$  w układzie mostkowym śledzącym zmiany temperatury oleju  $t_{CJ}$ .

Napięcie ( $E_K$ ) termopary po skompensowaniu wpływu temperatury wolnych końców  $t_{CJ}$ , w funkcji temperatury  $t_1$ .

olej  $t_{CJ} = \dots\dots\dots$  [°C] ( BRYMEN T2)

Nazwa	$t_1$ zadana [°C]	$t_1$ zmierzona [°C]	$E(t_1-t_{CJ})$ [μV]	$U_K(t_{CJ})$ [μV]	$E_K(t_1)$ [μV]	$E(t_1-0^\circ\text{C})$ [μV]	$\Delta(t_1)$ Błąd układu komp. [°C]
Nr kolumny	1	2	3	4	5	6	7
Zaciski	-	BRYMEN T1	Ż - N	Cz-Ż	Cz-N	$39,7[\mu\text{V}/^\circ\text{C}]*t_1[^\circ\text{C}]$	$\Delta[^\circ\text{C}] = \frac{E_5 - E_6}{k}$
1	30						
2	40						
3	50						
4	60						
5	70						
6	80						
7	90						

Tabela 6.

Moduł pomiarowy M5.

Błąd mostkowego układu kompensacji temperatury wolnych końców w funkcji temperatury wolnych końców  $t_{CJ}$  (temperatury oleju) dla stałej temperatury spiny pomiarowej  $t_1$ .

$t_1 = \dots\dots\dots [^{\circ}\text{C}]$  (BRYMEN T1);

Nazwa	$t_{CJ}$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$E_k$ [ $\mu\text{V}$ ]	$\Delta(t_{CJ})$ Błąd układu komp. [ $^{\circ}\text{C}$ ]	$E(t_1 - t_{CJ})$ [ $\mu\text{V}$ ]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	BRYMEN T2	Cz-N	$\Delta [^{\circ}\text{C}] = \frac{E_k - E(t_1 - 0^{\circ}\text{C})}{k}$	Ż - N
1				
2				
3				
4				
5				
6				