

WYKONANIE ĆWICZENIA.

Wyznaczenie charakterystyk statycznych wybranych czujników i przetworników temperatury

1. Narysować schematy elektryczne modułów M1÷5.
2. Ustawić za pomocą termometru kontaktowego zadaną temperaturę w termostacie o wartości odczytanej z pierwszego wiersza i pierwszej kolumny tabeli 1-5.
3. 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.
4. Odczytać i zanotować w tab.1 w kol.2 temperaturę t_1 w termostacie, zmierzoną za pomocą multimetru z wybraną funkcją pomiar temperatury .
5. Wybrać funkcję pomiarową multimetru PICOTEST Ω 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).
6. Wykonać pomiary rezystancji czujników i zapisać wyniki w wierszu 1 w kolumnach 3,4,5 w tabeli 1.
7. Odłączyć przewody pomiarowe od modułu M1 i wybrać funkcję pomiarową DCV multimetru PICOTEST .
8. Zmierzyć temperaturę w termostacie t_1 i zapisać ją w wierszu 1 w kol. 2 w tabeli 2.
9. 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, lecz 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 [μA].
10. 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).
11. Zmierzyć temperaturę t_1 i zanotować w wierszu 1 kol.2 w tabeli 3.
12. Dołączyć przewody pomiarowe do modułu M3 zgodnie z opisem z kol.3, wykonać pomiar i zanotować podzieloną przez 10 wartość okresu w [μs] w wierszu 1 kol.3 w tabeli 3 (czujnik skaluje okres z wybieranym mnożnikiem 10,40,160,640 – ustawiono mnożnik 10).
13. 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.
14. Zmierzyć temperaturę t_1 i zanotować w wierszu 1 kol.2 w tabeli 4.
15. Odłączyć przewody od modułu M3 wybrać funkcję DCV i dołączyć je do M4 zgodnie z opisem z kol.3 w tabeli 4.
16. Wykonać pomiar zapisując jego wynik w wierszu 1 kol.3 w tabeli 4.
17. Odłączyć przewody od M4, wybrać funkcję Ω 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 .

18. Odłączyć przewody od modułu M4, wybrać funkcję DCV , wykonać pomiar temperatury t_1 i zanotować wynik w wierszu 1 kol.2 w tabeli 5.
19. Wykonać pomiar temperatury oleju t_2 i zanotować wartość t_{CJ} w tabeli 5.
20. 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.
21. Ustawić w termostacie, za pomocą termometru kontaktowego, kolejną zadaną temperaturę t_{1z} 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 t_1 .

1. Po zakończeniu pomiarów dla t_{1z} około 90°C zmierzyć ponownie temperaturę t_1 i zanotować jej wartość w tabeli 6. Zmierzyć temperaturę t_2 oleju (t_{CJ}), 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 $E(t_1 - t_{CJ})$, wynik zapisać w kol.4 .
Przed wykonaniem następnych pomiarów należy zasilić grzałkę umieszczoną w oleju napięciem 2÷4V (z zasilacza), odczekać do chwili gdy mierzona w sposób ciągły temperatura t_2 oleju osiągnie kolejno wartości 30,40,50,60 °C. Pomiar E_K i $E(t_1 - t_{CJ})$ należy wykonać po osiągnięciu każdej z zadanych powyżej temperatur oleju.

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.

WYKONANIE SPRAWOZDANIA

1. W sprawozdaniu należy zamieścić schematy elektryczne modułów M1÷5 .
2. 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 $R_{25}=10k\Omega$.
3. 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.
 4. Dla czujników z kol.3 i 4 w tabeli 3 wykreślić charakterystyki temperaturowe $Okres=f(t), U=f(t)$ oraz określić stałą przetwarzania.
 5. Na wspólnym wykresie należy przedstawić charakterystykę $E=f(t)$ dla czujnika kol.3 w tabeli 4 oraz wyznaczoną z równania $E(t_1-0^\circ)=k*(t_1-0^\circ)$ 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 $0^\circ C$.
 6. Błąd $\Delta(t_1)$ w kol.7 w tabeli 5 należy wyznaczyć z równania: $\Delta[^\circ C]=\frac{E_5-E_6}{k}$ gdzie $k=39,7[\mu V/^\circ C]$, E_5 napięcie z kolumny 5, E_6 napięcie z kolumny 6 tablicy 5. Wykreślić charakterystykę $\Delta=f(t_1)$ dla $t_{CJ_{olejzu}}=const$.
 7. Obliczyć błąd $\Delta[^\circ C]=\frac{E_k-E(t_1-0^\circ C)}{k}$ 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 $E(t_1-0^\circ C)=39,7[\mu V/^\circ C]*t_1$. Wykreślić charakterystykę $\Delta=f(t_{CJ_{olejzu}})$ dla $t_1=const$.
 8. Oceń parametry mostkowego układu kompensacji temperatury wolnych końców oraz uzasadnij konieczność jego stosowania analizując wyniki pomiarów zawarte w kolumnach 2 i 4 w tabeli 6. .
 9. 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	-	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	-	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	-	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 , połączonej 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 [$^{\circ}\text{C}$]	$E(t_1-t_{CJ})$ [μV]	$E(t_1-0^{\circ}\text{C})$ [μV]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	-	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] (T2)

Nazwa	t1 zadana [°C]	t1 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	-	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 .

$t_1 = \dots\dots\dots [^{\circ}\text{C}]$ (T_1);

Nazwa	t_{CJ} [$^{\circ}\text{C}$]	E_k [μV]	$\Delta(t_{CJ})$ Błąd układu komp. [$^{\circ}\text{C}$]	$E(t_1 - t_{CJ})$ [μV]
Nr kolumny	1	2	3	4
Zaciski	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				