

SPRAWOZDANIE

ĆWICZENIE: 8	TERMIN: WT 16:45-13:30	DATA: 01.10.2023	GRUPA: C4
TEMAT: CZUJNIKI TEMPERATURY			
1.	MATEUSZ	KOWALCZYK	268533
2.	MICHAŁ	KOZŁOWSKI	268693

Wprowadzenie

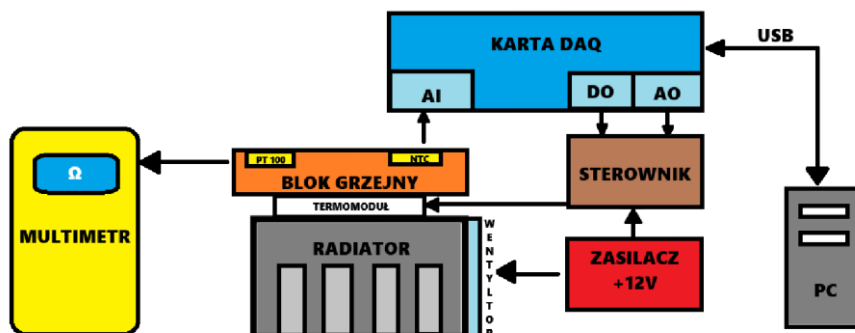
W niniejszym sprawozdaniu przeprowadzono pomiary zależności rezystancji od temperatury przy użyciu różnych czujników, tj. termometru kapilarnego z alkoholem, termistora NTC 10 kΩ (Tewa) podłączonego do układu regulacji temperatury, czujnika rezystancyjnego Pt100 (Tewa) podłączonego do multimetru, termometru elektronicznego MT 600 (Microlife) z odczytem bezpośrednim, oraz termometru bezkontaktowego NC300 (Microlife) z odczytem bezpośrednim, który można było ustawiać w odległości od około 25 mm do 45 mm względem bloku grzejnego. Warto zaznaczyć, że wskazania pomiaru temperatury czujnika NTC były traktowane jako wskazania odniesienia. Celem pomiarów było pełne zrozumienie charakterystyk tych urządzeń oraz ich potencjalnych zastosowań. Analiza wyników pomiarów pozwoliła na ocenę, w jakim stopniu badane czujniki temperatury spełniały oczekiwania pod względem precyzji i skuteczności pomiarów w medycznych zakresach temperaturowych.

Metoda

Ćwiczenie polegało na weryfikacji poprawności odczytów temperatury termometrów/czujników w porównaniu do wartości referencyjnej termistora NTC, którego wyniki były prezentowane i analizowane bezpośrednio za pomocą aplikacji kontrolno-pomiarowej (LabView).

W przypadku odczytu wartości temperaturowych dla czujnika rezystancyjnego Pt100 musieliśmy przedstawić uzyskaną na multimetrze wartość rezystancji w postaci temperatury [°C]. W tym celu korzystaliśmy z karty katalogowej czujnika. W przypadku pozostałych czujników wyniki pomiarów przedstawiane były bezpośrednio na urządzeniu lub w aplikacji.

Stanowisko pomiarowe [Rysunek 1], za pośrednictwem którego dokonywaliśmy pomiarów składało się z bloku grzejnego, układu regulacji temperatury, zestawu czujników termicznych, multimetra oraz komputera z aplikacji kontrolno-pomiarowej. Blok grzejny jako element dostosowany jest do zamieszczenia na nim kilku czujników temperaturowych na raz, gdzie warunki temperaturowe każdego z nich są do siebie zbliżone, ponieważ czujniki znajdują się stosunkowo bliskich odległościach względem siebie. Sercem naszego układu jest układ regulacji temperatury/ moduł termoelektryczny w postaci ogniwa Peltiera. Składa się on ze struktury półprzewodnika oraz dwóch ceramicznych okładek. Moduł ten przepompowuje ciepło w kierunku zależnym od kierunku przepływu prądu elektrycznego. W przypadku procesu chłodzenia wykorzystywany jest radiator wykorzystujący wentylator.



Rysunek 1: Schemat blokowy stanowiska (AI - Analog Input, AO - Analog Output, DO - Digital Output)

Eksperyment

Eksperyment zakładał pomiar temperatury dla każdego czujnika w zakresie od 35°C do 40°C (temperatury medyczne) ze skokiem co 0,5°C [Tabela 1], zarówno w sposób pośredni, jak i bezpośredni. Następnie, po osiągnięciu maksymalnej wartości referencyjnej, schładzaliśmy temperatury (również co 0,5°C) [Tabela 2] do poziomu początkowego w celu monitorowania histerezy pomiarów.

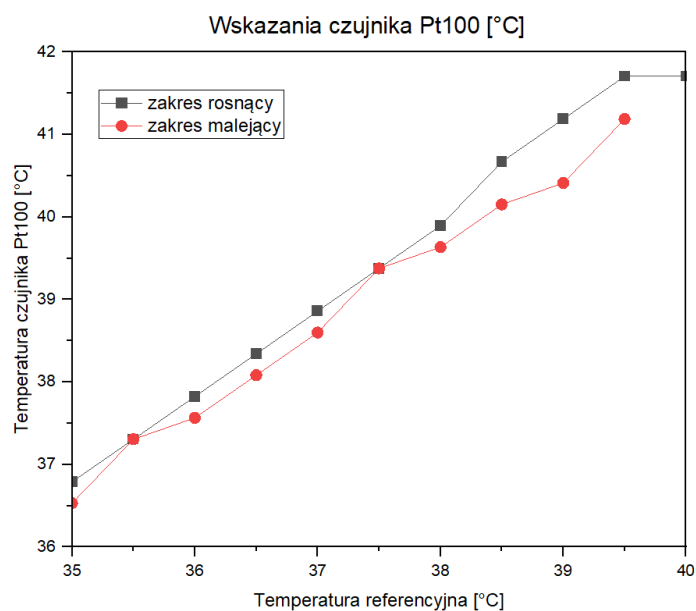
Tabela 1: Wyniki pomiarów dla temperatury rosnącej

NTC [°C]	NTC [Ω]	Pt100 [°C]	Pt100 [Ω]	Term. elektryczny	Term. bezkontaktowy (odl. 25mm) [°C]	Term. bezkontaktowy (odl. 45mm) [°C]	Term. kapilarny
35	6475	36,789	114,3	35	31	31	36,2
35,5	6352	37,306	114,5	35,6	31,4	31,5	36,2
36	6225	37,824	114,7	36	31,7	31,7	36,2
36,5	6105	38,341	114,9	36,6	32,1	32	36,3
37	5965	38,859	115,1	37	32,5	32,4	36,2
37,5	5845	39,377	115,3	37,6	32,9	32,9	37,4
38	5720	39,894	115,5	38,1	33,3	33	37,8
38,5	5610	40,671	115,8	38,6	33,7	33,7	38
39	5500	41,189	116	39	33,9	33,9	38,8
39,5	5380	41,707	116,2	39,6	34,3	34,3	39,5
40	5275	41,707	116,2	40	34,7	34,7	42

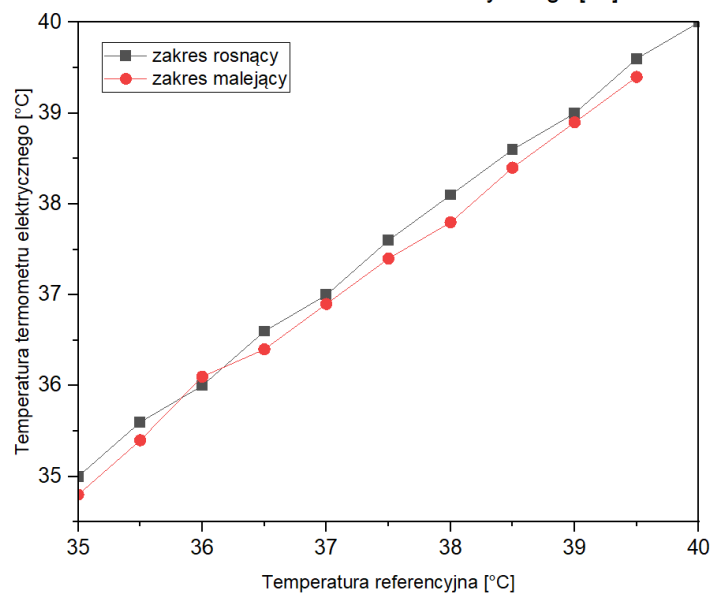
Tabela 2: Wyniki pomiarów dla temperatury malejącej

NTC [°C]	NTC [Ω]	Pt100 [°C]	Pt100 [Ω]	Term. elektryczny	Term. bezkontaktowy (odl. 25mm) [°C]	Term. bezkontaktowy (odl. 45mm) [°C]
40	5275	41,707	116,2	40	34,7	34,7
39,5	5395	41,189	116	39,4	34,3	34,2
39	5505	40,412	115,7	38,9	34,1	34
38,5	5610	40,153	115,6	38,4	33,7	33,6
38	5735	39,635	115,4	37,8	33,4	33,4
37,5	5845	39,377	115,3	37,4	33	33
37	5980	38,6	115	36,9	32,7	32,7
36,5	6090	38,082	114,8	36,4	32,5	32,4
36	6205	37,565	114,6	36,1	32,1	32,1
35,5	6360	37,306	114,5	35,4	31,9	31,8
35	6490	36,53	114,2	34,8	31,4	31,4

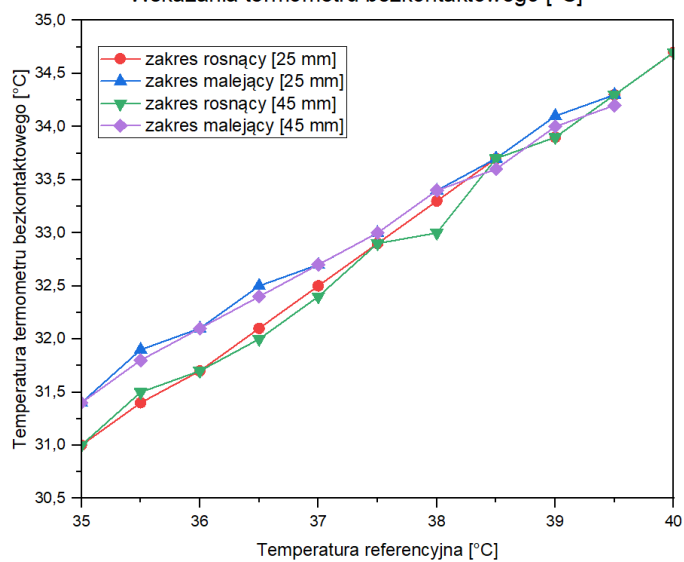
Wykresy z zaznaczonym czasem narostu oraz spadku temperatury:



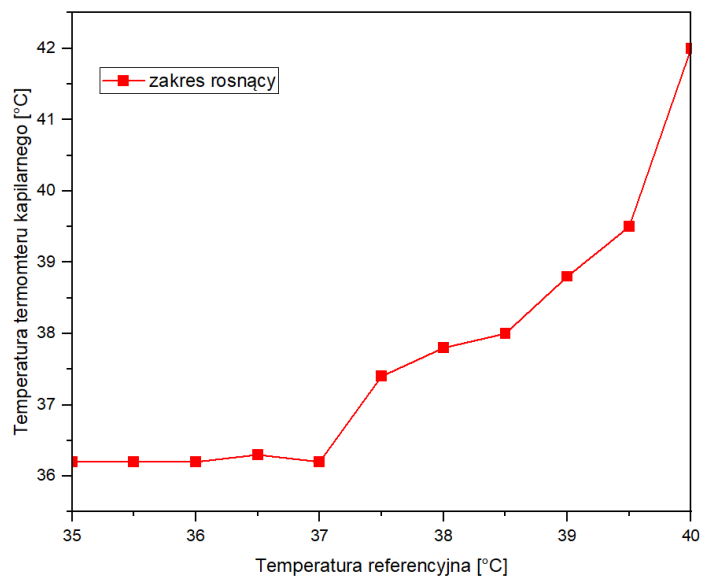
Wskazania termometru elektrycznego [°C]



Wskazania termometru bezkontaktowego [°C]



Wskazania termometru kapilarnego



Kolejnym etapem naszego eksperymentu było wyznaczenie współczynnika czułości czujnika NTC. W tym celu skorzystaliśmy ze wzoru:

$$\beta = \frac{\ln \left(\frac{R_{T_1}}{R_{T_2}} \right)}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} [K]$$

A następnie uzyskaliśmy wynik:

$$\beta = \frac{\ln \left(\frac{5275}{6475} \right)}{\frac{1}{273+40} - \frac{1}{273+35}} [K] \approx 3952 [K]$$

Wnioski i podsumowanie

Na podstawie przeprowadzonego eksperymentu jesteśmy w stanie stwierdzić, że najbardziej zbieżne wskazania występują dla termometru elektrycznego, natomiast wskazania termometru kapilarnego oraz bezkontaktowego mocno odbiegają od wartości referencyjnych. Badając histerezę wskazań jesteśmy w stanie zauważyć delikatną rozbieżność szczególnie w skrajnych zakresach temperaturowych. Błędne wskazania termometru kapilarnego mogą wynikać z jego niedokładnego wstrząśnięcia przed pomiarami, natomiast w przypadku termometru bezkontaktowego przyczynami mogą być np. zanieczyszczenia powierzchni badanej, zakłócenia otoczenia (np. inne źródła ciepła) lub problemy z kalibracją. Wpływ narostu oraz spadku temperatury bardzo często wpływa na czas reakcji czujników przez co dla równego okresu badań wskazania te mogą delikatnie odbiegać od siebie.

W przypadku czujnika bezkontaktowego wpływ odległości między czujnikiem a badaną powierzchnią wpływa na pomiar w sposób mało znaczący w porównaniu do rozbieżności wyników względem temperatury odniesienia. Zauważyć jednak możemy, że rozbieżności tych wskazań są dla mniejszych wartości temperatur zdecydowanie większe.

W przypadku pomiaru temperatur czujnikiem Pt100 czujnik wykorzystuje rezystancję zawartego w nim platynowego rezystora, co umożliwia dokładne pomiary temperatury. W odróżnieniu od niektórych innych czujników, Pt100 charakteryzuje się wysoką precyzją i stabilnością, co może być korzystne w niektórych zastosowaniach.

Podsumowując eksperyment jesteśmy w stanie jednoznacznie stwierdzić, że dla indywidualnych potrzeb medycznych najlepszym rozwiązaniem okazałby się termometr elektryczny, ponieważ jego wskazania najbardziej odzwierciedlają wartości temperatur odniesienia, a histereza wskazań jest bardzo mała.

Rola studenta

Analiza stanu techniki: Mateusz Kowalczyk, Michał Kozłowski; **Kontrola stanowiska przed wykonaniem badań:** Mateusz Kowalczyk, Michał Kozłowski; **Przeprowadzenie badań:** Mateusz Kowalczyk, Michał Kozłowski; **Przetwarzanie wyników:** Mateusz Kowalczyk, Edycja sprawozdania: Mateusz Kowalczyk.; **Kontrola jakości sprawozdania:** Michał Kozłowski

Bibliografia

- Instrukcja do zajęć,
- Tabela rezystancji czujnika Pt100,
- Termometr MT600 - instrukcja użytkownika,
- Termometr NC300 – instrukcja użytkownika,