

Sprawozdanie

- przetworniki przemysłowe

Kewin Gałuszka
nr indeksu 241624
Kacper Starościak
nr indeksu

1. Cel ćwiczenia

Zapoznanie się z działaniem i zastosowaniem przetworników pomiarowych oraz poznanie ich charakterystyk.

2. Wstęp teoretyczny

Nieodzownym elementem każdego systemu zarządzania procesami przemysłowymi są czujniki, za pomocą których można wykonywać pomiarów. Zazwyczaj wykonywane są pomiary wielkości nieelektrycznych np. długość, przepływ, prędkość, temperatura i inne. Aby wielkości te mogły być przetwarzane, potrzebne są przetworniki, które przetwarzają wynik pomiaru na wielkość elektryczną.

Przetworniki pomiarowe to urządzenia przetwarzające z dużą dokładnością dane pomiarowe. Przetworniki mogą być wbudowane w czujniki lub stanowić oddzielne urządzenie do którego podłączony jest czujnik pomiarowy. Przetworniki są przystosowane do rzeczywistych parametrów czujnika oraz przewodu łączącego czujnik z przetwornikiem poprzez zastosowanie w nich mostków kompensacyjnych, które pomagają w wykonaniu dokładnego pomiaru. Przykładem może być podłączenie trójprzewodowe lub czteroprzewodowe czujnika PT-100. Mimo, iż sam czujnik posiada dwa zaciski wyjściowe i bezpośrednio z nich można sprawdzić wynik pomiaru temperatury za pomocą omomierza, przy zastosowaniu dłuższych przewodów należy uwzględnić ich opór. Zazwyczaj, ze względów ekonomicznych wykorzystuje się połączenie trójprzewodowe. Dzięki zastosowaniu jednego lub dwóch dodatkowych przewodów można wyeliminować rezystancję przewodów, która może wpływać na wynik pomiaru.

Przetworniki przetwarzają sygnał z czujników wg. ustalonych standardów prądowych i napięciowych. Zazwyczaj są to sygnały prądowe o natężeniu 0-20mA lub 4-20mA. Ze względu na koszty przetworników, zazwyczaj stosuje się te o standardzie 0-20mA, gdyż są tańsze. Przetworniki w standardzie 4-20mA pomagają w obsłudze systemu przemysłowego, gdyż dzięki dolnej granicy (4mA) można łatwiej wykryć ewentualne uszkodzenie przetwornika.

3. Ćwiczenia

3.1 Przetwornik FMU 860

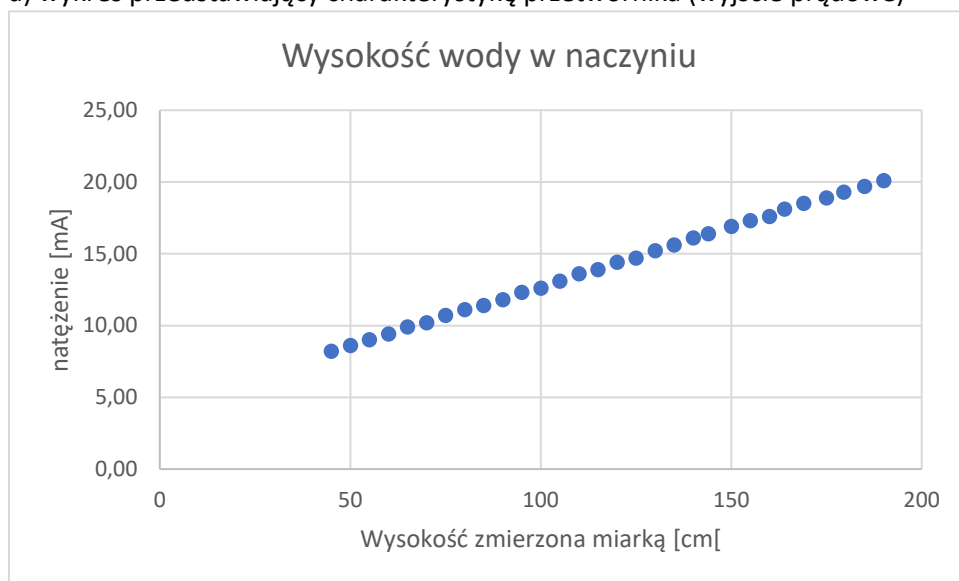
Przetwornik FMU 860 został zastosowany w czujniku ultradźwiękowym, pozwalającym w tym przypadku sprawdzić wysokość cieczy znajdującej się w naczyniu. Czujnik wysyłając impuls ultradźwiękowy rozpoczyna pomiar czasu aż do momentu powrotu fali dźwiękowej, odbitej przez lustro wody.

Sterownik umożliwia również na załączenie bądź rozłączenie przekaźników przy danym stopniu wypełnienia naczynia.

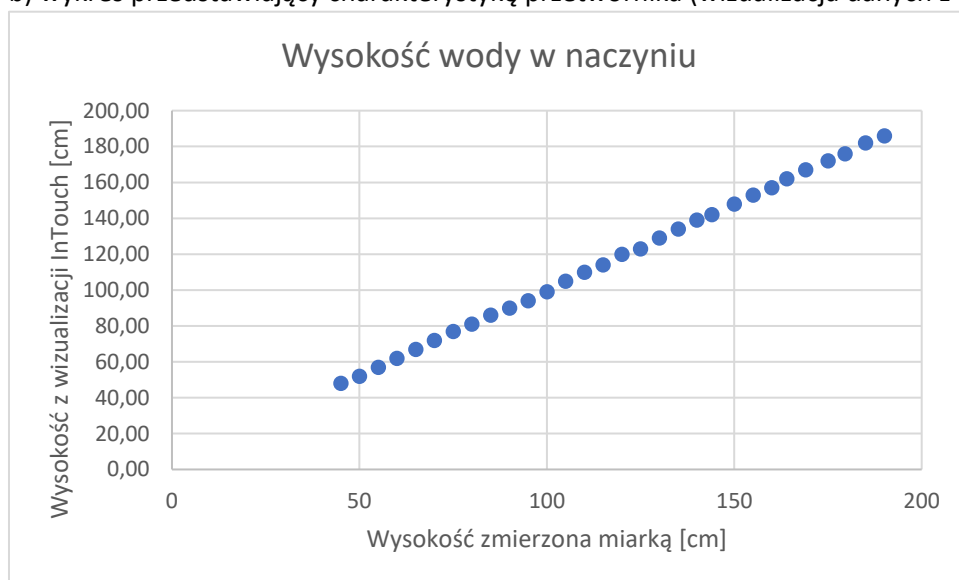
Za pomocą czujnika ultradźwiękowego oraz czujnika pojemnościowego wykonano charakterystyki. Jako odniesienie przyjęto pomiar wysokości słupa wody w naczyniu wykonany za pomocą miarki.

LP	miarka	czujnik ultradźwiękowy[mA]	czujnik pojemnościowy[mA]	czujnik ultradźwiękowy – Intouch [cm]
1	190	20,10	20,30	186,00
2	185	19,7	19,9	182
3	179,5	19,3	19,5	176
4	175	18,90	19,00	172,00
5	169	18,5	18,5	167
6	164	18,1	18,4	162
7	160	17,60	17,30	157,00
8	155	17,3	15,8	153
9	150	16,9	15,5	148
10	144	16,40	15,00	142,00
11	140	16,1	14,9	139
12	135	15,6	14,5	134
13	130	15,20	14,10	129,00
14	125	14,70	13,70	123,00
15	120	14,40	13,50	120,00
16	115	13,90	13,00	114,00
17	110	13,60	12,70	110,00
18	105	13,10	12,30	105,00
19	100	12,60	11,80	99,00
20	95	12,30	11,30	94,00
21	90	11,80	10,70	90,00
22	85	11,40	10,00	86,00
23	80	11,10	9,20	81,00
24	75	10,70	8,20	77,00
25	70	10,20	7,00	72,00
26	65	9,90	5,50	67,00
27	60	9,40	4,20	62,00
28	55	9,00	4,10	57,00
29	50	8,60	4,10	52,00
30	45	8,20	4,00	48,00

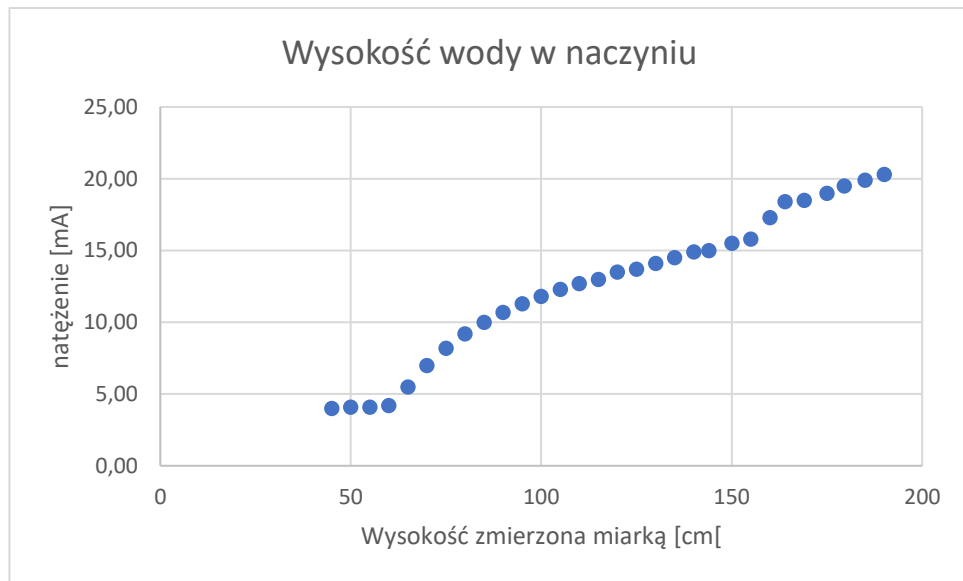
a) wykres przedstawiający charakterystykę przetwornika (wyjście prądowe)



b) wykres przedstawiający charakterystykę przetwornika (wizualizacja danych z InTouch)



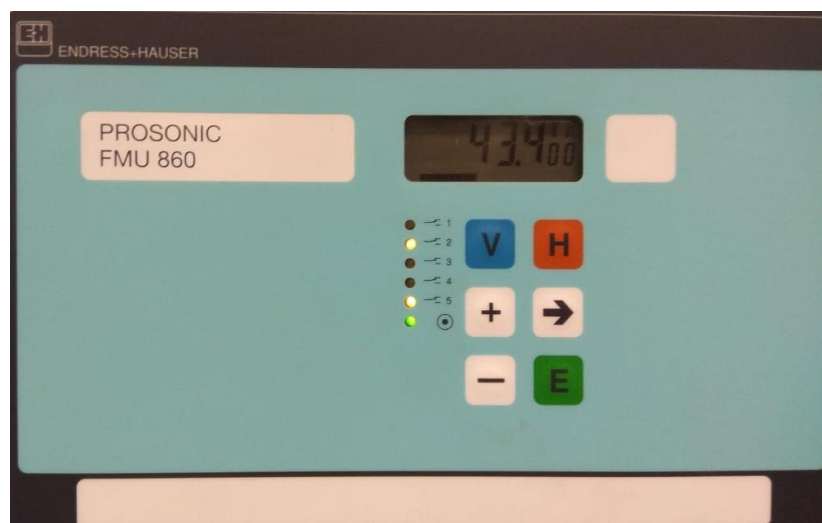
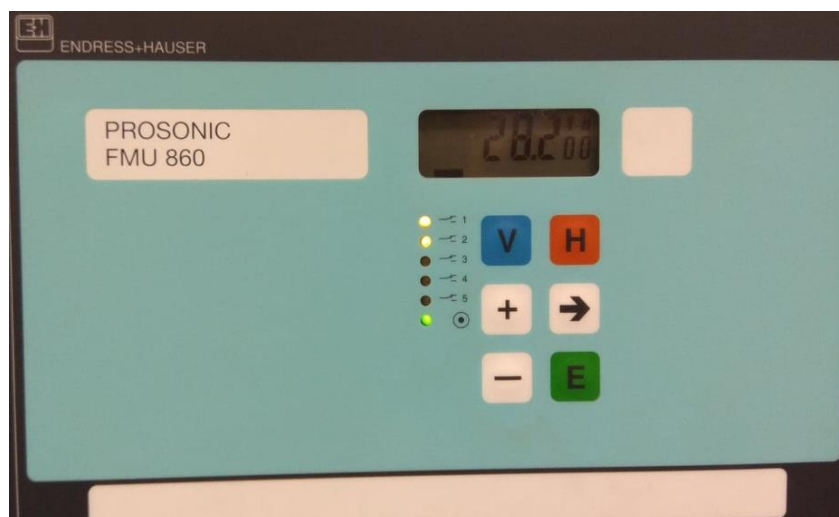
c) wykres przedstawiający charakterystykę przetwornika (pomiar z czujnika pojemnościowego)
 Podczas analizy niniejszego wykresu należy mieć świadomość, iż pomiar rozpoczyna się od danej wysokości – sondy pomiarowe umieszczone są około 60,5 cm od dna naczynia



Dodatkowo zaprogramowano przełączniki, aby były załączane i rozłączane przy zadanych wartościach.

Relay 1 30on -35off

Relay 5 33on – 30off



3.2. Przetwornik TMT-2155

Przetwornik RMT-2155 w przypadku niniejszego ćwiczenia został użyty w celu przetworzenia danych z czujnika temperatury PT-100, który posiada wyjście rezystancyjne. Jest wyposażony w mostek kompensacyjny i umożliwia redukcję błędu pomiaru wynikającego z oporu przewodów. Aby przyspieszyć i ułatwić realizację zadania, zamiast czujnika PT-100 zastosowano kalibrator SP-21 emulujący działanie czujnika.

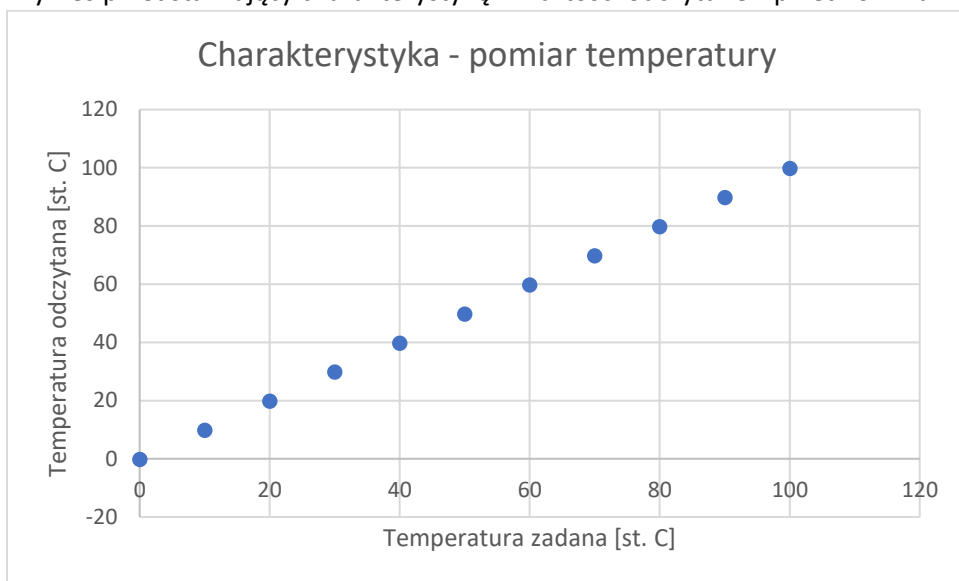


Rysunek przedstawiający emulator czujnika PT-100.

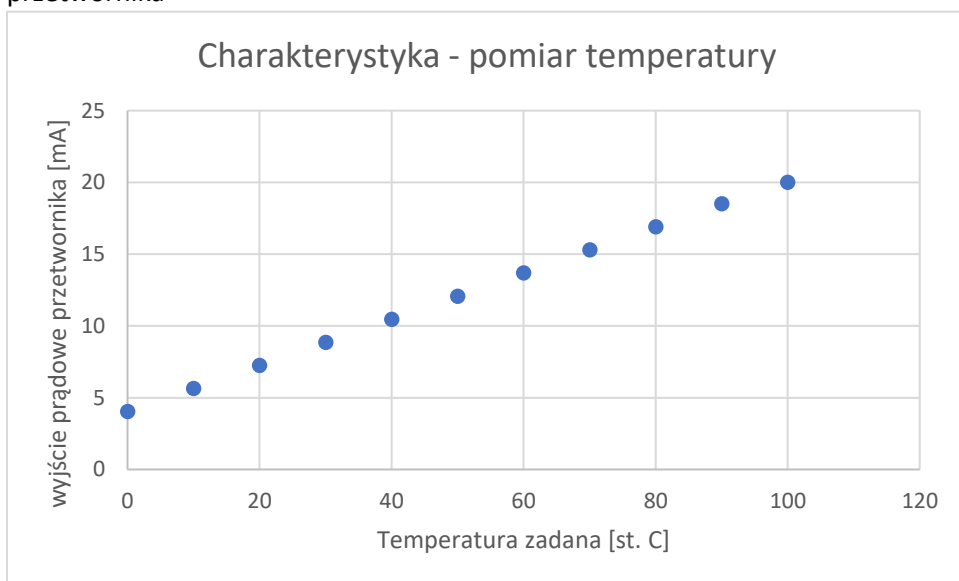
Wyniki pomiarów przedstawia poniższa tabela

LP	Zadana temp.[st. C]	Przetwornik[st.C]	Wyjście prądowe[mA]
1	0	-0,3	4,02
2	10	9,7	5,63
3	20	19,7	7,24
4	30	29,7	8,85
5	40	39,7	10,46
6	50	49,7	12,07
7	60	59,7	13,68
8	70	69,7	15,29
9	80	79,7	16,91
10	90	89,7	18,51
11	100	99,7	20

a) Wykres przedstawiający charakterystykę – wartości odczytane z przetwornika



b) Wykres przedstawiający charakterystykę – wartości zmierzone na wyjściu prądowym przetwornika



Przetwornik podłączony był za pomocą trzech przewodów. Miało to na celu zniwelowanie wpływu rezystancji przewodów na wynik pomiaru. Sprawdzono również, jak rezystancja przewodów wpływa na wynik pomiaru temperatury.

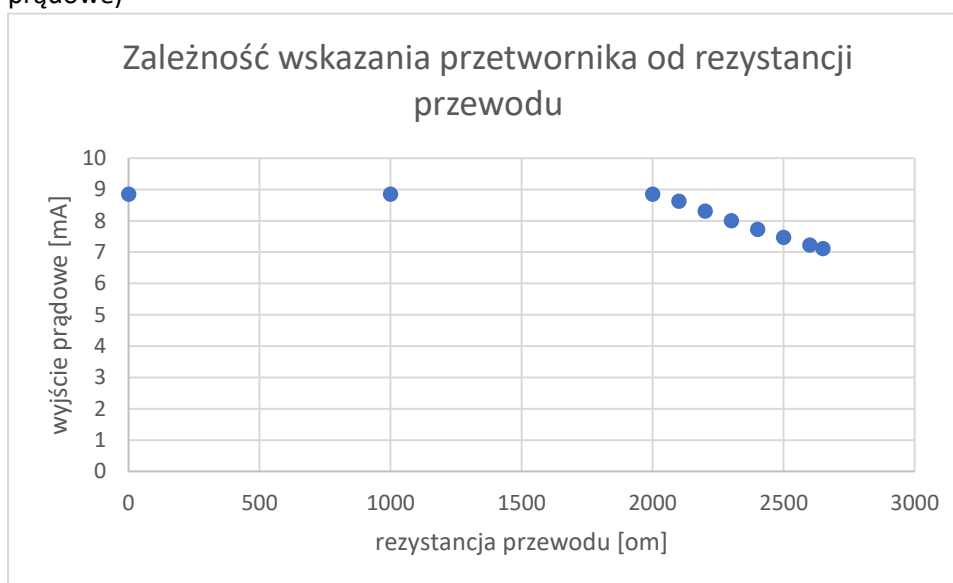
3.2.1 Na kalibratorze ustawiono temperaturę 30 st. C, co skutkowało pojawieniem się prądu niższego od 10mA na wyjściu prądowym przetwornika.. Zwiększano rezystancję przewodu za pomocą opornicy dekadowej i obserwowano wyjście prądowe jak i wynik wskazywany na przetworniku.

Poniższa tabela przedstawia wyniki odczytane z przetwornika oraz zmierzone na wyjściu prądowym a także rezystancję przewodu.

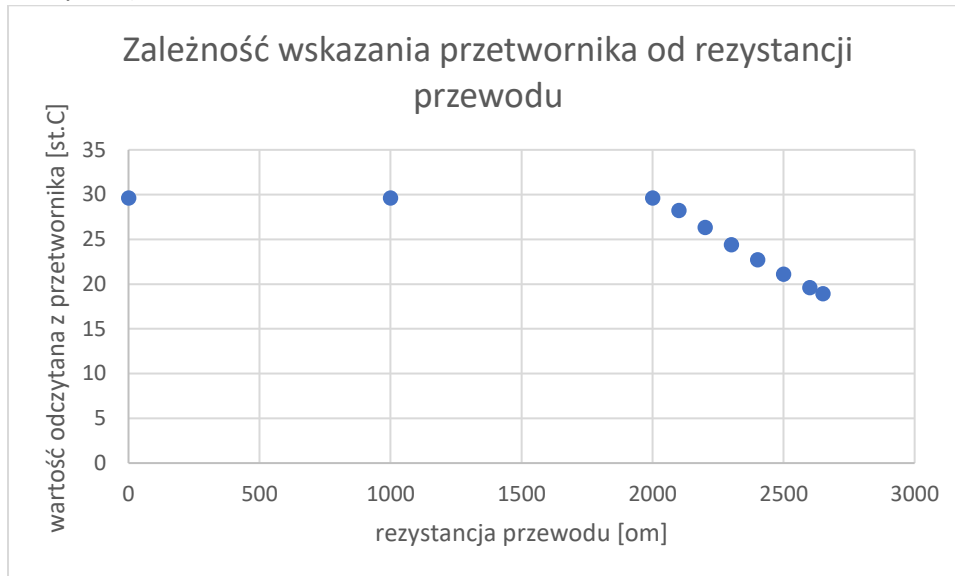
LP	R _{przewodu} [om]	Wyjście prądowe[mA]	Przetwornik [st. C]
1	0	8,85	29,6
2	1000	8,85	29,6
3	2000	8,85	29,6
4	2100	8,63	28,2
5	2200	8,31	26,3
6	2300	8,01	24,4
7	2400	7,73	22,7
8	2500	7,47	21,1
9	2600	7,23	19,6
10	2650	7,12	18,9
11	3000	4,5-5,8	4,5-8,2
12	4000	3,8-4,4	1,5 -2

Podczas pomiarów dla rezystancji przewodu wyższej od 3000, na wyjściu przetwornika pojawiały się ciągłe zmiany informacji (wynik odczytany z przetwornika jak i wartość zmierzona na jego wyjściu prądowym). Zapisano więc przedział, w którym znajdowały się wyniki pomiarów. Danych tych nie ujęto w wykresach.

- a) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wyjście prądowe)



- b) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wartość odczytana)



Dla ostatniej znanej wartości oporu przewodu (2650), która nie powodowała zmian w odczytywanym obliczono długość przewodu o przekroju 0.5mm^2 .

Jako dane przyjęto, że przewód był wykonany z miedzi o przewodności właściwej równej $1,68 \cdot 10^{-8} \text{ om} \cdot \text{m}$

$$L = \frac{S \cdot R}{\rho}$$

$$L = \frac{0.5 \cdot 2650}{0.0168}$$

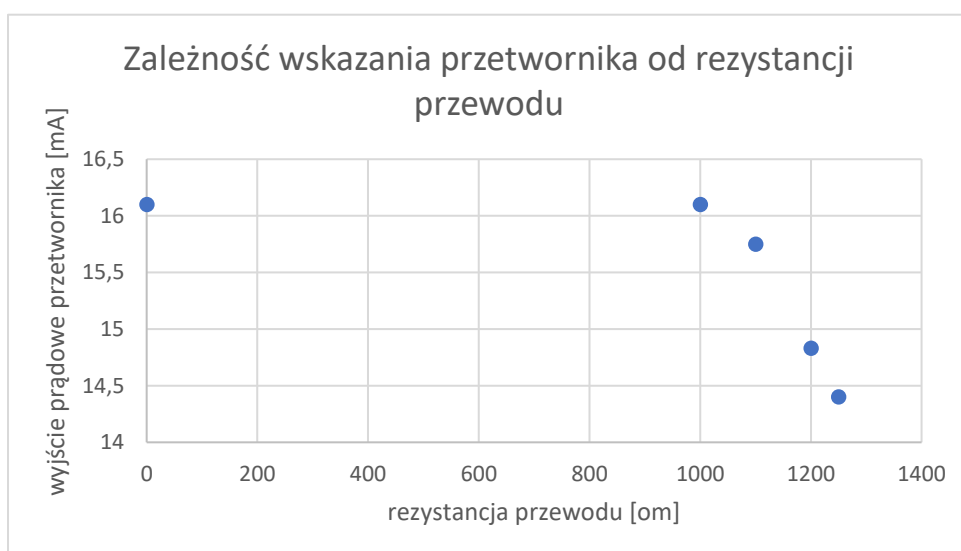
$$L \approx 78869[\text{m}]$$

3.2.2 Następnie ustawiono temperaturę 75 st. C na kalibratorze, co skutkowało pojawieniem się prądu większego od 15mA na wyjściu prądowym przetwornika. Analogicznie do poprzedniego przypadku przeprowadzono analizę charakterystyki w zależności od oporu przewodu symulowanego za pomocą opornicy dekadowej.

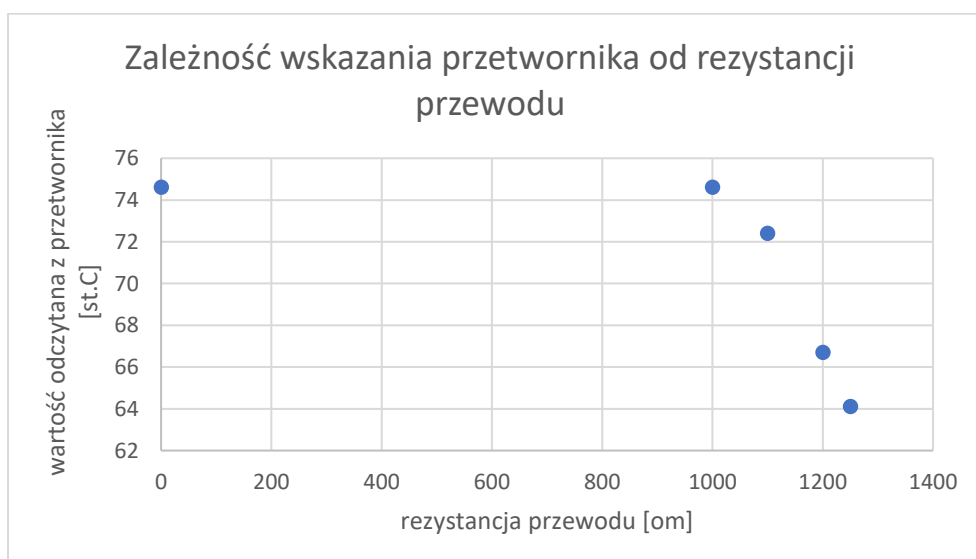
Tabela wyników pomiarów

LP	$R_{\text{przewodu}}[\Omega]$	Wyjście prądowe[mA]	Przetwornik [st. C]
1	0	16,1	74,6
2	1000	16,1	74,6
3	1100	15,75	72,4
4	1200	14,83	66,7
5	1250	14,4	64,1
6	2000	6,6-7,5	16-20
7	3000	4,8-5,5	6,7-8
8	4000	4,2-5	1,2-2,0

- a) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wyjście prądowe)



- b) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wartość odczytana)



Dla oporu (1250 om), przy którym na przetworniku można było odczytać poprawne wskazania obliczono długość miedzianego przewodu o przekroju 0.5mm². Wyniosła ona około 37202 metry.

3.3 Przetwornik TMT111

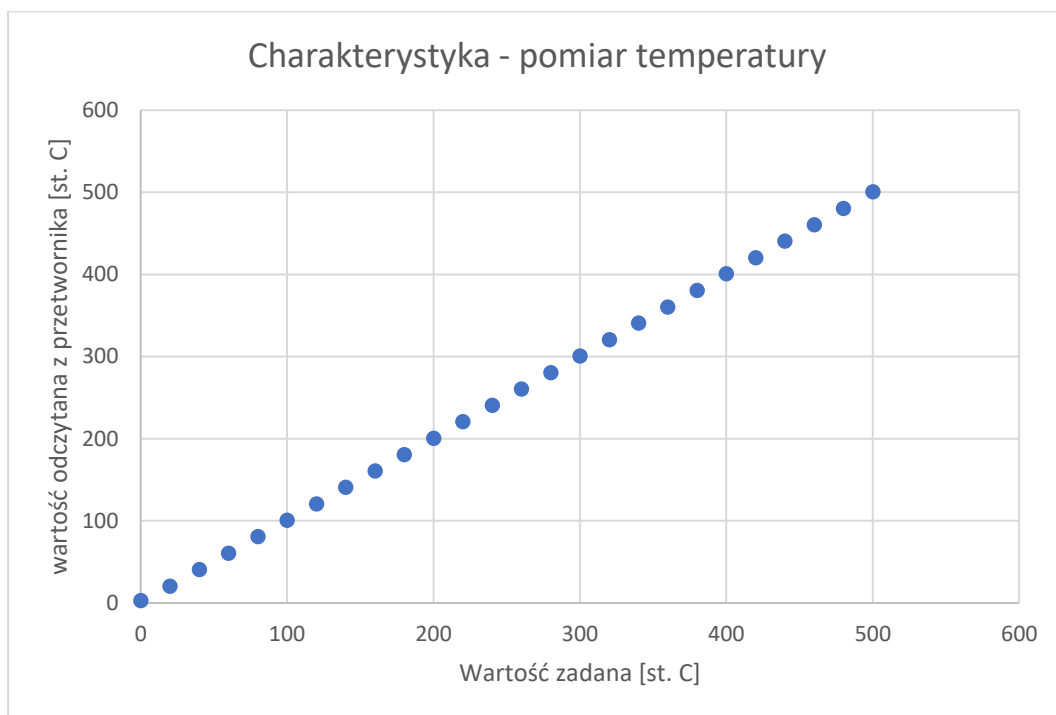
Wykonano analogiczne zadanie do zadania 3.2 na przetworniku TMT111. Podłączenie w tym przypadku było wykonane za pomocą dwóch przewodów.



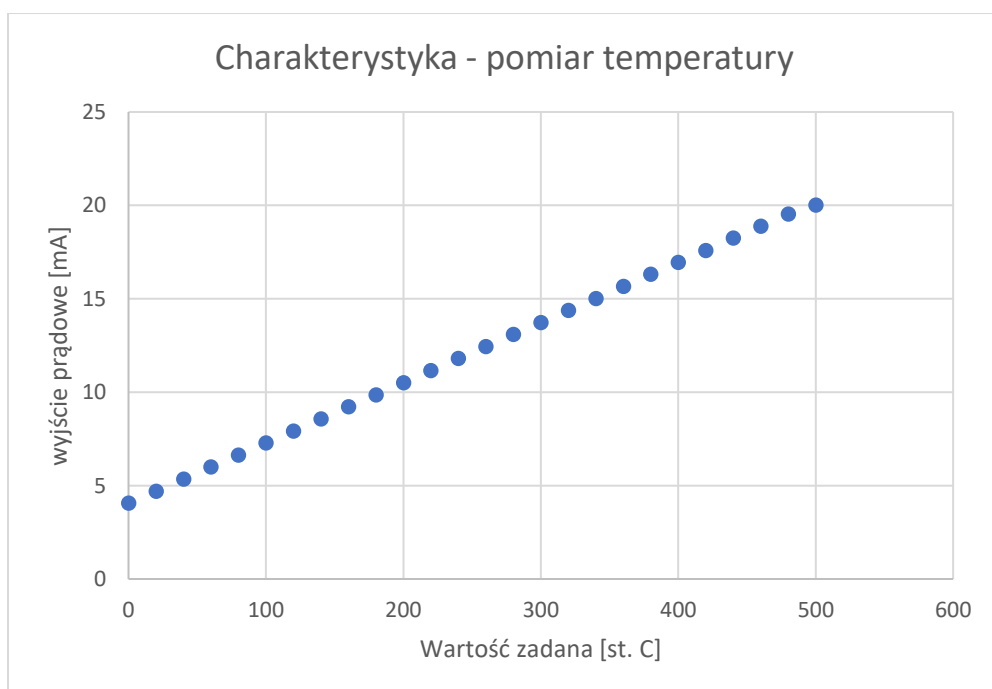
LP	Zadana temp. [st. C]	Przetwornik[st.C]	Wyjście prądowe [mA]
1	0	2,7	4,05
2	20	20,3	4,69
3	40	40,5	5,33
4	60	60,5	5,98
5	80	80,5	6,63
6	100	100,5	7,27
7	120	120,4	7,91
8	140	140,6	8,56
9	160	160,4	9,21
10	180	180,4	9,85
11	200	200,5	10,49
12	220	220,6	11,14
13	240	240,5	11,79
14	260	260,5	12,43
15	280	280,3	13,08
16	300	300,6	13,72
17	320	320,5	14,36
18	340	340,5	15,01
19	360	360,3	15,66
20	380	380,4	16,31
21	400	400,5	16,93
22	420	420,1	17,58
23	440	440,3	18,24
24	460	460,2	18,88
25	480	480,4	19,53
26	500	500,3	20,00

Analogicznie do zadania 3.2 wykonano charakterystyki.

a) Wykres przedstawiający charakterystykę – wartości odczytane z przetwornika



b) Wykres przedstawiający charakterystykę – wartości zmierzone na wyjściu prądowym przetwornika

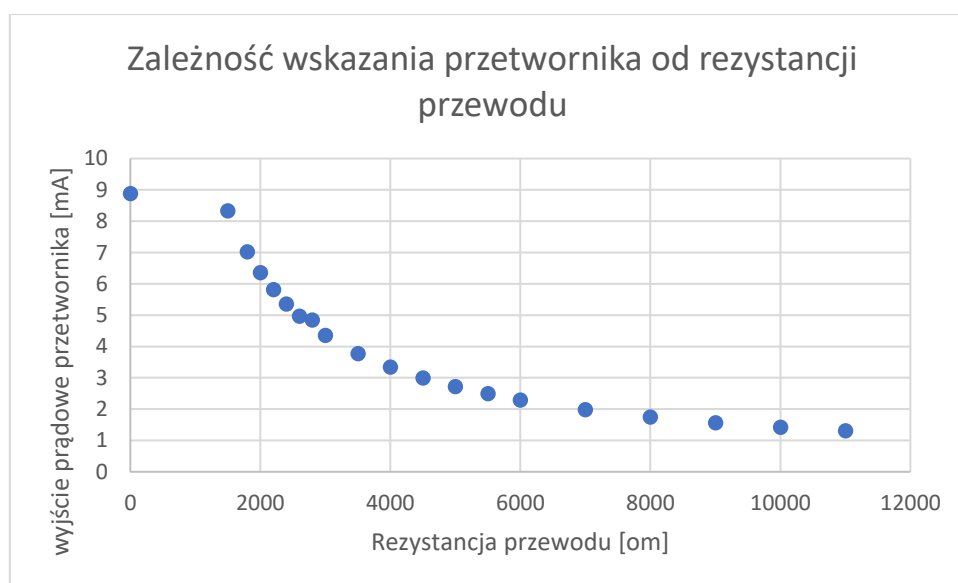


3.3.1 Na kalibratorze ustawiono temperaturę 150 st. C, co spowodowało pojawienie się na wyjściu prądowym przetwornika prądu o natężeniu niższym od 10mA.

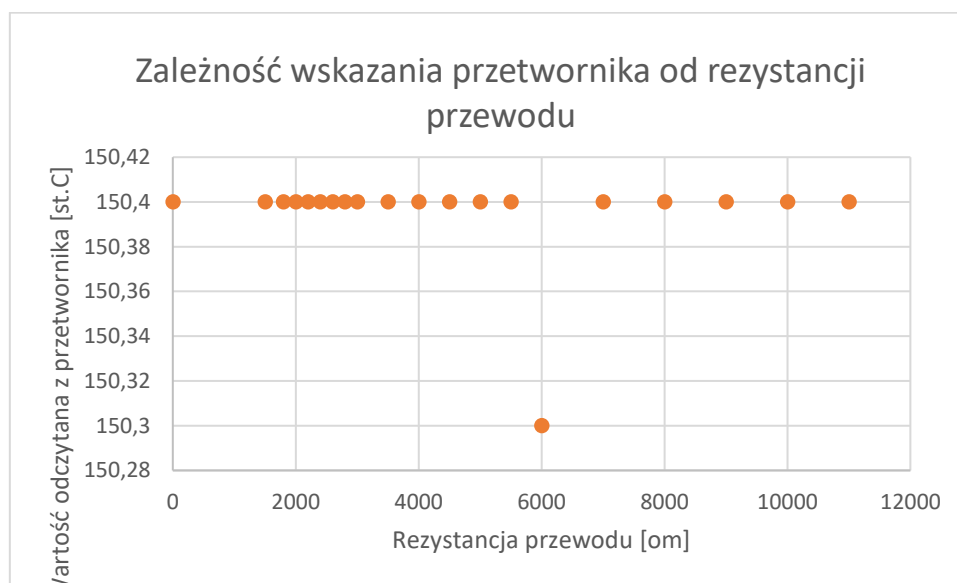
Tabela wyników pomiarów

LP	R[Ω]	I[mA]	przetwornik
1	0	8,88	150,4
2	1500	8,33	150,4
3	1800	7,02	150,4
4	2000	6,36	150,4
5	2200	5,82	150,4
6	2400	5,36	150,4
7	2600	4,97	150,4
8	2800	4,84	150,4
9	3000	4,35	150,4
10	3500	3,77	150,4
11	4000	3,34	150,4
12	4500	2,99	150,4
13	5000	2,72	150,4
14	5500	2,49	150,4
15	6000	2,29	150,3
16	7000	1,98	150,4
17	8000	1,75	150,4
18	9000	1,56	150,4
19	10000	1,42	150,4
20	11000	1,31	150,4

- a) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wyjście prądowe)



- b) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wartość odczytana)



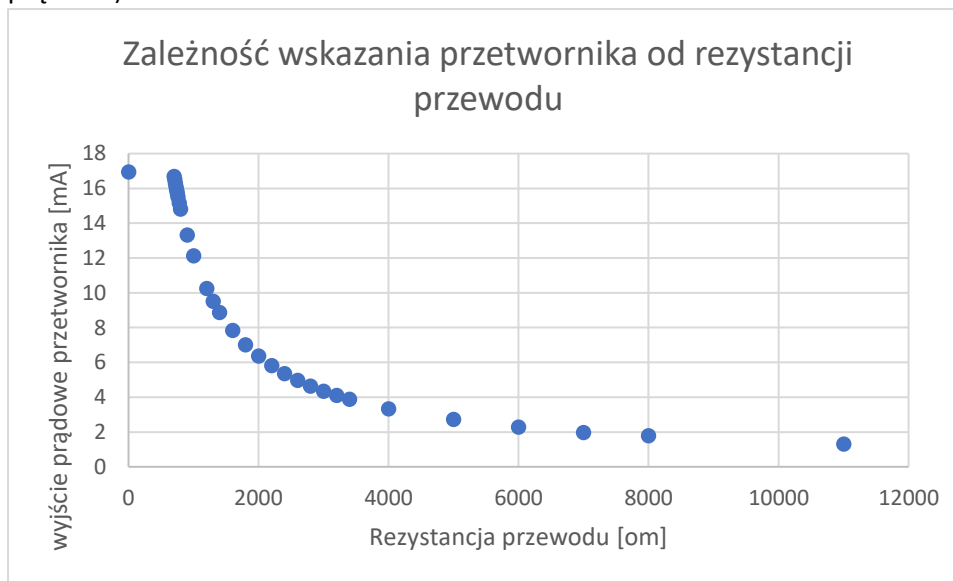
3.3.2 Na kalibratorze ustawiono temperaturę 400 st. C, co spowodowało pojawienie się na wyjściu prądowym przetwornika prądu o natężeniu wyższym od 15mA.

Tabela wyników pomiarów

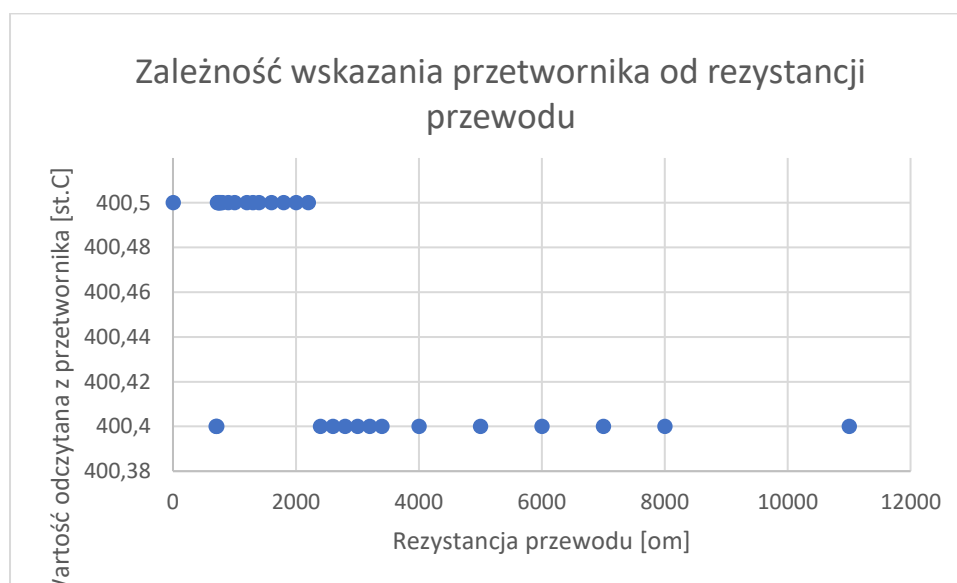
LP	$R_{\text{przewodu}}[\Omega]$	Wyjście prądowe[mA]	Przetwornik [st. C]
1	0	16,95	400,5
2	700	16,7	400,4
3	710	16,5	400,4
4	720	16,29	400,5
5	730	16,09	400,5
6	740	15,9	400,5
7	750	15,71	400,5
8	760	15,52	400,5
9	780	15,16	400,5
10	800	14,81	400,5
11	900	13,32	400,5
12	1000	12,12	400,5
13	1200	10,25	400,5
14	1300	9,52	400,5
15	1400	8,88	400,5
16	1600	7,84	400,5
17	1800	7,02	400,5
18	2000	6,37	400,5
19	2200	5,82	400,5
20	2400	5,36	400,4
21	2600	4,98	400,4
22	2800	4,64	400,4

23	3000	4,35	400,4
24	3200	4,1	400,4
25	3400	3,88	400,4
26	4000	3,34	400,4
27	5000	2,72	400,4
28	6000	2,29	400,4
29	7000	1,98	400,4
30	8000	1,79	400,4
31	11000	1,31	400,4

- a) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wyjście prądowe)



- b) Charakterystyka wyniku pomiaru temperatury w zależności od oporu przewodu (wartość odczytana)



Wnioski:

Przetwornik FMU 860 wraz z ultradźwiękowym czujnikiem pomiarowym wykazują charakterystykę liniową dla wyjścia prądowego jak i dla wizualizacji danych w programie InTouch

Charakterystykę przetwornika z czujnikiem pojemnościowym w bardzo dużym przybliżeniu można uznać za liniową, jednakże pojawiają się odchylenia.

Przy pomiarze wysokości cieczy czujnikiem pojemnościowym można zauważyć, że w okolicy wysokości około 160 cm na wykresie widoczna jest znaczna zmiana. Analizując budowę zestawu laboratoryjnego można stwierdzić, iż za niniejsze zmiany odpowiedzialna jest metalowa obejma – element mocujący rurę, w której wykonywany był pomiar wysokości słupa cieczy. Wpływa ona znacznie na wynik pomiaru pojemności, więc przy realizacji takich projektów należy wziąć pod uwagę również wpływ takich jak ten elementów zewnętrznych.

Charakterystyki wykonane podczas pomiaru temperatury za pomocą przetwornika RMT-2155 (dla wartości odczytanej z przetwornika jak i wartości z wyjścia prądowego) są liniowe.

Można zauważyć, że mimo kompensacji wartości oporu przewodu, do którego podłączony jest czujnik, przetwornik powyżej pewnych wartości oporu przewodu w połączeniu z danym wynikiem pomiaru temperatury nie jest w stanie wykonać poprawnie pomiaru.

Zafałszowania na wyjściu prądowym przetwornika, które spowodowane były zbyt dużą rezystancją przewodu łączącego czujnik z przetwornikiem wynikają ze spadku napięcia na długim przewodzie. W następstwie wzrostu oporu, napięcie na wejściu przetwornika maleje do niskiej wartości. Kolejno, wraz ze wzrostem oporu spada prąd płynący w obwodzie. Przetwornik posiada ograniczone źródło zasilania czujnika, więc nie ma fizycznej możliwości, by prąd w obwodzie z dużym oporem przewodu pozostał identyczny jak przy małym oporze przewodu.

Obliczone długości przewodów świadczą o tym, że przy podłączeniu trójprzewodowym czujnik może być umieszczony w dużej odległości od przetwornika.

Charakterystyki wykonane podczas pomiaru temperatury za pomocą przetwornika TMT111 (dla wartości odczytanej z przetwornika jak i wartości z wyjścia prądowego) są liniowe.

Można dostrzec, iż wzrost oporu przewodu wpływa bezpośrednio na wartości wyjściowe przetwornika. Jest to spowodowane brakiem kompensacji oporu przewodu, ponieważ czujnik został podłączony za pomocą dwóch przewodów.

Wykresy zależności wartości uzyskanej na wyjściu przetwornika (w programie Read Win 200) świadczą o prawdopodobnym uszkodzeniu przetwornika bądź niepoprawnym działaniem programu. Długość przewodu w przypadku połączenia dwuprzewodowego powinna być jak najkrótsza, gdyż wpływa to na wynik pomiaru.

Aby czujnik rezystancyjny mógł znajdować się w większej odległości od przetwornika należy zastosować połączenie trójprzewodowe lub czteroprzewodowe. Połączenie dwuprzewodowe ma sens jedynie przy bardzo małych odległościach, a samą rezystancję przewodu należy uwzględnić, żeby nie fałszować wyniku pomiaru.

Suplement do sprawozdania

Kewin Gałuszka
nr indeksu 241624
Kacper Starościak
nr indeksu

Konfiguracja czujnika TMT 111 w programie Read Win 2000

Wykonano serię zrzutów ekranów prezentującą sposób inicjalizacji danych z czujnika TMT 111

