

**INSTYTUT INFORMATYKI, AUTOMATYKI I ROBOTYKI
POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ**

I 6

**LABORATORIUM URZĄDZEŃ
I UKŁADÓW AUTOMATYKI**

Ćwiczenie nr 2

PRZETWORNIKI PRZEMYSŁOWE

1. Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ćwiczących z nowoczesnymi przetwornikami pomiarowymi i sygnałowymi.

2. Zakres ćwiczenia:

Program ćwiczenia zawiera:

- zapoznanie się z typowymi przetwornikami przemysłowymi,
- konfigurację i parametryzację zadanego przetwornika inteligentnego,
- pomiar charakterystyki statycznej wybranego przetwornika,
- badanie przetwornika dwuprzewodowego,
- poznanie metod komunikacji przetwornika z jednostką nadrzędną (RS232, RS485, prot.Harta) ,
- poznanie budowy i działania ultradźwiękowego przetwornika poziomu napełnienia zbiorników ,
- zapoznanie się z budową przetworników do pomiaru zawartości tlenu w roztworach,
- poznanie przetwornika do pomiaru potencjału Redox,
- poznanie przetworników do pomiaru natężenia przepływu powietrza (lub gazu) typu Annubara
- poznanie konstrukcji przetworników międzysystemowych.

3. Opis przebiegu ćwiczenia.

Przetworniki pomiarowe i sygnałowe należą do podstawowych urządzeń automatyki w układach automatycznej regulacji. W przetwornikach pomiarowych sygnałem wejściowym jest zazwyczaj wybrany parametr wejściowy czujnika (napięcie stałe E , zmiana rezystancji ΔR , napięcie zmienne U , poziom różnych mediów h , ciśnienie p , różnica ciśnień Δp , itp.), wyjście to jeden z wybranych sygnałów standardowych. Przetworniki sygnałowe mają standardowe sygnały wejściowe i wyjściowe i służą głównie do zmiany sygnałów standardowych lub wprowadzenia oddzielenia galwanicznego. Do grupy tej można również zaliczyć przetworniki międzysystemowe zamieniające np. standardowy sygnał pneumatyczny na standardowy sygnał elektryczny lub odwrotnie. Specyfika pracy urządzeń w przemyśle polegająca na pracy ciągłej wymaga od przetworników dużej niezawodności, odporności na zakłócenia i uszkodzenia mechaniczne oraz stabilności w czasie swoich parametrów metrologicznych. Współczesne konstrukcje przetworników pomiarowych oparte są głównie na mikroprocesorach . Dobór przetwornika do danego układu sprowadza się do wybrania odpowiedniej konfiguracji a następnie dokonania jego parametryzacji. Czynności te można wykonać przy pomocy przycisków umieszczonych na płycie czołowej przetwornika, dodatkowego terminala (np.wg protokołu Harta) lub przy pomocy komputera poprzez transmisję szeregową (np. poprzez RS232 lub RS485) i odpowiedni program.

W przetwornikach pomiarowych sygnałem wyjściowym jest zazwyczaj sygnał standardowy. Najczęściej spotykane sygnały standardowe:

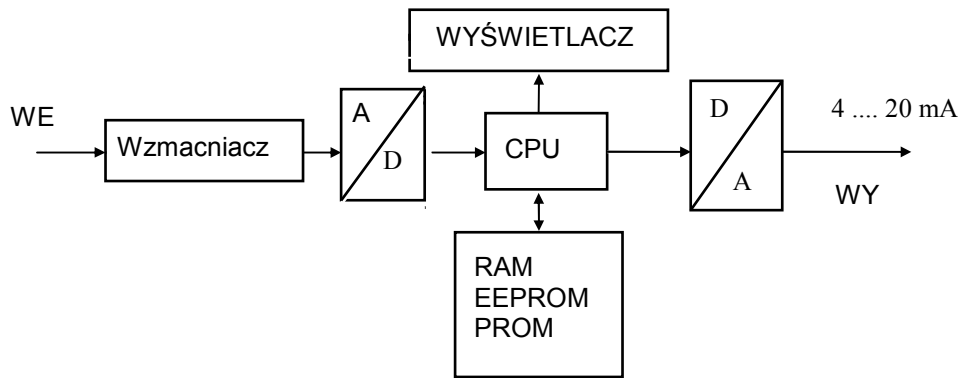
elektryczne 0 5 mA prądu stałego,

020 mA ”

420 mA ”

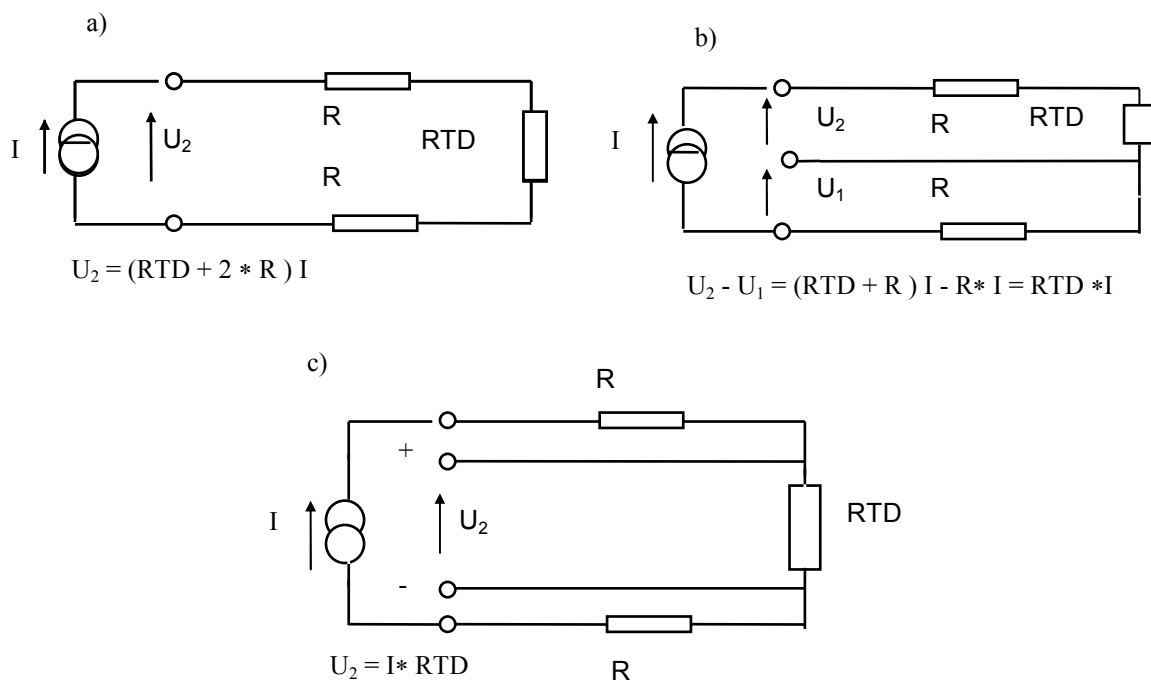
010 V napięcia stałego,

pneumatyczne (0,21) * 10^5 N/m² , [1 N/m² = 1 Pa]



Rys.2.1 Schemat blokowy mikroprocesorowego przetwornika pomiarowego.

Sygnaly wejściowe przetworników to najczęściej sygnaly wyjściowe czujników pomiarowych. Są to więc SEM termoelementów, zmiana rezystancji z czujników rezystancyjnych i potencjometrów, napięcia stałe i przemienne oraz różne sygnaly mechaniczne (przesunięcie, ciśnienie itp.). Obwody wejściowe przetworników małych napięć zawierają zwykle układy kompensacji zmian temperatury wolnych końców termoelementu (mostek kompensacyjny) a przystosowane do podłączenia termorezystorów mają przyłącza dwu trój lub czteroprzewodowe. Różnice w tego rodzaju połączeniach przedstawia rys.2.2. Ponieważ termorezystor (RTD) najczęściej zasilany jest prądem ze stabilizowanego źródła prądowego, stąd źródłem błędów są spadki napięć na rezystancji przewodów łączących.

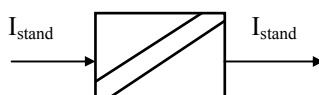


Rys.2.2 Schematy podłączeń czujników rezystancyjnych (RTD) do przetwornika pomiarowego.

R - rezystancja przewodów doprowadzających.

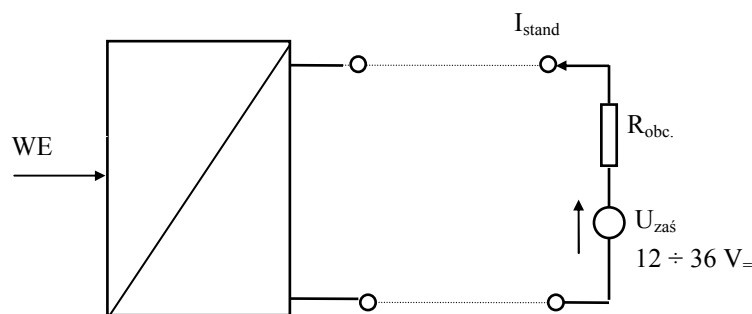
- a) podłączenie dwuprzewodowe, b) podłączenie trójprzewodowe,
- c) podłączenie czteroprzewodowe.

Większość przetworników stosowanych w przemyśle posiada pełną separację galwaniczną obwodów wejściowych od wyjściowych. W przetwornikach mikroprocesorowych separację taką zapewniają transoptory natomiast w analogowych separacja realizowana jest przy pomocy transformatora separującego. W przetwornikach analogowych wewnętrzny sygnał stałoprądowy poddany jest modulacji i po jego transformacji demodulacji. W efekcie na wyjściu otrzymuje się standardowy sygnał stałoprądowy. Jeżeli przetwornik nie posiada separacji galwanicznej wejścia od wyjścia a taka separacja jest wymagana, można zastosować odpowiedni blok separujący. Symboliczny schemat takiego bloku pokazuje rys.2.3.



Rys.2.3.Przetwornik separujący

Wśród przetworników wyróżnia się grupę **przetworników dwuprzewodowych**. Są to przetworniki w których przewody zasilające są jednocześnie przewodami sygnałowymi. Przetworniki te mogą pracować tylko z sygnałem standardowym 4 ... 20 mA . Minimalna wartość prądu 4 mA jest potrzebna do zasilania wewnętrznego przetwornika. Schemat blokowy takiego przetwornika pokazuje rys.2.4.



Rys.2.4.Schemat przetwornika dwuprzewodowego.

Przetworniki tego typu są stosowane w iskrobezpiecznych systemach automatyki.

Dopuszczalna rezystancja obciążenia przetwornika zależy od jego sygnału wyjściowego i napięcia zasilającego. Dla przetworników o standardowym prądowym sygnale wyjściowym rozpoczynającym się od 0 mA wynosi zazwyczaj:

$$0 \leq R_{obc.} \leq \frac{10V}{I_{stand}} [\Omega]$$

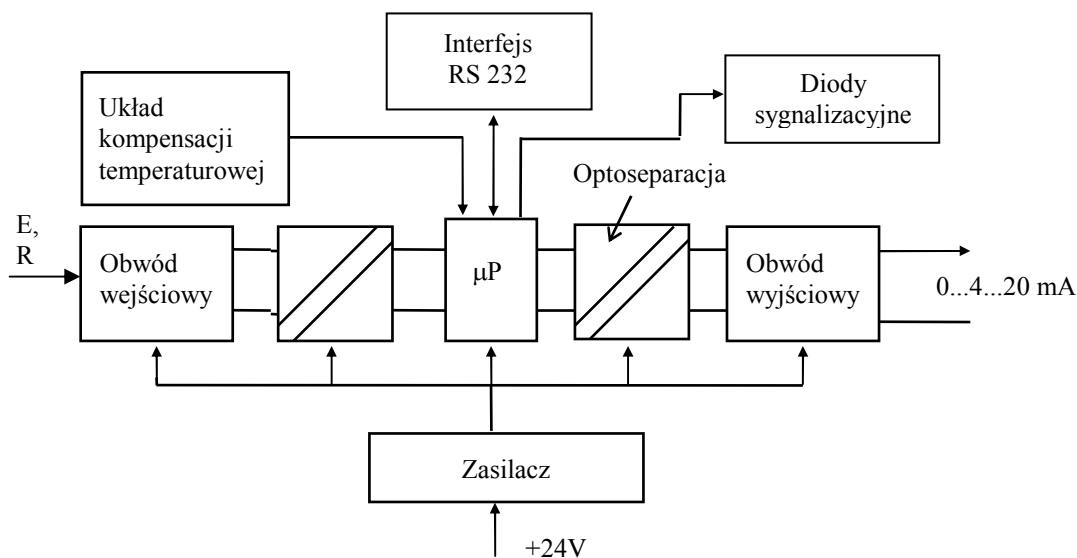
Dla sygnałów w zakresie 4 - 20 mA

$$0 \leq R_{obc.} \leq \frac{U_{zas.} - 12V}{20mA} [k\Omega]$$

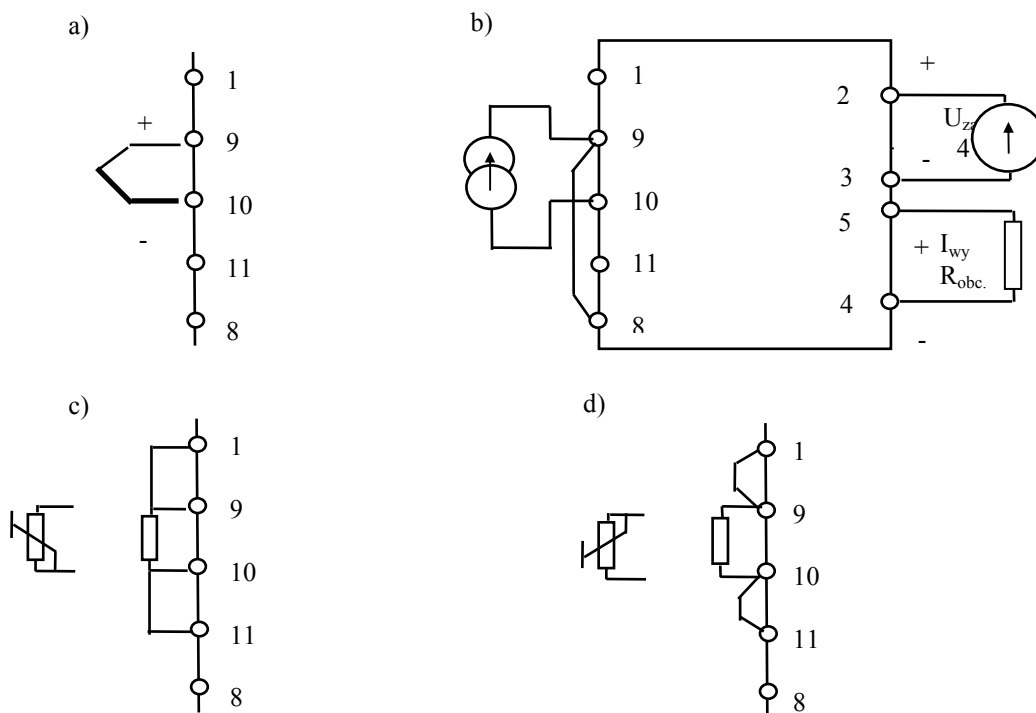
Napięcie zasilające w tych przetwornikach mieści się zwykle w zakresie od 12 do 36 V napięcia stałego.

3.1. Inteligentny przetwornik sygnały PPS-01.

Schemat blokowy przetwornika PPS-01 przedstawia rys.2.5.



Rys.2.5.Schemat blokowy przetwornika PPS-01



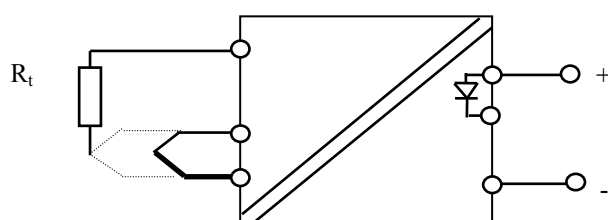
Rys.2.6. Układ połączeń przetwornika PPS-01.

a) Podłączenie termoelementu lub sygnału napięciowego, b) Podłączenie sygnału prądowego, napięcia zasilającego i sygnału wyjściowego, c) Podłączenie czujnika rezystancyjnego lub nadajnika potencjometrycznego - linia czteroprzewodowa, d) Podłączenie czujnika rezystancyjnego lub nadajnika potencjometrycznego - linia dwuprzewodowa.

Centralną część przetwornika stanowi mikroprocesor. Obwody wejściowe i wyjściowe przetwornika posiadają separację galwaniczną. Do wejścia układu można dołączyć sygnały z czujników temperatury (rezystancyjnych i termoelementów) lub innych źródeł napięć lub prądów. Możliwości w tym zakresie przedstawia rys. 2.6. Przetwornik zasilany jest napięciem stałym 24V. Komunikacja przetwornika z komputerem odbywa się poprzez złącze RS232.

3.2. Przetwornik dwuprzewodowy APT-728 (wykonanie: czujnik Pt100, zakres 0÷300°C).

Sygnałem wejściowym przetwornika o tym oznaczeniu jest zmiana rezystancji czujnika temperatury typu Pt100 w zakresie temperatur od 0 do 300 °C. Sygnałem wyjściowym jest prąd stały w zakresie od 4 ... 20 mA. Przetwornik ten może pracować w temperaturze otoczenia od 0 do 70 °C. Wyświetlacz LCD pokazuje aktualną temperaturę w stopniach Celsjusza. Przetwornik posiada separację galwaniczną wejścia od wyjścia i sygnalizację przerwy czujnika. Sygnalizacja taka jest przydatna a często wręcz wymagana przy sterowaniu temperaturą w obiektach cieplnych. Wynika to stąd, że w przypadku uszkodzenia czujnika w postaci przerwy w obwodzie, urządzenie sterujące widzi rezystancję nieskończenie dużą i wyłącza grzanie obiektu. Bardziej niebezpieczne dla obiektu jest zwarcie czujnika, regulator wtedy widzi małą rezystancję (niską temperaturę) i włącza grzanie obiektu. Taka reakcja może uszkodzić obiekt cieplny (przegrzać). Zabezpieczenia od tego typu uszkodzeń zapewniają regulatory mikroprocesorowe z wejściem parametrycznym (kontrolują stan obwodu wejściowego) i w każdym przypadku wyłączają grzanie. Prąd wyjściowy przetwornika jest proporcjonalny do mierzonej temperatury. Uszkodzenie czujnika sygnalizowane jest wyświetlaniem na wyświetlaczu maksymalnej wartości temperatury. Układ pracy przetwornika pokazuje rys.2.7. Przetwornik zasilany jest z zasilacza ASZ-728.



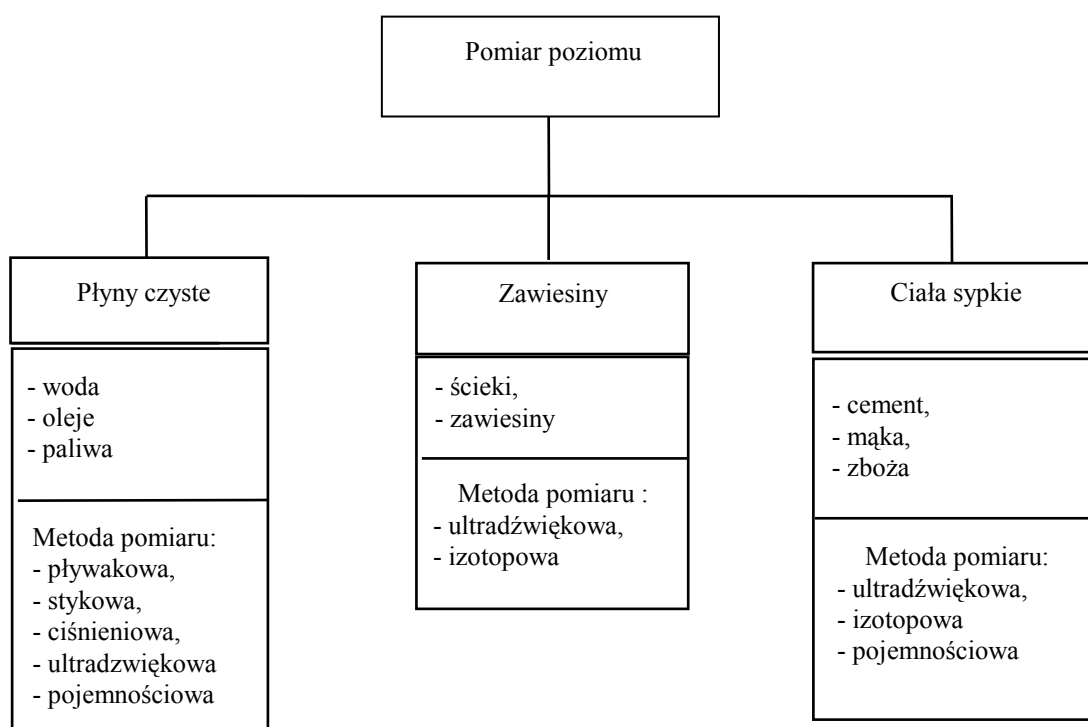
Rys.2.7. Układ pracy przetworników serii APT-728.

3.3. Przetwornik dwuprzewodowy ABA-6PT330 (prod. Telemecanique-Grupa Schneider).

Przetwornik posiada budowę podobną jak opisany w pkt. 3.2. Sygnałem wejściowym przetwornika jest sygnał z czujnika Pt100 w zakresie -100 ... +100 °C. Zasilany jest napięciem zewnętrznym 24V. Sygnałem wyjściowym przetwornika jest prąd standardowy w zakresie 0 ... 20 mA.

3.4. Ultradźwiękowy przetwornik poziomu FMU 860.

Pomiar poziomu napełnienia różnego rodzaju zbiorników należy do grupy pomiarów bardzo często potrzebnych w przemyśle. Dotyczy to np. zbiorników mediów płynnych (woda, paliwa), materiałów sypkich (cement, kreda, farby) i zbóż (w silosach) itp. Pomiary te wykonywane są dla potrzeb regulacji jak również informacji o ilości zawartego w zbiorniku medium. Bardzo często w zbiorniku wymagane jest utrzymanie zawartego w nim medium między zadanymi granicami (górną i dolną). W tym ostatnim przypadku sygnały z zadanych poziomów powodują otwieranie zaworu napełniającego zbiornik a po przekroczeniu granicy górnej wyłącza napełnianie. Ze względu na różnorodność mediów stosowane są różne metody pomiarowe. Można je podzielić wg zasad podanych na rys.2.8.



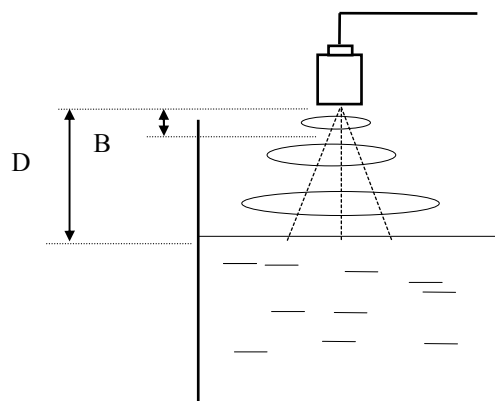
Rys.2.8. Metody pomiaru poziomu różnych materiałów.

Jedną z dokładniejszych sposobów pomiaru poziomu jest metoda ultradźwiękowa. Zasadę tego pomiaru pokazano na rys.2.9. Czujnik umieszczony ponad medium mierzonym wysyła impuls ultradźwiękowy poprzez powietrze w kierunku substancji, która częściowo lub całkowicie odbija impuls w kierunku czujnika. To echo jest odbierane przez ten sam czujnik, który teraz działa jak mikrofon kierunkowy i zamieniane jest w sygnał elektryczny. Czas upływający pomiędzy nadaniem a odbiorem impulsu jest wprost proporcjonalny do odległości pomiędzy czujnikiem a powierzchnią substancji. Odległość D wyznacza się na podstawie wzoru:

$$D = \frac{c * t}{2}$$

c - prędkość dźwięku = 340m/s

t - czas przebiegu impulsu dźwiękowego.

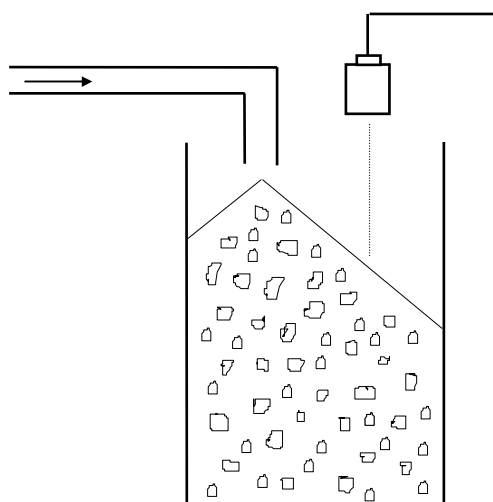


Rys.2.9. Zasada pomiaru ultradźwiękowego.

Tak na przykład impuls o czasie trwania 10 ms przebiega drogę 3,4m. Stąd odległość wynosi 1,7m. Po nadaniu impulsu czujnik wymaga pewnego czasu potrzebnego na wygaszenie oscylacji. Z tego powodu istnieje pewna strefa, tuż pod czujnikiem, z której echo nie może być odebrane. Ta tak zwana odległość blokująca B, określa początek zakresu pomiarowego (zwykle około 30 ÷ 50 cm.). Koniec zakresu pomiarowego jest określony zarówno poprzez tłumienie impulsu w środowisku jak i współczynnik odbicia od powierzchni substancji. Dokładność pomiaru zależy od:

- parametrów mierzonego medium takich jak: ciężar, przewodność, lepkość i stała dielektryczna,
- zmian temperatury otoczenia wewnątrz zbiornika (może być skompensowana przez jej pomiar czujnikiem temperatury. Sygnał z tego czujnika jest doprowadzony do układu elektronicznego przetwornika).

Przetworniki ultradźwiękowe są stosowane do pomiarów różnych mediów - płynów i drobnie sypkich. Przy pomiarach ultradźwiękowych należy brać pod uwagę stożek zsypania mierzonego materiału.



Rys.2.10. Pomiar poziomu w zbiorniku materiałów sypkich.

Przedstawione metody pomiaru poziomu napełniania zbiorników różnymi mediami nie wyczerpują wszystkich możliwości w tym zakresie. Obecnie najbardziej rozpowszechnioną metodą pomiaru poziomu dla celów regulacji jest metoda ultradźwiękowa.

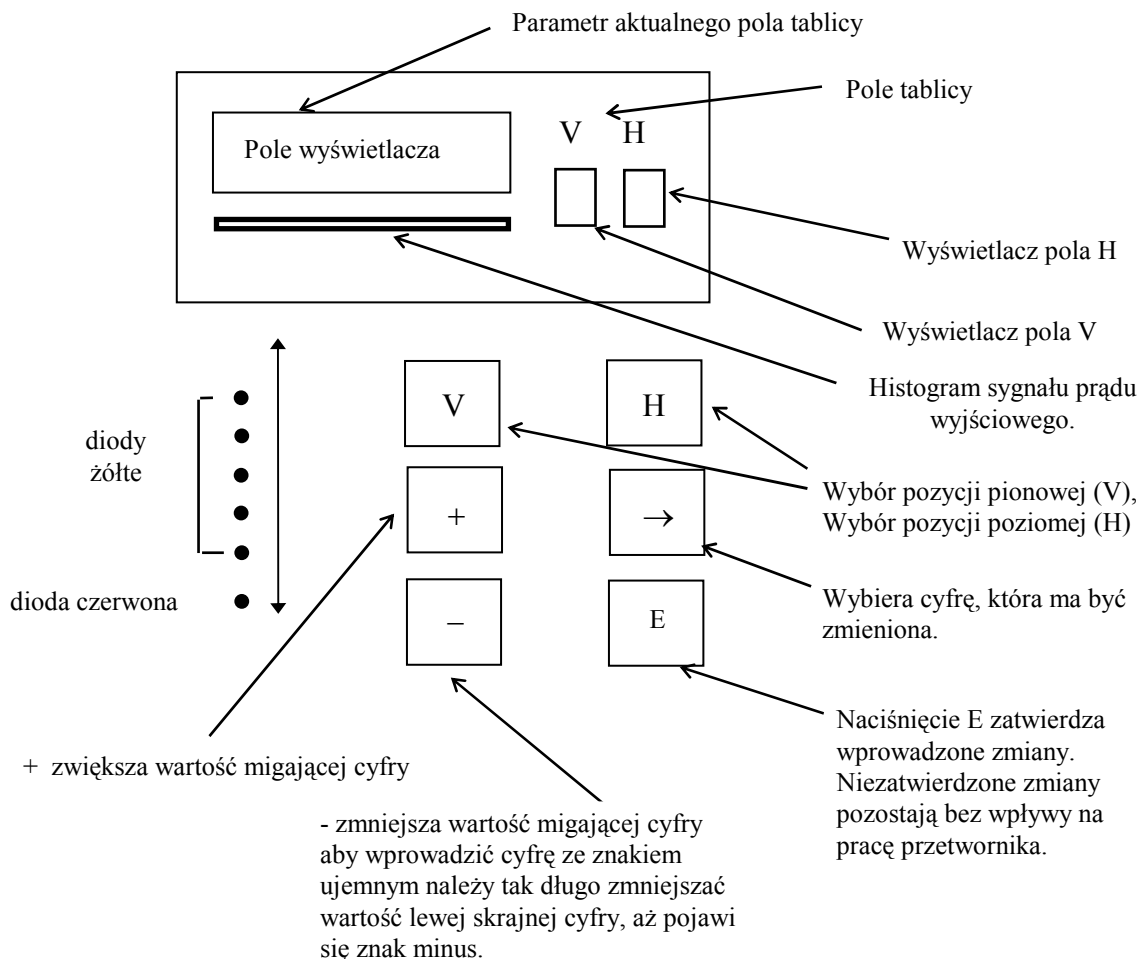
3.4.1. Ultradźwiękowy przetwornik poziomu FMU 860 firmy Endress+Hauser.

System pomiarowy przetwornika składa się z czujnika pomiarowego typu FDU80 oraz mikroprocesorowego układu elektronicznego. Możliwa jest komunikacja między poszczególnymi przetwornikami jak również przesyłanie danych na zewnątrz. Dostępne są dwa główne protokoły przesyłania danych : INTENSOR lub HART. Przetwornik wykonywany jest w różnych wersjach różniących się możliwościami pomiarowymi i sygnalizacyjnymi .

Podstawowe dane czujnika FDU 80:

- Wymiary 122x ϕ 70,
- Maksymalny zakres pomiarowy: 5m
- Odległość blokująca: 0,3m
- Maksymalna odległość czujnika od przetwornika do 300m. Parametry kabla łączeniowego: kabel dwużyłowy z ekranem , rezystancja do 6 Ω na żyłę, max. 60 nF.

3.4.1.1. Sterowanie.



Uwaga: jednoczesne naciśnięcie przycisków V i H powoduje wybór pola V0H0.

Jednoczesne naciśnięcie przycisków + i → zmienia pozycję kropki dziesiętnej.

Rys.2.11. Wygląd płyty czołowej przetwornika FMU 860.

Sterowanie przetwornikiem to znaczy konfigurowanie i parametryzacja możliwe są z poziomu klawiatury przetwornika lub poprzez podręczny terminal Commulog, który komunikuje się z przetwornikiem poprzez wyjście prądowe (napięcie na rezystorze komunikacyjnym). Wyświetlacz i klawiatura przetwornika widoczne są na płycie czołowej przetwornika. Na rys.2. 11. pokazano fragment wyglądu tej płyty. W tabelicy 2.1. zawarty jest sposób konfiguracji i parametryzacji przetwornika .

Najważniejsze pola w tabelicy to:

- mierzona wartość: V0H0
- odległość V0H8
- poziom V0H9

3.4.1.2. Pomiar poziomu i odległości.

Ustawienia do tych pomiarów odbywają się w trzech krokach:

- Ustawienie podstawowe,
- Wprowadzenie danych,
- Linearyzacja (w specjalnych zastosowaniach)

Tak długo jak podstawowe ustawienia nie zostały zakończone przetwornik wyświetla komunikat o błędzie.

1.Ustawienia podstawowe.

- Wyresetowanie przetwornika. Podczas pierwszego instalowania powinno się wyzerować przetwornik do wartości ustawionych jako domyślne. Wykonuje się to poprzez wpisanie 333 w pole V9H5

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V9H5	333	Wprowadzenie wartości 333
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

- Jednostki długości.

Przetwornik może być ustawiony w stopach lub metrach (domyślnie). Jednostkę długości można zmienić w polu V8H3.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H3	np.0	0= metry (wartość domyślna) 1= stopy
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

- Ustawienie trybu pracy.

Teraz należy w pole V8H0 wpisać cyfrę odpowiadającą trybowi pracy:

0 = pomiar poziomu w kanale 1 (Przetwornik FMU 860 jest jednokanałowy)

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H0	0	Pomiar poziomu w kanale 1
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

- Określenie typu czujnika.

0 = czujnik FDU80

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V0H4	0	Czujnik FDU 80
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

- Dodatkowe urządzenia pomiarowe.

Przełącznik graniczny.

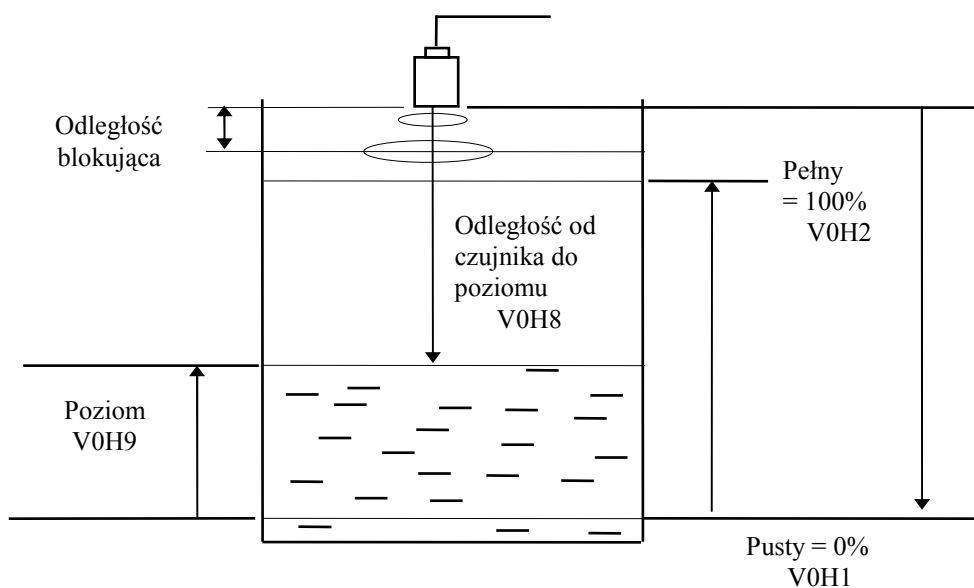
Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H6	0	0 = brak przełącznika granicznego
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

- Dodatkowy czujnik temperatury.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H7	np.0	0= brak czujnika
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

2. Wprowadzenie danych.

Aby umożliwić regulację poziomu typu „pusty/pełny” należy wprowadzić dane wynikające z zastosowanego zbiornika. W tym celu trzeba zmierzyć odległość od czujnika do punktu odpowiadającego 0% oraz od punktu odpowiadającego 0% do punktu odpowiadającego 100% (maksymalna wysokość napełnienia) (rys.2.12.)



Rys.2.12. Pomiary w zbiorniku cylindrycznym.

Kolejność operacji:

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V0H1	np.1.70	wpisana odległość między czujnikiem a punktem 0%
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V0H2	np. 1.40	wpisano odległość od punktu 0% do punktu 100%. Odległość ta nie może się znajdować w strefie blokującej.
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
5	V0H0		Wartość mierzona wyświetlana jest jako % zakresu pomiarowego.
6	V2H0	0	Linearny
7		E	Potwierdzenie wprowadzenia

W ten sposób przetwornik wskazuje w polu V0H0 wartość mierzoną jako procent zakresu pomiarowego. Należy jeszcze ustalić rodzaj mierzonego medium.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V0H3	1	1 = pomiar poziomu płynów ze znacznymi zmianami poziomu.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Gdy można zmierzyć aktualny poziom to jego wprowadzenie w polu V2H1 znacznie zwiększy dokładność.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V2H1	np. 1.13	aktualny poziom to 1.13 m.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Pomiar poziomu w dowolnych jednostkach .

Poniższe wprowadzenia są potrzebne wtedy, gdy nie będzie później przeprowadzana linearyzacja.

Jeżeli wartość mierzona w polu V0H0 ma nie być w % tylko w innych jednostkach to niezbędne jest wprowadzenie kilku dodatkowych wartości. Przy tych wprowadzeniach można np. mierzyć pojemność pionowego, cylindrycznego zbiornika. W przykładzie użyty jest termin „pojemność”. Należy go zastąpić przez wartość liczbową własnej jednostki pomiaru.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V2H0	3	Ręczna linearyzacja
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V2H3	np.0	Poziom dla 0%

4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
5	V2H4	0	Pojemność dla 0%
6	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
7	V2H5	1	Zwiększenie numeru linii o 1
8	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
9	V2H3	np.5	Poziom 5m przy 100%
10	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
11	V2H4	750	Pojemność 750 cm ³ przy 100%
12	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
13	V2H0	3	Uaktywnienie ręcznej linearyzacji
14	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Wartość mierzona wskazywana jest w polu V0H0 jako poziom lub pojemność w %,hl,m³ ft³,t, zależnie od tego czy była wykonywana linearyzacja.

3.Linearyzacja.

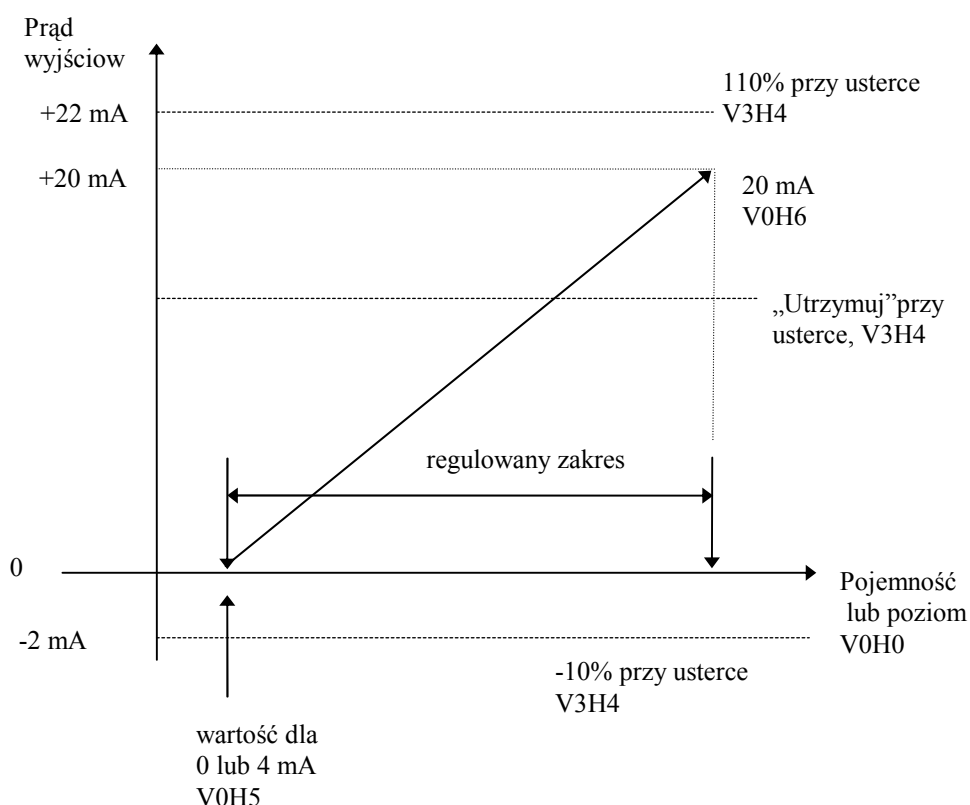
W zbiornikach, w których pojemność nie jest wprost proporcjonalna do poziomu jego pomiar jest zamieniony w pomiar pojemności przez linearyzację. Szczegóły w tym zakresie zawiera instrukcja Prosonic FMU 86 pkt. 4.3.

3.4.1.3. Wyjścia analogowe.

Sygnal na wyjściu Prosonica FMU 860 wynosi od 4 do 20 mA i może być przełączony na zakres 0 20 mA. Parametry wyjść analogowych.

Pole	Znaczenie	Ustawienie domyślne
V8H0	0 = 0 20 mA 1 = 4 20 mA	0
V0H5	Wartość odpowiadająca 0/4 mA (w jednostkach linearyzacyjnych lub kalibracyjnych).	0,0
V0H6	Wartość odpowiadająca 20 mA (w jednostkach linearyzacyjnych lub kalibracyjnych)	100,0
V0H4	Czas integracji w sekundach.	5
V3H4	Stan wyjścia przy uszkodzeniu 0 = -10% 1 = +110% 2 = „utrzymuj”	1
V8H6	Dodatkowy przełącznik graniczny. 0 = brak 1 = minimum kanału 1 2 = maksimum kanału 1	0

Rysunek 2.13 pokazuje przykładowy przebieg ustawień dla prądu wyjściowego 0 ... 20 mA.



Rys.2.13. Parametry przebiegu prądu wyjściowego.

Zgodnie z podaną wyżej tabelką wyjście prądowe może być ustawione jako 0 ... 20mA lub 4 ... 20 mA. Wyboru dokonuje się w polu V8H1.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H1	1	0 = zakres 0 ... 20 mA 1 = zakres 4 ... 20 mA
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

• Próg 4 mA.

Jeśli wybrano zakres 4 ... 20 mA i jeśli nie została wykonana kalibracja „pustego” (= 4 mA) na określonym poziomie, to może zdarzyć się w czasie normalnej pracy, że sygnał spadnie poniżej 4 mA.

Jeśli urządzenia podłączone do linii sygnałowej nie mogą być sterowane sygnałem mniejszym od 4 mA, to możliwe jest ustawienie progu 4mA, poniżej którego sygnał analogowy nie może spaść.

0 = wyłączony (wartość domyślna).

1 = załączony.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H2	1	0 = wyłączony (wartość domyślna) 1 = najmniejszy sygnał podczas normalnej pracy = 4 mA, nawet jeśli poziom spadnie poniżej początkowej wartości zakresu.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Uwaga:

- Jeśli w przypadku uszkodzenia wyjście sygnału ustawione jest na -10% (zob. niżej), to sygnał zawsze 4 mA ; zwalniany jest przekaźnik awaryjny.
- Nawet w przypadku wyboru zakresu 0 ... 20 mA sygnał nie spadnie poniżej progu 4 mA.

Ustawianie wyjścia analogowego .

Parametry wyjścia analogowego przypisane są :

- początkowej wartości pomiarowej (poziomu, przepływu itp. zależnie od trybu pomiaru) dla sygnału 0 mA lub 4 mA i
- wartości końcowej dla 20 mA.

Uwaga:

Rozszerzanie zakresu pomiarowego: początek i koniec zakresu może być zdefiniowany dowolnie, tj. sygnał 0/4 ... 20 mA może być przypisany tylko części zakresu pomiarowego.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V0H5	np.200 l	kiedy 200 l wypełni zbiornik to wartość sygnału wyniesie 0/4 mA (wartość początkowa).
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V0H6	np. 2000 l	kiedy 2000 l wypełni zbiornik to wartość sygnału wyniesie 20 mA (wartość końcowa)
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Stan wyjścia w przypadku alarmu.

Wyjście prądowe może przyjmować określoną wartość w przypadku alarmu. Przełączniki „śledzą” wyjście analogowe. Odpowiednie parametry wybiera się w polu V3H4 .

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V3H4	np.1	0 = -10% zakresu pomiarowego (domyślnie) 1 = +110% zakresu pomiarowego

			2 = utrzymywany jest sygnał odpowiadający ostatnio zmierzonej wartości .
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Uwaga:

W przypadku ustawienia 2, systemy rozpoznawania uszkodzenia linii sygnałowych 0/4 ...20 mA są nieaktywne , jednakże system rozpoznawania uszkodzenia przetwornika wciąż działa (tzn. przekaźnik awaryjny rozłącza się a żółta dioda gaśnie), wszystkie urządzenia podłączone do linii sygnałowej zdają się wskazywać wciąż poprawne pomiary.

Czas integracji.

Efektym wymiernym czasu integracji jest tłumienie sygnałów analogowych i wskazań na wyświetlaczu Prosonica FMU.

Na przykład jeśli mierzony jest poziom płynu, którego powierzchnia nie jest stabilna, stabilny odczyt jest otrzymywany po zastosowaniu czasu integracji.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V0H7	np.20	Czas integracji = 20s
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Zewnętrzny przełącznik graniczny.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V8H6	np.0	0 = brak 1 = minimum 2 = maksimum
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

3.4.1.4. Przełączniki.

Prosonic FMU 86 posiada trzy lub pięć przełączników z bezpotencjałowym zestykiem przełącznym. Każdy przełącznik działa niezależnie. jednemu przełącznikowi mogą być przypisane różne funkcje. Przełączniki przełączają się zgodnie z ustawieniami i stanem zewnętrznego przełącznika granicznego.

Uwaga:

Żółty LED przypisany jest każdemu przełącznikowi i wskazuje jego stan:

- LED świeci jeśli odpowiedni przełącznik jest załączony
- LED przypisany przełącznikowi alarmowemu świeci w czasie normalnej pracy.

Prosonic FMU 860 posiada tylko funkcje przełączników granicznych i alarmowych.

- Dostępne funkcje mogą być przypisane dowolnemu przełącznikowi.
- Każdemu przełącznikowi przypisany jest numer, który musi być wprowadzony przed przypisaniem mu funkcji.

- Jeśli zainstalowane są tylko trzy przekaźniki , to zajęte są wyjścia 1,2 i 5.
- Przekaźnik 5 ma domyślnie przypisaną funkcję alarmową. Przypisany jemu LED jest zapalony jeśli działanie jest bezbłędne. Dowolna funkcja może być przypisana temu przekaźnikowi.
- Jeśli wszystkim przekaźnikom przypisane jest sterowanie pompami, to alarm może być wskazywany przy użyciu linii sygnałowej 0/4 ... 20 mA, jako -10% lub +110% zakresu. W takim przypadku niezbędnym wydaje się zainstalowanie dodatkowych zabezpieczeń przed przelewem lub „pracą na sucho”.

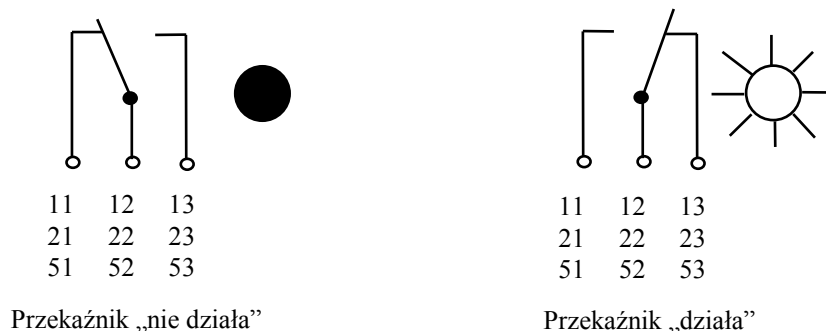
Procedura.

Ustawienie przekaźników zawsze zaczyna się od następujących czynności :

- dokonanie wyboru przekaźnika przez wpisanie jego numeru w pole V1H0 i potwierdzenie tego wyboru,
- przypisanie funkcji przekaźnikowi przez wpisanie jej numeru w pole V1H1 i potwierdzenie tego wyboru.

Uwaga:

- Jeśli linearyzacja jest później wykonywana w innych jednostkach, to wszystkie ustawienia muszą być zmienione dla przekaźników działających jako przełączniki graniczne.
- Jeśli zmieniona została jednostka przepływu, nie ma to wpływu na tabelę linearyzacyjną (nie trzeba jej wprowadzać od nowa), Prosonic automatycznie przelicza te wartości



Rys.2.14. Sygnalizacja pracy przekaźników.

Zewnętrzny przełącznik graniczny.

Ustawienia przełącznika granicznego mają wpływ na pracę przekaźników. W zależności od pozycji w jakiej jest zamontowany, zewnętrzny przełącznik może być używany jako dolno lub górno graniczny. Po zadziałaniu przełącznika , przekaźniki reagują zgodnie z sygnałem analogowym (ustawienie MINIMUM odpowiada 0% sygnałowi a MAXIMUM 100%).

W poniższej tabelce podano możliwości w tym zakresie.

Pole V8H6	Znaczenie	Przełącznik graniczny: punkt załączania wyższy od punktu rozłączania	Przełącznik graniczny: punkt załączania niższy od punktu rozłączania
0	żadne	Bez wpływu na przełącznik	Bez wpływu na przełącznik
1	Min. w kanale 1	Przełącznik dla kanału 1 rozłączony	Przełącznik dla kanału 1 załączony
2	Max. w kanale 1	Przełącznik dla kanału 1 załączony	Przełącznik dla kanału 1 rozłączony

Uwaga:

Komunikat ostrzeżenia nie ma wpływu na działanie przełącznika granicznego. Jeśli ten przełącznik zadziała w czasie stanu alarmu, to odpowiedź przełączników i wyjść analogowych będzie zgodna z ustawieniami w polu V3H4.

3.4.1.5. Graniczna funkcja przełącznika.

Funkcja ta jest wykorzystywana do kontroli i sterowania poziomem.

- Przełącznik przełącza się zależnie od wartości mierzonej w polu V0H0 oraz od ustawień punktów załączania i rozłączania, które mogą być wprowadzone jako % poziomu.
- W zależności od zastosowania może mieć znaczenie czy punkt załączania znajduje się wyżej od punktu rozłączania, czy na odwrót. W przypadku alarmu jest bardzo ważnym aby Prosonic FMU zadziałał zgodnie z oczekiwaniami.
- Dwa dodatkowe ustawienia pozwalają na modyfikację pracy przełącznika: sekwencyjne sterowanie pompami (V1H4) i przełączanie z opóźnieniem (V1H9).

Pole	Znaczenie
V1H0	Wybór przełącznika (1,2,5)
V1H1	0 = Funkcja graniczna dla kanału 1
V1H2	Punkt załączania (w jednostkach użytkownika)
V1H3	Punkt rozłączania (w jednostkach użytkownika)
V1H4	Sekwencyjne sterowanie pompami (wł., wył.)
V1H9	Przełączanie z opóźnieniem (w sekundach)

Punkty przełączania.

Istnieją dwie możliwości:

- Punkt załączania > punktu rozłączania
Przełącznik zostaje załączony kiedy punkt załączania zostanie przekroczony. Żółty LED przełącznika na płycie czołowej zapala się.
- Punkt załączania < punktu rozłączania

Przełącznik zostaje załączony kiedy poziom znajduje się niżej od punktu załączania. Żółty LED przełącznika na płycie czołowej zapala się.

Przykład: punkt załączania znajduje się wyżej niż punkt rozłączania.

Najpierw należy wybrać przełącznik i związać z nim funkcję. Wykonuje się to przez wprowadzenie numeru przełącznika w pole V1H0 i numeru funkcji „granicznej” w pole V1H1.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H0	np.1	Wybrany został przełącznik 1.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia.
3	V1H1	0	0 = przełącznik graniczny dla kanału 1
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Następnie należy wprowadzić punkt załączania w pole V1H2 i punkt rozłączania w pole V1H3. Obydwa muszą być podane w jednostkach w jakich wartość mierzona wyświetlana jest w polu V0H0.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H2	np.1.70	Punkt załączania dla wybranego przełącznika (w tych samych jednostkach co wartość mierzona)
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia.
3	V1H3	np.1.50	Punkt rozłączania dla wybranego przełącznika (w tych samych jednostkach co wartość mierzona)
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

Stan alarmu.

Jeśli Prosonic FMU wykryje alarm, to przełączniki graniczne zachowują się zgodnie z zaprogramowaną reakcją wyjścia analogowego na alarm w polu V3H4 .

Ustawienia w V3H4	Punkt załączania znajduje się wyżej niż punkt rozłączania	Punkt załączania znajduje się niżej niż punkt rozłączania
0 = -10% (-2 mA)	Przełącznik rozłącza się	Przełącznik załącza się
1 = +110% (22 mA)	Przełącznik załącza się	Przełącznik rozłącza się
2 = Utrzymywanie (ostatniej wartości)	Bez zmian	Bez zmian

Typowe zastosowania.

Wielkość zakresu przełączania tzn. różnica pomiędzy punktami przełączania jest zdefiniowana w zależności od zadania.

- Przełącznik działa jako przełącznik graniczny, gdy zakres jest mały lub,
- Przełącznik działa jako regulator dwustawny , gdy zakres pomiarowy jest duży .

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H0	np.2	Wybór przełącznika 2

2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V1H1	0	0 = funkcja graniczna przełącznika w kanale 1
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
5	V1H2	np.1,7	Punkt załączania dla wybranego przełącznika (w obowiązujących jednostkach np. 1,7 m)
6	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
7	V1H3	np. 1,65	Punkt rozłączania (np.1,65 m)
8	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

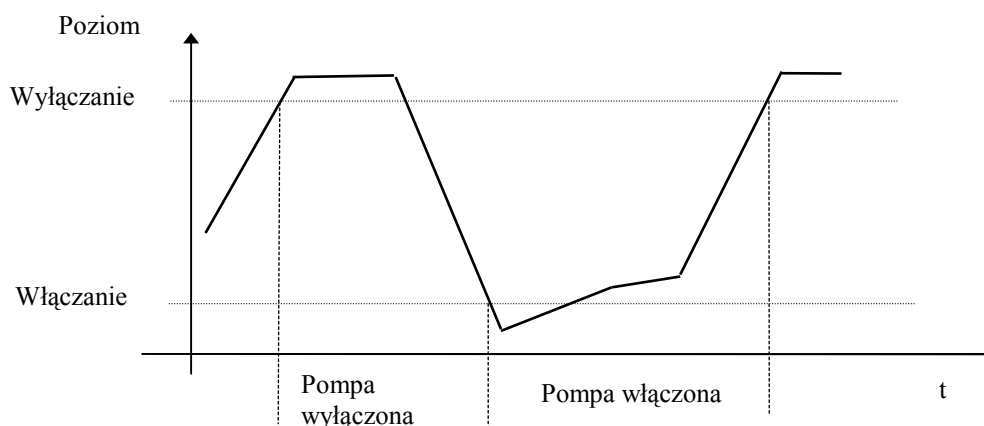
Regulacja dwustawna.

Jeśli ma być utrzymywany określony poziom, to należy wprowadzić punkty przełączania w odpowiedniej odległości.

Przykład: pompa napełniająca z zabezpieczeniem przeciwprzelewowym .

Punkt załączania leży niżej niż punkt wyłączenia: działa pompa napełniająca - poziom rośnie aż do osiągnięcia punktu wyłączającego, po przekroczeniu którego pompa zostaje wyłączona. Przełącznik nie załącza się dopóki poziom nie spadnie poniżej punktu załączania.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H0	np.2	Wybór przełącznika 2
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V1H1	0	0 = funkcja graniczna przełącznika w kanale 1
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
5	V1H2	np.0,12 m ³	Punkt załączania dla wybranego przełącznika (w obowiązujących jednostkach np. 0,12 m ³)
6	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
7	V1H3	np. 0,10	Punkt rozłączania (np.0,10 m ³)
8	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia



Rys.2.15. Regulacja dwustawna poziomu cieczy.

Sekwencyjne sterowanie pompami.

Jeśli kilka przełączników jest używanych do sterowania pomp, to zaleca się aby były one równomiernie obciążone. W takim przypadku pomocną może być funkcja „sekwencyjnego sterowania pompami” (V1H4).

- Jeśli przynajmniej dwóm przełącznikom przypisana jest powyższa funkcja, to przełącznik 1 włącza się i wyłącza podczas pierwszego powtarzalnego cyklu, podczas następnego cyklu przełącznik 2 załącza się i rozłącza. Poziom wzrasta dopóki nie zostanie przekroczony pierwszy punkt załączania a potem spada poniżej pierwszego punktu rozłączania.
- Jeden przełącznik z tą funkcją przełącza się także w zależności od punktu rozłączania innego przełącznika sekwencyjnego. Jeśli zostanie przekroczony punkt załączania, to zadziała przełącznik następny z rzędu, tzn. jeśli funkcja sekwencyjnego przełączania pomp została przypisana przełącznikom 1, 2, 5 to przełączniki załączają się w następującym porządku : 1-2-5-1-2-5-1-2-5- ...
- To samo dotyczy punktów rozłączania. Jeśli poziom spada to, pompy wyłączają się w kolejności w jakiej były włączone. Zakresy przełączania dla poszczególnych przełączników mogą na siebie zachodzić

Opóźnienie przełączania.

Aby zapobiec zbyt dużemu obciążeniu przy jednoczesnym włączaniu dwu lub więcej pomp, można ustawić opóźnienie ich załączania. To ustawienie odnosi się do wszystkich przełączników, którym przypisana jest funkcja sekwencyjnego sterowania pompami.

Jeśli dwa przełączniki mają załączać się na tym samym poziomie, przełącznik o niższym numerze załącza się od razu, po nim dopiero załącza się przełącznik o wyższym numerze. Wartość tego opóźnienia wprowadza się w pole V1H9. Każdy następny przełącznik załączający się przy tym poziomie załącza się po czasie odpowiadającym wartości z pola V1H9. Przy sekwencyjnym sterowaniu pompami można ustalić opóźnienie przełączania w zakresie 0 100s (domyślnie 1s).

3.4.1.6. Funkcja alarmowa.

Funkcja przełącznika alarmowego ma za zadanie sygnalizowanie wszelkich zakłóceń np. przy pomocy dołączonych lamp ostrzegawczych, sygnałów dźwiękowych lub dołączonych urządzeń.

- Przełącznik jest przełączany zgodnie z ustawieniami Prosonica w przypadku alarmu.
- Zachowanie się w przypadku zaniku echa może być ustawione oddzielnie.

Uwaga:

- LED przypisany przełącznikowi alarmowemu świeci, gdy praca przebiega bezawaryjnie; w tym czasie przełącznik jest załączony.

- Piąty przekaźnik domyślnie ma przypisaną funkcję alarmową . Każda inna funkcja może zostać przypisana temu przekaźnikowi.
- W przypadku zastosowań zewnętrznych wskaźników alarmu, muszą one być podłączone do styku rozwiernego przekaźnika alarmowego.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H0	np.2	Wybór przekaźnika 2
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia
3	V1H1	8	Przypisanie funkcji alarmowej wybranemu przekaźnikowi
4	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia

3.4.1.7. Zabezpieczanie tablicy.

Po wprowadzeniu wszystkich niezbędnych danych tablicę można zabezpieczyć przed przypadkowymi zmianami. Potem wszystkie wprowadzenia mogą być wyświetlane ale nie zmieniane.

Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V9H6	np.888	Powoduje zamknięcie tablicy. Liczba miga.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia. Liczba przestaje migać. Tablica jest zabezpieczona.

Zniesienie zabezpieczenia.

Wprowadzenie liczby 519 powoduje odbezpieczenie tablicy.

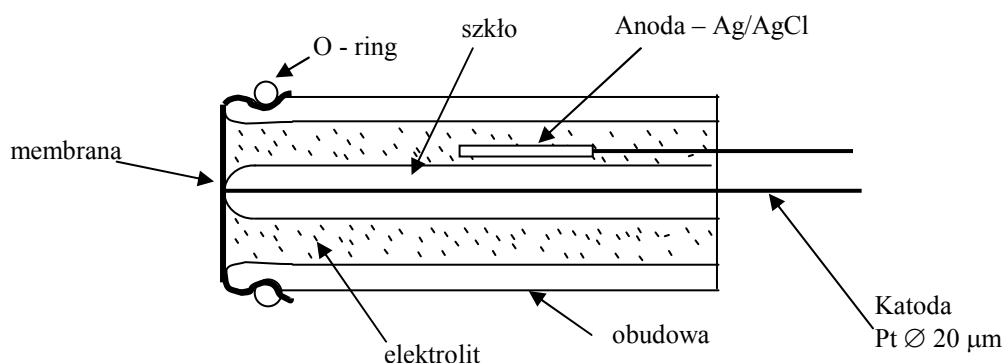
Krok	Pole	Wpis	Znaczenie
1	V1H6	519	Powoduje odbezpieczenie tablicy. Liczba miga.
2	bez zmian	E	Potwierdzenie wprowadzenia. Liczba przestaje migać. Tablica jest odbezpieczona.

Tablica 2.1. Pola konfiguracji i parametryzacji przetwornika FMU 860.

3.5. Przetworniki do pomiaru zawartości tlenu w roztworach.

Określanie parametrów roztworów takich jak zawartość w nich tlenu należy do podstawowych w układach regulacji związanych z ochroną środowiska wodnego. Charakter roztworu rzutuje na rodzaj działań jakie należy podjąć aby uzyskać na wyjściu roztwór z odpowiednią zawartością tlenu. Zawartość tlenu jest ważna dla podtrzymania życia biologicznego w wodzie. Parametr ten mierzy się specjalnego typu czujnikami i przetwornikami.

Jedną ze standardowych metod pomiaru zawartości tlenu w roztworze jest metoda elektrochemiczna Clarka (ogniwo Clarka).



Rys.2.16. Jedno z wykonan czujnika do pomiaru zawartości O₂ w płynach.

W czujniku membranę stanowi folia polietylenowa (teflonowa) o grubości 0,02 mm. Katoda to drut platynowy w szkle. Między anodą i katodą znajduje się elektrolit. Źródło napięcia włączone jest w obwód w celu zapewnienia reakcji oksyredukcyjnych zachodzących na katodzie. Inne wykonania czujnika to np. katoda z drutu srebrnego (Ag) a anoda z cynku (Zn). Elektrolit chlorek potasu (KCl). Dyfundujący przez membranę tlen ulega redukcji na katodzie, a powstały w wyniku reakcji chemicznej sygnał elektryczny jest proporcjonalny do stężenia tlenu w badanym roztworze. Sonda ta posiada wbudowany czujnik temperatury, kompensujący wpływ temperatury na sygnał czujnika tlenowego. Rozpuszczalność tlenu w wodzie silnie zależy od temperatury. Zależność tą pokazują Tabela 2.2.

Tab.2.2. Rozpuszczalność tlenu w mg/l w wodzie redestylowanej dla temperatur 0 do 40 °C (dla ciśnienia atmosferycznego 760 mmHg i zawartości chlorków w wodzie równej 0,0 mg Cl/l)

Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr	Temp. °C	Tlen mg/litr
0	14,6	11	11,0	21	8,9	31	7,4
1	14,4	12	10,7	22	8,7	32	7,3
2	14,2	13	10,5	23	8,6	33	7,2
3	13,8	14	10,3	24	8,4	34	7,1
4	13,4	15	10,1	25	8,2	35	7,0
5	13,1	16	9,8	26	8,1	36	6,8
6	12,7	17	9,6	27	8,0	37	6,7
7	12,1	18	9,4	28	7,8	38	6,6
8	11,8	19	9,2	29	7,7	39	6,5

9	11,5	20	9,1	30	7,6	40	6,4
10	11,3						

W sondzie pomiarowej zwykle dodatkowo umieszczony jest czujnik temperatury . Prąd w obwodzie jest proporcjonalny do zawartości O_2 w roztworze.

3.5.1. Przetwornik O_2/I_{stand} firmy Di-Box.

Przetwornik ten oznaczony jako M2240 posiada standardową budowę przetworników inteligentnych (zawierających mikroprocesor). Przeznaczony jest do pomiaru zawartości tlenu w roztworze oraz temperatury mierzonego medium. Przetwornik wymaga kalibracji w roztworze zerowym (0% zawartości tlenu) i roztworze o 100% nasycenia tlenem. Przystępując do kalibracji należy odczekać około 30 min na uformowanie się czujnika , od chwili włączenia zasilania przetwornika.

W celu kalibracji zestawu w roztworze zerowym należy :

- przyciskiem lub wybrać pomiar O_2 ,
- umieścić czujnik tlenowy w naczyniu z roztworem zerowym (sporządzonym jako nasycony roztwór siarczynu sodu)
- naciskać przycisk do pojawienia się komunikatu C1 na wskaźniku przyrządu,
- po ustabilizowaniu się wskazań , przyciskami lub ustawić wskazania przyrządu na wartość 0,
- nacisnąć przycisk

W celu kalibracji nachylenia charakterystyki czujnika należy:

- opłukany dokładnie wodą destylowaną czujnik tlenowy umieścić w naczyniu z roztworem o 100% nasycenia tlenem (należy go sporządzić przepuszczając sprężone powietrze przez naczynie z wodą destylowaną),
- po ustabilizowaniu się wskazań , naciskać przycisk do pojawiania się komunikatu C2 na wskaźniku przyrządu,
- przyciskami lub ustawić wskazania przyrządu na wartość 100,
- nacisnąć przycisk

Ponowne naciśnięcie przycisku przed naciśnięciem przycisku spowoduje przerwanie procedury kalibracji i powrót przyrządu do stanu , w którym znajdował się przed pierwszym naciśnięciem przycisku .

Tor pomiarowy temperatury nie wymaga kalibracji.

Konstrukcja czujnika oparta jest na ogniwie Clarka. Czujnik składa się ze srebrnej katody i cynkowej anody zanurzonych w elektrolicie i oddzielonych od roztworu gazoprzepuszczalną membraną. Dyfundujący przez membranę tlen ulega redukcji na katodzie , a powstały w wyniku reakcji chemicznej sygnał elektryczny jest proporcjonalny do stężenia rozpuszczonego tlenu w badanym roztworze. Czujnik posiada wbudowany czujnik temperatury , kompensujący wpływ temperatury na sygnał czujnika tlenowego. membrany są dostarczane w postaci osobno pakowanych, łatwo wymiernalnych krążków. Minimalny czas pracy czujnika bez wymiany membrany i elektrolitu wynosi 3 miesiące.

3.5.2. Przetwornik O_2/I_{stand} LIQUISYS-O firmy Endress+Hauser.

Przetwornik współpracuje z sondą tlenową COS3 (czas ustalania około 9 min.) lub COS 3S (czas ustalania około 2 min.) wyposażoną w czujnik temperatury. Sygnałem wyjściowym przetwornika jest prądowy sygnał standardowy 4.....20mA. Zakres pomiarowy 0...15 mgO₂/l. Wygląd płyty czołowej przetwornika przedstawia rys.2.17. Przed pomiarem należy dokonać kalibracji polegającej na dopasowaniu przetwornika do podłączonego czujnika tlenowego.

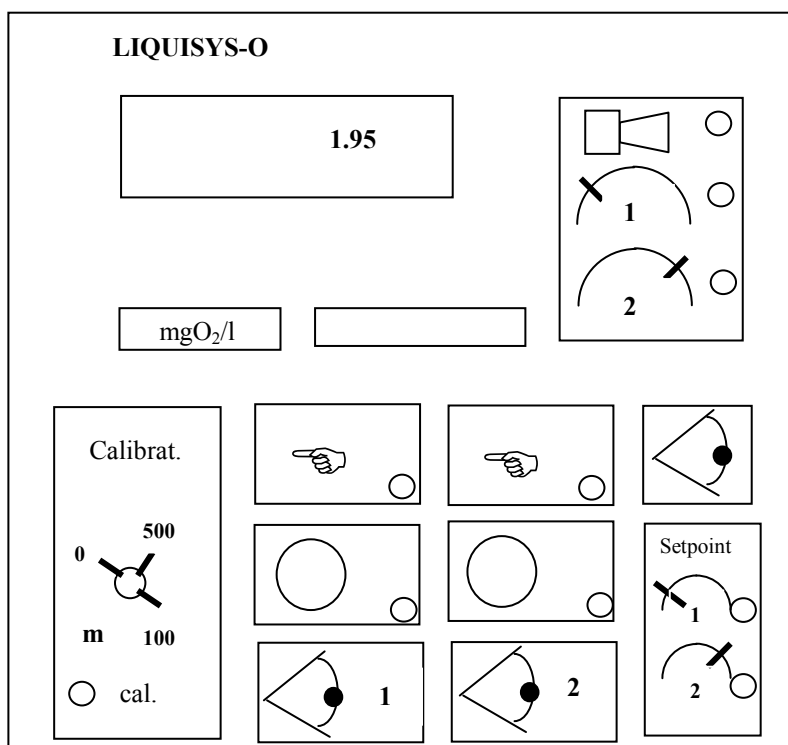
3.5.2.1. Kalibracja.

Kalibracja może być przeprowadzona dwoma sposobami:

- 1.w powietrzu,
- 2.w wodzie nasyconej tlenem .

ad1. Kalibracja w powietrzu.

- Po włączeniu zasilania ustawić w polu "Calibrat." ustawić wysokość nad poziomem morza na jakiej znajduje się obiekt pomiarowy.
- wyjąć czujnik z cieczy, oczyścić i osuszyć ,
- umieścić czujnik około 20cm nad powierzchnią cieczy i zabezpieczyć przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych,
- odczekać około 20 min aż do ustalenia się stabilnego wyniku na wyświetlaczu,
- nacisnąć przycisk **SAT**
- wskaźnik pokazuje wartość nasycenia tlenem powietrza atmosferycznego,
- zwolnić przycisk **SAT** i potencjometrem "cal." ustawić wartość nasycenia tlenem powietrza atmosferycznego (wskazywaną w punkcie poprzednim),
- umieścić czujnik w wodzie i można dokonywać pomiarów lub przeprowadzić kolejną kalibrację w wodzie.



Rys.2.17. Płyta czołowa przetwornika LIQUISYS-O.

ad2a) Kalibracja w wodzie nasyconej tlenem z przetwornikiem pomiarowym.

- należy nasycać badaną wodę tlenem poprzez napowietrzanie zbiornika tak długo aż wskazania przetwornika będą stabilne.
- zmierzyć temperaturę wody (Przetwornik nie pokazuje temperatury . Do tego celu można wykorzystać wskazania temperatury przetwornika Di-Box),
- ustalić na jakiej wysokości nad poziomem morza znajduje się mierzony obiekt,
- Odczytać z tabeli 2.3. wartość **S** nasycenia tlenem wody w danej temperaturze,

Tabela 2.3. Rozpuszczalność tlenu w mg/l w wodzie przy ciśnieniu atmosferycznym 1013mbar.

$^{\circ}\text{C}$	mgO ₂ /l	$^{\circ}\text{C}$	mgO ₂ /l	$^{\circ}\text{C}$	mgO ₂ /l	$^{\circ}\text{C}$	mgO ₂ /l
0	14,64	10,5	11,12	21	8,90	31,5	7,36
0,5	14,43	11	10,99	21,5	8,82	32	7,30
1	14,23	11,5	10,87	22	8,73	32,5	7,24
1,5	14,03	12	10,75	22,5	8,65	33	7,18
2	13,83	12,5	10,63	23	8,57	33,5	7,12
2,5	13,64	13	10,51	23,5	8,49	34	7,06
3	13,45	13,5	10,39	24	8,41	34,5	7,00
3,5	13,27	14	10,28	24,5	8,33	35	6,94
4	13,09	14,5	10,17	25	8,25	35,5	6,89
4,5	12,92	15	10,06	25,5	8,18	36	6,83
5	12,75	15,5	9,95	26	8,11	36,5	6,78
5,5	12,58	16	9,85	26,5	8,03	37	6,72
6	12,42	16,5	9,74	27	7,96	37,5	6,67
6,5	12,26	17	9,64	27,5	7,89	38	6,61
7	12,11	17,5	9,54	28	7,82	38,5	6,56
7,5	11,96	18	9,45	28,5	7,75	39	6,51
8	11,81	18,5	9,35	29	7,69	39,5	6,46
8,5	11,67	19	9,26	29,5	7,62	40	6,41
9	11,53	19,5	9,17	30	7,55	40,5	6,36
9,5	11,39	20	9,08	30,5	7,49		
10	11,25	20,5	8,99	31	7,42		

Tabela ta jest na przykład umieszczona w pamięci przetwornika LIQUISYS-O. Wartość nasycenia wody tlenem pokazywana jest w danej temperaturze bez uwzględnienia aktualnego ciśnienia atmosferycznego po naciśnięciu przycisku **SAT**.

- Określić z Tabeli 2.4. wartość współczynnika **K** związanego z wysokością nad poziomem morza badanego obiektu,
- Wyliczyć współczynnik **L**

wartość ciśnienia atmosferycznego w dniu kalibracji

$$L = \text{-----}$$

1013 mbar

Tabela 2.4. Wartość współczynnika K

wys. [m]	K	wys. [m]	K	wys. [m]	K	wys. [m]	K
0	1,000	360	0,959	720	0,919	1160	0,873
20	0,998	380	0,957	740	0,917	1200	0,869
40	0,995	400	0,954	760	0,915	1240	0,865
60	0,993	420	0,952	780	0,913	1280	0,861
80	0,991	440	0,950	800	0,911	1320	0,857
100	0,988	460	0,948	820	0,909	1360	0,853
120	0,986	480	0,946	840	0,907	1400	0,849
140	0,984	500	0,943	860	0,904	1440	0,845
160	0,981	520	0,941	880	0,902	1480	0,841
180	0,979	540	0,939	900	0,900	1520	0,837
200	0,977	560	0,937	920	0,898	1560	0,843
220	0,975	580	0,935	940	0,896	1600	0,830
240	0,972	600	0,932	960	0,894	1700	0,820
260	0,970	620	0,930	980	0,892	1800	0,810
280	0,968	640	0,928	1000	0,890	1900	0,801
300	0,966	660	0,926	1040	0,886	2000	0,792
320	0,963	680	0,924	1080	0,882		
340	0,961	700	0,922	1120	0,877		

- Współczynnik $M= 1,02$ dla kalibracji w powietrzu,
 $M= 1,00$ dla kalibracji w nasyconej powietrzem wodzie.
- **Wartość ustawiana = $S \cdot K \cdot L \cdot M$**
- Po naciśnięciu przycisku **SAT** dokonać korekcji wskazań przy pomocy potencjometru "cal" ustawiając wartość wyliczoną w poprzednim punkcie.

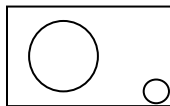
ad2b) Kalibracja czujnika z przetwornikiem LIQUISYS-O

- należy nasycać badaną wodę tlenem poprzez napowietrzanie zbiornika tak długo aż wskazania przetwornika będą stabilne.
- ustalić na jakiej wysokości nad poziomem morza znajduje się mierzony obiekt i potencjometrem w polu "Calibrat." ustawić odpowiednią wielkość.
- Przy naciśniętym przycisku **SAT** odczytać z wyświetlacza wartość **S** nasycenia tlenem wody w danej temperaturze i pomnożyć ją przez współczynnik **K**
- Zwolnić przycisk **SAT** i potencjometrem "cal" w polu "Calibrat." ustawić na wyświetlaczu wynik z poprzedniego punktu (**S•K**)

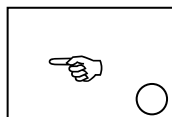
3.5.2.2. Ustawianie przełączników granicznych.

Przetwornik ma trzy wyjścia przełącznikowe : dwa graniczne i jedno alarmowe. Alarmowe służy do sygnalizacji uszkodzenia czujnika pomiarowego. Graniczne mogą być wykorzystywane na dwa sposoby:

Wybór trybu odpowiedniego kanału odbywa się przełączeniem przycisku



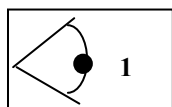
- a) Tryb pracy ręcznej (symbol ręki na przycisku- dioda LED świeci)
Przyciskiem



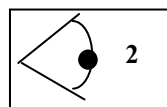
można włączać lub wyłączać przełącznik kanału 1 lub 2. Ten tryb jest zwykle wykorzystywany do ręcznego załączania i wyłączenia urządzeń elektrycznych (np. pomp)

- b) Tryb pracy automatycznej.

W tym trybie przełączniki służy do sygnalizacji stanów granicznych (min. i max.). Ustawienie wartości poziomów odbywa się po naciśnięciu odpowiedniego przycisku



lub



Należy wtedy wybranym potencjometrem w polu "Setpoint" ustawić żadaną wartość graniczną

3.6. Przetwornik do pomiaru potencjału Redoks (Redox).

Reakcja redoks polega na utlenianiu jednej substancji tkzw. reduktora , który traci elektrony i redukcji odpowiedniej ilości drugiej substancji tzw. utleniacza przyłączającego elektrony. Przebieg tej reakcji zależy od wartości potencjałów danego układu i od środowiska. Miarą zdolności utleniających lub redukujących układu jest tzw. potencjał utleniająco redukujący (potencjał redoks) . Najbardziej dodatnie potencjały charakteryzują silne utleniacze a najbardziej ujemne silne reduktory. Pomiaru dokonuje się przy pomocy elektrod. Bezwzględnej wartości potencjału elektrody nie można zmierzyć . Mierzy się różnicę potencjałów pomiędzy rozpatrywaną elektrodą a standardową elektrodą wodorową , której potencjał przyjęto za zerowy. Standardowa elektroda wodorowa jest to elektroda gazowa, wykonana z platyny pokrytej czernią platynową i omywana strumieniem gazowego wodoru pod ciśnieniem 101,3 kPa , zanurzona w roztworze o jednostkowej aktywności jonów wodorowych, pracująca w temperaturze 2980K. Standardowy potencjał elektrody wodorowej jest z definicji równy zero. Standardowy normalny potencjał dowolnego metalu (E^0) jest różnicą potencjałów mierzona między półogniwem z rozpatrywanego metalu , pracującym w warunkach standardowych, a standardową elektrodą wodorową. Szereg metali uporządkowany według wzrastającego potencjału normalnego nazywamy szeregiem

napięciowym. Zależność potencjału elektrody od temperatury i aktywności jonów w roztworze przedstawia równanie Nersta:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{\text{oks}}}{a_{\text{red}}}$$

gdzie:

a_{oks} i a_{red} - oznaczają odpowiednio aktywności formy utlenionej i zredukowanej (dla roztworów rozcieńczonych zamiast aktywności wprowadza się stężenia wyrażone w kmol/m^3)

E^0 - potencjał normalny elektrody,

R - stała gazowa ($8,314 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$),

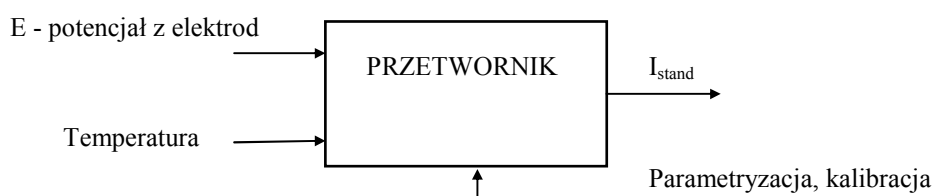
T - temperatura,

n - liczba ładunków jonu,

F - stała Faradaya, (równa ładunkowi mola elektronów 96500 C)

W przypadku elektrody metalicznej zanurzonej do roztworu swych jonów, postacią zredukowaną jonu jest lity metal. Kierunek reakcji utleniająco redukującej zależy od wzajemnego położenia reagentów w szeregu napięciowym i od środowiska. Na podstawie szeregu napięciowego metali i potencjałów normalnych elektrod redoksowych można wnioskować, które reakcje oksydacyjno-redukcyjne będą przebiegały samorzutnie w określonych warunkach. W zależności od wartości potencjału normalnego układów redoks wprowadza się pomocniczą klasyfikację:

		E^0	<	-0,5V	silne reduktory
-0,5V	<	E^0	<	0,0V	średnie reduktory
0,0V	<	E^0	<	+0,5V	słabe reduktory
+0,5V	<	E^0	<	+1,0V	słabe utleniacze
+1,0V	<	E^0	<	+1,5V	średnie utleniacze
+1,5V	<	E^0			silne utleniacze

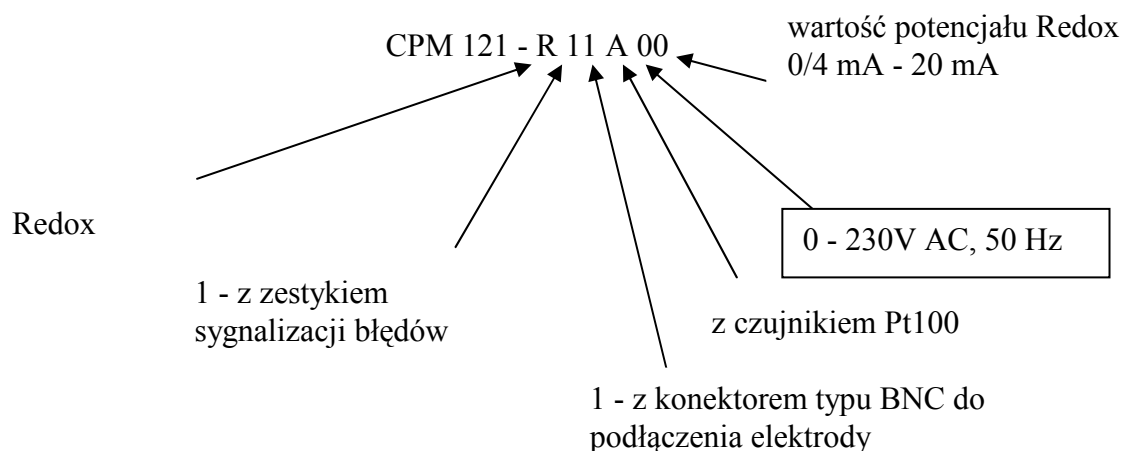


Rys.2.17. Pomiar potencjału Redox z zastosowaniem przetwornika.

Dobór elektrod przy pomiarach potencjałów redoks zależy od badanego medium i wykonywany jest zwykle przy pomocy tych samych przetworników co pomiar pH. Wynika to stąd, że w obu wypadkach dokonuje się pomiarów napięć (siły elektromotorycznej) inna jest tylko skala i interpretacja otrzymanego wyniku. Pomiar potencjału redoks jest istotny w nityfikacji i denityfikacji wody, który jest stosowany w procesie oczyszczania ścieków.

3.6.1. Przetwornik MYCOM-P typ CPM 121R do pomiaru potencjału Redox produkcji firmy Endress+Hauser.

Przetwornik współpracuje z elektrodą kombinowaną typu CPS 12 mierzącą potencjał Redox i temperaturę badanego medium. Zainstalowany przetwornik posiada następujący numer kodowy:



Podobnie jak w większości przetworników tej firmy obsługa sprowadza się do wyboru funkcji z pola matrycy w układzie V , H. Podstawowy fragment tej matrycy widoczny jest na czole aparatu. W polu V0H0 odbywa się pomiar potencjału Redox wyrażony w procentach lub wartościach napięć. Przetwornik wymaga okresowej kalibracji . Możliwe są następujące rodzaje kalibracji:

- Kalibracja ręczna ze znanym roztworem buforowym.
- Kalibracja automatyczna z dwoma znanymi buforami.
- Kalibracja automatyczna z wykorzystaniem interfejsu.
-

Rodzaje kalibracji:

- Kalibracja procentowa (% calibration),
- Kalibracja napięciowa (mV calibration).

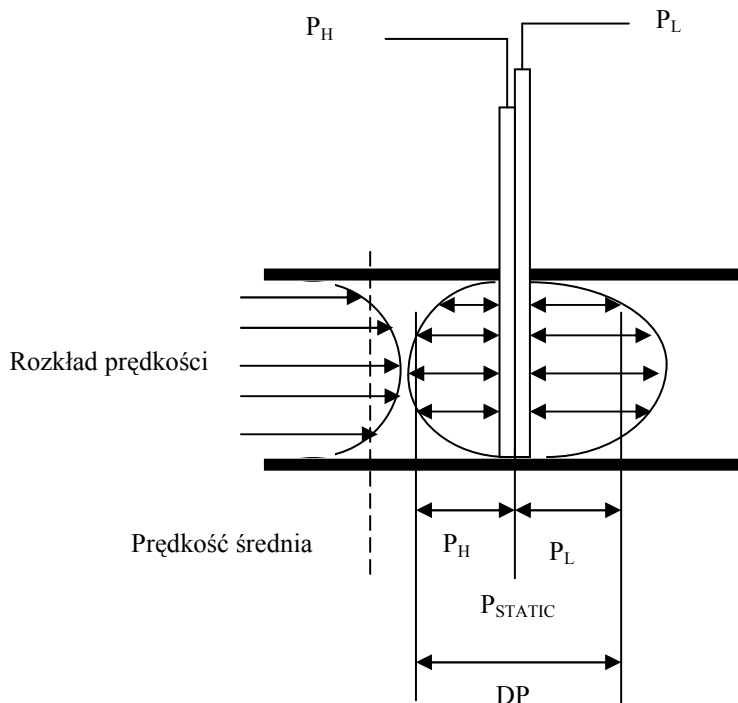
3.7. Przetwornik do pomiaru natężenia przepływu powietrza (gazu) typu Annubara.

Przetworniki te należą do układów pomiarowych stosowanych do mierzenia przepływu cieczy, par i gazów wszędzie tam gdzie wybraną metodą pomiarów jest różnica ciśnienia.

3.7.1. Zasada działania.

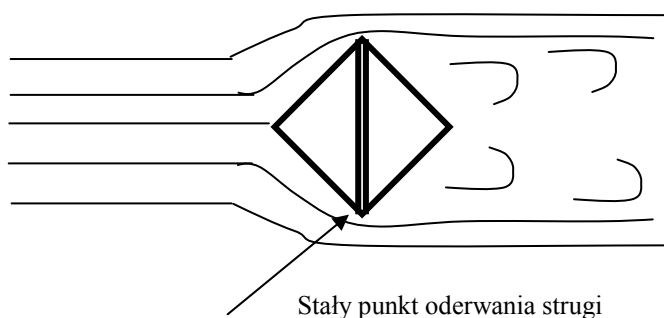
Annubary wykonane jako prosta uśredniająca rurka Pitota , wytwarzają sygnał różnicy ciśnienia DP , który jest proporcjonalny do kwadratu przepływu objętości czynnika $DP \sim Q^2$, płynącego w rurociągu lub kanale pomiarowym. Czujnik składa się z dwóch rurek o przekroju

trójkąta złożonych w jeden element spiętrzający o przekroju rombu. Dzięki symetrycznemu rozmieszczeniu otworów w przedniej i tylnej części czujnika w stosunku do przekroju rurociągu lub kanału pomiarowego możliwe jest utrzymanie uśrednionej wartości ciśnienia w komorach odpowiednio wysokiego (P_H) (od strony płynącego medium) i niskiego (P_L) ciśnienia (rys.2.18.)



Rys.2.18. Rozkład ciśnień w Annubarze umieszczonej w rurociągu.

Zaletą konstrukcji annubary o przekroju w kształcie rombu jest stałość punktu oderwania strug w rurociągu, co zapewnia dużą stabilność sygnału wyjściowego (rys.2.19.). Dokładność pomiaru annubarą wynosi $\pm 1\%$.



Rys.2.19. Przebieg strug powietrza w otoczeniu annubary.

3.7.2. Przetwornik pomiarowy.

Z annubarą współpracuje przetwornik pomiarowy ST 3000 firmy Honeywell. Sygnał z annubary węzami podawany jest na układ przetwornika, który zamienia różnicę ciśnień DP na sygnał elektryczny (mostki tensometryczne). Sygnał ten w inteligentnym przetworniku ST

3000 przetwarzany jest na sygnał standardowy 4 ... 20 mA. Programowane przetwornika odbywa się przy pomocy przenośnego terminala komunikującego się z przetwornikiem zgodnie z protokołem Harta. Przetwornik został zaprogramowany tak aby można było zmierzyć przepływ powietrza wymuszany dmuchawą która ma maksymalną wydajność 0,12 m³/h przy zasilaniu silnika dmuchawy napięciem trójfazowym 380V o częstotliwości 50 Hz.

4. Zadania do wykonania.

4.1.1. Badanie inteligentnego przetwornika sygnałowego PPS-01.

- a) Zapoznać się z instrukcją fabryczną programowalnego przetwornika sygnałowego PPS-01.

Podłączyć przetwornik ze złączem COM1 lub COM2 komputera. Włączyć zasilanie przetwornika (24V napięcia stałego). Uruchomić dostarczony z przetwornikiem program. Program konfiguracyjny: Wybrać „8. Poprzednia wersja systemu DOS” następnie 1. DOS 6.2 i dalej plik PPS-01 a następnie pps-01.exe.

Po uruchomieniu program odczytuje z przetwornika i wyświetla na ekranie monitora komputera nr fabryczny przetwornika (podany przez producenta) oraz następujący blok danych:

1. Ptk. pom. (nazwa punktu pomiarowego),
2. Sygn. wej. (rodzaj sygnału wejściowego z termoelementu, czujnika rezystancyjnego, U,I,R),
3. Min. we (dolna wartość sygnału wejściowego),
4. Max. we (górną wartość sygnału wejściowego),
5. Sygn. wy (rodzaj sygnału wyjściowego),
6. Lin. (czy jest linearyzowana charakterystyka czujnika wejściowego),
7. Temp. odn. (temperatura odniesienia dla „zimnych końców” termoelementu),
8. Czas filt. (czas filtracji),
9. Konfig. (data i kto konfigurował przetwornik).

Dane te są odczytywane przez przetwornik w trybie on-line tzn. w czasie odczytu przetwornik pracuje normalnie. W czasie pracy przetwornika świeci dioda zielona oznaczona literą P. W czasie transmisji lub awarii przetwornika zapala się czerwona dioda T.

W celu zmiany któregoś z parametrów przetwornika należy wybrać ten parametr za pomocą jednego z przycisków [1 9]. Naciśnięcie przycisku powoduje wyświetlenie możliwości wyboru jego parametrów lub wartości. Szczegółowo możliwości te podane są w fabrycznym opisie konfiguracji przetwornika. Przyciskiem [F3] i [ENTER] akceptuje się zmiany, a przyciskami [F5] i [ENTER] można zrezygnować ze zmian i pozostawić stare. Przesłanie nowych danych do przetwornika odbywa się po naciśnięciu przycisków [F10] i [ENTER]. W czasie przesyłania konfiguracji z komputera do przetwornika działanie przetwornika zostaje wstrzymane na kilka sekund, a na jego wyjściu utrzymuje się ostatnio ustalona wartość. Po zakończeniu transmisji program wraca do systemu DOS.

- b) Zapoznać się ze sposobem komunikacji przetwornika z komputerem. Zaprogramować przetwornik według następujących danych:

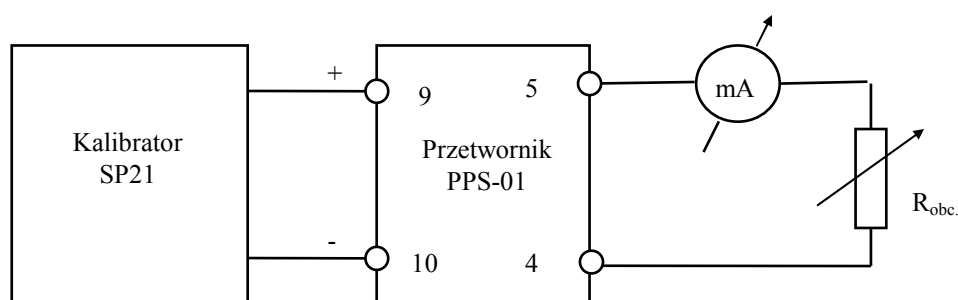
1. Ptk.pom *Temperatura*

2. Sygn.we.	$J (Fe-NiA)$ (Uwaga: $Fe-NiA = Fe-CuNi = Fe-Ko$)
3. Min.we.	$0^{\circ}C$
4. Max.we.	$600^{\circ}C$
5. Sygn.wy.	$4 - 20 mA$
6. Lin	NIE
7. Temp.odn.	$Komp.zewn. 0^{\circ}C$.
8. Czas filtr.	$0,0 [s]$
9. Konfig	$15-11-03 - Nazwisko$

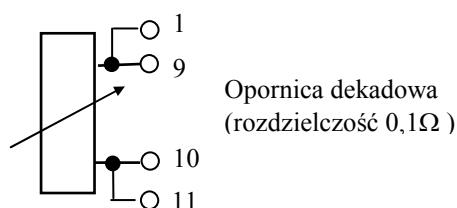
Przesłać do przetwornika w/w dane zgodnie z punktem a.

UWAGA: nie wolno podłączać na wejście przetwornika żadnych sygnałów przed sprawdzeniem jak jest zaprogramowany !

- c) Na kalibratorze wybrać termoelement typu J i ustawić zadajnikiem radełkowym wartość $0^{\circ}C$. Na wejście przetwornika podłączyć zadajnik napięć (Kalibrator) (rys.2.20). Włączyć kalibrator. Instrukcja obsługi kalibratora umieszczona jest na końcu niniejszej instrukcji. Na wyjście przetwornika podłączyć amperomierz w szereg z rezystorem obciążenia - opornicą dekadową i ustawić na niej wartość 200Ω .



lub



Uwaga!

Zwrócić uwagę na wyjście sygnałów termoelementowych (J, K, S) z kalibratora. Zaciski te są oznaczone „+ i -”. Zadajnikiem radełkowym zadaje się wartość temperatury w $^{\circ}C$.

Rys.2.20. Schemat układu pomiarowego przetwornika PPS-01

- d) Zdjąć charakterystykę przetwornika: $I_{wy} = f(\text{temperatury})$. Temperaturę ustawia się na kalibratorze. Porównać otrzymane wyniki z normą. Dane te można otrzymać po wywołaniu programu PPS-01 a następnie cz_temp. exe i zatrzymaniu okna przyciskiem Ctrl + O.
- e) Zmienić konfigurację włączając linearyzację (6. Lin. TAK) i ponownie zdjąć charakterystykę: $I_{wy} = f(\text{temperatury})$.

- f) Porównać otrzymane wyniki i wyciągnąć wnioski. Charakterystyka przetwarzania termoelementu typu J podana jest w postaci tabeli (patrz punkt d).
- g) Zdjąć charakterystykę $I_{wy} = f(R_{obc})$ przy trzech sygnałach wejściowych (minimalnym, maksymalnym i pośrednim). Ocenic w jakiej maksymalnej odległości od przetwornika (ze względu na rezystancję linii) może znajdować się następane urządzenie np. regulator aby układ pracował prawidłowo
- h) Z badać zachowanie się wyjścia przetwornika w przypadku zwarcia lub rozwarcia obwodu wejściowego.
- i) Zmienić konfigurację układu na sygnał wejściowy z Pt100. W tym przypadku będzie następująca konfiguracja przetwornika:

1. Ptk.pom	<i>Temperatura</i>
2. Sygn.we	<i>Pt100</i>
3. Min.we.	<i>0 °C</i>
4. Max.we.	<i>800 °C</i>
5. Sygn.wy.	<i>4 - 20 mA</i>
6. Lin	<i>NIE</i>
7. Temp.odn.	
8. Czas filtr.	<i>0,0 [s]</i>
9. Konfig	<i>15-11-03 Nazwisko</i>

Wyjście sygnałów Pt100 na kalibratorze znajduje się na zaciskach oznaczonych „Hi i Lo”.

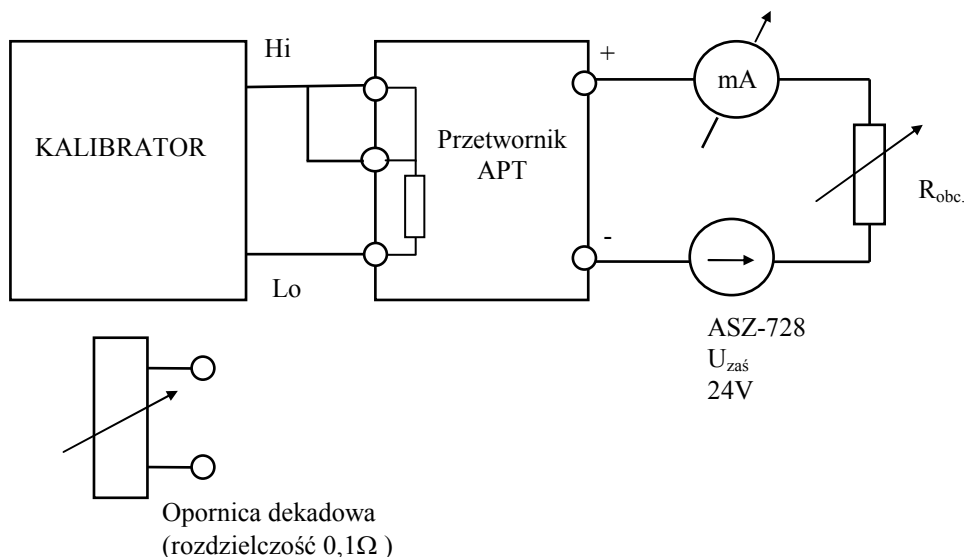
Zdjąć charakterystykę: $I_{wy} = f(\text{temperatury})$.

Zmianie sygnału wejściowego w zakresie 0 do 800 [°C] odpowiada zmiana rezystancji termorezystora Pt100 od 100 do 375,51 Ω

4.1.2. Badanie przetwornika dwuprzewodowego APT-728-P1701-00 0.....300 °C Pt100/1.385

Układ pomiarowy przetworników dwuprzewodowych pokazuje rys.2.21. Do zadawania sygnałów wejściowych wykorzystuje się kalibrator SP21 lub opornicę dekadową. Do symulowania zmian rezystancji obciążenia używa się opornicy dekadowej. Przetwornik zasilany jest z zasilacza ASZ-728-1-00.

- a) Zapoznać się z instrukcją fabryczną przetwornika. Połączyć układ zgodnie z rys.2.21.



Rys.2.21. Układ pomiarowy przetwornika dwuprzewodowego.

b) Zdjąć charakterystykę $I_{wy} = f(\text{temperatury})$

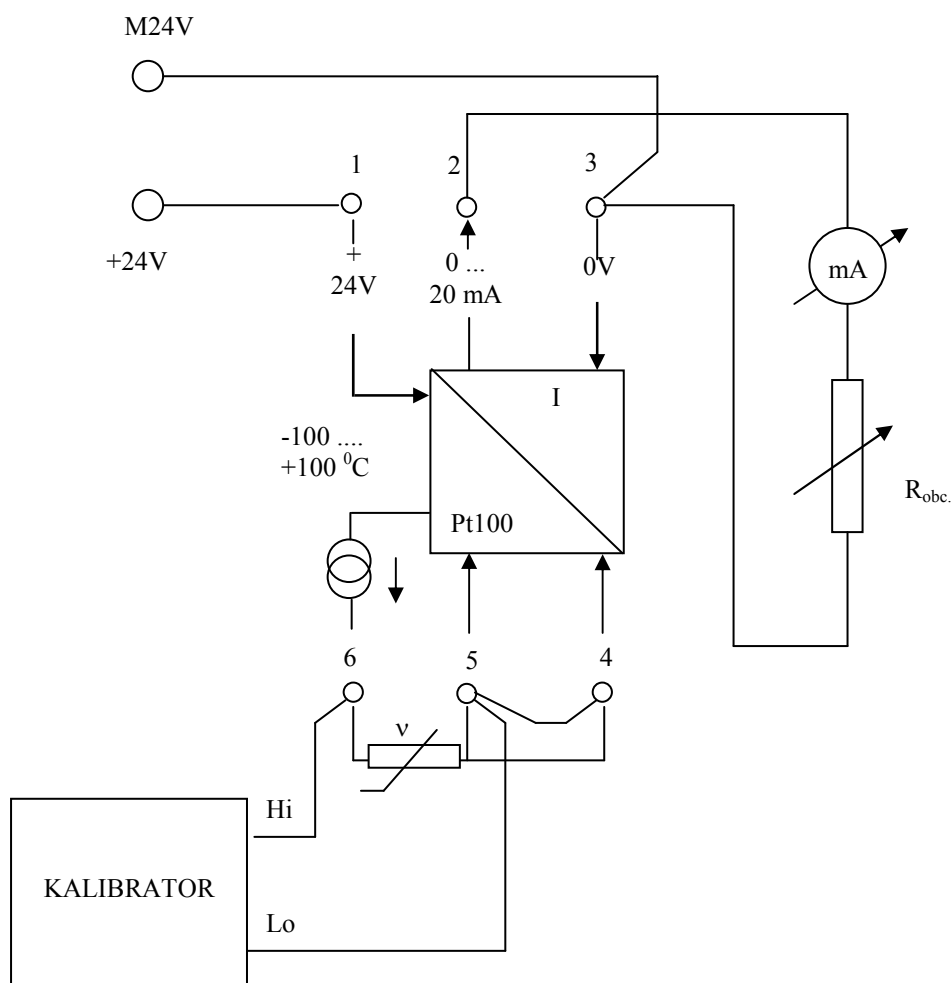
c) Zdjąć charakterystykę $I_{wy} = f(R_{obc.})$ dla małego, średniego i dużego prądu wyjściowego.

- Zbadać zachowanie się wyjścia przetwornika w przypadku zwarcia lub rozwarcia obwodu wejściowego.
- Porównać otrzymane wyniki z normą dotyczącą charakterystyk oporników termometrycznych Pt100 (PN-83- M-53852).
- Ocenić poprawność wskazań wskaźnika temperatury w przetworniku.

4.1.3. Badanie przetwornika dwuprzewodowego ABA-6PT330

Układ pomiarowy przetwornika pokazuje rys.2.22. Do zadawania sygnałów wejściowych wykorzystuje się kalibrator SP21 lub opornicę dekadową. Do symulowania zmian rezystancji obciążenia używa się opornicy dekadowej. Przetwornik zasilany jest napięciem 24V prądu stałego.

a) Zapoznać się z instrukcją fabryczną przetwornika. Połączyć układ zgodnie z rys.2.22.



Rys.2.22. Układ połączeń przetwornika ABA-6PT33

b) Zdjąć charakterystykę $I_{wy} = f(\text{temperatury})$

c) Zdjąć charakterystykę $I_{wy} = f(R_{obc.})$ dla małego, średniego i dużego prądu wyjściowego.

- Zbadać zachowanie się wyjścia przetwornika w przypadku zwarcia lub rozwarcia obwodu wejściowego.

- Porównać otrzymane wyniki z normą dotyczącą charakterystyk oporników termometrycznych Pt100 (PN-83- M-53852).

4.2. Badanie ultradźwiękowego przetwornika poziomu FMU 860.

Należy zapoznać się z funkcjami przycisków umieszczonych na płycie czołowej przetwornika. Korzystając z tablicy 2.1. (str. 23) odczytać niektóre parametry.

4.2.1. Pomiar poziomu cieczy.

Zmierzyć taśmą poziom napełnienia wody w zbiorniku. Uruchomić miernik i sprawdzić poprawność wskazań. W przypadku różnic wprowadzić odpowiednią korektę mierząc parametry zbiornika typu „pusty”, „pełny”. Uruchomić program obsługi kolumny z wodą (Sterownik GE-FANUC i program Intouch). Wypuszczając wodę ze zbiornika i napełniając go wodą zdjąć charakterystykę :

$$I_{wy} = F(h_1, h_2, h_3)$$

gdzie: h_1 - poziom wody mierzony przymiarem metrowym,

h_2 - poziom wody wskazywany na wyświetlaczu przetwornika,

h_3 - poziom wody wskazywany na obrazie miernika widocznym na ekranie monitora (program wizualizacyjny Intouch)

4.2.2. Zmierzyć objętość cieczy zawartej w zbiorniku.

4.2.3. Ustawić parametry przekaźnika 1 i sprawdzić przy pomocy opróżniania i napełniania zbiornika pracę przekaźnika.

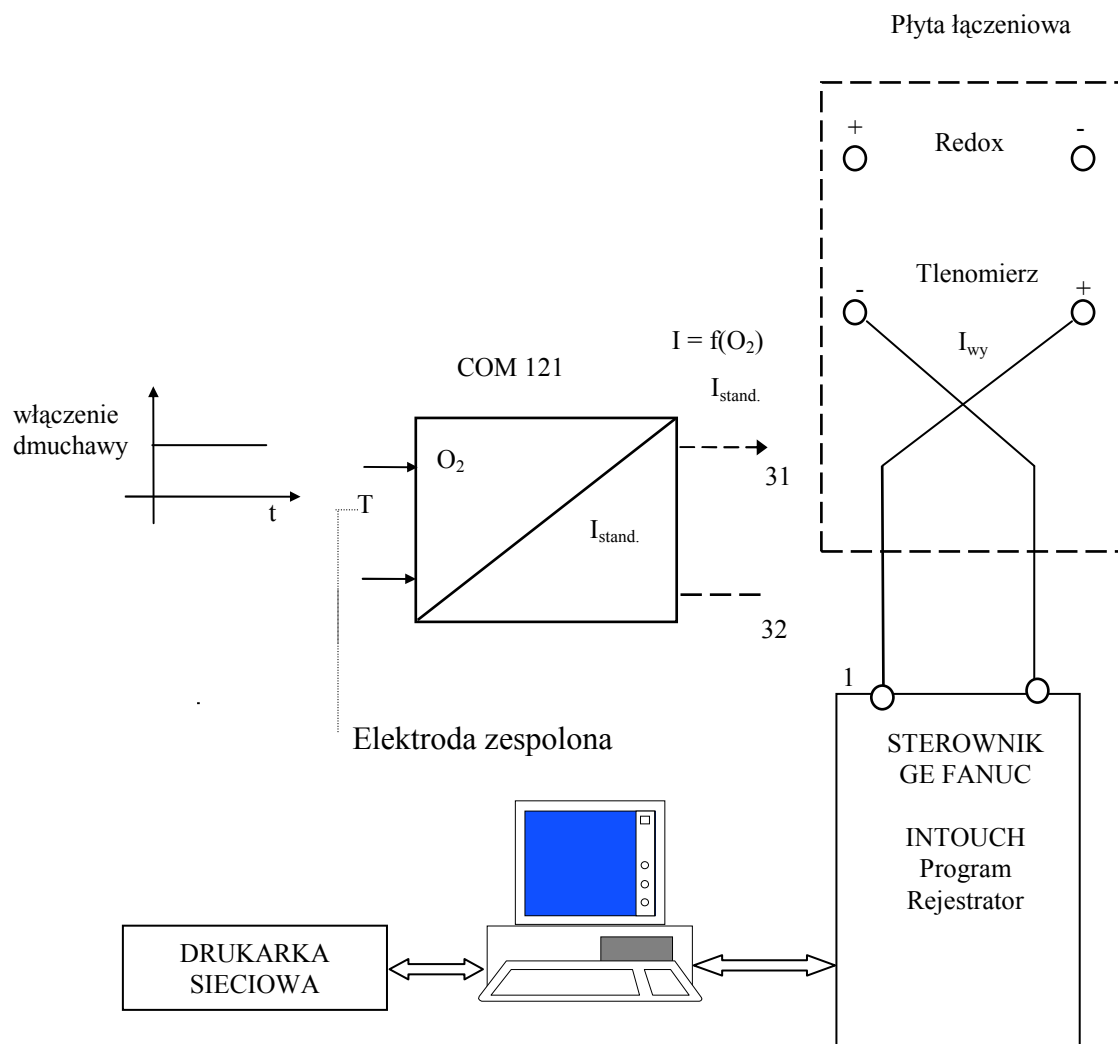
4.2.4. Zasymulować działanie przetwornika w układzie dwustawnej regulacji poziomu cieczy. Sprawdzić działanie przekaźników przy opróżnianiu i napełnianiu zbiornika.

4.2.5. Sprawdzić funkcję zabezpieczenia tablicy.

4.3. Badanie przetwornika zawartości tlenu w wodzie.

4.3.1. Zmierzyć zawartość tlenu w badanym obiekcie . Pomiaru dokonać przy pomocy przetworników Di - Box i LIQUISYS-O . Zwrócić uwagę na obecność pęcherzyków powietrza w pobliżu głowicy pomiarowej.

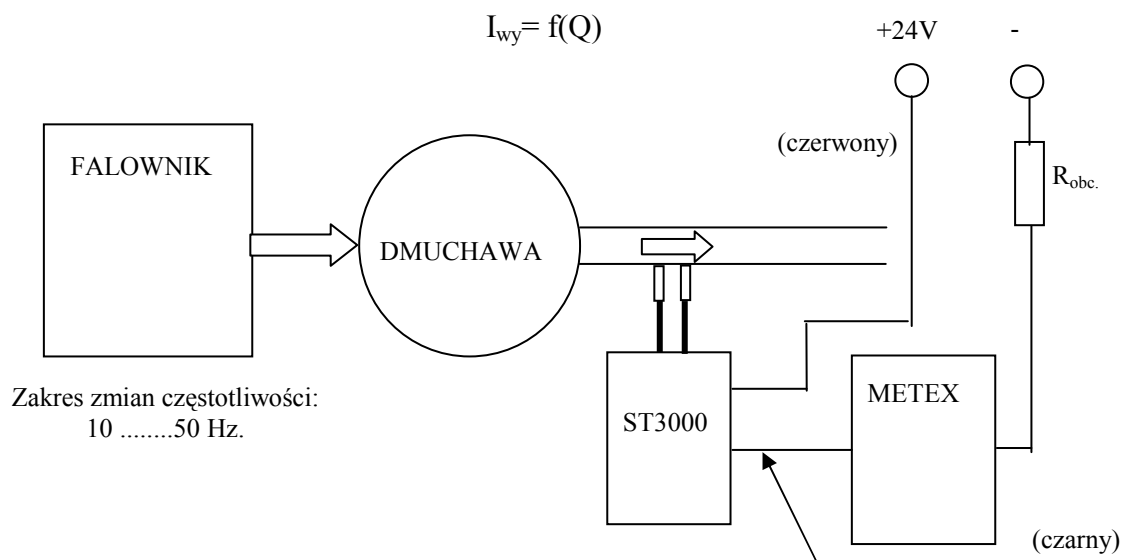
4.3.2. Zwiększyć zawartość tlenu w badanym roztworze poprzez uruchomienie dmuchawy. Określić dynamikę tego wzrostu. Zarejestrować wzrost zawartości tlenu w funkcji czasu włączenia dmuchawy.



Rys.2.23. Pomiar dynamiki procesu natleniania.

4.4. Sprawdzenie działania przetwornika przepływu ST 3000 i czujnika typu Annubara. (Honeywell)

Połączyć układ pomiarowy zgodnie z rys.2.24. Zdjąć charakterystykę prądu wyjściowego w funkcji przepływu powietrza.



Rys.2.24. Układ do badania przetwornika ST3000.

5. Dodatki.

1. Instrukcja obsługi kalibratora SP21.
2. Karta katalogowa przetwornika PPS-01.
3. Układy pomiarowe termorezystorów.
4. Układy pomiarowe termoelementów..
5. Charakterystyki termometryczne termoelementów.
6. Charakterystyki rezystorów termometrycznych.
7. Charakterystyka termorezystora Pt100.
8. Przewody kompensacyjne.
9. Stałe czasowe czujników temperatury

6. Wykaz aparatury i urządzeń

1. Przetwornik PPS-01.
2. Przetwornik APT-728
3. Przetwornik ABA-6PT330
4. Przetwornik FMU 860.
5. Przetwornik O_2/I_{stand} firmy Di-Box.
6. Przetwornik O_2/I_{stand} LIQUISYS-O
7. Przetwornik MYCOM-P (Redox).
8. Przetwornik ST 3000.
9. Kalibrator SP21.
10. Opornica dekadowa 0 - 1000 Ω z ziarnem 0,1 Ω .

11. Opornica dekadowa 0 - 10000Ω.
12. Zasilacz ASZ-728-1-00.
13. Sterownik GE Fanuc 90-30
14. Komputer.
15. Drukarka sieciowa.
16. Miernik Metex.

7. Pytania i zadania kontrolne.

1. Wymienić typowe sygnały standardowe stosowane w układach automatyki.
2. W jakim celu informacja o reakcji przetwornika na zwarcie lub rozwarciu wejścia jest przydatna w projektowaniu układu automatyki.
3. Na czym polega separacja galwaniczna obwodu wyjściowego przetwornika od jego obwodu wejściowego ?
4. Na czym polega linearyzacja charakterystyki statycznej czujnika realizowana w przetworniku pomiarowym? Dlaczego się ją stosuje ?
5. Co oznaczają nazwy : Pt100, Ni100, termoelement typu J,K ?
6. Podać dopuszczalne rezystancje obciążenia przetwornika dla różnych sygnałów standardowych. Od czego ona zależy ?
7. Co to znaczy „ transmisja według protokołu Harta ” ?
8. Na jakiej zasadzie odbywa się pomiar zawartości tlenu w roztworze.
9. Dlaczego zawartość tlenu w wodzie jest ważnym parametrem w ochronie środowiska ?
10. Do czego służy pomiar potencjału redoks ?
11. Jaka jest żywotność elektrod do pomiarów parametrów chemicznych ?
12. W jaki sposób można zmierzyć przepływ powietrza przy pomocy Annubary ?.

*Opracowanie: mgr inż. Jan Klimesz
15.11.2003r.*