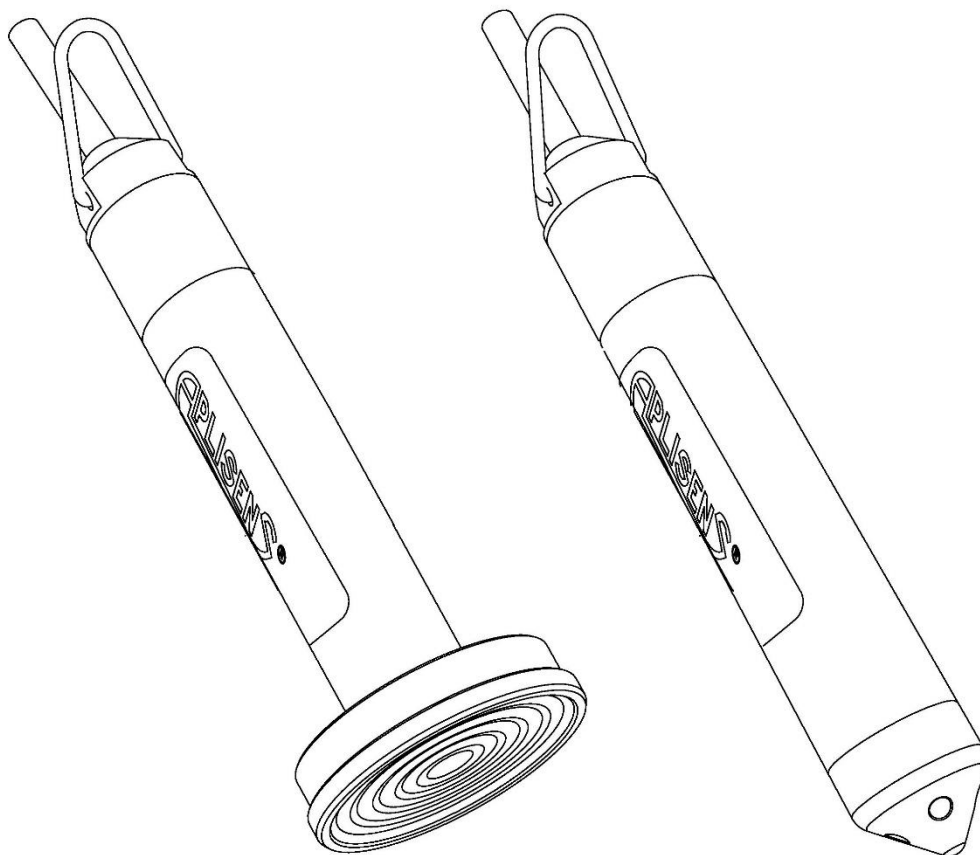


APLISENS[®]

APLISENS S.A. – Produkcja Przemysłowej
Aparatury Pomiarowej i Elementów Automatyki

INSTRUKCJA OBSŁUGI

INTELIĞENTNE SONDY GŁĘBOKOŚCI **SG-25.Modbus i SG-25S.Modbus**



KOD WYROBU – patrz: → [Oznaczenie identyfikacyjne](#).

Kod QR lub numer ID umożliwia identyfikację sondy oraz szybki dostęp do dokumentacji znajdującej się na stronie producenta: Instrukcji Obsługi, deklaracji zgodności oraz kopii certyfikatów.

SG-25.Modbus

ID: 0044 0001 0002 0000 0000 0000 0001 52

<https://www.aplisens.pl/ID/00440001000200000000000000000152>



SG-25.Modbus (Exi)

ID: 0044 0002 0002 0000 0000 0000 0001 69

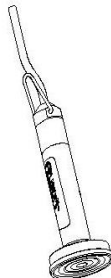
<https://www.aplisens.pl/ID/0044000200020000000000000001000169>



SG-25S.Modbus

ID: 0045 0001 0002 0000 0000 0000 0001 49

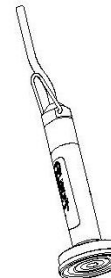
<https://www.aplisens.pl/ID/0045000100020000000000000000000149>







SG-25S.Modbus (Exi)

ID: 0045 0002 0002 0000 0000 0000 0001 66

<https://www.aplisens.pl/ID/00450002000200000000000000000001000166>



Stosowane oznaczenia

Symbol	Opis
	Ostrzeżenie o konieczności ścisłego stosowania informacji zawartych w dokumentacji dla zapewnienia bezpieczeństwa i pełnej funkcjonalności urządzenia.
	Informacje szczególnie przydatne przy instalacji i eksploatacji urządzenia.
	Informacje szczególnie przydatne przy instalacji i eksploatacji urządzenia w wykonaniu Ex.
	Informacje o postępowaniu ze zużytym sprzętem.

PODSTAWOWE WYMAGANIA I BEZPIECZEŃSTWO UŻYTKOWANIA



Producent nie ponosi odpowiedzialności za szkody wynikające z niewłaściwego zainstalowania urządzenia, nieutrzymania go we właściwym stanie technicznym oraz użytkowania niezgodnego z jego przeznaczeniem.

Instalacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel posiadający uprawnienia do instalowania urządzeń elektrycznych oraz aparatury kontrolno-pomiarowej. Na instalatorze spoczywa obowiązek wykonania instalacji zgodnie z instrukcją oraz przepisami i normami dotyczącymi bezpieczeństwa i kompatybilności elektromagnetycznej, właściwymi dla rodzaju wykonywanej instalacji.

W trakcie instalowania, użytkowania i przeglądów urządzenia należy uwzględnić wszystkie wymagania bezpieczeństwa i ochrony.

W przypadku niesprawności urządzenie należy odłączyć i oddać do naprawy producentowi.



W celu zminimalizowania możliwości wystąpienia awarii i związanych z tym zagrożeń dla personelu, unikać instalowania urządzenia w szczególnie niekorzystnych warunkach, gdzie występują następujące zagrożenia:

- możliwość uderzeń mechanicznych, nadmiernych wstrząsów i wibracji;
- nadmierne wahania temperatury;
- zamarznięcie medium.



Instalacje dla wykonania iskrobezpiecznych należy wykonać szczególnie starannie z zachowaniem norm i przepisów właściwych dla tego rodzaju instalacji.

Zmiany wprowadzane w produkcji wyrobów mogą wyprzedzać aktualizację dokumentacji papierowej użytkownika. Aktualne instrukcje znajdują się na stronie internetowej producenta pod adresem www.aplisens.pl.

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP	7
1.1. Przeznaczenie dokumentu	7
2. BEZPIECZEŃSTWO	7
3. TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE	8
3.1. Kontrola dostawy.....	8
3.2. Transport.....	8
3.3. Przechowywanie i użytkowanie	8
4. GWARANCJA	8
5. IDENTYFIKACJA	9
5.1. Adres producenta	9
5.2. Oznaczenie identyfikacyjne	9
5.3. Znak CE, deklaracja zgodności	9
6. MONTAŻ	10
6.1. Zalecenia ogólne	10
7. PODŁĄCZENIE ELEKTRYCZNE	11
7.1. Podłączenie, wyprowadzenie sygnałów.....	11
7.2. Zasilanie.....	12
7.2.1. Napięcie zasilania	12
7.2.2. Obciążenie rezystancyjne linii zasilania	12
7.3. Wyrównanie potencjałów	12
7.4. Zabezpieczenie przepięciowe	12
7.5. Kontrola końcowa okablowania	12
8. EKSPLOATACJA	13
8.1. Warstwa fizyczna transferu danych RS485	13
8.1.1. Wprowadzenie.....	13
8.1.2. Charakterystyka	13
8.1.3. Szczegóły dotyczące RS485 „half duplex”	13
8.1.3.1. Ograniczona szybkość narastania sygnałów cyfrowych.....	13
8.1.3.2. Tryb „fail safe”.....	13
8.1.3.3. 1/16 obciążenia magistrali	14
8.1.3.4. Terminowanie linii transmisyjnej	14
8.1.3.5. Rezystory polaryzujące.....	14
8.1.3.6. Napięcie wspólne na magistrali RS485.....	14
8.2. Warstwa łącza danych	14
8.2.1. Formaty transmisji szeregowej Modbus RTU.....	15
8.2.2. Format telegramu Modbus RTU	15
8.2.3. Zasady wymiany telegramów magistrali Modbus RTU.....	16
8.2.3.1. Główne zasady	16
8.2.3.2. Obsługa błędów	17
8.3. Warstwa aplikacji, opis zaimplementowanych funkcji	18
8.3.1. Funkcje systemowe	18
8.3.1.1. 0x03 (3) „Read Holding Register”	18
8.3.1.2. 0x2B (43) „Read Device Identification”.....	18
8.3.2. Funkcje producenta/użytkownika:.....	18
8.3.2.1. 0x64 (100) „Read coefficients”	18
8.3.2.2. 0x65 (101) „Write coefficients”	20
8.3.2.3. 0x66 (102) „Set Modbus Device Address (FLASH)”	20
8.3.2.4. 0x67 (103) „Set Speed, Parity, Stop”	21
8.3.2.5. 0x68 (104) „Perform Action”.....	21
8.3.2.6. 0x69 (105) „Set Modbus Device Address (RAM)”	21
8.3.3. Układ rejestrów Modbus w przestrzeni adresowej, rejestry od adresu 0x0000 lub 0x0100 lub 0x9C41 (40001 dec)	22
8.3.3.1. Przykład pierwszego telegramu zapytania funkcją 0x03 dla 3 różnych obszarów adresowych, odczyt zmiennej procesowej IEEE754 zapisanej w 2 rejestrach.....	23

8.3.3.2.	Przykład drugiego telegramu zapytania funkcją 0x03 dla 3 różnych obszarów adresowych, odczyt wszystkich rejestrów.....	23
8.3.3.3.	Dane odebrane na podstawie przykładu drugiego, przyporządkowane właściwym rejestrom	24
8.3.4.	Opis danych z rejestrów możliwych do odczytu za pomocą funkcji 03	24
8.3.4.1.	Rejestr 0x0000 lub 0x0100 lub 0x9C41, wartość użytkownika, % wysterowania zakresu nastawionego.....	24
8.3.4.2.	Rejestr 0x0002 lub 0x0104 lub 0x9C43, ciśnienie czujnika 1	25
8.3.4.3.	Rejestr 0x0004 lub 0x0108 lub 0x9C45, ciśnienie czujnika 2	25
8.3.4.4.	Rejestr 0x0006 lub 0x010C lub 0x9C47, temperatura czujnika 1.....	25
8.3.4.5.	Rejestr 0x0008 lub 0x0110 lub 0x9C49, temperatura procesora	25
8.3.4.6.	Rejestr 0x000A lub 0x0114 lub 0x9C4B, temperatura czujnika 2	25
8.3.4.7.	Rejestr 0x000C lub 0x0118 lub 0x9C4D, rezerwa	25
8.3.4.8.	Rejestr 0x000E lub 0x011C lub 0x9C4F, rezerwa	25
8.3.4.9.	Rejestr 0x0010 lub 0x0120 lub 0x9C51, wartość użytkownika.....	25
8.3.4.10.	Rejestr 0x0011 lub 0x0122 lub 0x9C52, ciśnienie czujnika 1 – format binarny, liczba całkowita ze znakiem	26
8.3.4.11.	Rejestr 0x0012 lub 0x0124 lub 0x9C53, ciśnienie czujnika 2	26
8.3.4.12.	Rejestr 0x0013 lub 0x0126 lub 0x9C54, temperatura czujnika 1 – format binarny, liczba całkowita ze znakiem	26
8.3.4.13.	Rejestr 0x0014 lub 0x0128 lub 0x9C55, temperatura procesora – format binarny, liczba całkowita ze znakiem	26
8.3.4.14.	Rejestr 0x0015 lub 0x012A lub 0x9C56, temperatura czujnika 2.....	26
8.3.4.15.	Rejestr 0x0016 lub 0x012C lub 0x9C57, jednostka ciśnienia	26
8.3.4.16.	Rejestr 0x0017 lub 0x012E lub 0x9C58, rezerwa	27
8.3.4.17.	Rejestr 0x0018 lub 0x0130 lub 0x9C59, górny zakres czujnika	27
8.3.4.18.	Rejestr 0x001A lub 0x0134 lub 0x9C5B, dolny zakres czujnika.....	27
8.3.4.19.	Rejestr 0x001C lub 0x0138 lub 0x9C5D, stała czasowa tłumienia	27
8.3.4.20.	Rejestr 0x001E lub 0x013C lub 0x9C5F, opóźnienie odpowiedzi	27
8.3.4.21.	Rejestr 0x001F lub 0x013E lub 0x9C60, adres Modbus	27
8.3.4.22.	Rejestr 0x0020 lub 0x0140 lub 0x9C61, rejestr identyfikacyjny	27
8.3.4.23.	Rejestr 0x0023 lub 0x0146 lub 0x9C64, rejestr statusowy	27
8.4.	Tryb konfiguracyjny.....	28
8.4.1.	Konfiguracja portu szeregowego programu „Modbus Configurator”, skanowanie sieci Modbus, wyszukiwanie pojedynczej sondy głębokości.....	28
8.4.2.	Odczyt identyfikacyjny przetwornika.....	31
8.4.3.	Odczyt limitów przetwornika	32
8.4.4.	Odczyt alfanumerycznych danych ewidencyjnych.....	32
8.4.5.	Tłumienie i funkcja transferu	33
8.4.6.	Tryb Modbus.....	33
8.4.7.	Powrót do ustawień fabrycznych.....	33
8.4.8.	Blokada zapisu	34
8.4.9.	Dodatkowe czynności obsługowe	34
8.4.10.	Kalibracje	34
8.4.10.1.	Kalibracja poziomu.....	34
8.4.10.2.	Kalibracja wyjścia analogowego.....	35
8.4.10.3.	Ustawienie trybu stałego prądu w linii.....	35
8.4.10.4.	Wpis konfiguracji.....	35
8.5.	Praca w pętli prądowej 4-20mA	35
8.5.1.	Zakres nastawiony	35
8.5.2.	Poziomy sygnałów alarmowych	36
8.6.	Praca w trybie Modbus	36
9.	KONSERWACJA	37
9.1.	Przeglądy okresowe.....	37
9.1.1.	Przegląd stanu zewnętrznego	37
9.1.2.	Sprawdzenie „zera”	37
9.2.	Przeglądy poza okresowe.....	37

9.3. Czyszczenie/mycie.....	37
9.4. Czyszczenie membrany	37
9.5. Części zamienne	37
9.6. Naprawa.....	37
9.7. Zwroty	37
10. ZŁOMOWANIE, UTYLIZACJA	38
11. REJESTR ZMIAN.....	38
11.1. Wersje elektroniki i oprogramowania układowego	38
12. Załącznik 1. Instrukcja Urządzenia Budowy Przeciwybuchowej	
PL.IX.SG.25.MODBUS.....	40

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Uchwyty do mocowania sond SG-25.Modbus	10
Rysunek 2. Osłona membrany sondy SG-25S.Modbus.....	10
Rysunek 3. Połączenia w sieci Modbus	11
Rysunek 4. Przykłady konfiguracji sieci Modbus	13
Rysunek 5. Zakres nastawiony i limity pomiarów	35

SPIS TABEL

Tabela 1. Symbole występujące na tabliczce znamionowej sondy.....	9
Tabela 2. Podłączenie sondy.....	11
Tabela 3. Dopuszczalne napięcia zasilania sond.....	12
Tabela 4. Zakres nastawiony i limity pomiarów.....	36

1. WSTĘP

1.1. Przeznaczenie dokumentu

Przedmiotem instrukcji są inteligentne sondy głębokości typu: **SG-25.Modbus** i **SG-25S.Modbus** zwane dalej w instrukcji wspólnie sondami. Instrukcja dotyczy wykonań standardowych i iskrobezpiecznych Exi.

Instrukcja zawiera dane, wskazówki oraz zalecenia ogólne dotyczące bezpiecznego instalowania i eksploatacji sond, a także postępowania w przypadku ewentualnej awarii.



Używanie urządzeń w strefach zagrożonych nieposiadających odpowiednich dopuszczeń jest zabronione.



Dane dotyczące sond **SG-25.Modbus** i **SG-25S.Modbus** w wykonaniu iskrobezpiecznym wg ATEX zawarte są w Instrukcji Urządzeń Budowy Przeciwwybuchowej PL.IX.SG.25.MODBUS.

2. BEZPIECZEŃSTWO

- Instalację i uruchomienie sondy oraz wszelkie czynności związane z eksploatacją należy wykonywać po dokładnym zapoznaniu się z treścią instrukcji obsługi oraz instrukcji z nią związanych.
- Instalacja i konserwacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel posiadający uprawnienia do instalowania urządzeń elektrycznych oraz pomiarowych.
- Urządzenie należy używać zgodnie z jego przeznaczeniem z zachowaniem dopuszczalnych parametrów określonych na tabliczce znamionowej ([→ Oznaczenie identyfikacyjne](#)).
- Zastosowane przez producenta zabezpieczenia zapewniające bezpieczeństwo sondy mogą być mniej skuteczne, jeżeli urządzenie eksploatuje się w sposób niezgodny z jego przeznaczeniem.
- Przed montażem bądź demontażem sondy należy bezwzględnie odłączyć ją od źródła zasilania.
- Nie dopuszcza się żadnych napraw ani innych ingerencji w układ elektroniczny urządzenia. Oceny uszkodzenia i ewentualnej naprawy może dokonać jedynie producent lub upoważniony przedstawiciel.
- Nie należy używać przyrządów uszkodzonych. W przypadku niesprawności urządzenia należy wyłączyć je z eksploatacji.



3. TRANSPORT I PRZECHOWYWANIE

3.1. Kontrola dostawy

Po otrzymaniu dostawy należy zapoznać się z ogólnymi warunkami umów dostępnymi na stronie producenta:

https://aplisens.pl/ogolne_warunki_umow.html.

3.2. Transport

Transport sond powinien odbywać się krytymi środkami transportu, w oryginalnych opakowaniach z zabezpieczonymi membranami procesowymi. Opakowania powinny być zabezpieczone przed przesuwaniami i bezpośrednim oddziaływaniem czynników atmosferycznych.

3.3. Przechowywanie i użytkowanie

Sondy powinny być przechowywane w opakowaniu fabrycznym, w pomieszczeniu pozbawionym oparów i substancji agresywnych, zabezpieczone przed uderzeniami mechanicznymi. Kabel powinien być zwinięty w krąg o średnicy $\geq 30\text{cm}$, zwoje kręgu unieruchomione względem siebie i całość unieruchomiona w opakowaniu. Należy unikać załamania kabla w miejscu jego wyjścia z dławnicy.

Dopuszczalny zakres temperatur otoczenia i pracy według karty katalogowej.



Uwaga! Nie wolno dopuścić do zamarznięcia medium w bezpośrednim sąsiedztwie sondy.

4. GWARANCJA

Ogólne warunki gwarancji są dostępne na stronie producenta:

www.aplisens.pl/ogolne_warunki_gwarancji.



Gwarancja zostaje uchylona w przypadku zastosowania sondy niezgodnie z przeznaczeniem, niezastosowania się do instrukcji obsługi lub ingerencji w budowę urządzenia.

5. IDENTYFIKACJA









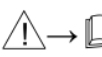
5.1. Adres producenta

APLISENS S.A.
03-192 Warszawa
ul. Morelowa 7
Polska

5.2. Oznaczenie identyfikacyjne

W zależności od wersji wykonania tabliczki mogą się różnić między sobą ilością informacji i parametrów.

Tabela 1. Symbole występujące na tabliczce znamionowej sondy

	Logo i nazwa producenta
	Znak CE
	Znak CE wraz z numerem jednostki notyfikowanej
03-192 WARSZAWA Morelowa 7 Poland tel.: +48 22 814 07 77	Adres producenta
	Kod QR wyrobu
TYPE:	Typ sondy
ID	ID modelu wyrobu
# S/N	Numer fabryczny wyrobu
	Podstawowy zakres pomiarowy
	Wartości napięć zasilania
	Sygnał wyjściowy
	Dopuszczalny zakres temperatur otoczenia
IP	Stopień ochrony IP
Year of production	Rok produkcji
	Przypomnienie o konieczności zapoznania się z instrukcją
//Dolna część tabliczki znamionowej//	Wykonania specjalne

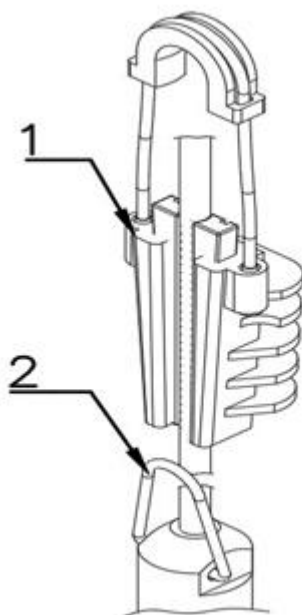
5.3. Znak CE, deklaracja zgodności

Urządzenie zostało zaprojektowane tak, aby spełniało najwyższe wymagania bezpieczeństwa, zostało przetestowane i opuściło fabrykę w stanie, w którym jest bezpieczne w obsłudze. Urządzenie jest zgodne z obowiązującymi normami i przepisami wymienionymi w deklaracji zgodności EU i posiada oznaczenie CE na tabliczce znamionowej.

6. MONTAŻ

6.1. Zalecenia ogólne

Sondę można zawiesić na kablu zasilającym, np. korzystając z uchwytu typu SG będącego w ofercie Aplisens S.A. (poz. 1 na rys. 1). W przypadku częstego wyjmowania sondy lub, gdy w trakcie podciągania istnieje ryzyko zaczepienia o wystające elementy, zaleca się zawieszenie sondy na linie stalowej przy wykorzystaniu ucha nośnego (poz. 2 na rys. 1). Sondy zanurzone są w mierzonym medium. Ponad poziom medium wychodzi specjalny kabel, który może być podłączony bezpośrednio do urządzenia współpracującego z sondą lub do puszkki przyłączeniowej. Jeżeli sonda miałaby znaleźć się w nurcie lub w obszarze turbulencji, należy przewidzieć montaż w rurze osłonowej.



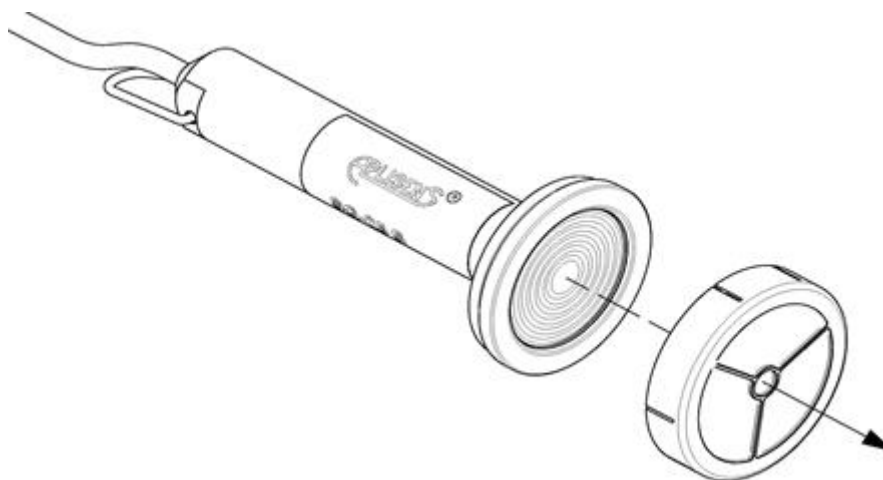
Rysunek 1. Uchwyty do mocowania sond SG-25.Modbus

Nie należy czyścić lub dotykać membran separatorów za pomocą twardych lub ostrych przedmiotów. Sondę z dodatkową powłoką teflonową na kablu zawieszają na linie nośnej lub na kablu wewnętrznym (nie chwytać za teflon).



Bezpośrednio przed umieszczeniem sondy typu SG-25S.Modbus w mierzonym medium należy zdjąć z separatora sondy osłonę zabezpieczającą.

W czasie instalacji chronić sondę przed udarami mechanicznymi.



Rysunek 2. Osłona membrany sondy SG-25S.Modbus

7. PODŁĄCZENIE ELEKTRYCZNE

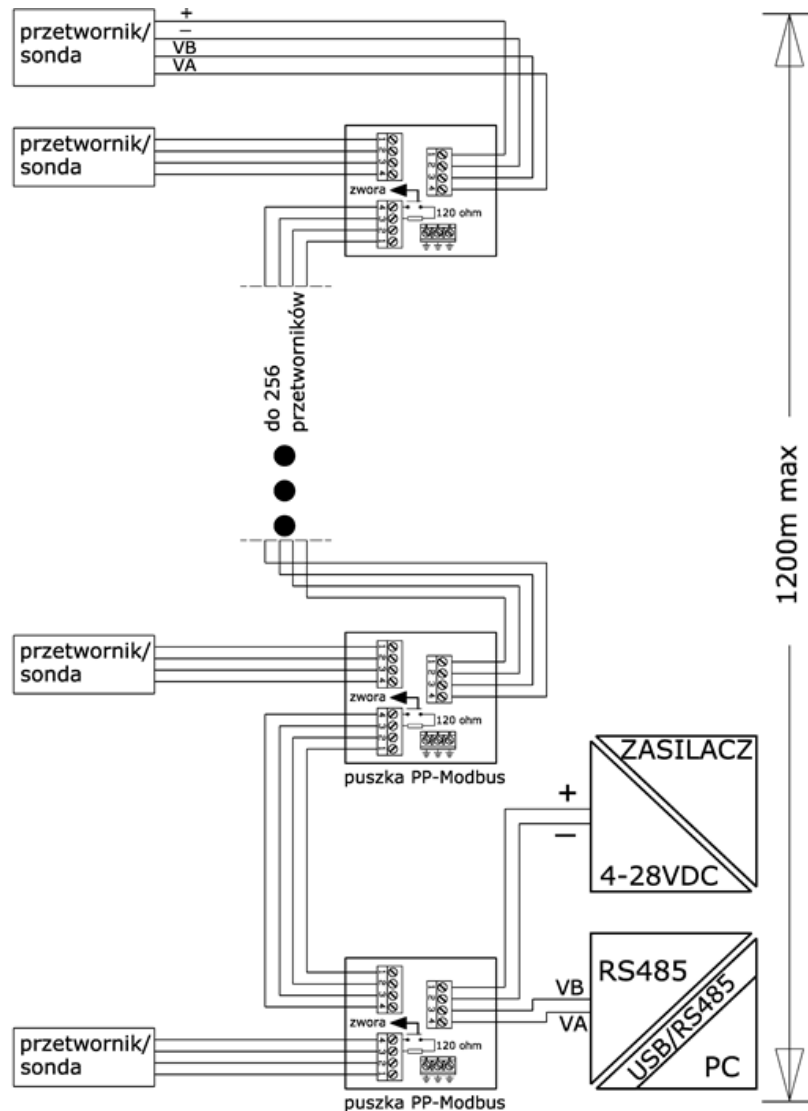
7.1. Podłączenie, wyprowadzenie sygnałów



Wszystkie czynności podłączeniowe i montażowe należy wykonywać przy odłączonym napięciu zasilającym i innych napięciach zewnętrznych, jeżeli są wykorzystywane.



Nieprawidłowe podłączenie sondy może zagrażać bezpieczeństwu. Ryzyko porażenia prądem i/lub zapłonu w strefach zagrożonych wybuchem.



Rysunek 3. Połączenia w sieci Modbus

Podłączenie elektryczne wykonać zgodnie z tabelą nr 2. Zaleca się montaż puszek przyłączeniowej typu **PP-Modbus** produkcji Aplisens S.A., celem połączenia kabla sondy z dalszą częścią linii przesyłowej. Puszka PP-Modbus dzięki zastosowaniu filtra powietrznego jest niehermetyczna (ciśnienie wewnątrz jest równe ciśnieniu atmosferycznemu), jest to wymagane dla poprawnego działania sondy. Nie należy dopuścić do zanieczyszczenia wylotu kapilary lub dostania się żadnej cieczy do jej wnętrza.

Tabela 2. Podłączenie sondy

Wyprowadzenie sygnałów	
Funkcja	Przyłącze kablowe
EKRAN	Zielony
+	Czerwony
- (GND)	Czarny
RS-485 A +	Niebieski
RS-485 B -	Żółty

7.2. Zasilanie

7.2.1. Napięcie zasilania



Przewody zasilające mogą być pod napięciem. Istnieje ryzyko porażenia elektrycznego i/lub eksplozji.



Instalacja w strefach zagrożonych wybuchem musi być zgodna z lokalnymi normami i przepisami.

Tabela 3. Dopuszczalne napięcia zasilania sond

Tryb	Sygnał wyjściowy	Minimalne napięcie zasilania	Maksymalne napięcie zasilania
Tryb Modbus wykonanie standardowe*	Modbus RTU	4 V DC	28 V DC
Tryb Modbus wykonanie Exi	Modbus RTU	4 V DC	10 V DC
Tryb analogowy wykonanie standardowe	4...20 mA	5 V DC	28 V DC

*pobór prądu w trybie Modbus <3,6 mA.

7.2.2. Obciążenie rezystancyjne linii zasilania

Rezystancja linii zasilającej, rezystancja źródła zasilania oraz dodatkowe rezystancje szeregowo zwiększają spadki napięcia pomiędzy źródłem zasilania a sondą. Maksymalny prąd wynosi 0,022 A. Maksymalną wartość rezystancji w obwodzie zasilającym (wraz z rezystancjami przewodów zasilających) określa wzór:

$$R_{Lmax} \frac{(U_{zas} - U_{min})}{0,022 A}$$

gdzie:

U_{zas} - napięcie na zaciskach zasilacza pętli prądowej 4...20 mA w [V].

U_{min} - minimalne napięcie zasilania sondy → [Tabela 3. Dopuszczalne napięcia zasilania sond](#)

R_{Lmax} - maksymalna rezystancja linii zasilającej w [Ω].

7.3. Wyrównanie potencjałów

Z kabla zasilająco-pomiarowego sondy wyprowadzony jest ekran kabla (przewód zielony).

Należy podłączyć ekran z jednej strony w miejscu zasilania sondy.

7.4. Zabezpieczenie przepięciowe

Sondy mogą być narażone na oddziaływanie przepięć łączeniowych lub innych, będących na przykład wynikiem wyładowań atmosferycznych. Zabezpieczeniem od przepięć pomiędzy przewodami linii przesyłowej są diody przeciwprzepięciowe.

Celem zabezpieczenia od przepięć pomiędzy linią przesyłową a ziemią lub obudową (przed którymi nie chronią diody podłączane pomiędzy przewodami linii), sondy w wykonaniach standardowych oraz Exi w wykonaniu SA wyposażone są w dodatkową ochronę w postaci ograniczników przepięć. Dodatkowo można zastosować urządzenie ochronne zewnętrzne, np. układ UZ-2 produkcji APLISENS S.A.

7.5. Kontrola końcowa okablowania

Po zakończeniu instalacji elektrycznej sondy należy sprawdzić:

- czy napięcie zasilania mierzone na zaciskach zasilania przyłącza kabla przy maksymalnym prądzieysterowania jest zgodne z zakresem napięć zasilania podanym na tabliczce znamionowej;
- czy sonda jest podłączona zgodnie z informacją podaną w punkcie → [7.1.Podłączenie, wyprowadzenie sygnałów](#);
- w przypadku zastosowania puszkiz przyłączeniowej, czy dławnicze są dokręcone.

8. EKSPLOATACJA

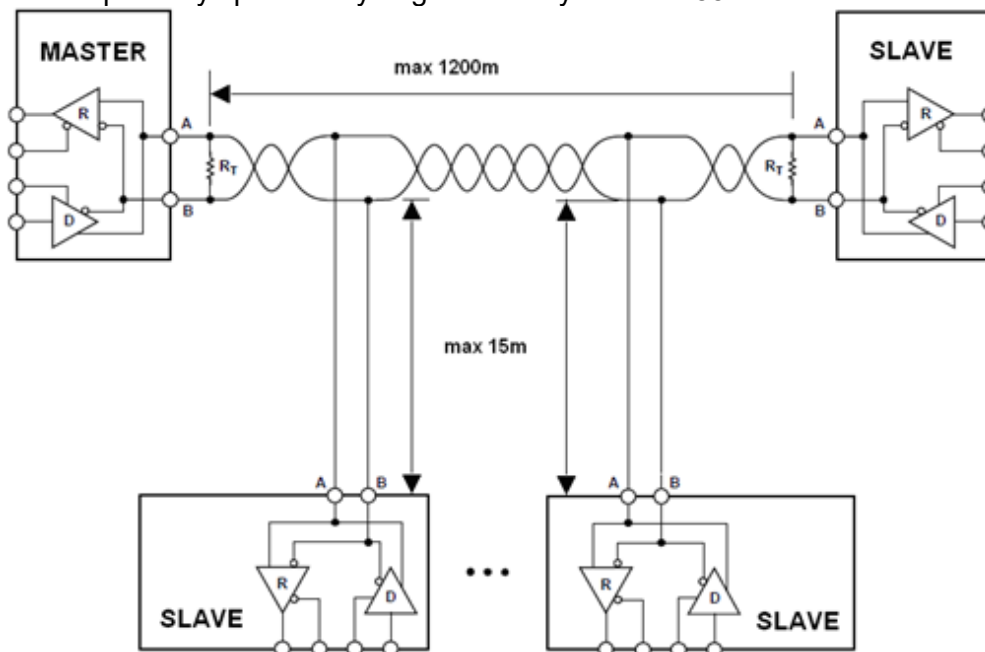
8.1. Warstwa fizyczna transferu danych RS485

8.1.1. Wprowadzenie

Sondę podłącza się do systemu za pomocą interfejsu szeregowego RS485. Gwarantuje on dużą odporność na zakłócenia oraz udostępnia elastyczność struktury magistrali, np. szereg urządzeń typu „Slave” może być zarządzany poprzez pojedynczy „Master”. W celu zmniejszenia liczby przewodów użytych do komunikacji zastosowany został tryb RS485 „half-duplex”. Oznacza to, że do komunikacji wymagane są dwa przewody.

8.1.2. Charakterystyka

W celu zapewnienia poprawnej pracy wielu urządzeń na jednej szeregowej magistrali komunikacyjnej należy połączyć do niej równolegle odpowiednie wyprowadzenia urządzeń - (RS485A, RS485B, GND i +Vcc). Przed dołączeniem do magistrali każde z urządzeń musi być zaprogramowane unikalnym adresem. Możliwe jest skonfigurowanie sieci o długości do 1200 metrów z maksymalnie 247 urządzeniami Modbus. Każde odgałęzienie przewodu od magistrali może mieć maksymalnie do 15 metrów długości. Zastosowane kable powinny spełniać wymagania normy EIA RS485.



Rysunek 4. Przykłady konfiguracji sieci Modbus

8.1.3. Szczegóły dotyczące RS485 „half duplex”

W celu zapewnienia najlepszej możliwej pracy w środowisku przemysłowym Aplisens S.A. stosuje w sondach transceiver RS485 o odpowiednio dostosowanych parametrach pracy. Aby zapewnić kompatybilność oraz najlepsze warunki współpracy, transceiver Mastera powinien spełniać poniższą specyfikację.

8.1.3.1. Ograniczona szybkość narastania sygnałów cyfrowych

W celu uniknięcia oscylacji i interferencji szybkość narastania napięcia wyjściowego sygnału z sond jest ograniczona poprzez zastosowanie odpowiednich transceiver-ów RS485. Pozwala to na stosowanie standardowych kabli połączeniowych i/lub niestandardowych topologii (np. odgałęzienia o długościach do 15 m).

8.1.3.2. Tryb „fail safe”

Tryb bezpiecznej pracy w czasie błędu „fail safe” oznacza ściśle zdefiniowany poziom odbieranego sygnału – zarówno w przypadku stanu rozwarcia, jak i zwarcia magistrali. Jest to bardzo ważne w trybie pracy „half-duplex” w chwili, gdy wszystkie urządzenia na magistrali znajdują się w trybie odbioru. Właściwość ta eliminuje także potrzebę stosowania zewnętrznych rezystorów polaryzujących. Straty mocy w transceiver RS485 spowodowane np. zwarciami magistrali są ograniczone poprzez zabezpieczenie termiczne układów nadawczo – odbiorczych.

8.1.3.3. 1/16 obciążenia magistrali

Impedancja wejściowa zastosowanych w sondach Aplisens S.A. transceiver-ów RS485 w trybie odbioru jest wyższa niż zdefiniowana w standardzie, umożliwia to podłączenie do 256 urządzeń w magistrali.

8.1.3.4. Terminowanie linii transmisyjnej

Rezystory terminujące na magistrali RS485 należy zakładać pomiędzy punkty A i B na początku oraz na końcu magistrali komunikacyjnej. W sytuacji pracy z długimi odcinkami linii transmisyjnej przy najwyższych prędkościach transmisji wartość rezystorów powinna być zgodna z impedancją kabla, zazwyczaj jest to wartość 120 Ω. Przy krótszych odcinkach magistrali i niższych prędkościach transmisji w celu zredukowania skoków prądu w linii transmisyjnej (przy zastosowaniu 2 rezystorów 120 Ω amplituda może wynieść około 50 mA) można zastosować rezystor o większej wartości, np. 1 kΩ. W celu zapewnienia stabilnej komunikacji powinien być zastosowany co najmniej jeden rezystor. W przypadku gdy dołączony do magistrali „Master” jest typu „fail safe”, środowisko elektromagnetyczne, w którym znajduje się magistrala komunikacyjna, jest wolne od zakłóceń i linia transmisyjna jest stosunkowo krótka (kilkanaście metrów), rezystory terminujące nie są konieczne.

Żadna z sond APLISENS S.A., których dotyczy niniejszy opis, nie posiada wbudowanego rezystora terminującego.

8.1.3.5. Rezystory polaryzujące

Rezystory polaryzujące mogą być stosowane w celu posiadania zawsze zdefiniowanej wartości napięć w stosunku do zasilania na magistrali komunikacyjnej. Rezystory te są włączane odpowiednio:

- pomiędzy punkt A magistrali a +Vcc zasilania;
- pomiędzy punkt B magistrali a GND zasilania.

Są one niezbędne, jeżeli jakkolwiek z transceiver-ów urządzeń w magistrali nie jest typu „fail safe”. Wartość rezystancji takich rezystorów zależy od napięcia zasilania magistrali, prądów wejściowych dołączonych urządzeń pracujących w trybie odbioru i powinna być wyliczona lub dobrana doświadczalnie. Zazwyczaj zawiera się ona pomiędzy 450 a 650 Ω. Jeżeli „Master” jest typu „fail safe” i współpracuje jedynie z przetwornikami Modbus firmy Aplisens, rezystory te nie są konieczne.

Żadna z sond APLISENS, których dotyczy niniejszy opis, nie posiada wbudowanych rezystorów polaryzujących.

8.1.3.6. Napięcie wspólne na magistrali RS485

Sondy SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus nie posiadają izolacji galwanicznej, dlatego poziom napięcia wspólnego należy wyrównać do wspólnego potencjału łącząc ze sobą bieguny zasilania sond (np. GND).

Definicja linii transmisyjnych:

Sygnal	Oznaczenie APLISENS S.A. oraz producentów transceiver-ów	Oznaczenie w standardzie EIA
Odwrócony (-)	B	A
Prosty (+)	A	B

8.2. Warstwa łącza danych

Podrozdział ten opisuje sposób, w jaki odbywa się wymiana danych na magistrali. Dane, ich struktury kontrolne i sterujące są pogrupowane i tworzą telegram. Telegramy stanowią najmniejszą jednostkę komunikacyjną i tylko one mogą być wymieniane pomiędzy urządzeniami. Użyty tu tryb „half-duplex” oznacza, że w danym czasie tylko jedno z urządzeń może być w trybie nadawania, pozostałe muszą być w trybie odbioru. „Master” może posiadać formę komputera PC lub sterownika, zaś dołączone urządzenia pomiarowe lub wykonawcze są typu „Slave”.

Każda wymiana telegramów odbywa się pod kontrolą „Mastera”. Każdy telegram zawiera adres „Slave”. Wynikają z tego 2 opcje wymiany danych:

- **Tryb rozgłoszeniowy, tzw. „broadcast”**

Ten tryb komunikacji „Mastera” umożliwia urządzeniom „Slave” jednoczesny odbiór i wykonanie funkcji niezależnie od adresu sieciowego „Slave”. W przypadku sond APLISENS S.A., których dotyczy niniejsza instrukcja, tryb rozgłoszeniowy służy do wykonania wpisów do przetworników za pomocą funkcji 101, 102, 103, 104, 105. W trybie „broadcast” przetworniki nie odsyłają telegramu potwierdzającego przyjęcie telegramu i wykonanie funkcji.

• **Tryb wymiany danych „unicast”**

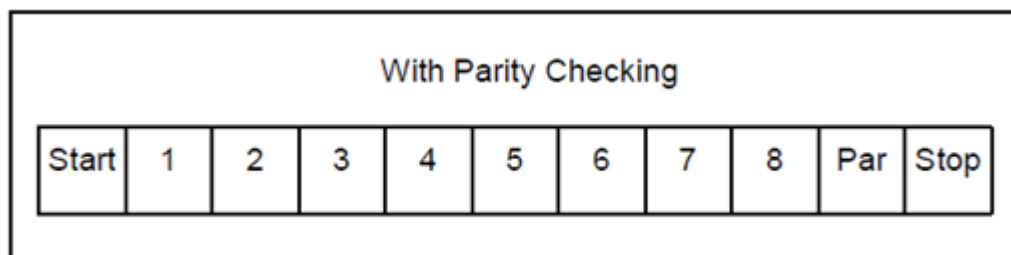
Ten tryb komunikacji umożliwia urządzeniu „Master” komunikację z wybranym urządzeniem „Slave”. Odbywa się to na zasadzie wysłania przez urządzenie „Master” telegramu zapytania, na który adresowane urządzenie „Slave” odpowiada telegramem odpowiedzi. Jedynie urządzenie „Master” jest zdolne do wysłania telegramu zapytania. Zapytanie to jest odbierane przez wszystkie urządzenia „Slave” włączone w magistralę, jednak odpowiada jedynie urządzenie z określonym w telegramie adresem. Urządzenie „Slave” musi odpowiedzieć na poprawnie odebrany telegram zapytania w określonym maksymalnym czasie, w przeciwnym wypadku urządzenie „Master” uzna, że zapytanie nie powiodło się i zgodnie z zaprogramowanym algorytmem ponowi wysłanie telegramu.

8.2.1. Formaty transmisji szeregowej Modbus RTU

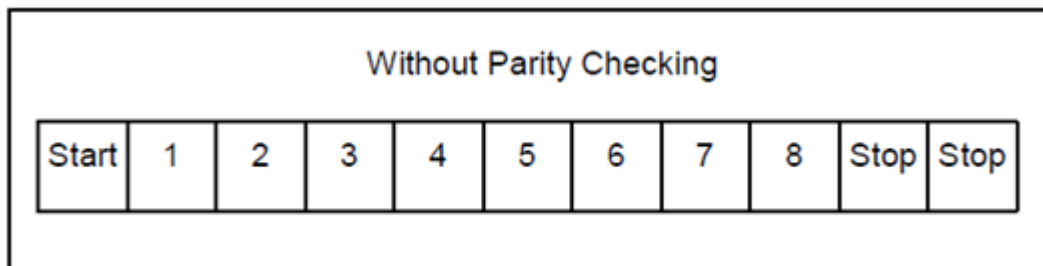
Dane w magistrali RS485 są transmitowane szeregowo. Można stosować następujące formaty zgodne ze standardem Modbus RTU (Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02):

- **1 bit startu;**
- **8 bitów danych** (kodowanie binarne, pierwszy wysłany bit jest najmniej znaczący);
- **Bit kontroli parzystości:**
 - 1 bit **Even** (wartość domyślna) lub
 - 1 bit **Odd** lub
 - 0 bitów **None** (brak bitu parzystości).
- **1 bit stopu** dla parzystości Even lub Odd lub
- **2 bity stopu** dla braku bitu parzystości (None).

Znak jest przesyłany zawsze na 11 bitach. Liczbę bitów stopu (1 lub 2) przetwornik wybiera sam w zależności od tego, czy ustawiono bit parzystości, czy też nie ustawiono tego bitu.



Struktura znaku z kontrolą parzystości.



Struktura znaku bez kontroli parzystości.

8.2.2. Format telegramu Modbus RTU

Każdy telegram Modbus RTU posiada następujący format:

Slave Address	Function Code	Data	CRC
1 byte	1 byte	0 up to 252 byte(s)	2 bytes CRC Low CRC Hi

Opis pól w telegramie:

Slave Address – adres sieciowy urządzenia „Slave”. Adres 0 jest zarezerwowany dla trybu rozgłoszeniowego „broadcast” w trybie zapytania urządzenia „Master”. Urządzenia „Slave” niezależnie od posiadanego adresu sieciowego powinny być zdolne do wykonania funkcji związanej z operacją zapisu, nie odsyłając w tym trybie telegramu odpowiedzi.

Do adresacji urządzeń „Slave” w magistrali mogą być stosowane adresy od 1 do 247. W jednej sieci nie może występować więcej niż jedno urządzenie z adresem z tego zakresu. Adresy w zakresie 248...255 są zarezerwowane dla przyszłych zastosowań.

0	From 1 to 247	From 248 to 255
Broadcast address	Slave individual addresses	Reserved

Function Code – kod funkcji, który wskazuje adresowanemu urządzeniu „Slave”, jakiego typu działanie ma ono podjąć. Kod funkcji jest kodowany za pomocą 7 bitów (0...127). Najstarszy 8 bit jest przy wysyłaniu telegramu przez „Master” zawsze zerem. W telegramie odpowiedzi „Slave” odsyłany jest, w tym polu, ten sam kod funkcji. Jeżeli najstarszy 8 bit jest zerem, oznacza to, że wykonanie funkcji odbyło się poprawnie i dane odsyłane w telegramie są także poprawne. Jeżeli najstarszy 8 bit w odpowiedzi „Slave” jest jedynką, oznacza to, że wystąpił błąd wykonania funkcji lub błąd urządzenia.

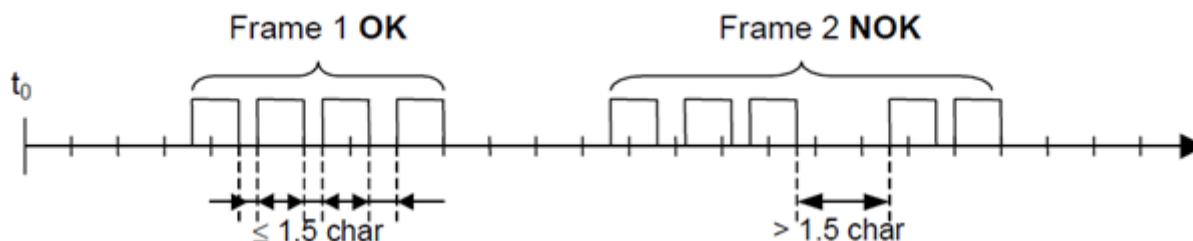
Data – za kodem funkcji „Function Code” może występować pole danych „Data” zawierające zależne od numeru funkcji dane sterujące (zapytanie „Master”) lub dane odczytane (odpowiedź „Slave”). Pole to może zawierać maksymalnie do 252 bajtów danych. W przypadku gdy najstarszy 8 bit kodu funkcji „Function code” w odpowiedzi „Slave” jest jedynką, dane odczytane nie są umieszczane w polu „Data” w telegramie odpowiedzi, lecz na jednym bajcie „Data” przesyłany jest kod błędu.

CRC – na końcu telegramu zawsze występuje pole 2 bajtowej sumy kontrolnej CRC16 przesyłanej w kolejności „CRC Low | CRC High”. Sposób obliczania sumy kontrolnej definiuje dodatek B normy „Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02” dostępnej na stronie <http://www.modbus.org/>.

8.2.3. Zasady wymiany telegramów magistrali Modbus RTU

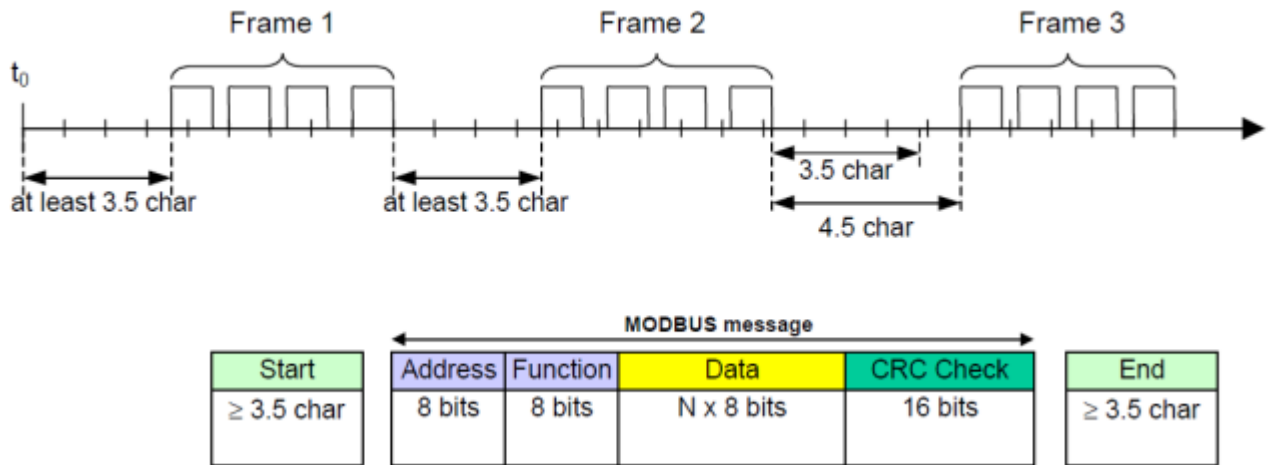
8.2.3.1. Główne zasady

- Adres z zakresu 1...247 może być przydzielony tylko do jednego urządzenia „Slave” dołączonego do magistrali. Jeżeli więcej urządzeń dołączonych do magistrali będzie miało ten sam adres, będą one jednocześnie wysyłały telegram z odpowiedzią powodując konflikt na magistrali.
- Każda wymiana danych za pomocą telegramów jest inicjowana przez „Master”. Oznacza to, że urządzenia „Slave” mogą wysyłać telegramy z danymi jedynie po poprawnym odebraniu adresowanego do nich telegramu zapytania od „Master”.
- Telegram składa się z szeregu bajtów. Bajty te powinny być wysyłane bez jakichkolwiek przerw. Maksymalny dopuszczalny czas pomiędzy dwoma sukcesywnymi znakami telegramu nie może przekroczyć $1.5T$, gdzie T – czas transmisji jednego znaku (11 bitów). Jeżeli czas pomiędzy dwoma sukcesywnymi znakami przekroczy $1.5T$, telegram może zostać uznany przez urządzenie za nieważny i będzie odrzucony.



- Adresowane urządzenie „Slave” musi odpowiedzieć w określonym czasie, w przeciwnym wypadku telegram odpowiedzi zostanie uznany przez „Master” za nieważny i będzie odrzucony.

Czas pomiędzy telegramem zapytania wysłanym przez „Master” a telegramem odpowiedzi wysłanym przez „Slave” nie może być krótszy niż $3,5T$, gdzie T - czas transmisji jednego znaku (11 bitów). Maksymalny czas, po którym urządzenie „Slave” odpowiada na telegram zapytania „Master”, zależy od kodu funkcji zawartej w zapytaniu oraz od ilości danych. Czasy odpowiedzi przetworników APLISENS S.A., których dotyczy dokument, wynoszą około 5 ms z uwzględnieniem najmniej korzystnych warunków (ilość danych, prędkość transmisji).



8.2.3.2. Obsługa błędów

Podczas wymiany telegramów pomiędzy „Master” a „Slave” mogą zaistnieć dwa główne typy błędów: błędy związane z samą transmisją oraz błędy związane z funkcjonowaniem urządzenia „Slave”.

Błędy związane z transmisją, przyczyny:

- Odebrany telegram jest zbyt krótki, spowodowane to może być np. przez zbyt dużą przerwę pomiędzy przesyłanymi w telegramie bajtami.
- Odebrany telegram jest dłuższy niż zezwala na to bufor odbiorczy urządzenia, może to być spowodowane niewłaściwie zaprogramowaną w sterowniku składnią ramki telegramu.
- Występuje przekroczenie dopuszczalnych czasów transmisji znaku wskutek niedopasowania prędkości transmisji.
- Wartość obliczonej na podstawie odebranego telegramu sumy kontrolnej nie zgadza się z wartością przesłaną w telegramie na pozycji CRC.

Urządzenia „Slave” nie odpowiadają na telegram z wykrytym błędem transmisji, urządzenie „Master” w przypadku stwierdzenia odbioru błędnego telegramu może ponowić telegram zapytania. Algorytm postępowania w takim przypadku jest zaprogramowany w urządzeniu „Master”.

- Niedozwolony kod funkcyjny.
- Niedozwolony adres danych.
- Nieprawidłowa ilość danych.

Błędy związane z funkcjonowaniem urządzenia „Slave”, przyczyny:

- Uszkodzenia przetwornika ADC, uszkodzenia czujnika ciśnień.
- Uszkodzenia lokalnego oscylatora mikrokontrolera.
- Uszkodzenia pamięci RAM, FLASH, EEPROM.

Kody błędów są zgodne ze specyfikacją „Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02”.

8.3. Warstwa aplikacji, opis zaimplementowanych funkcji

W sondach głębokości SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus zaimplementowane są następujące funkcje:

8.3.1. Funkcje systemowe

8.3.1.1. 0x03 (3) "Read Holding Register"

Funkcja używana do odczytu ciągłej przestrzeni adresowej bloku danych. Urządzenie „Master” specyfikuje adres startowy rejestru (2 bajty) oraz liczbę 2 bajtowych rejestrów do odczytu

Rejestry z adresacją rejestrową są alokowane od adresu 0x0000 lub od adresu 0x9C41 (40001 dec), np. pierwszy w kolejności rejestr ma adres 0x0000 lub 0x9C41, drugi ma adres 0x0001 lub 0x9C42, trzeci ma adres 0x0002 lub 0x9C43 itd.

Rejestry z adresacją bajtową są alokowane od adresu 0x0100, np. pierwszy w kolejności rejestr ma adres 0x0100, drugi ma adres 0x0102, trzeci ma adres 0x0104 itd.

Wybór metody adresowania zależy od preferencji użytkownika.

Dane odczytane z każdego z rejestrów są przesyłane przez „Slave” jako 2 bajty na każdy rejestr, gdzie pierwszy w kolejności bajt jest bajtem starszym niż bajt następny. W przypadku odczytu danych z więcej niż jednego rejestru, dane ze „Slave” są przesyłane w kolejności numeracji rejestrów.

W rejestrach znajdują się dane związane z pomiarami zmiennej procesowej, temperatur jak i innych nastaw sondy. Listę rejestrów z adresami oraz opisem przedstawia tabela w punkcie → 8.3.3. [Układ rejestrów Modbus w przestrzeni adresowej, rejestry od adresu 0x0000 lub 0x0100 lub 0x9C41 \(40001 dec\)](#).

8.3.1.2. 0x2B (43) "Read Device Identification"

Używana do odczytu w trybie strumieniowym podstawowych danych identyfikacyjnych urządzenia, takich jak nazwa producenta, kod produktu, rewizja oprogramowania.

Read Device Identification | 7 bytes request, 46 bytes response |

Req: [ADD][FC][0x0E][0x01][0x00][CRC_H][CRC_L]

Resp: according to **Modbus Application Protocol Specification V1.1**

8.3.2. Funkcje producenta/użytkownika:

8.3.2.1. 0x64 (100) „Read coefficients”

Funkcja używana do odczytu 4 bajtów współczynników.

Read Coefficients | 5 bytes request, 9 bytes response |

Req: [ADD][FC][COEFF_NUMBER][CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][COEFF_NUMBER][DATA0] [DATA1] [DATA2] [DATA3] [CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NUMBER	NAME	DESCRIPTION OF DATA0 ... DATA3
0x00	Dumping Time "s"	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x01	Upper sensor limit	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x02	Lower sensor limit	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x03	Minimum span	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x04	Upper range value	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x05	Lower range value	float IEE754 referred to PVU - Primary Variable Unit
0x06	Max work temperature	float IEE754 referred to °C
0x07	Min work temperature	float IEE754 referred to °C
0x80	Auxiliary Coefficients_0	[FIR] [ALM] [TRF] [PVU] [FIR] – ADC integration time Filter Register 0x00 18,6 ms 0x01 22,0 ms 0x02 62,0 ms 0x03 102,0 ms 0x04 122,4 ms 0x05 121,7 ms 0x06 152,4 ms 0x07 212,6 ms [ALM] – Alarm Mode (current output) BIT0 0 = no alarm, 1 = alarm on ADC converter failures BIT1 0 = no alarm, 1 = alarm on pressure sensor failures

COEFFICIENT NUMBER	NAME	DESCRIPTION OF DATA0 ... DATA3
		BIT2 0 = no alarm, 1 = alarm on memory failures BIT3 0 = no alarm, 1 = alarm on oscillator failures BIT6 0 = Alarm 22,0 mA, 1=Alarm 3,6 mA BIT7 0 = 3,9 ... 20,5 mA operation 1 = 3,8 ... 20,5 mA operation [TRF] - Transfer Function Code 0x00 Linear (y=x) 0x01 Square root (y=x ^{1/2}) 0x04 Special (piecewise linear) 0x05 Square (y=x ²) [PVU] - Primary Variable Unit 0x01 InH2O inches of water at 68 °F / 20 °C 0x02 InHg inches of mercury at 0 °C 0x03 FtH2O feet of water at 68 °F / 20 °C 0x04 mmH2O millimeters of water at 68 °F / 20 °C 0x05 mmHg millimeters of mercury at 0 °C 0x06 psi pounds per square inch 0x07 bar bars 0x08 mbar millibars 0x09 g/cm ² grams per square centimeter 0x0A kg/cm ² kilograms per square centimeter 0x0B Pa pascals 0x0C kPa kilopascals 0x0D Torr torr 0x0E ATM atmospheres 0xAB mH2O4 °C meters of water at 4 °C 0xED MPa megapascals 0xEE inH2O4 °C inches of water at 4 °C 0xEF mmH2O4 °C millimeters of water at 4 °C
0x81	Auxiliary Coefficients_1	[ADD][RS_mode_1][RS_mode_2][RS_mode_3] [ADD] Modbus Address [RS_mode_1] BIT0 - 9600 bps BIT1 - 19200 bps BIT2 - 28800 bps BIT3 - 38400 bps BIT4 - 57600 bps BIT5 - 115200 bps BIT6 - n.u. BIT7 - n.u. [RS_mode_2] BIT0 - n.u. BIT2,BIT1 - 01 - NONE, 2STOP BIT2,BIT1 - 10 - ODD, 1STOP BIT2,BIT1 - 00 - EVEN, 1STOP BIT3 - n.u. BIT4 - n.u. BIT5 - 1200 bps0 BIT6 - 2400 bps BIT7 - 4800 bps [RS_mode_3] n.u. Remarks: Only one bit from BIT0 to BIT5 in RS_mode_1 and bits from BIT5 to BIT7 in RS_mode_2 can be in "ON" state. [n.u.] Bit not used (can be set as zero – "OFF" state)
0x82	Auxiliary Coefficients_2	[-][-][-][WP] [-][-][-] Not used, data negligible [WP] 0x00 Not write protected 0x01 Write protected
0x83	Auxiliary Coefficients_3	[-][-][-][-] Not used, data negligible

0x88	Auxiliary Coefficients_4	[SLDC_1_H][SLDC_1_L][SLDC2_H][SLDC_2_L] [SLDC_1_H] Most significant byte of Bus Communication Error Counter [SLDC_1_L] Least significant byte of Bus Communication Error Counter [SLDC_2_H] Most significant byte of Slave Exception Error Counter [SLDC_2_L] Least significant byte of Slave Exception Error Counter
0x89	Auxiliary Coefficients_5	[SLDC_3_H][SLDC_3_L][SLDC_4_H][SLDC_4_L] [SLDC_3_H] Most significant byte of Broadcast RX Mode Counter [SLDC_3_L] Least significant byte of Broadcast RX Mode Counter [SLDC_4_H] Most significant byte of CRC RX Error Counter [SLDC_4_L] Least significant byte of CRC RX Error Counter
Legend: FIR Filter Register ALM Alarm Mode Code TRF Transfer Function Code PVU Primary Variable Unit WP Write Protection RS_mode_1 Communication settings 1 RS_mode_2 Communication settings 2 RS_mode_3 Communication settings 3 SLDC_1_H,L Bus Communication Error Counter, a 16-bit binary counter, reset after overflow or POR SLDC_2_H,L Slave Exception Error Counter, a 16-bit binary counter, reset after overflow or POR SLDC_3_H,L Broadcast RX Mode Counter, a 16-bit binary counter, reset after overflow or POR		

8.3.2.2. 0x65 (101) „Write coefficients”

Funkcja używana do zapisu 4 bajtów współczynników.

Write Coefficients | 9 bytes request, 9 bytes response |

Req: [ADD][FC][COEFF_NUMBER][DATA0][DATA1][DATA2][DATA3][CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][COEFF_NUMBER][DATA0][DATA1][DATA2][DATA3][CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NUMBER	NAME	DESCRIPTION OF DATA0 ... DATA3
0x00	Dumping Time "s"	float IEE754
0x80	Auxiliary Coefficients_0	4 bytes [-][-][-][PVU]
Remarks: Unicast / Broadcast mode available, no response with Broadcast Mode.		
Legend: PVU Primary Variable Unit [-] Data in byte negligible, not currently used		

8.3.2.3. 0x66 (102) „Set Modbus Device Address (FLASH)”

Używana do zapisu adresu Modbus w nieulotnej pamięci FLASH.

Uwaga! Użycie trybu Broadcast dla tej funkcji w stosunku do większej od jednego liczby urządzeń połączonych w sieci spowoduje ustawienie ich na ten sam adres i zablokuje możliwość dalszej komunikacji.

Set Modbus Device Address (FLASH) | 5 bytes request, 5 bytes response |

Req: [ADD][FC][new_ADD][CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][old_ADD][CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NAME	DESCRIPTION
new_ADD	New Modbus device address from the range 1...127 to be store in the FLASH memory.
old_ADD	Previous Modbus device address.
Remarks: Unicast / Broadcast mode available, no response with Broadcast Mode. Automatically performs a HOT RESET after execution.	

8.3.2.4. 0x67 (103) „Set Speed, Parity, Stop”

Używana do konfiguracji 3 współczynników określających parametry komunikacji Modbus.

Set Speed, Parity, Stop | 7 bytes request, 7 bytes response |

Req: [ADD][FC][RS_mode_1][RS_mode_2][RS_mode_3][CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][RS_mode_1][RS_mode_2][RS_mode_3][CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NAME	DESCRIPTION OF COEFFICIENTS
RS_mode_1	[RS_mode_1] BIT0 - 9600 bps BIT1 - 19200 bps BIT2 - 28800 bps BIT3 - 38400 bps BIT4 - 57600 bps BIT5 - 115200 bps BIT6 - n.u. BIT7 - n.u.
RS_mode_2	[RS_mode_2] BIT0 - n.u. BIT2,BIT1 - 01 - NONE, 2STOP BIT2,BIT1 - 10 - ODD, 1STOP BIT2,BIT1 - 00 - EVEN, 1STOP BIT3 - n.u. BIT4 - n.u. BIT5 - 1200 bps0 BIT6 - 2400 bps BIT7 - 4800 bps
RS_mode_3	[RS_mode_3] Data in byte negligible, currently not used for configuration
Remarks: Unicast / Broadcast mode available, no response in broadcast mode. Only one bit from BIT0 to BIT5 in RS_mode_1 and bits from BIT5 to BIT7 in RS_mode_2 can be in "ON" state.[n.u.] Bit not used (can be set as zero – "OFF" state)	

8.3.2.5. 0x68 (104) „Perform Action”

Funkcja używana do wykonania określonych działań przetwornika.

Perform Action | 5 bytes request, 5 bytes response |

Req: [ADD][FC][DATA] [CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][DATA] [CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NAME	DESCRIPTION OF ACTION
DATA	[DATA] 0x00 – Zeroing Pressure 0xFD - Set Write Protection 0xFE - Remove Write Protection 0xFF - Hot Reset
Remarks: Unicast / Broadcast mode available, no response in broadcast mode. The reset function 0xFF may take about 2 seconds to complete.	

8.3.2.6. 0x69 (105) „Set Modbus Device Address (RAM)”

Używana do zapisu adresu Modbus w ulotnej pamięci RAM.

0x69 | 105 | Set Modbus Device Address (RAM) | 5 bytes request, 5 bytes response |

Req: [ADD][FC][new_ADD][CRC_H][CRC_L]

Resp: [ADD][FC][old_ADD][CRC_H][CRC_L]

COEFFICIENT NAME	DESCRIPTION
new_ADD	New device address from the range 1...127 to be store in the RAM memory.
old_ADD	Previous device address.
Remarks: Unicast / Broadcast mode available, no response in broadcast mode. The new device address is valid until POWER ON RESET or HOT RESET, after their execution it returns to the address saved in the FLASH memory.	

8.3.3. Układ rejestrów Modbus w przestrzeni adresowej, rejestry od adresu 0x0000 lub 0x0100 lub 0x9C41 (40001 dec)

Adres (hex)	Przeznaczenie	Uwagi	Format	Liczba bajtów (2 bajty na rejestr)
0x0000 0x0100 0x9C41	Wartość użytkownika	% wysterowania zakresu nastawionego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x0002 0x0104 0x9C45	Ciśnienie czujnika 1	Zmienna procesowa ciśnienia lub poziomu	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x0004 0x0108 0x9C45	Ciśnienie czujnika 2	Stała wartość 0 °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x0006 0x010C 0x9C47	Temperatura czujnika 1	Zmienna procesowa temperatury czujnika 1 w °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x0008 0x0110 0x9C49	Temperatura procesora	Zmienna procesowa temperatury procesora w °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x000A 0x0114 0x9C4B	Temperatura czujnika 2	Stała wartość 0 °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x000C 0x0118 0x9C4D	-----	-----	-----	4 bajty (2 rejestry)
0x000E 0x011C 0x9C4F	-----	-----	-----	4 bajty (2 rejestry)
0x0010 0x0120 0x9C51	Wartość użytkownika	1/100 % wysterowania zakresu nastawionego	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0011 0x0122 0x9C52	Ciśnienie czujnika 1	Liczba całkowita, 1/100 jednostki ciśnienia lub poziomu	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0012 0x0124 0x9C54	Ciśnienie czujnika 2	Wartość 0 1/100 ust. jed.	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0013 0x0126 0x9C54	Temperatura czujnika 1	Liczba całkowita, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0014 0x0128 0x9C55	Temperatura procesora	Liczba całkowita, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0015 0x012A 0x9C56	Temperatura czujnika 2	Wartość 0 1/100 w °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0016 0x12C 0x9C57	Jednostka ciśnienia	Jednostka ciśnienia lub poziomu	Unsigned 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0017 0x012E 0x9C58	-----	-----	-----	2 bajty (1 rejestr)
0x0018 0x0130 0x9C58	Górny zakres czujnika	Góra zakresu podstawowego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x001A 0x0134 0x9C59	Dolny zakres czujnika	Dół zakresu podstawowego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x001C 0x0138 0x9C5D	Stała czasowa tłumienia	Sekundy [s]	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
0x001E 0x013C 0x9C5F	Opóźnienie odpowiedzi	Milisekundy [ms]	Unsigned 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x001F 0x013E 0x9C61	Adres Modbus	1...247	Unsigned 8-bit int	2 bajty (1 rejestr)
0x0020 0x0140 0x9C61	Rejestr Identyfikacyjny		Unsigned 8-bit int	6 bajtów (3 rejestry)
0x0023 0x0146 0x9C64	Rejestr Statusowy		8-bit flags	2 bajty (1 rejestr)

*Pola wyszarzone nie są aktywne w opisanej wersji urządzeń.

8.3.3.1. Przykład pierwszego telegramu zapytania funkcją 0x03 dla 3 różnych obszarów adresowych, odczyt zmiennej procesowej IEEEE754 zapisanej w 2 rejestrach

Telegram zapytania „Master” i odpowiedzi „Slave”, odczyt ciśnienia czujnika 1 (zmienna procesowa).

Telegram zapytania							
Adres Slave	Funkcja	Dane				CRC(L)	CRC(H)
		Adres początkowy rejestru (H)	Adres początkowy rejestru (L)	Liczba rejestrów do odczytu (H)	Liczba rejestrów do odczytu (L)		
0x01	0x03	0x00	0x02	0x00	0x02	0x65	0xCB
0x01	0x03	0x01	0x04	0x00	0x02	0x84	0x36
0x01	0x03	0x9C	0x43	0x00	0x02	0x1B	0x8F
Telegram odpowiedzi							
Adres Slave	Funkcja	Dane		CRC(L)	CRC(H)		
		Liczba bajtów danych	Dana (ciśnienie czujnika 1 w formacie IEEEE754), liczby heksadecymalne				
0x01	0x03	0x04	40 5F D1 BC		0x82	0x00	

8.3.3.2. Przykład drugiego telegramu zapytania funkcją 0x03 dla 3 różnych obszarów adresowych, odczyt wszystkich rejestrów

Telegram zapytania „Master” i odpowiedzi „Slave”, odczyt całej dostępnej przestrzeni adresowej.

Telegram zapytania							
Adres Slave	Funkcja	Dane				CRC(L)	CRC(H)
		Adres początkowy rejestru (H)	Adres początkowy rejestru (L)	Liczba rejestrów do odczytu (H)	Liczba rejestrów do odczytu (L)		
0x01	0x03	0x00	0x00	0x00	0x24	0x45	0xD1
0x01	0x03	0x01	0x00	0x00	0x24	0x44	0x2D
0x01	0x03	0x9C	0x41	0x00	0x24	0x3B	0x95
Telegram odpowiedzi							
Adres Slave	Funkcja	Dane		CRC(L)	CRC(H)		
		Liczba bajtów danych	Zawartość pamięci odczytanych rejestrów, liczby heksadecymalne				
0x01	0x03	0x48	00 00 00 00 40 5F F8 DD 00 00 00 00 41 C8 00 00 41 C8 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 5E 00 00 09 C4 09 C4 00 00 00 0C 00 00 42 C8 00 01 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 01 00 BC 7D 00 00 01 00 00		0x97	0xCE	

8.3.3.3. Dane odebrane na podstawie przykładu drugiego, przyporządkowane właściwym rejestrům

0x0000, 0x0100, 0x9C41	Wartość użytkownika	IEEE754	40 5F F8 DD	4 bajty (2 rejestry)
0x0002, 0x0104, 0x9C45	Ciśnienie czujnika 1	IEEE754	40 5F F8 DD	4 bajty (2 rejestry)
0x0004, 0x0108, 0x9C45	Ciśnienie czujnika 2	IEEE754	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x0006, 0x010C, 0x9C47	Temperatura czujnika 1	IEEE754	41 C8 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x0008, 0x0110, 0x9C49	Temperatura procesora	IEEE754	41 C8 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x000A, 0x0114, 0x9C4B	Temperatura czujnika 2	IEEE754	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x000C, 0x0118, 0x9C4D	-----	-----	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x000E, 0x011C, 0x9C4F	-----	-----	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x0010, 0x0120, 0x9C51	Wartość użytkownika	Signed 16-bit int	01 5E	2 bajty (1 rejestr)
0x0011, 0x0122, 0x9C52	Ciśnienie czujnika 1	Signed 16-bit int	01 5E	2 bajty (1 rejestr)
0x0012, 0x0124, 0x9C54	Ciśnienie czujnika 2	Signed 16-bit int	00 00	2 bajty (1 rejestr)
0x0013, 0x0126, 0x9C54	Temperatura czujnika 1	Signed 16-bit int	09 C4	2 bajty (1 rejestr)
0x0014, 0x0128, 0x9C55	Temperatura procesora	Signed 16-bit int	09 C4	2 bajty (1 rejestr)
0x0015, 0x012A, 0x9C56	Temperatura czujnika 2	Signed 16-bit int	00 00	2 bajty (1 rejestr)
0x0016, 0x012C, 0x9C57	Jednostka ciśnienia	Unsigned 16-bit int	00 0C	2 bajty (1 rejestr)
0x0017, 0x012E, 0x9C58	-----	-----	00 00	2 bajty (1 rejestr)
0x0018, 0x0130, 0x9C58	Górny zakres czujnika	IEEE754	42 C8 00 01	4 bajty (2 rejestry)
0x001A, 0x0134, 0x9C59	Dolny zakres czujnika	IEEE754	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x001C, 0x0138, 0x9C5D	Stała czasowa tłumienia	IEEE754	00 00 00 00	4 bajty (2 rejestry)
0x001E, 0x013C, 0x9C5F	Opóźnienie odpowiedzi	Unsigned 16-bit int	00 06	2 bajty (1 rejestr)
0x001F, 0x013E, 0x9C61	Adres Modbus	Unsigned 8-bit int	00 01	2 bajty (1 rejestr)
0x0020, 0x0140, 0x9C61	Rejestr Identyfikacyjny	Unsigned 8-bit int	00 BC 7D 00 00 01	6 bajtów (3 rejestry)
0x0023, 0x0146, 0x9C64	Rejestr Statusowy	8-bit flags	00 00	2 bajty (1 rejestr)

*Pola wyszarzone nie są aktywne w opisanej wersji urządzeń.

8.3.4. Opis danych z rejestrów możliwych do odczytu za pomocą funkcji 03

8.3.4.1. Rejestr 0x0000 lub 0x0100 lub 0x9C41, wartość użytkownika, % wysterowania zakresu nastawionego

0x0000, 0x0100, 0x9C41	Wartość użytkownika	% wysterowania zakresu nastawionego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	----------------------------	-------------------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość wysterowania zakresu nastawionego wyrażona w procentach. Dla przykładu: jeżeli zakres nastawiony to 0...100 kPa, a aktualnie odczytana wartość ciśnienia to 50 kPa, wówczas wartość wysterowania wynosi 50 %. Zaletą zakresu nastawionego jest możliwość zdefiniowania przez użytkownika jego szerokości poprzez podanie jego wartości początkowej i końcowej zawierającej się w zakresie podstawowym ciśnienia/poziomu. Wówczas użytkownik może wykonywać operacje matematyczne na części zakresu pomiarowego lub używać tą część zakresu pomiarowego do wyświetlania własnych zdefiniowanych przez siebie jednostek/wartości. Wartość ta może być używana przez użytkownika do wykonywania na niej dodatkowych operacji matematycznych w sterowniku współpracującym z przetwornikiem. Może być także przeliczana w przetworniku za pomocą funkcji kwadratowej, sześcienniej, pierwiastkowej lub liniowej wieloodcinkowej i w takiej postaci odczytywana z rejestru za pomocą funkcji **0x03 (3) "Read Holding Register"**. W przypadku sond SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus zakres nastawiony powiązany jest także z wewnętrznym regulatorem prądu 4-20 mA, gdzie początkowi zakresu nastawionego przyporządkowana jest wartość 4 mA, a końcowi zakresu nastawionego przyporządkowana jest wartość 20 mA.

8.3.4.2. Rejestr 0x0002 lub 0x0104 lub 0x9C43, ciśnienie czujnika 1

0x0002, 0x0104, 0x9C43	Ciśnienie czujnika 1	Zmienna procesowa ciśnienia lub poziomu	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-----------------------------	-----------------------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość podstawowej zmiennej procesowej (ciśnienia lub poziomu) zestandaryzowanej dla ustawionej jednostki fizycznej. Wartość ta jest przesyłana w formacie zmiennoprzecinkowym 4 bajtowym IEEE754. Maksymalny zakres ciśnienia lub poziomu możliwego do odczytu zawiera się pomiędzy wartościami (1 i 2) określonymi jako:

1. [Dolny zakres czujnika - 0,5 x (Górny zakres czujnika – Dolny zakres czujnika)];
2. [0,5 x (Górny zakres czujnika - Dolny zakres czujnika) + Górny zakres czujnika].

Jeżeli oznaczono Dolny zakres czujnika jako Pd, Górny jako Pg, wówczas możliwy maksymalny zakres przetwarzania urządzenia można opisać jako:

$$P = [Pd - 0,5x(Pg - Pd) \dots Pg + 0,5x(Pg - Pd)]$$

Przykład: Sonda głębokości, dla której Pd=0 kPa, Pg=100 kPa, będzie przetwarzała ciśnienie w zakresie od -50 kPa do +150 kPa. Dalszy wzrost ciśnienia poza granicę przedziału nie spowoduje zmiany wartości odczytu.

8.3.4.3. Rejestr 0x0004 lub 0x0108 lub 0x9C45, ciśnienie czujnika 2

0x0004, 0x0108, 0x9C45	Ciśnienie czujnika 2	Stała wartość 0 °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-----------------------------	--------------------	---------	----------------------

Jest to rejestr rezerwowany. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.4. Rejestr 0x0006 lub 0x010C lub 0x9C47, temperatura czujnika 1

0x0006, 0x010C, 0x9C47	Temperatura czujnika 1	Zmienna procesowa temperatury czujnika 1 w °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-------------------------------	-----------------------------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość zmiennej procesowej temperatury w °C odczytywanej z głowicy pomiarowej sondy. Odzwierciedla ona temperaturę samego czujnika pomiarowego oraz przybliżoną temperaturę mierzonego medium (zależnie od aplikacji).

8.3.4.5. Rejestr 0x0008 lub 0x0110 lub 0x9C49, temperatura procesora

0x0008, 0x0110, 0x9C49	Temperatura procesora	Zmienna procesowa temperatury procesora w °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	------------------------------	----------------------------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość zmiennej procesowej temperatury w °C, odczytywanej z czujnika temperatury mikrokontrolera. Odzwierciedla ona przybliżoną temperaturę płytki elektroniki sondy.

8.3.4.6. Rejestr 0x000A lub 0x0114 lub 0x9C4B, temperatura czujnika 2

0x000A, 0x0114, 0x9C4B	Temperatura czujnika 2	Stała wartość 0 °C	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-------------------------------	--------------------	---------	----------------------

Jest to rejestr rezerwowany. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.7. Rejestr 0x000C lub 0x0118 lub 0x9C4D, rezerwa

0x000C, 0x0118, 0x9C4D	-----	-----	-----	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-------	-------	-------	----------------------

Jest to rejestr rezerwowany. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.8. Rejestr 0x000E lub 0x011C lub 0x9C4F, rezerwa

0x000E, 0x011C, 0x9C4F	-----	-----	-----	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-------	-------	-------	----------------------

Jest to rejestr rezerwowany. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.9. Rejestr 0x0010 lub 0x0120 lub 0x9C51, wartość użytkownika

0x0010, 0x0120, 0x9C51	Wartość użytkownika	1/100 % wysterowania zakresu nastawionego	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	----------------------------	-------------------------------------------	-------------------	---------------------

Dana została opisana przy Rejestrze 1. Pod tym indeksem występuje w wersji liczby całkowitej 16 bitowej ze znakiem.

8.3.4.10. Rejestr 0x0011 lub 0x0122 lub 0x9C52, ciśnienie czujnika 1 – format binarny, liczba całkowita ze znakiem

0x0011, 0x0122, 0x9C52	Ciśnienie czujnika 1	Liczba całkowita, 1/100 jednostki ciśnienia lub poziomu	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	-----------------------------	---------------------------------------------------------	-------------------	---------------------

Jest to wartość podstawowej zmiennej procesowej (ciśnienia) zestandaryzowanej dla ustawionej jednostki fizycznej poziomu. Wartość ta jest liczbą całkowitą przesyłaną w formacie binarnym skalowanym jako 100-krotność liczby zmiennej procesowej ciśnienia czujnika 1.

Uwaga! Zakres pomiarowy dla skalowanej wartości całkowitej ze znakiem mieści się w zakresie od -32767 do 32767 jednostek. Przekroczenie tego zakresu powoduje przekłamanie odczytu. W przypadku odczytu ciśnienia w formacie binarnym „Signed 16-bit int” należy tak dobrać jednostkę podstawową, aby 100-krotność wartości ciśnienia w niej wyrażonej nie przekraczała powyższego zakresu.

8.3.4.11. Rejestr 0x0012 lub 0x0124 lub 0x9C53, ciśnienie czujnika 2

0x0012, 0x0124, 0x9C53	Ciśnienie czujnika 2	Wartość 0, 1/100 ust. jed.	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	-----------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Jest to rejestr rezerwowy. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.12. Rejestr 0x0013 lub 0x0126 lub 0x9C54, temperatura czujnika 1 – format binarny, liczba całkowita ze znakiem

0x0013, 0x0126, 0x9C54	Temperatura czujnika 1	Liczba całkowita, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Jest to wartość zmiennej procesowej temperatury w °C odczytywanej z głowicy pomiarowej sondy. Wartość ta jest liczbą całkowitą przesyłaną w formacie binarnym skalowanym jako 100-krotność liczby zmiennej procesowej temperatury czujnika 1. Odzwierciedla ona temperaturę samego czujnika pomiarowego oraz przybliżoną temperaturę mierzonego medium (zależnie od aplikacji).

8.3.4.13. Rejestr 0x0014 lub 0x0128 lub 0x9C55, temperatura procesora – format binarny, liczba całkowita ze znakiem

0x0014, 0x0128, 0x9C55	Temperatura procesora	Liczba całkowita, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	------------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Jest to wartość zmiennej procesowej temperatury w °C odczytywanej z procesora przetwornika. Wartość ta jest liczbą całkowitą przesyłaną w formacie binarnym skalowanym jako 100-krotność liczby zmiennej procesowej temperatury procesora. Odzwierciedla ona temperaturę układów elektronicznych sondy.

8.3.4.14. Rejestr 0x0015 lub 0x012A lub 0x9C56, temperatura czujnika 2

0x0015, 0x012A, 0x9C56	Temperatura czujnika 2	Liczba całkowita, 1/100 °C	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	-------------------------------	----------------------------	-------------------	---------------------

Jest to rejestr rezerwowy. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.15. Rejestr 0x0016 lub 0x012C lub 0x9C57, jednostka ciśnienia

0x0016, 0x012C, 0x9C57	Jednostka ciśnienia	Unsigned 16-bit int	00 0C	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	----------------------------	---------------------	--------------	---------------------

Jest to wartość binarna odpowiadająca jednostce ciśnienia. Poniższa tabela definiuje stosowane jednostki.

Jednostka	Wartość (dziesiętnie)	Jednostka	Wartość (dziesiętnie)
atm	14	mbar	8
bar	7	mmH2O w 4 °C	239
FtH2O	3	mmH2O	4
g/cm ²	9	mH2O w 4 °C	171
InH2O w 4 °C	238	mmHg	5
InHg	1	MPa	237
kg/cm ²	2	Pa	11
kPa	10	psi	6
mbar	12	torr	13

8.3.4.16. Rejestr 0x0017 lub 0x012E lub 0x9C58, rezerwa

0x0017, 0x012E, 0x9C58	-----	-----	-----	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	-------	-------	-------	---------------------

Jest to rejestr rezerwowy. Dana odczytywana jest zawsze zerem.

8.3.4.17. Rejestr 0x0018 lub 0x0130 lub 0x9C59, górny zakres czujnika

0x0018, 0x0130, 0x9C59	Górny zakres czujnika	Góra zakresu podstawowego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	------------------------------	---------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość górnego zakresu podstawowego sondy wyrażonego w jednostkach ciśnienia przetwornika. Wartość ta jest przesyłana w formacie zmiennoprzecinkowym 4 bajtowym IEEE754.

8.3.4.18. Rejestr 0x001A lub 0x0134 lub 0x9C5B, dolny zakres czujnika

0x001A, 0x0134, 0x9C5B	Dolny zakres czujnika	Dół zakresu podstawowego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	------------------------------	--------------------------	---------	----------------------

Jest to wartość dolnego zakresu podstawowego sondy wyrażonego w jednostkach ciśnienia przetwornika. Wartość ta jest przesyłana w formacie zmiennoprzecinkowym 4 bajtowym IEEE754.

8.3.4.19. Rejestr 0x001C lub 0x0138 lub 0x9C5D, stała czasowa tłumienia

0x001C, 0x0138, 0x9C5D	Stać czasowa tłumienia	Sekundy [s]	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)
------------------------	-------------------------------	-------------	---------	----------------------

Jest to wartość stałej czasowej bloku tłumienia w przetworniku w sekundach. Wartość ta jest przesyłana w formacie zmiennoprzecinkowym 4 bajtowym IEEE754.

8.3.4.20. Rejestr 0x001E lub 0x013C lub 0x9C5F, opóźnienie odpowiedzi

0x001E, 0x013C, 0x9C5F	Opóźnienie odpowiedzi	Milisekundy [ms]	Unsigned 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	------------------------------	------------------	---------------------	---------------------

Jest to wartość opóźnienia odpowiedzi po zapytaniu „Master”. Opisuje czas pomiędzy końcem bitu stop bajtu sumy kontrolnej telegramu zapytania a bitem startu bajtu adresu telegramu odpowiedzi. Czas ten zależy od prędkości transmisji i jest zawsze większy od 3,5T. Czas ten może być przydatny przy projektowaniu czasu cyklu pomiaru w sieci Modbus.

8.3.4.21. Rejestr 0x001F lub 0x013E lub 0x9C60, adres Modbus

0x001F, 0x013E, 0x9C60	Adres Modbus	1 ... 247	Unsigned 8-bit int	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	---------------------	-----------	--------------------	---------------------

Jest to wartość rejestru adresu sieciowego przetwornika. Adres przesyłany jest na 2 bajtach. Pierwszy, starszy bajt jest zawsze zerem. Drugi, młodszy bajt niesie informację o adresie. Adres ten może być ustawiany w zakresie od 1 do 247. Każde z urządzeń dołączonych do sieci musi posiadać swój unikalny adres sieciowy. W przypadku istnienia w sieci dwóch lub więcej przetworników z tym samym adresem odczyt danych z któregośkolwiek z nich będzie niemożliwy.

8.3.4.22. Rejestr 0x0020 lub 0x0140 lub 0x9C61, rejestr identyfikacyjny

0x0020, 0x0140, 0x9C61	Rejestr Identyfikacyjny		Unsigned 8-bit int	6 bajtów (3 rejestry)
------------------------	--------------------------------	--	--------------------	-----------------------

Jest to liczba identyfikująca producenta, typ sondy głębokości oraz jej numer seryjny. Liczba ta jest unikalna i różna dla każdego przetwornika.

Znaczenie bajtów w kolejności przesyłania:

- 1 bajt bez znaczenia, zawsze 0;
- 2 bajt to numer producenta w organizacji HCF, APLISENS S.A. posiada numer 188 dec (BC hex);
- 3 bajt to numer typu urządzenia, sondy, którym poświęcona jest instrukcja, posiadają numer 125 dec (7D hex);
- 4-6 bajt to 24 bitowy binarny numer identyfikacyjny urządzenia. W tym numerze zakodowana jest data produkcji oraz numer seryjny.

8.3.4.23. Rejestr 0x0023 lub 0x0146 lub 0x9C64, rejestr statusowy

0x0023, 0x0146, 0x9C64	Rejestr Statusowy		8-bit flags	2 bajty (1 rejestr)
------------------------	--------------------------	--	-------------	---------------------

Jest to 2 bajtowy rejestr monitorujący pracę podzespołów przetwornika. Zdarzenia i niesprawności sondy modyfikują ten rejestr bitowo zgodnie z poniższym opisem rejestru statusowego Modbus:

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	SV,TV,FV poza limitem	PV poza limitem	0	0	0	0	0

Niesprawności te są możliwe do szczegółowego zidentyfikowania w trybie konfiguracyjnym w innych programach np. Raport 2 produkcji APLISENS S.A.

8.4. Tryb konfiguracyjny


8.4.1. Konfiguracja portu szeregowego programu „Modbus Configurator”, skanowanie sieci Modbus, wyszukiwanie pojedynczej sondy głębokości

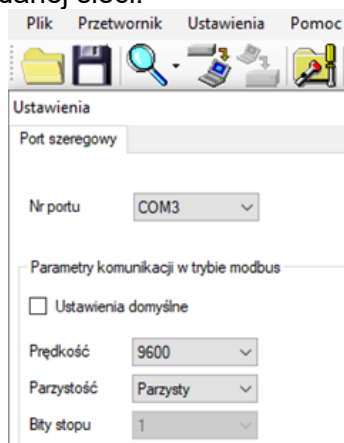
Oprogramowanie sondy w wersji co najmniej 17 pozwala wykonywać za pomocą funkcji Modbus podstawowe działania lub zmiany parametrów opisane w rozdziale → 8.3. [Warstwa aplikacji, opis zaimplementowanych funkcji](#). Jednak w celu wykonania specyficznych nastaw lub czynności kalibracyjnych należy sondę przestawić za pomocą oprogramowania firmy Aplisens S.A. (link do oprogramowania: https://aplisens.pl/download/pliki_do_pobrania/Modbus%20Configurator%20Setup.exe).

Modbus Configurator w tryb konfiguracyjny przy użyciu przycisku na formie programu. Do pracy w trybie konfiguracyjnym zaleca się odłączyć konfigurowaną sondę od sieci Modbus i podłączyć go bezpośrednio do konwertera RS485 sprzężonego z komputerem klasy PC/Windows z zainstalowanym oprogramowaniem Modbus Configurator.

Postępowanie w przypadku potrzeby zmiany konfiguracji parametrów jednego z urządzeń pracującego w sieci Modbus:

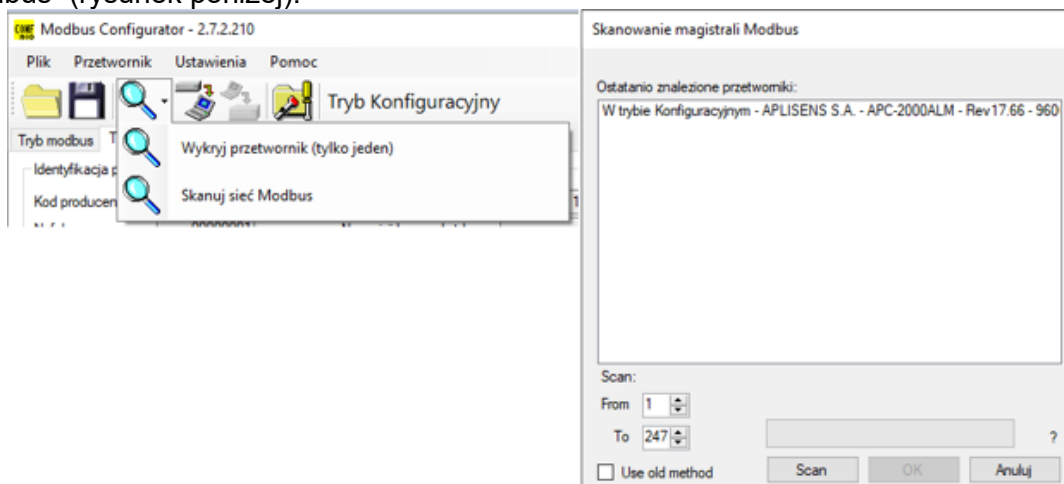
Aby zmienić nastawy lub wykonać czynności kalibracyjne przetwornika w trybie konfiguracyjnym, zalecane jest jego odłączenie od sieci Modbus. Jeżeli jest to niemożliwe, w celu jego konfiguracji należy zatrzymać sterownik procesowy „Master” obsługujący sieć Modbus i wpiąć do sieci dodatkowy „Master” oparty o komputer klasy PC z oprogramowaniem „Modbus Configurator”.

Po uruchomieniu programu należy otworzyć ustawienia portu szeregowego  i ustawić numer portu COM, do którego jest dołączony konwerter RS485, prędkość transmisji Modbus oraz parzystość i bity stop, w której pracują przetworniki w danej sieci.



Przykładowe ustawienia portu szeregowego.

Następnie należy uruchomić wyszukiwanie przetworników Modbus według adresu klikając na „Skanuj sieć Modbus” (rysunek poniżej).



W trakcie skanowania sieci pojawi się lista z dołączonymi do niej przetwornikami Modbus firmy Aplisens S.A. Znając adres sieciowy przetwornika, który zamierzamy skonfigurować, klikamy na wybrany przetwornik z zeskanowanej listy. Pojawi się lista rejestrów z odczytanymi parametrami z rejestrów Modbus.

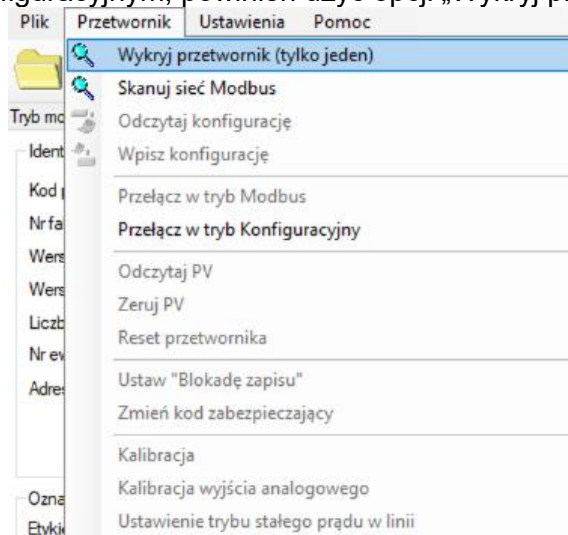
Rejestr	Adres	Wielkość	Wartość	Jednostka	Typ	Opis
1	0x0000	Wartość użytkownika	10.9353	%	L. zmiennoprzecinkowa	Procent zakresu nastawionego
3	0x0004	Ciśnienie czujnika 1	10.9353	kPa	L. zmiennoprzecinkowa	Ciśnienie mierzone
5	0x0008	Ciśnienie czujnika 2	0.0000	kPa	L. zmiennoprzecinkowa	
7	0x000C	Temperatura czujnika 1	19.8042	°C	L. zmiennoprzecinkowa	Temperatura głowicy
9	0x0010	Temperatura procesora	19.4826	°C	L. zmiennoprzecinkowa	Temperatura elektroniki
11	0x0014	Temperatura czujnika 2	0.0000	°C	L. zmiennoprzecinkowa	
13	0x0018					
15	0x001C					
17	0x0020	Wartość użytkownika	0	1/100 %	L. calk. 16-bit ze znakiem	Procent zakresu nastawionego
18	0x0022	Ciśnienie czujnika 1	0	1/100 kPa	L. calk. 16-bit ze znakiem	Ciśnienie mierzone
19	0x0024	Ciśnienie czujnika 2	0	1/100 kPa	L. calk. 16-bit ze znakiem	
20	0x0026	Temperatura czujnika 1	0	1/100 °C	L. calk. 16-bit ze znakiem	Temperatura głowicy
21	0x0028	Temperatura procesora	0	1/100 °C	L. calk. 16-bit ze znakiem	Temperatura elektroniki
22	0x002A	Temperatura czujnika 2	0	1/100 °C	L. calk. 16-bit ze znakiem	
23	0x002C	Jednostka	kPa		L. calk. 16-bit ze znakiem	
24	0x002E					
25	0x0030	Górný zakres czujnika	100.00	kPa	L. zmiennoprzecinkowa	
27	0x0034	Dolny zakres czujnika	0.00	kPa	L. zmiennoprzecinkowa	
29	0x0038	Stała czasowa tłumienia	0.0	s	L. zmiennoprzecinkowa	
31	0x003C	Opóźnienie odpowiedzi	6	ms	L. calk. 16-bit bez znaku	
32	0x003E	Adres Modbus	1		L. calk. 16-bit bez znaku	
33	0x0040	Rejestr identyfikacyjny	00-BC-7D-00-00-01		48-bit hex	
36	0x0046	Rejestr statusu	0000		L. calk. 16-bit bez znaku	

Następnie przełączamy przetwornik z trybu Modbus w tryb konfiguracyjny pracujący z użyciem protokołu komunikacyjnego HART.

Przełącz w tryb Konfiguracyjny

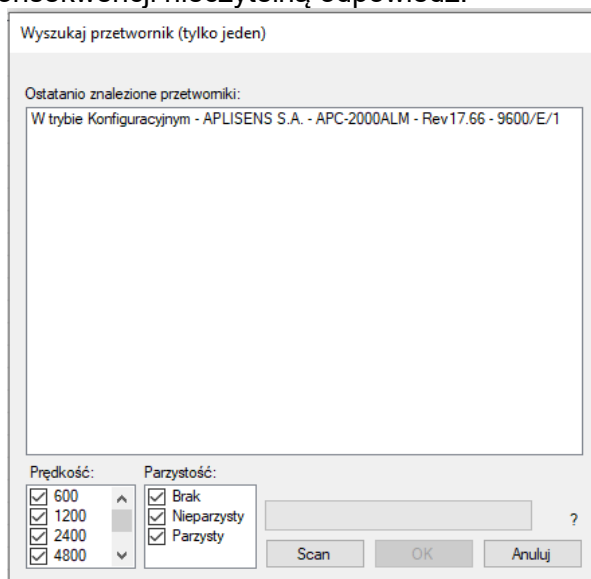
Postępowanie w przypadku potrzeby zmiany konfiguracji parametrów lub identyfikacji pojedynczego przetwornika niepołączonego siecią Modbus z innymi przetwornikami:

Jeżeli użytkownik chce zidentyfikować pojedynczy przetwornik, a nie jest pewien, czy znajduje się on w trybie Modbus czy Konfiguracyjnym, powinien użyć opcji „Wykryj przetwornik (tylko jeden)”.

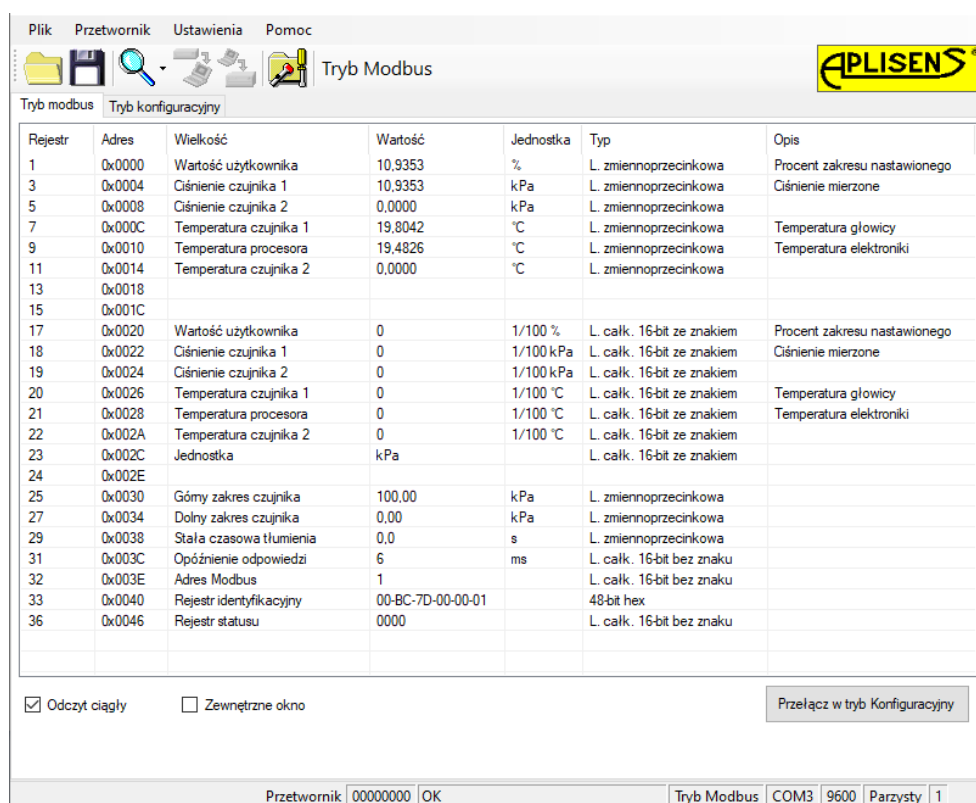


W otwartym oknie należy skonfigurować parametry wyszukiwania przetwornika związane z prawdopodobnymi ustawieniami transmisji. Jeżeli nie jesteśmy pewni zakresu ustawień, najlepiej będzie zaznaczyć wszystkie opcje. Po kliknięciu przycisku „Scan” program rozpocznie w kolejności wyszukiwanie przetwornika począwszy od trybu Konfiguracyjnego, a następnie będzie przeszukiwał zaznaczony zakres prędkości transmisji i parzystości w trybie Modbus.

Wyszukiwanie urządzenia w trybie Modbus realizowane jest za pomocą adresu rozgłoszeniowego. W związku z tym podczas wyszukiwania do magistrali komunikacyjnej może być dołączony tylko jeden przetwornik. W przypadku większej liczby dołączonych do magistrali przetworników pracujących w trybie Modbus ustawionych na takie same parametry transmisji - wysłanie adresu rozgłoszeniowego spowoduje, że odpowiedzą one w tym samym czasie na telegram zapytania powodując zafalszowanie danych i w konsekwencji nieczytelną odpowiedź.

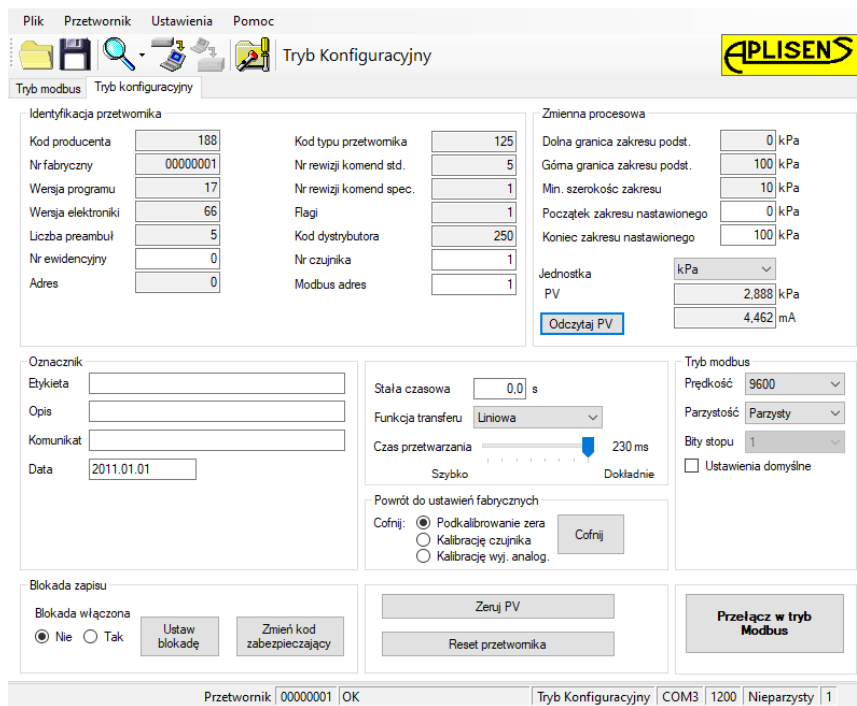


Klikamy na znaleziony przetwornik. Pojawi się lista rejestrów z odczytanymi parametrami z rejestrów Modbus.



Następnie przełączamy przetwornik z trybu Modbus w tryb konfiguracyjny.

Przełącz w tryb Konfiguracyjny



Widok trybu konfiguracji.

8.4.2. Odczyt identyfikacyjny przetwornika

Identyfikacja przetwornika			
Kod producenta	188	Kod typu przetwornika	125
Nr fabryczny	00000001	Nr rewizji komend std.	5
Wersja programu	17	Nr rewizji komend spec.	1
Wersja elektroniki	66	Flagi	1
Liczba preambuł	5	Kod dystrybutora	250
Nr ewidencyjny	0	Nr czujnika	1
Adres	0	Modbus adres	1

Przykład ramki danych identyfikacyjnych. Wartości tylko do odczytu są wyszarzone.

Pola informacyjne tylko do odczytu:

- **Kod producenta** zgodny z numeracją HCF (HART).
- **Numer fabryczny** przetwornika.
- **Wersja programu** procesora głównego.
- **Wersja elektroniki** zastosowanej w przetworniku.
- **Liczba preambuł** stosowana do komunikacji w trybie konfiguracyjnym.
- **Adres** (poolingu) stosowany do komunikacji w trybie konfiguracyjnym.
- **Fabryczny kod przyrządu** określający typ przetwornika.
- **Numer rewizji komend standardowych** trybu konfiguracyjnego.
- **Numer rewizji komend specjalnych** trybu konfiguracyjnego.
- **Flagi** związane z typem obsługi zapisu.
- **Kod dystrybutora** urządzenia.

Pola informacyjne edytowalne:

- **Numer ewidencyjny** urządzenia zapisany binarnie na 3 bajtach, jest to liczba całkowita z zakresu 0...16777215 stosowana w celach ewidencyjnych (możliwość modyfikacji przez użytkownika).
- **Numer czujnika** ciśnienia zapisany binarnie na 3 bajtach, jest to liczba całkowita z zakresu 0...16777215 stosowana w celach ewidencyjnych (możliwość modyfikacji przez użytkownika).
- **Adres Modbus**, jest to liczba całkowita z zakresu 1...247 (możliwość modyfikacji przez użytkownika).

Podstawowe znaczenie ma pole „**Modbus adres**” konfigurujące adres sieciowy przetwornika.

8.4.3. Odczyt limitów przetwornika

Zmienna procesowa	
Dolna granica zakresu podst.	0 kPa
Górną granica zakresu podst.	100 kPa
Min. szerokość zakresu	10 kPa
Początek zakresu nastawionego	0 kPa
Koniec zakresu nastawionego	100 kPa
Jednostka	kPa
PV	2,888 kPa
	4,462 mA
<input type="button" value="Odczytaj PV"/>	

Przykład ramki zmiennej procesowej i limitów.

- **Dolna granica zakresu podstawowego.** Jest to wartość tylko do odczytu, po przekroczeniu tej wartości nie jest gwarantowana dokładność pomiaru przetwornika. Przetwornik jednak będzie dalej przetwarzał sygnał pomiarowy do 50 % szerokości zakresu podstawowego poniżej tego punktu.
- **Górną granicę zakresu podstawowego.** Jest to wartość tylko do odczytu, po przekroczeniu tej wartości nie jest gwarantowana dokładność pomiaru przetwornika. Przetwornik jednak będzie dalej przetwarzał sygnał pomiarowy do 50 % szerokości zakresu podstawowego powyżej tego punktu.
- **Minimalna szerokość zakresu.** Jest to wartość tylko do odczytu, określa minimalną szerokość zakresu nastawionego, jaką użytkownik może ustawić zmieniając wartość początku i/lub końca zakresu nastawionego. Parametr ma także znaczenie przy wykonywaniu kalibracji ciśnienia lub poziomu. Uniemożliwia wykonanie kalibracji, jeżeli dobrano punkty kalibracyjne zbyt blisko siebie.
- **Początek zakresu nastawionego.** Wartość związana z trybem pracy 4-20 mA. Przyporządkowuje poziom prądowi 4 mA.
- **Koniec zakresu nastawionego.** Wartość związana z trybem pracy 4-20 mA. Przyporządkowuje poziom prądowi 20 mA.
- **Jednostka** podstawowa jest jednostką fizyczną, względem której normalizowany jest pomiar przetwornika (możliwość wyboru jednostki przez użytkownika).
- **PV** jest wartością zmiennej procesowej poziomu, normalizowaną ustawioną jednostką podstawową. Dodatkowo wyświetlana jest zmienna procesowa prądu.

Aby odświeżyć odczyt, należy przycisnąć przycisk „Odczytaj PV”.

8.4.4. Odczyt alfanumerycznych danych ewidencyjnych

Oznacznik	
Etykieta	AE-01234
Opis	BLOK KOTLA GAZ
Komunikat	KONTROLA ZABEZPIECZENIA 2003
Data	2023-01-01

Przykład ramki zawierającej alfanumeryczne dane ewidencyjne.

Użytkownik ma możliwość odczytu lub zapisu alfanumerycznych danych ewidencyjnych przetwornika. **Etykieta** to 8 znakowe pole alfanumeryczne, w które można wpisać np. numer ewidencyjny urządzenia w instalacji. Akceptowane są cyfry oraz duże litery bez znaków diakrytycznych.

Opis to 16 znakowe pole alfanumeryczne, w które można zapisać krótki opis dotyczący np. miejsca instalacji. Akceptowane są cyfry oraz duże litery bez znaków diakrytycznych.

Komunikat to 32 znakowe pole alfanumeryczne, w które można zapisać dłuższy opis. Akceptowane są cyfry oraz duże litery bez znaków diakrytycznych.

8.4.5. Tłumienie i funkcja transferu

Użytkownik ma możliwość odczytu lub zapisu wartości stałej czasowej tłumienia pomiaru oraz typu funkcji transferu.

Stała czasowa jest wyrażona w sekundach i opisuje czas trwania stanu nieustalonego, po którym zmienna procesowa osiągnie 63,2 % całkowitej zmiany wartości. Niemal pełna zmiana wartości zmiennej procesowej z dokładnością poniżej 1 % wystąpi po czasie około 5 stałych czasowych.

Funkcja transferu określa metodę przekształcenia zmiennej procesowej pomiaru ciśnienia / różnicy ciśnień na wielkośćysterowania wyjścia procesowego (prąd lub procent zakresu nastawionego). Do dyspozycji z listy rozwijalnej są następujące funkcje:

- liniowa;
- pierwiastkowa;
- kwadratowa;
- użytkownika.

Przekształcona funkcją transferu wartośćysterowania wyjścia procesowego jest dostępna w rejestrach Modbus 1 i 17.

8.4.6. Tryb Modbus

Użytkownik ma możliwość odczytu lub edycji i zapisu prędkości transmisji Modbus RTU, trybu kontroli parzystości, a także wyboru ustawień domyślnych.

8.4.7. Powrót do ustawień fabrycznych

Użytkownik ma możliwość powrotu do ustawień fabrycznych następujących parametrów:

- Podkalibrowanie zera.
- Podkalibrowanie czujnika ciśnienia.
- Podkalibrowanie wyjścia analogowego.

Powrót do ustawień fabrycznych może być użyty, gdy użytkownik w sposób niekontrolowany zmienił którekolwiek z powyższych ustawień i nie ma możliwości wykonania kalibracji we własnym zakresie. Należy pamiętać, że operacja ta powoduje powrót do nastaw kalibracyjnych wykonanych w zakładzie produkcyjnym. Jeżeli użytkownik w trakcie eksploatacji wykonywał we własnym zakresie wzorcowanie przetwornika, po wykonaniu powyższych operacji jego kalibracje zostaną utracone.

8.4.8. Blokada zapisu

Użytkownik ma możliwość ustawienia blokady modyfikacji parametrów przetwornika oraz zmiany kodu zabezpieczającego możliwość zdjęcia blokady. Kod blokady posiada format 8 znaków heksadecymalnych, tj. z zakresu 0...9, A-F, **wartość domyślna to 00000000**. Przy włączonej blokadzie nie ma możliwości zmiany nastaw przetwornika.

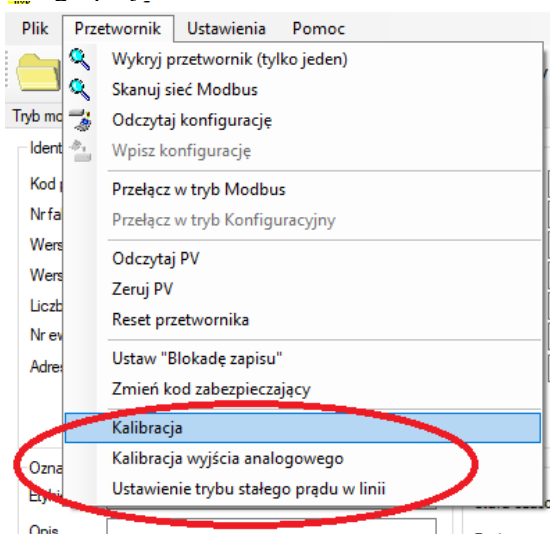
8.4.9. Dodatkowe czynności obsługowe

Użytkownik ma możliwość wykonania dodatkowych czynności obsługowych przetwornika:

- **Zeruj PV** umożliwia wyzerowanie pomiaru ciśnienia przetwornika niezasilonego ciśnieniem. Zerowanie to jest stosowane w celu niwelowania możliwych odchyłeń zera powstałych wskutek montażu (wpływ położenia lub naprężeń). Zerowanie nie może być wykonane, jeżeli odchylenie zera przekracza dopuszczalny limit oraz jeżeli przetwornik mierzy ciśnienie absolutne.
- **Reset przetwornika** umożliwia wysłanie komendy gorącego restartu przetwornika bez konieczności odłączania jego zasilania.

8.4.10. Kalibracje

Użytkownik ma możliwość przeprowadzenia 2-punktowej kalibracji poziomu, kalibracji analogowej oraz dodatkowo ustawienia trybu stałego prądu w linii.



8.4.10.1. Kalibracja poziomu

Aby wejść w zakładkę kalibracji poziomu, należy wybrać „Przetwornik Kalibracja” na pasku górnym. Kalibrację dolnego i górnego punktu zakresu ciśnień najlepiej przeprowadzać dla zakresów podstawowych przetwornika. Jeżeli zakres użytkowy jest jedynie niewielkim fragmentem zakresu podstawowego, ze względów metrologicznych może być wskazane skalibrowanie przetwornika na krańcach przedziału użytkowego. Procedura kalibracji polega na zasileniu przetwornika ciśnieniem referencyjnym dla dolnego punktu kalibracji. W pole wartości zadanej należy wpisać wzorującą wartość poziomu. Po stabilizacji odczytu aktualnej wartości należy przycisnąć przycisk „Kalibruj”. Poprawna kalibracja zostanie potwierdzona odpowiednim komunikatem. Identyczną procedurę należy przeprowadzić dla górnego punktu ciśnienia.

Jeżeli różnica pomiędzy zadaniem ciśnieniem wzorcowym a ciśnieniem odczytywanym przez przetwornik przekracza dopuszczalny limit, pokalibrowanie nie zostanie wykonane i zostanie wyświetlony odpowiedni komunikat. Podobna sytuacja wystąpi, jeżeli wybrany punkt kalibracji znajdzie się poza dolnym lub górnym limitem przetwornika.

8.4.10.2. Kalibracja wyjścia analogowego

Aby wejść w zakładkę kalibracji wyjścia analogowego, należy wybrać „Przetwornik → Kalibracja wyjścia analogowego” na pasku górnym. Kreator kalibracji umożliwi użytkownikowi przeprowadzenie dwupunktowej kalibracji dolnego (4 mA) lub górnego (20 mA) prądu.

8.4.10.3. Ustawienie trybu stałego prądu w linii

Aby wejść w zakładkę ustawienia stałego prądu w linii, należy wybrać „Przetwornik → Ustawienie trybu stałego prądu w linii” na pasku górnym. W tym trybie w przetwornikach wyposażonych w regulator prądu użytkownik może w celach testowych ustawiać prąd regulatora w zakresie od 3,600 do 23,000 mA, np. 4,000 mA i 20,000 mA.

8.4.10.4. Wpis konfiguracji

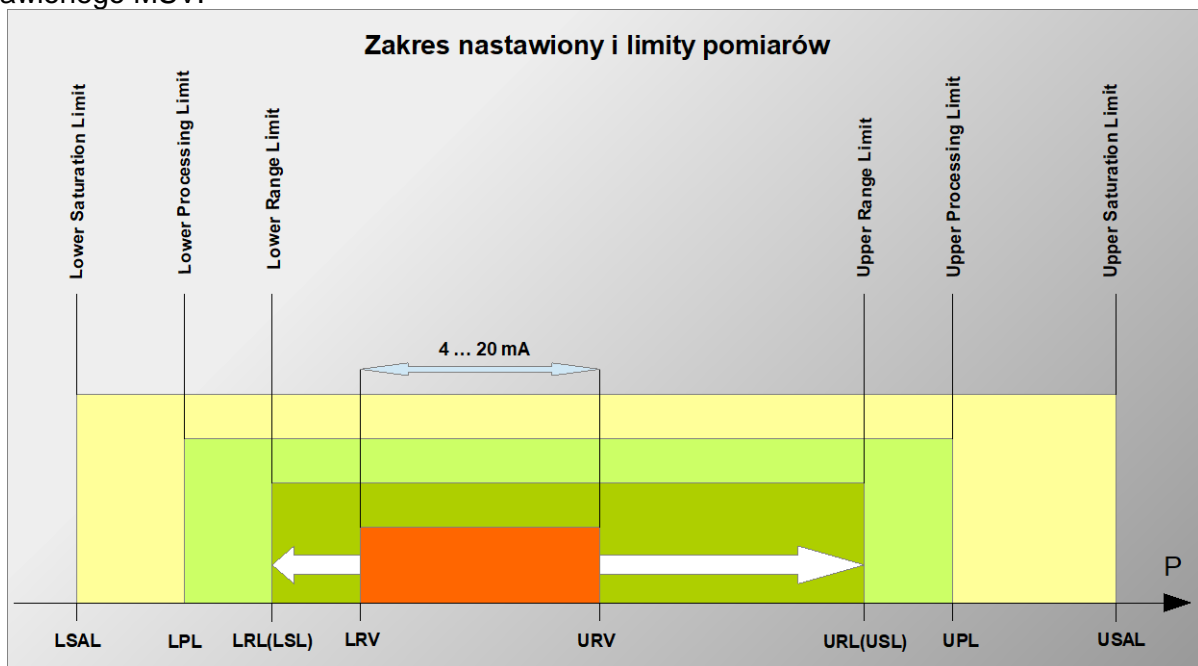
Po wykonaniu konfiguracji parametrów należy wpisać zmiany do przetwornika. W tym celu należy wybrać na górnej belce formy programu „Przetwornik → Wpisz Konfigurację” lub przycisnąć ikonę wpisu konfiguracji.



8.5. Praca w pętli prądowej 4-20mA

8.5.1. Zakres nastawiony

Zakres nastawiony jest parametrem, który powiązany jest ze zmienną procesową zwaną „wartością użytkownika” lub „procentemysterowania zakresu nastawionego” (rejestr 1 i 17). Punkt LRV zakresu nastawionego odpowiada prądowi regulatora 4,000 mA, natomiast punkt URV odpowiada prądowi regulatora 20,000 mA. Punktom LRV i URV można przyporządkować różne wartości ciśnień z zachowaniem warunku minimalnej szerokości zakresu nastawionego MSV. Można też ustawić charakterystykę rewersyjną, gdzie punktowi LRV przyporządkowuje się ciśnienie wyższe niż punktowi URV z zachowaniem warunku minimalnej szerokości zakresu nastawionego MSV.



Rysunek 5. Zakres nastawiony i limity pomiarów

Tabela 4. Zakres nastawiony i limity pomiarów

Zakres nastawiony i limity pomiarów		
L.P.	Skrót	Opis
1	LRV	"Lower Range Value" - wartość zakresu nastawionego wyrażona w jednostkach fizycznych odpowiadająca prądowi 4,000 mA, czyli 0%ysterowania wyjścia. Zakres nastawiony nie może przekroczyć limitów zakresu nastawionego. Minimalna szerokość zakresu nastawionego (URV-LRV) jest ograniczona programowo do 10% szerokości zakresu podstawowego (URL-LRL) .
2	URV	"Upper Range Value" - wartość zakresu nastawionego wyrażona w jednostkach fizycznych odpowiadająca prądowi 20,000 mA, czyli 100%ysterowania wyjścia. Zakres nastawiony nie może przekroczyć limitów zakresu nastawionego. Minimalna szerokość zakresu nastawionego (URV-LRV) jest ograniczona programowo do 10% szerokości zakresu podstawowego (URL-LRL) .
3	LRL LSL	"Lower Range Limit" lub "Lower Sensor Limit" - dolny limit zakresu nastawionego wyrażony w jednostkach fizycznych. Wartość (URL-LRL) lub (USL-LSL) jest nazywana zakresem podstawowym przetwornika.
4	URL USL	"Upper Range Limit" lub "Upper Sensor Limit" - górny limit zakresu nastawionego wyrażony w jednostkach fizycznych. Wartość (URL-LRL) lub (USL-LSL) jest nazywana zakresem podstawowym przetwornika.
5	LPL	"Lower Processing Limit" - dolny limit przetwarzania cyfrowego wartości mierzonej. Przetwornik przetwarza cyfrowo pomiar do wartości 50% szerokości zakresu podstawowego poniżej dolnego limitu zakresu nastawionego LRL (LSL). Po osiągnięciu LPL i poniżej tej wartości aż do LSAL przetwornik zamraża odświeżanie wartości cyfrowej pomiaru.
6	UPL	"Upper Processing Limit" - górny limit przetwarzania cyfrowego wartości mierzonej. Przetwornik przetwarza cyfrowo pomiar do wartości 50% szerokości zakresu podstawowego powyżej górnego limitu zakresu nastawionego URL (USL). Po osiągnięciu UPL i powyżej tej wartości aż do USAL przetwornik zamraża odświeżanie wartości cyfrowej pomiaru.
7	LSAL	"Lower Saturation Limit" - dolny limit granicy przetwarzania przetwornika ADC. Graniczny dolny punkt saturacji przetwornika ADC leży na skali ciśnień / różnic ciśnień poniżej punktu LPL i jest powiązany z ciśnieniem minimalnym, przy którym przetwornik analogowo-cyfrowy pomiaru ciśnienia osiąga dolną granicę zdolności przetwarzania. Dokładne określenie tego ciśnienia nie jest możliwe, jednak przekracza ono ciśnienie odpowiadające trzydziestokrotności szerokości zakresu podstawowego (URL-LRL) poniżej dolnego limitu przetwarzania cyfrowego wartości mierzonej LPL. Po osiągnięciu LSAL i poniżej tej wartości zostanie włączony tryb alarmu diagnostycznego zależnie od ustawień I_AL<3,650 mA lub I_AL>21,500 mA.
8	USAL	"Upper Saturation Limit" - górny limit granicy przetwarzania przetwornika ADC. Graniczny górny punkt saturacji przetwornika ADC leży na skali ciśnień / różnic ciśnień powyżej punktu UPL i jest powiązany z ciśnieniem maksymalnym, przy którym przetwornik analogowo-cyfrowy pomiaru ciśnienia osiąga górną granicę zdolności przetwarzania. Dokładne określenie tego ciśnienia nie jest możliwe, jednak przekracza ono ciśnienie odpowiadające trzydziestokrotności szerokości zakresu podstawowego (URL-LRL) powyżej górnego limitu przetwarzania cyfrowego wartości mierzonej UPL. Po osiągnięciu USAL i powyżej tej wartości zostanie włączony tryb alarmu diagnostycznego zależnie od ustawień I_AL<3,650 mA lub I_AL>21,500 mA.
9	AL_L	Alarm prądowy niski (I < 3,650 mA).
10	AL_H	Alarm prądowy wysoki (I > 21,500 mA).
11	MSV	"Minimum Span Value" - wartość minimalnej szerokości zakresu nastawionego URV - LRV możliwa do ustawienia w przetworniku. Wartość ta jest wpisana w przetwornik na etapie produkcji i nie może być zmieniona przez użytkownika.

8.5.2. Poziomy sygnałów alarmowych

W sondach głębokości Modbus, w których sygnał prądowy regulatora jest wyprowadzony na zewnątrz, możliwe jest wykrywanie sygnałów alarmowych poprzez zewnętrzny sterownik.

Nominalna wartość prądu alarmu niskiego AL_L wynosi 3,600 mA.

Nominalna wartość prądu alarmu wysokiego AL_H wynosi 22,000 mA.

Tryb alarmowy wyzwalany jest w następujących przypadkach:

- błędy przetwornika ADC;
- błędy lokalnego oscylatora kwarcowego;
- błędy w pamięci dynamicznej RAM;
- błędy w pamięci współczynników lub pamięci programu FLASH.

8.6. Praca w trybie Modbus

Po wykonaniu niezbędnych konfiguracji w celu powrotu przetwornika do pracy w trybie Modbus użytkownik musi zapisać dokonane zmiany ustawień. Kliknięcie w przycisk „Przełącz w tryb Modbus” pozwala na jednoczesny zapis zmian i przejście do trybu komunikacyjnego Modbus.

Przełącz w tryb
Modbus

9. KONSERWACJA

9.1. Przeglądy okresowe

Przeglądy okresowe wykonywać należy zgodnie z normami obowiązującymi użytkownika. Sprawdzać charakterystykę przetwarzania wykonując czynności właściwe dla procedury kalibracji i konfiguracji.

9.1.1. Przegląd stanu zewnętrznego

W trakcie przeglądu należy kontrolować stan głowicy (brak poluzowań i przecieków), stan membran separujących (nalot, korozja) i przyłącza elektrycznego (sprawdzenie stanu kabla) oraz stabilność uchwytu (jeśli został użyty). Skontrolować, czy nie ma objawów uszkodzeń mechanicznych w postaci śladów uderzeń czy wgnieceń.

9.1.2. Sprawdzenie „zera”

Co 2 lata lub zgodnie z normami obowiązującymi użytkownika należy sprawdzić „zero” sondy wyciągając sondę ponad lustro cieczy i odczytując sygnał wyjściowy. Ewentualne korekty dokonać z użyciem komunikatora wg jego instrukcji obsługi.

9.2. Przeglądy poza okresowe

Jeżeli sonda w miejscu zainstalowania została narażona na uszkodzenia mechaniczne, przeciążenia ciśnieniem, impulsy hydrauliczne, przepięcia elektryczne, osady, krystalizację medium, podtrawianie membrany lub stwierdzi się nieprawidłową pracę sondy, należy dokonać przeglądu urządzenia. Skontrolować stan membrany, oczyścić ją, sprawdzić funkcjonalność elektryczną i charakterystykę przetwarzania.



W przypadku stwierdzenia braku sygnału w linii przesyłowej lub jego niewłaściwej wartości należy sprawdzić linię zasilającą, stan połączeń na listwach zaciskowych, przyłączach itp. Sprawdzić, czy właściwa jest wartość napięcia zasilania oraz rezystancja obciążenia.

9.3. Czyszczenie/mycie

W celu usunięcia zanieczyszczeń z zewnętrznych powierzchni należy je przetrzeć zwilżoną w wodzie szmatką.

9.4. Czyszczenie membrany

Jedynym dopuszczalnym sposobem czyszczenia membran jest rozpuszczenie powstałego osadu.



Nie należy usuwać osadów i zanieczyszczeń z membrany sondy powstałych w czasie eksploatacji mechanicznie przy pomocy narzędzi, gdyż w ten sposób można ją uszkodzić, a tym samym uszkodzić urządzenie.

9.5. Części zamienne

Części sondy, które mogą ulec zużyciu lub uszkodzeniu i podlegać wymianie: kabel i uszczelki kabla. Kabel i uszczelki może wymienić tylko producent.

9.6. Naprawa

Uszkodzoną lub niesprawną sondę należy przekazać producentowi.

9.7. Zwroty

W następujących przypadkach sondę należy zwrócić bezpośrednio do producenta:

- konieczność naprawy;
- wykonanie fabrycznej kalibracji;
- wymiana niewłaściwie dobranego/wysłanego urządzenia.

10. ZŁOMOWANIE, UTYLIZACJA



Wyeksploatowane bądź uszkodzone urządzenia złomować zgodnie z Dyrektywą WEEE (2012/19/UE) w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego lub zwrócić je wytwórcy.

11. REJESTR ZMIAN

Nr zmiany	Edycja dokumentu	Opis zmian
1	D1/12.2018	Uzupełniono parametry urządzeń w pkt. 2. oraz w pkt. 5 załącznika Ex.04.
2	D2/06.2019	Dodano uwagi w pkt. 1. Zmiany redakcyjne.
3	01.D.011/05.2020	Zmieniono rysunek w pkt. 5 oraz rys. I.5 w załączniku Ex.04.
4	01.A.001/2021.09	Nowa wersja dokumentu. Zastępuje edycję 01.D.011. Opracował dział DBFD.
5	02.A.001/2022.12	Zmiany związane z wprowadzeniem wersji 17 oprogramowania układowego przetworników. Opracował dział DBFD.
6	03.A.001/2023.05	Zmiany związane z wprowadzeniem wersji 18 oprogramowania układowego przetworników, zmiany redakcyjne. Opracował dział DBFD.

11.1. Wersje elektroniki i oprogramowania układowego

01-05-2023 – Wprowadzenie wersji 18 oprogramowania układowego przetworników.

- Dodanie obszarów adresowych rejestrów od adresu startowego 0x0100 oraz od adresu startowego 0x9C41 (40001 dec).

01-09-2022 – Wprowadzenie wersji 17 oprogramowania układowego przetworników.

Wersja 17 oprogramowania wprowadziła następujące zmiany:

- Dodanie funkcji Modbus 0x2B (43) Read Device Identification.
- Dodanie funkcji Modbus 0x64 (100) Read coefficients.
- Dodanie funkcji Modbus 0x65 (101) Write coefficients.
- Dodanie funkcji Modbus 0x66 (102) Set Modbus Device Address (FLASH).
- Dodanie funkcji Modbus 0x67 (103) Set Speed, Parity, Stop.
- Dodanie funkcji Modbus 0x68 (104) Perform Action.
- Dodanie funkcji Modbus 0x69 (105) Set Modbus Device Address (RAM).
- Przebudowa zarządzania warstwą aplikacji.
- Zmiana adresów rejestrów (dwukrotnie wyższy adres).

05-10-2017 - Wprowadzenie wersji 16 oprogramowania układowego przetworników.

- Zniesienie ograniczenia maksymalnego czasu tłumienia.
- Wprowadzenie nowej wersji oprogramowania Modbus Configurator o numerze 2.2.0.204, od której istnieje możliwość wpisu wartości maksymalnego czasu tłumienia bez ograniczeń.

01-09-2015 - Uzupełnienie informacji o napięciu zasilania dla trybu pracy 4-20 mA.

24-06-2015 - Korekta jednostek ciśnienia dla kodów 1, 2, 10, 12.

01-03-2015 - Wprowadzenie wersji 15 oprogramowania układowego przetworników.

- Poprawiono zarządzanie warstwą łącza danych w oprogramowaniu przetworników. W pewnych warunkach przetwornik mógł nie odesłać odpowiedzi na poprawnie wysłany telegram zapytania. Wprowadzona poprawka usunęła tę wadę.
- Dodana została możliwość odczytu w trybie Modbus z przetworników procentu wysterowania zakresu nastawionego. Zmienna typu float IEEE754 przesyłana jest na 4 bajtach:

Adres (hex)	Przeznaczenie	Uwagi	Format	Liczba bajtów (2 bajty na rejestr)
0x0000	Wartość użytkownika	% wysterowania zakresu nastawionego	IEEE754	4 bajty (2 rejestry)

Zmienna typu Integer 16 bitów ze znakiem przesyłana jest na 2 bajtach:

0x0010	Wartość użytkownika	1/100% wysterowania zakresu nastawionego	Signed 16-bit int	2 bajty (1 rejestr)
--------	---------------------	------------------------------------------	-------------------	---------------------

Zakres nastawiony definiuje się w trybie Konfiguracyjnym:

Początek zakresu nastawionego	1	kPa
Koniec zakresu nastawionego	100	kPa

Zakres nastawiony może być równy lub mniejszy od zakresu podstawowego. Definiuje się go głównie w celu skonfigurowania przetwornika do pracy w trybie pętli prądowej 4-20 mA.

W tym trybie początek zakresu nastawionego odpowiada prądowi 4 mA oraz procentowiysterowania 0%, zaś koniec zakresu nastawionego odpowiada prądowi 20 mA oraz procentowiysterowania 100%. Zarówno wartość prądu pętli prądowej w trybie 4-20 mA jak i procentysterowania zakresu nastawionego może być przekształcany funkcją transferu zdefiniowaną w trybie konfiguracyjnym.

W trybie pracy Modbus procentysterowania zakresu nastawionego (0-100) może służyć użytkownikowi do przekształcenia w przeliczniku za pomocą operacji matematycznej tej wielkości na dowolną inną. Jednocześnie przy ustawieniu w przetworniku funkcji pierwiastkowej może służyć do odczytu przepływów na kryzach lub zwężkach.

- Informacja wpisywana przez przetwornik do rejestru 31 w wersji 15 oprogramowania opisuje rzeczywisty czas pomiędzy końcem bitu stop ostatniego bajtu sumy kontrolnej CRC telegramu zapytania a bitem start bajtu adresu telegramu odpowiedzi przetwornika (czas odpowiedzi). Czas ten zależy od ustawionej prędkości transmisji przetwornika i zawiera się w przedziale od 3 do 20 ms.
- Wprowadzono drobne poprawki podnoszące komfort obsługi do powiązanego z przetwornikami oprogramowania Modbus Configurator, inkrementując zarazem numer wersji tego oprogramowania do wersji 2.1.0.195.
- Wprowadzono drobne poprawki związane z powyższymi zmianami do Instrukcji Obsługi DTR.PC.PR.SG.MODBUS, Edycja „C”.

01-07-2014 - Wprowadzenie wersji 48 elektroniki.

Wersja 48 elektroniki wprowadza następujące zmiany:

- Miniaturyzacja i zmniejszenie wymiarów płytki elektroniki.
- Zmiana częstotliwości zegara procesora głównego z 14,74 na 3,68 MHz, obniżenie poboru prądu.
- Dodanie przetwornika D/A oraz układów źródła prądowego w celu realizacji sterowania pętlą prądową 4-20 mA.
- Zmiana sposobu podłączeń sygnałów w przyłączy elektrycznym M12.
- Zwiększenie poziomu odporności na zaburzenia EMI.

01-07-2014 - Wprowadzenie wersji 14 oprogramowania układowego przetworników.

Równoległe z wprowadzeniem wersji 48 elektroniki powstała nowa 14 wersja oprogramowania, która wprowadziła następujące zmiany:

- Usunięcie opcji 10 bitowego słowa transmisji szeregowej. Od wersji 14 oprogramowania, zgodnie ze standardem Modbus RTU (Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02) znak ma zawsze długość 11 bitów. W przypadku braku bitu parzystości stosuje się 2 bity Stop dopełniając ramkę znaku do 11 bitów. Stosowane są formaty 8E1 (domyślny), 8O1, 8N2.
- Usunięcie opcji modyfikacji opóźnienia odpowiedzi przetwornika. W wersji 14 czas ten ustawiony jest na 0 i zależy jedynie od takich czynników jak liczba danych odczytywanych funkcją 03, ustawiona prędkość transmisji oraz koincydencja momentu zapytania z automatem programu przetwornika. Czas ten nie powinien przekroczyć 5 ms.
- Usunięcie prędkości transmisji Modbus 600 b/s.
- Zmniejszenie poboru i optymalizacja zarządzania energią pobieraną przez przetwornik.
- Optymalizacja procedur krytycznych czasowo.
- Implementacja funkcji związanych z pracą przetwornika w trybie pętli prądowej.
- Implementacja funkcji związanych z konfiguracją przetwornika w trybie pętli prądowej.

12. Załącznik 1. Instrukcja Urządzenia Budowy Przeciwwybuchowej PL.IX.SG.25.MODBUS

SONDY GŁĘBOKOŚCI TYPU:
SG-25.Modbus, SG-25C.Modbus, SG-25S.Modbus
WYKONANIA ISKROBEZPIECZNE zgodne z ATEX

1. Wstęp

Instrukcja Urządzenia Budowy Przeciwwybuchowej PL.IX.SG.25.MODBUS ma zastosowanie wyłącznie do sond głębokości SG-25.Modbus, SG-25S.Modbus, SG-25C.Modbus w wykonaniu iskrobezpiecznym zgodnym z ATEX z oznaczeniami jak w pkt. 2. oraz informacją o wykonaniu Ex w Świadectwie wyrobu. W trakcie instalowania i użytkowania sond w wykonaniu Ex należy posługiwać się Instrukcją Obsługi PL.IO.SG.25.MODBUS wraz z „Instrukcją Urządzenia Budowy Przeciwwybuchowej PL.IX.SG.25.MODBUS”.

2. Zastosowanie sond w strefach zagrożonych wybuchem

Sondy wykonane są zgodnie z wymaganiami norm:

PN-EN 60079-0:2018-09, PN-EN 60079-11:2012, PN-EN 50303:2004

Sondy mogą pracować w strefach zagrożonych wybuchem zgodnie z nadanym oznaczeniem rodzaju budowy przeciwwybuchowej:



I M1 Ex ia I Ma
II 1G Ex ia IIB T4/T5/T6 Ga
FTZÚ 18 ATEX 0077X

3. Dopuszczalne parametry wejściowe (na podstawie danych z certyfikatu FTZÚ 18 ATEX 0077X)



Do podłączenia linii zasilającej oraz linii sygnałowej transmisji danych RS485 należy używać urządzeń, które posiadają odpowiednie certyfikaty iskrobezpieczeństwa, których parametry nie mogą przekraczać dopuszczalnych parametrów wejściowo-wyjściowych, podanych w punktach a) i b).



Sondy należy zasilać z urządzeń posiadających zasilanie separowane galwanicznie.

Minimalne napięcie zasilania sond 4 V DC.

Sonda jest urządzeniem iskrobezpiecznym z poziomem zabezpieczenia „ia” wtedy, kiedy obwód zasilający posiada poziom zabezpieczenia „ia”.

a) Dopuszczalne parametry wejściowe dla zasilania (czerwony+, czarny-)

-dla zasilania o charakterystyce liniowej:

$$U_i \leq 10 \text{ V}, I_i \leq 0.4 \text{ A},$$

-dla zasilania o charakterystyce prostokątnej i trapezowej:

$$U_i \leq 5 \text{ V}, I_i \leq 0.4 \text{ A}$$

b) Dopuszczalne parametry wejściowe i wyjściowe dla transmisji RS485 (niebieski VA, żółty VB):

$$U_i \leq 10 \text{ V}, I_i \leq 0.2 \text{ A}, U_o \leq 10 \text{ V}^*, I_o \leq 0.4 \text{ A}^*$$

* parametry wyjściowe przetwornika $U_o I_o$ są równe parametrom wyjściowym $U_o I_o$ zastosowanego zasilacza.

Zależność klasy temperaturowej przetworników od temperatury otoczenia (w tym temperatury mierzonego medium) T_a [°C] i sumy mocy P_i [W] w obwodzie zasilania i w obwodzie transmisji RS485 podano w **Tabeli Z1**.

Minimalna temperatura otoczenia $T_a = -40^\circ\text{C}$ (wykonanie specjalne od -50°C).

c) Pojemność i indukcyjność wewnętrzna sondy w obwodzie zasilania i w obwodzie transmisji RS485 wynosi:

$$L_i = 0 \mu\text{H}, C_i \approx 2.5 \mu\text{F}^{**}$$

d) Maksymalna pojemność i indukcyjność jaka może być dołączona do sondy w obwodzie transmisji wynosi dla podgrupy:

- IIB $L_o = 0.7 \text{ mH}, C_o = 15 \mu\text{F}$;

- IIA i grupy I $L_o = 1.7 \text{ mH}, C_o = 80 \mu\text{F}$.

** Należy uwzględnić pojemność i indukcyjność kabla, które dla kabla podłączonego na stałe wynoszą:

$$C_k = 0,2 \text{ nF/m} \text{ i } L_k = 1 \mu\text{H/m}$$

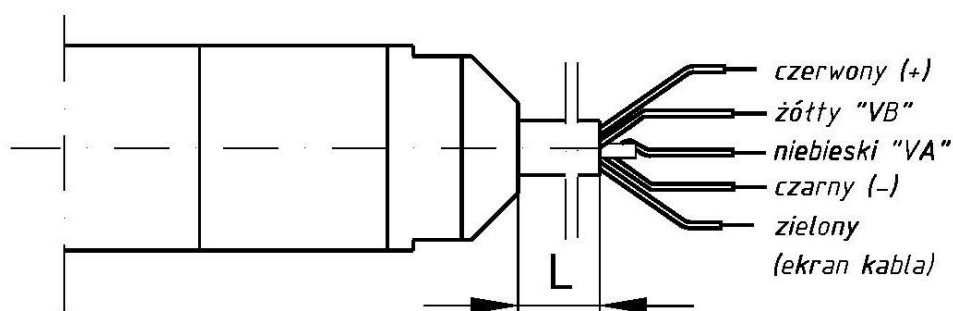
Tabela Z1. Zależność klasy temperaturowej od temperatury otoczenia T_a i sumy mocy P_i

P_i [W] Suma mocy wejściowych w obwodach zasilania oraz transmisji 485	T_a [°C]	Klasa temp.	P_i [W] Suma mocy wejściowych w obwodach zasilania oraz transmisji 485	T_a [°C]	Klasa temp.	P_i [W] Suma mocy wejściowych w obwodach zasilania oraz transmisji 485	T_a [°C]	Klasa temp.
0.25	65	T6	0.75	55	T6	1.5	65	T5
	80	T5		80	T5		80	T4
0.5	60	T6	1.2	70	T5	1.75	60	T5
	80	T5		80	T4		80	T4

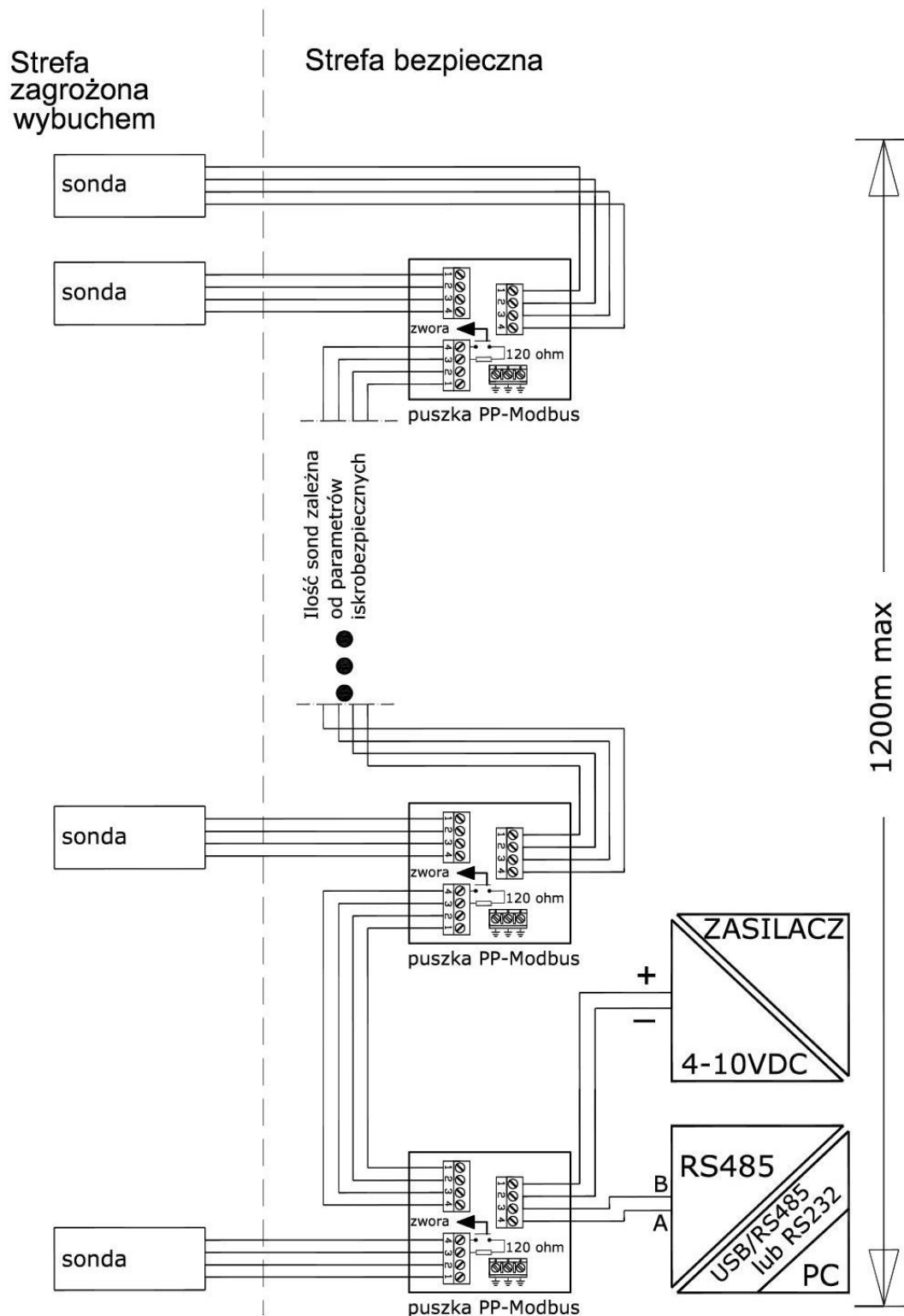
4. Sposób połączeń sond w wykonaniu Ex

Połączenia sondy oraz urządzeń w pętli pomiarowej sondy należy wykonać zgodnie z normami iskrobezpieczeństwa i przeciwwybuchowości oraz warunkami stosowania w strefach zagrożonych.

Nieprzestrzeganie tych zasad może doprowadzić do wybuchu i zagrożeń dla pracowników.



Rys. I.1



Rys. I.2

5. Szczególne warunki stosowania

1. Sondy nie spełniają testu izolacji (500 V rms) wymaganego w normie PN EN 60079 11:2012. Musi to być uwzględnione podczas instalacji urządzenia.
2. Zakres temperatur otoczenia – patrz Tabela Z1 oraz informacje znajdujące się na tabliczce znamionowej sondy.
3. Temperatura procesu (medium) przy membranie musi mieścić się w zakresie temperatury otoczenia.