

SENMA

SPIS TREŚCI

1. SENMA – WPROWADZENIE	3
2. UWAGI Z ZAKRESU BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA URZĄDZENIA	3
2.1. PODŁĄCZENIE	3
2.2. INFORMACJE Z ZAKRESU BEZPIECZEŃSTWA	3
2.3. NAPRAWY I MODYFIKACJE URZĄDZENIA	3
2.4. CZĘŚCI ZAMIENNE	3
2.5. UŻYTKOWANIE	3
2.6. PRZEGLĄDY	4
2.7. KALIBRACJA	4
3. SCHEMAT BLOKOWY I ZASADA DZIAŁANIA	4
4. MONTAŻ	5
4.1. ZŁĄCZA	9
4.2. PODŁĄCZENIE SENSORA SENMA	10
4.3. ELEWACJA	10
5. PROGRAM PC DO ZMIAN NASTAW SENSORA	12
5.1. CYKLE PRACY	13
5.2. WYJŚCIA ANALOGOWE	15
5.3. WYJŚCIA PRZEKAŹNIKOWE (ALARMY)	16

6. KOMUNIKACJA MODBUS	17
6.1. PARAMETRY PODSTAWOWE	17
6.2. TYPY ZMIENNYCH MODBUS DOSTĘPNYCH W SENSORZE SENMA	18
6.2.1. COILS - ZMIENNE BITOWE ZALEŻNE (TYPY READ/WRITE)	18
6.2.2. DISCRETE INPUTS - ZMIENNE BITOWE NIEZALEŻNE (TYPY READ ONLY)	19
6.2.3. HOLDING REGISTERS - ZMIENNE 2-BAJTOWE ZALEŻNE (TYPY READ/WRITE)	19
6.2.4. INPUT REGISTERS - ZMIENNE 2-BAJTOWE NIEZALEŻNE (TYPY READ ONLY)	20
6.2.5. TABELA TYPÓW URZĄDZEŃ	21
6.2.6. TABELA ŹRÓDEŁ POBUDZENIA DLA PRZEKAŹNIKÓW	21
6.2.7. TABELA KODÓW WYNIKÓW	22
6.2.8. TABELA GAZÓW SPECJALNYCH	23
6.2.9. TABELA KODÓW JEDNOSTEK	24
6.2.10. TABELA FAZ PRACY SENSORA	24
6.2.11. ZEROWANIE I KALIBRACJA SPANU PRZEZ MODBUS	25
6.2.11.1. PROCEDURA ZEROWANIA SENSORA:.....	25
6.2.11.2. PROCEDURA KALIBRACJI SPANU.....	26
7. DANE TECHNICZNE I INFORMACJE EKSPLOATACYJNE	26

1. SENMA – WPROWADZENIE

Senma jest przepływowym sensorem gazowym pełniącym rolę detektora dla pojedynczego składnika gazowego. Charakteryzuje się dużymi możliwościami dostosowania do konkretnych potrzeb. W zależności od mierzonego gazu wykorzystuje technologię pomiarową NDIR (Non-Dispersive Infra-red) lub elektrochemiczne cele pomiarowe.

Każdy sensor jest przystosowany do detekcji konkretnego gazu i skalibrowany na wymagany zakres i rozdzielczość pomiarową.

Próbka gazu trafia do sensora Senma za sprawą pompy membranowej znajdującej się w urządzeniu (nie jest to sensor dyfuzyjny), a następnie dokonywany jest jej pomiar. W razie detekcji danego typu gazu oraz przekroczenie określonego wcześniej stężenia sensor uruchamia alarm.

2. UWAGI Z ZAKRESU BEZPIECZEŃSTWA UŻYTKOWANIA URZĄDZENIA

2.1. Podłączenie

Przepływowy sensor gazu SENMA może być instalowany tylko przez odpowiednio wykwalifikowany i przeszkolony personel. Przed montażem należy upewnić się, że parametry sieci, do której sensor będzie podłączony odpowiadają parametrom urządzenia wskazanym w instrukcji. Przy podłączaniu urządzenia należy kierować się niniejszą instrukcją.

2.2. Informacje z zakresu bezpieczeństwa

Przepływowy sensor gazu SENMA może być obsługiwany tylko przez odpowiednio wykwalifikowany i przeszkolony personel.

2.3. Naprawy i modyfikacje urządzenia

Dokonywanie napraw i modyfikacji przez osoby nieupoważnione, z uwagi na funkcję urządzenia, może spowodować bezpośrednie zagrożenia zdrowia i życia. Wszelkie oznaki złego funkcjonowania urządzenia należy bezzwłocznie zgłaszać do producenta.

2.4. Części zamienne

Nie należy stosować części zamiennych innych niż te pochodzące od producenta urządzenia lub zaleconych przez producenta.

2.5. Użytkowanie

Przepływowy sensor gazu SENMA należy użytkować zgodnie z jego przeznaczeniem, tj. odpowiedni sensor gazu znajdujący się w urządzeniu służy do detekcji konkretnego gazu. Przepływowy sensor gazu SENMA może pracować tylko i wyłącznie w warunkach, które zatwierdził producent.

2.6. Przeglądy techniczne

Producent zaleca regularne przeglądy w odstępach 6 miesięcy. Niestosowanie się do tego zalecenia może spowodować utratę gwarancji. Przeglądy mogą być wykonywane tylko przez oficjalny serwis producenta.

2.7. Kalibracja

Kalibracja urządzenia może być wykonywana tylko przez oficjalny serwis producenta. Konieczność kalibracji może zostać wskazana podczas przeglądu technicznego urządzenia lub może na nią wskazywać nieprawidłowe zachowanie urządzenia. W momencie stwierdzenia przez serwis producenta konieczności kalibracji, nie należy używać urządzenia do momentu przywrócenia jego normalnej pracy.

3. SCHEMAT BLOKOWY I ZASADA DZIAŁANIA

Sensor pracuje w trybie pracy cyklicznej, podczas której wyróżniane są następujące fazy:

1. Wygrzewanie – pierwsza faza pracy sensora, występująca tylko po uruchomieniu sensora. Czas trwania tej fazy to 15 minut, podczas których sensor przygotowuje się do pracy.
2. Stand-by (opcjonalnie) – oczekiwanie na rozpoczęcie kolejnego cyklu pomiarowego. Faza stand-by występuje tylko w przypadku kiedy czas trwania pomiarów + przewietrzania jest krótszy od czasu trwania całego cyklu pomiarowego.
3. Przewietrzanie (zakończone zerowaniem sensora) – faza obligatoryjna do poprawnej pracy sensora. Zaleca się wykonanie przewietrzania dwa razy na dobę przez minimum 15 minut. Fabryczne ustawienie sensora: czas przewietrzania 15 minut, pierwsze o godzinie 6.00, następne o godzinie 18.00.
4. Pomiary – właściwa faza pracy sensora.

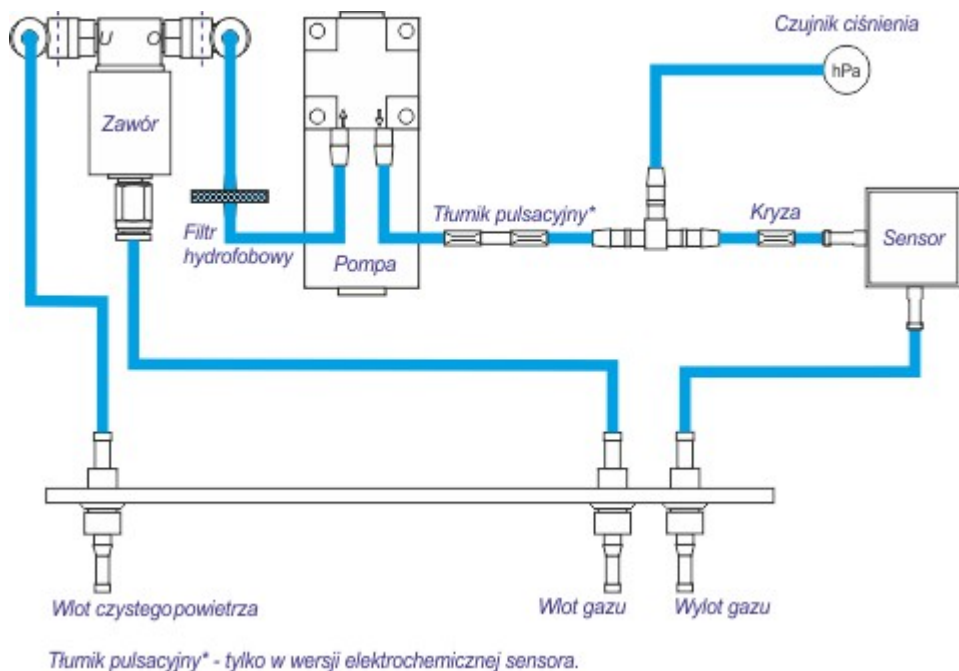
Sensor posiada zawór elektromagnetyczny, który w zależności od aktualnej fazy cyklu pomiarowego jest otwarty na mierzony gaz (faza pomiaru) lub świeże powietrze (faza przewietrzania). Gaz (lub świeże powietrze) jest zasysane przez sensor za pomocą wbudowanej pompy gazu.

Na obudowie sensora znajdują się trzy króćce gazowe, oznaczone jako: wlot gazu, wlot czystego powietrza, wylot gazu.

Do króćców wlotowych należy doprowadzić wężykami (PTFE 4x6mm) – próbkę gazu z miejsca potencjalnego wycieku gazu oraz świeże powietrze z nadmuchu wentylacji pomieszczenia. Króciec wylotowy należy pozostawić niepodłączony.

Sensory wyposażone w celę elektrochemiczną są dodatkowo wyposażone w tłumik niwelujący pulsacyjne dostarczanie gazu przez pompę membranową – w ten sposób eliminuje się „drgania” sygnału sensora elektrochemicznego.

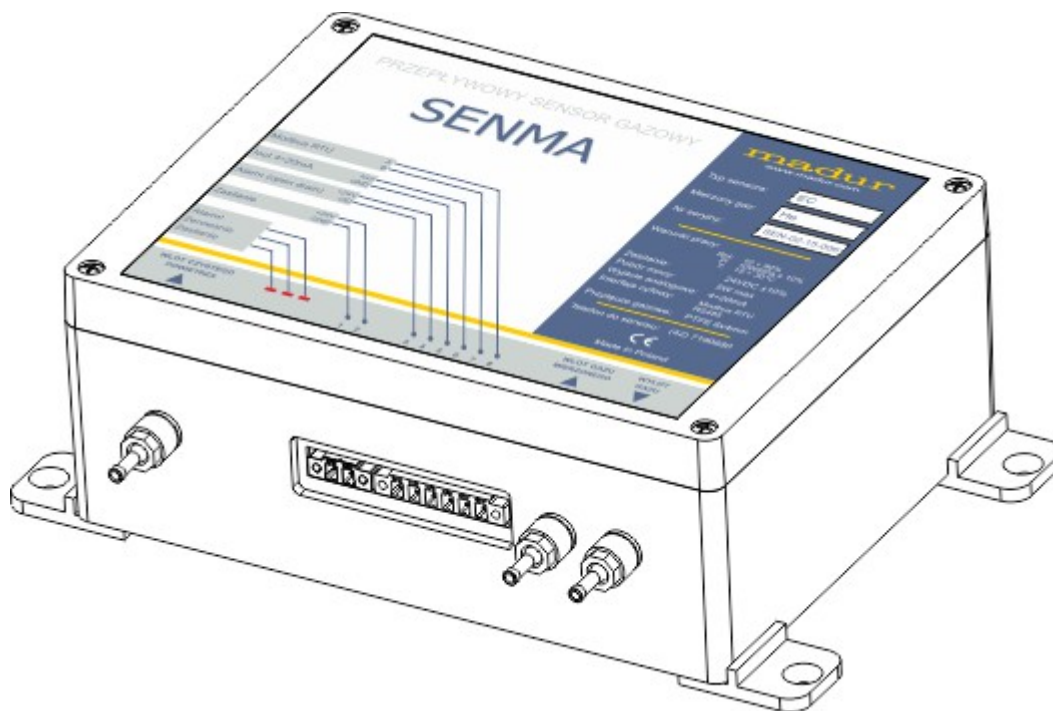
Prędkość przepływu gazu przez sensor (kontrola drożności) jest dokonywana przez różnicowy czujnik ciśnienia.



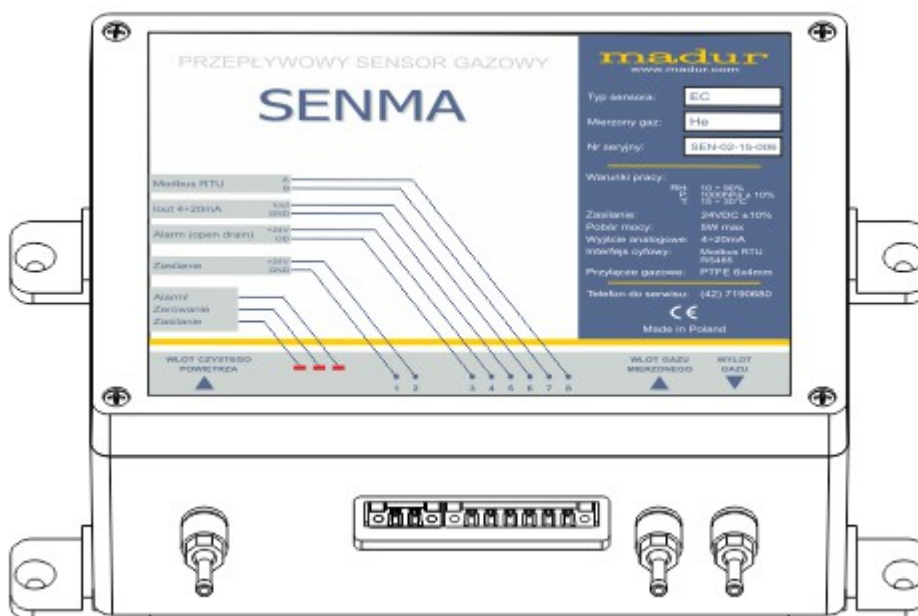
Rysunek 1. Senma – schemat blokowy

4. MONTAŻ

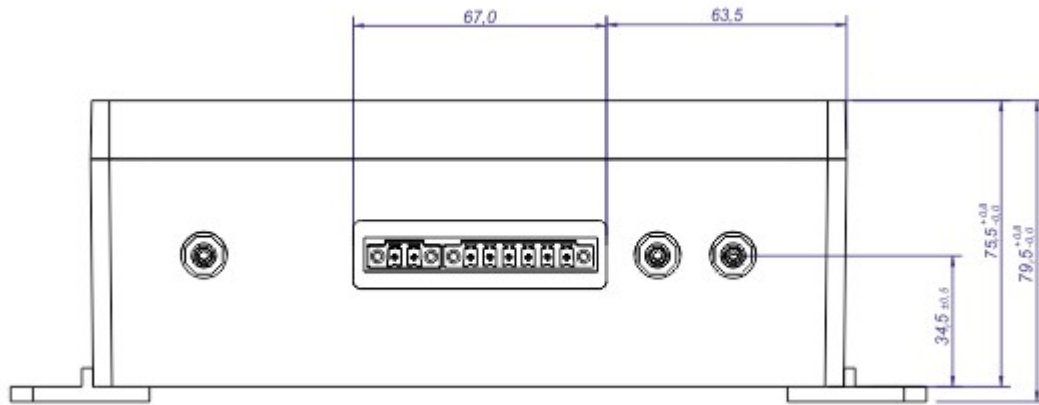
Sensor Senma zamknięty jest w obudowie wykonanej z tworzywa ABS. Umożliwia ona zamontowanie sensora np. na ścianie. Rysunek 2. ÷ Rysunek 4. oraz Rysunek 6. ÷ Rysunek 7. przedstawiają wymiary obudowy sensora pokazujące jak dostosować miejsce montażu. Rysunek 5. wskazuje natomiast, gdzie powinny zostać przygotowane otwory pod instalację sensora.



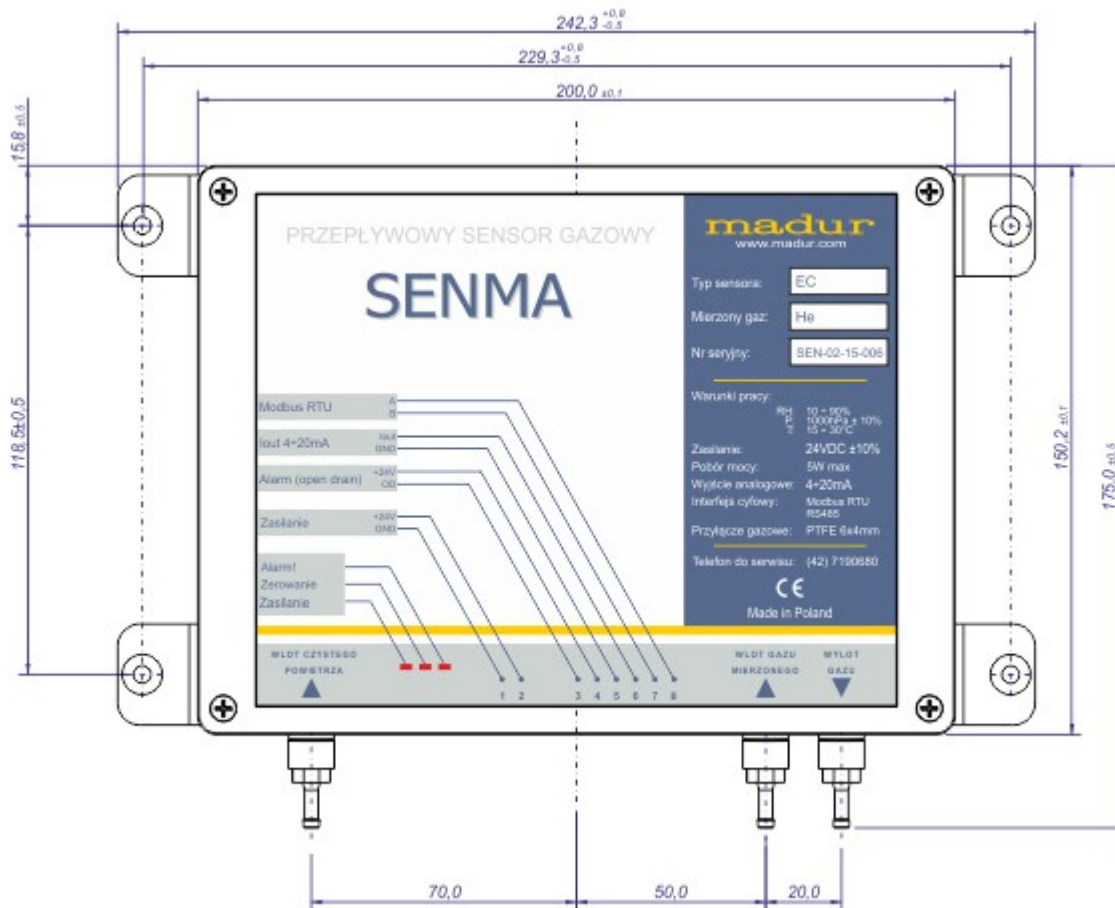
Rysunek 2. Senma – widok izometryczny



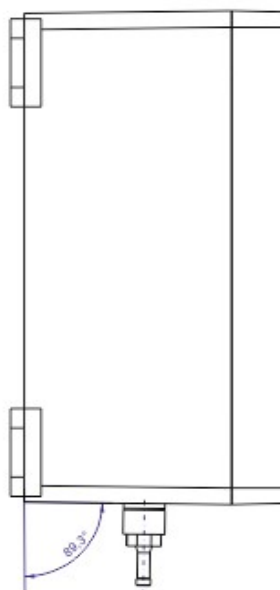
Rysunek 3. Senma – widok elewacji i dołu obudowy



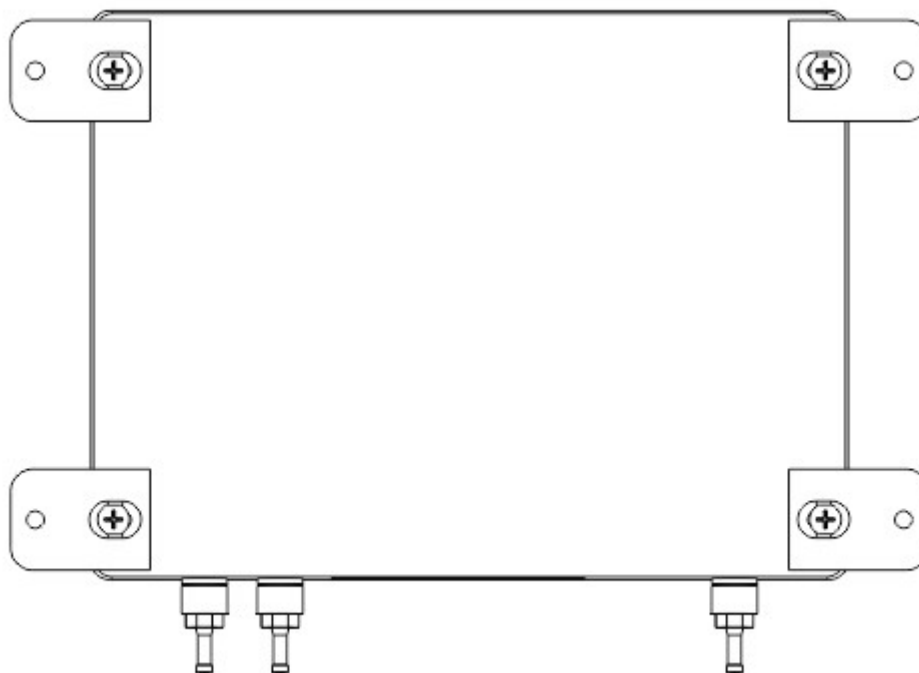
Rysunek 4. Senma – widok dołu obudowy



Rysunek 5. Senma – widok elewacji



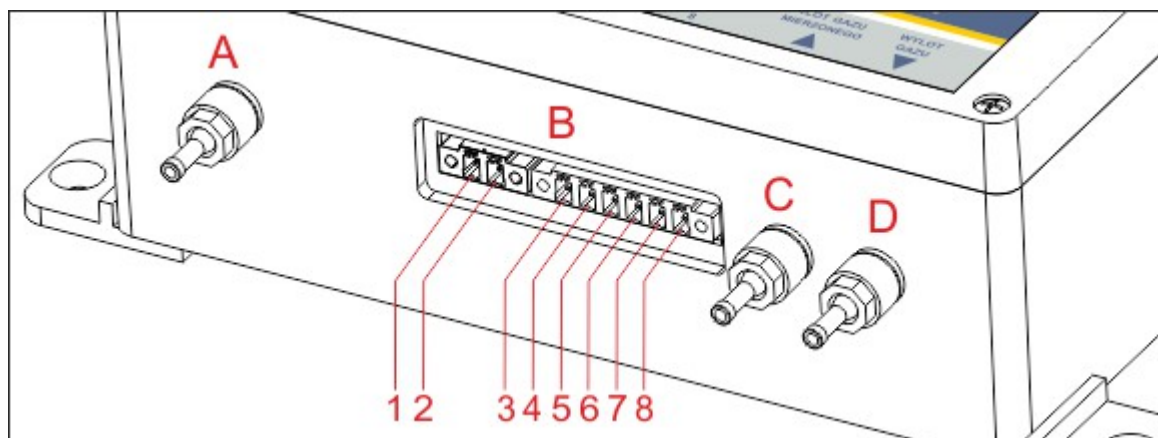
Rysunek 6. Senma – widok z boku



Rysunek 7. Senma – widok z tyłu

4.1. Złącza

Rysunek 8. pokazuje wszystkie złącza sensora Senma umożliwiające jego prawidłowe podłączenie.



Rysunek 8. Senma – widok złączy

Oznaczenia na rysunku

- A. Wlot czystego powietrza
- B. Złącza elektryczne (1+2 – zasilanie; 3+8 - komunikacja)
 1. Zasilanie GND
 2. Zasilanie +24V
 3. Alarm (open drain) OD

4. Alarm (open drain) +24V
 5. Iout 4÷20mA (GND)
 6. Iout 4÷20mA (Iout)
 7. RS485 B / Modbus RTU B
 8. RS485 A / Modbus RTU A
- C. Wlot gazu mierzonego
D. Wylot gazu

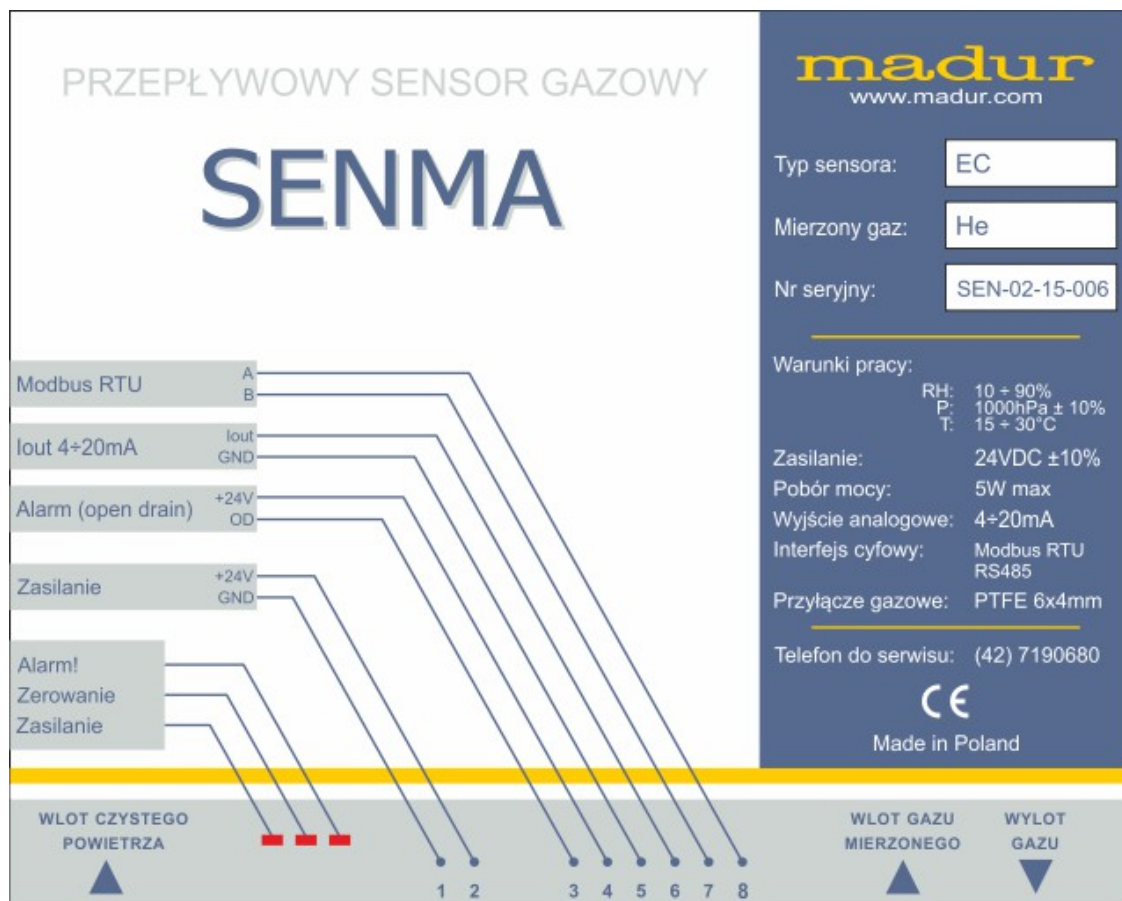
4.2. Podłączenie sensora Senma

1. Po zamontowaniu sensora w miejscu jego przeznaczenia należy doprowadzić zasilanie o napięciu 24VDC – zgodnie z opisem Rysunek 8. B1 i B2
2. Podłączyć złącze komunikacyjne: prądowe wyjścia analogowe, alarm i cyfrowy wyjście MODBUS zgodnie z opisem Rysunek 8. B3 ÷ B8.
3. Na króćce (A, C i D) nałożyć wężyki teflonowe o średnicy zewnętrznej 6mm i wewnętrznej 4mm (PTFE 6x4)*.
 - Wlot gazu doprowadzić do miejsca potencjalnego wycieku gazu mierzonego.
 - Wlot czystego powietrza doprowadzić wężykiem PTFE do nawiewu wentylacji pomieszczenia (źródła gazu obojętnego, pozbawionego cząsteczek gazu mierzonego)
 - Wylot gazu zostawić „otwarty do otoczenia”.

*UWAGA! W wersji sensora H₂, do wylotu gazu nie należy podłączać wężyka ani w żaden sposób zasłaniać/zakrywać wylotu mierzonego gazu ze względu na wrażliwość komórki elektrochemicznej na zmiany ciśnienia.

4.3. Elewacja

Na Rysunek 9. znajduje się przykładowa elewacja sensora Senma. Na każdej elewacji znajduje się opis załącz sensora, oznaczenia poszczególnych diod, wlotów i wylotu gazów, dane o konkretnym egzemplarzu (typ sensora, mierzony gaz i numer seryjny) oraz informacje o warunkach pracy, zasilaniu, poborze mocy, dostępnych interfejsach cyfrowych i rodzaju przyłącza gazowego.



Rysunek 9. Senma – elewacja

5. PROGRAM PC DO ZMIAN NASTAW SENSORA

Do zmian nastaw sensora SENMA służy program PC madur.exe -

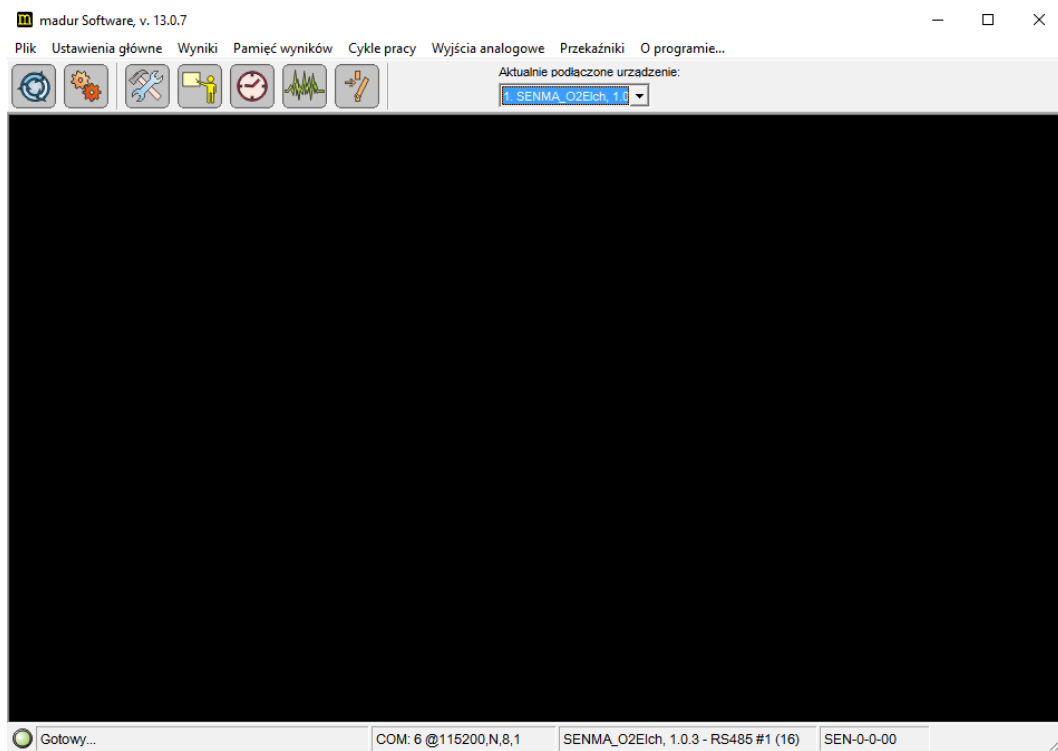
http://www.madur.com/data/download/00_common/software/mamos%20%20-%20software%20v13.1.5%20ml.zip

Do podłączenia sensora SENMA z komputerem należy użyć kabla RS485, lub konwertera USB-RS485:



Rysunek 10. Senma – elewacja

Sensor automatycznie wykryje i przestawi się w tryb komunikacji z programem madur



Rysunek 11. Program PC – główne okno programu

Za pomocą programu komputerowego madur.exe można dokonać m.in. nastaw:

- Trybu pracy sensora – cykle pracy
- Wyjść analogowych
- Sygnalizacji diod i alarmu

5.1. Cykle pracy

Cykle pracy

Czasy faz cyklu

	hh:mm:ss	
Czas pełnego cyklu	12:00:00	1
Czas fazy: 'Przewietrzanie'	00:15:00	2
Czas fazy: 'Przeciąganie'	00:01:00	
Czas fazy: 'Przed czuwaniem'	00:02:00	
Czas fazy: 'Pomiary'	11:45:00	3
Czas fazy: 'Wyrzwanie'	00:15:00	

do końca

5

Tryb pracy

Praca cykliczna

Opis wybranego trybu

06:00:00 godzina pierwszego zerowania

4

Urządzenie pracuje cyklicznie wykonując następujące fazy:
'Przewietrzanie', 'Pomiary', 'Czuwanie' zgodnie z ustawieniami w sekcji 'Czasy faz cyklu'.

Wejście IN1 Wejście IN2 Wejście IN3 Wejście IN4

Brak akcji
 Restartuj cykl pomiarowy
 Przerwij cykl pomiarowy

Wejście nie ma wpływu na cykl pomiarowy

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 0

1 2

'Czuwanie' 'Wyrzwanie' 'Przewietrzanie' 'Pomiary'

Sprawdź stan aktualny Zapisz Domyślne Zrestartuj cykl Czuwanie Zamknij

Rysunek 12. Program PC – tryby pracy – praca cykliczna

Standardowo (nastawienie fabryczne) sensor SENMA pracuje w cyklu 12-godzinnym. Oznacza to, że 15-minutowe przewietrzanie sensora wraz z zerowaniem jest powtarzane 2 razy w ciągu doby. Pierwsze zerowanie ustawione jest na godzinę 6.00 drugie na 18.00. Na Rysunek 12. pokazano wyżej opisane nastawy. Za pomocą programu istnieje możliwość modyfikacji cyklu pomiarowego i jego poszczególnych faz.

Można dokonać zmiany:

1. czasu trwania całego cyklu pomiarowego
2. czasu fazy „Przewietrzanie”
3. czasu fazy „Pomiary”
4. godziny wystąpienia pierwszego przewietrzania z zerowaniem
5. trybu pracy:
 - a) Praca cykliczna (podstawowy tryb pracy)
 - b) Praca według terminarza – użytkownik może zdefiniować do 24 momentów czasowych w ciągu doby rozpoczynających cykl pomiarowy, np. pomiar przez 2h, codziennie o godzinie 8.13 i 15.24 (należy uwzględnić czas trwania fazy przewietrzanie) :

Cykle pracy

Czas fazy cyklu

hh:mm:ss

do końca

Czas fazy: 'Przewietrzanie' 00:15:00

Czas fazy: 'Przeciąganie' 00:01:00

Czas fazy: 'Przed czuwaniem' 00:02:00

Czas fazy: 'Pomiary' 02:00:00

Czas fazy: 'Wyrzewanie' 00:15:00

Tryb pracy

Praca według terminarza

Czas rozpoczęcia cykli

1.	<input checked="" type="checkbox"/>	07:58:00	13.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
2.	<input checked="" type="checkbox"/>	15:09:00	14.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
3.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	15.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
4.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	16.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
5.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	17.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
6.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	18.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
7.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	19.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
8.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	20.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
9.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	21.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
10.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	22.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
11.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	23.	<input type="checkbox"/>	00:00:00
12.	<input type="checkbox"/>	00:00:00	24.	<input type="checkbox"/>	00:00:00

Wejście IN1 Wejście IN2 Wejście IN3 Wejście IN4

Brak akcji

Restartuj cykl pomiarowy

Przerwij cykl pomiarowy

Wejście nie ma wpływu na cykl pomiarowy

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 0

1 2

'Czuwanie' 'Wyrzewanie' 'Przewietrzanie' 'Pomiary'

Sprawdź stan aktualny Zapisz Domyślne Zrestartuj cykl Czuwanie Zamknij

Rysunek 13. Program PC – Cykle pracy – tryb pracy z terminarzem

- c) Praca z wyzwaniem zewnętrznym – początek i/lub koniec trwania cyklu jest uruchamiany sygnałem elektrycznym podanym na wejście cyfrowe sensora (złącze wejścia cyfrowego nie jest fabrycznie zamontowane)
- d) Długookresowy miesięczny – pozwala prowadzić długoterminowe (miesięczne) pomiary bez przeprowadzania okresowego przewietrzania i zerowania.

UWAGA: Ponieważ dokładność pomiarów (szczególnie dla niskich stężeń) jest mocno uzależniona od częstotliwości wykonywania zerowania, tryb ten można stosować tylko warunkowo.

- e) Długookresowy zmienny (1-30 dni) – tryb podobny do powyższego, z tą różnicą że przewietrzanie i zerowanie jest powtarzane o określoną ilość dni.

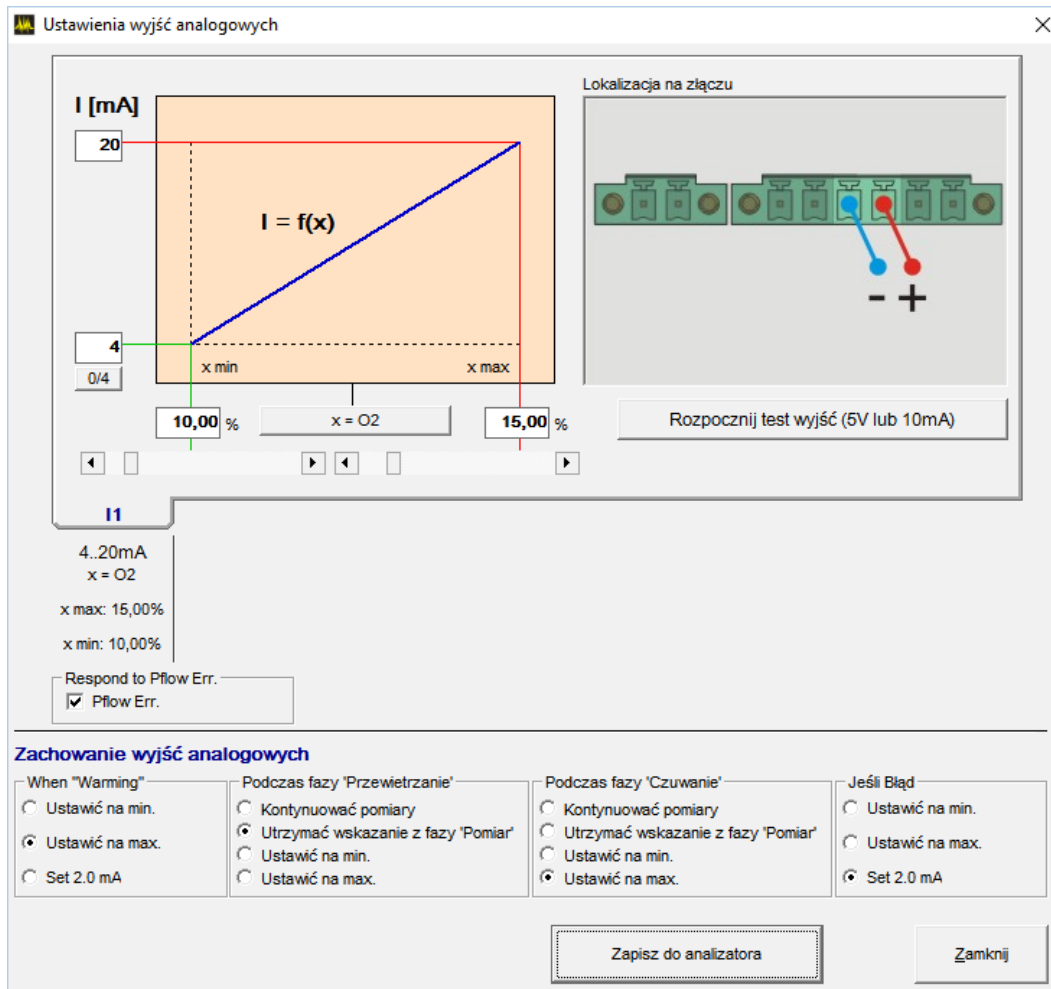
5.2. Wyjścia analogowe

Sensor jest wyposażony w jedno prądowe wyjście analogowe (4÷20mA), do którego (domyślnie) przyporządkowany jest sygnał pomiarowy sensora gazowego (opcjonalnie można np. przyporządkować wskazania czujnika ciśnienia atmosferycznego, ciśnienia różnicowego – przepływ gazu przez sensor).

Do minimum, maksimum wyjścia analogowego można przyporządkować dowolną wartość z zakresu pomiarowego sensora.

Na przykładzie w Rysunek 14. do minimum (4mA) przyporządkowano wartość 10% wskazania sensora O₂, do maksimum →15% wskazania wartości tlenu.

W takim przypadku, kiedy koncentracja O₂, mierzona przez sensor, będzie w zakresie 0÷10% wyjście analogowe „pokaże” 4mA. Dla koncentracji w przedziale 15÷30% → 20mA. W zakresie 10÷15%, wyjście „pokaże” wartość proporcjonalną z zakresu 4÷20mA (np. O₂ = 12,5% → I_{out} = 12mA)



Rysunek 14. Program PC – wyjścia analogowe

W oknie definiowania wyjść analogowych, w formie rysunku pokazano piny złącza komunikacyjnego, do których należy podłączyć przewody wyjść analogowych. Poniżej rysunku znajduje się przełącznik, za pomocą którego można wykonać test poprawności działania wyjść analogowych – po naciśnięciu klawisza „Rozpocznij test”, na wyjście analogowe wystawiany jest sygnał o wartości 10mA.

Oprócz zdefiniowania zakresu wyjścia analogowego, należy zdefiniować zachowanie wyjść analogowych podczas faz innych niż Pomiary, tj. Wyrzwanie, Przewietrzanie, Stand-by, oraz w sytuacji wystąpienia błędu.

Podczas w/w faz, wyjścia analogowe mogą zostać ustawione na:

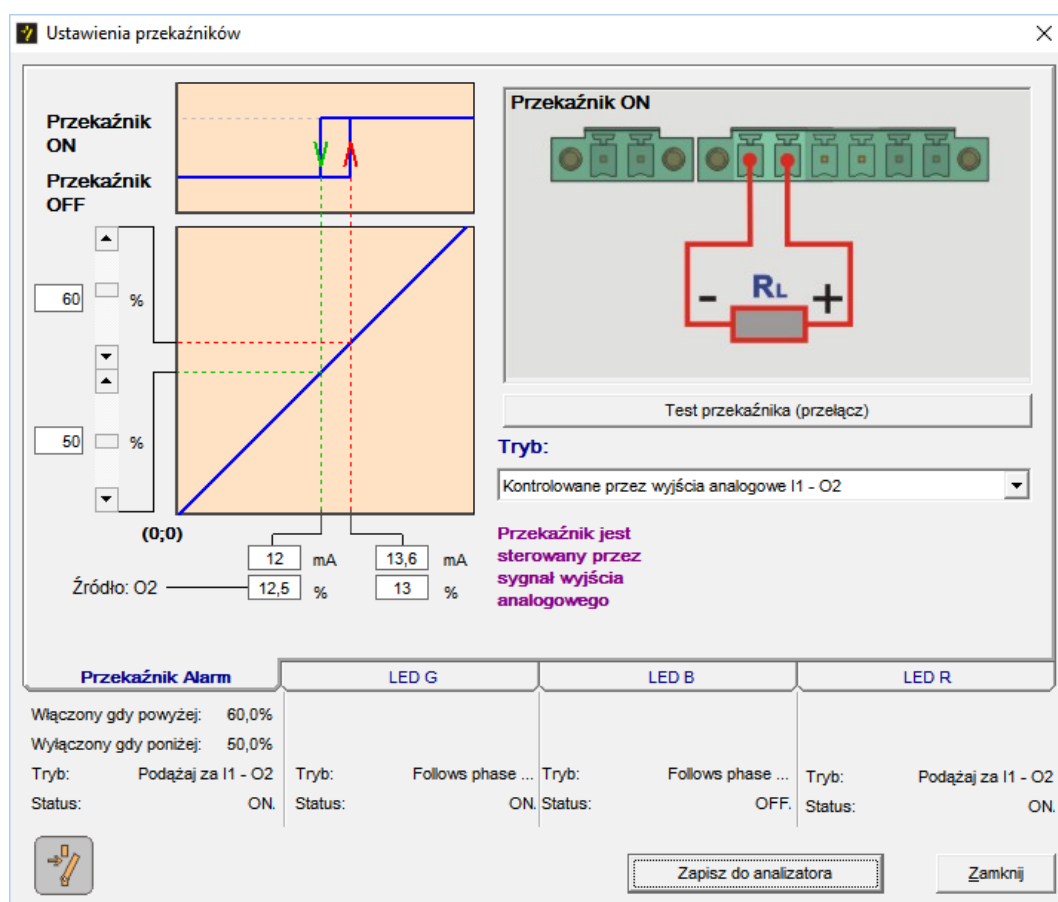
- wartość maksymalną – 20mA
- wartość minimalną – 4mA
- wartość poniżej zakresu – 2mA (np. dla pokazania błędu sensora)
- kontynuowanie pomiarów – podczas przewietrzania, zawór elektromagnetyczny zostaje przestawiony na pobór gazu z króćca świeżego powietrza. Jeśli w trakcie pomiarów sensor wskazywał wartości

niezerowe, to podczas przewietrzania zaczną one spadać do zera. Dla nastawy wyjść analogowych „kontynuowanie pomiarów”, wyjścia analogowe będą podążać za wskazaniami sensora, czyli również dążyć do minimum zakresu (4mA).

- Utrzymać wskazanie z fazy pomiar = zatrzaśnięcie na wyjściu analogowym wyników pomiaru sensora z ostatniej chwili trwania fazy Pomiaru.

Sensor wyposażony jest w czujnik ciśnienia różnicowego, za pomocą którego możliwa jest kontrola przepływu gazu przez sensor (drożność sensora). Sensor może sygnalizować spadek przepływu poniżej wartości progowej za pomocą wyjścia analogowego. W tym celu należy zaznaczyć opcję „Pflow Err.” - wyjścia analogowe będą zachowywać się tak jak dla nastawy „Jeśli Błąd”.

5.3. Wyjścia przekaźnikowe (alarmy)



Rysunek 15. Program PC – wyjścia przekaźnikowe (ALARM)

Sensor wyposażony jest w jedno wyjście typu open-drain, które może np. służyć do podłączenia alarmu.

Dostępne tryby pracy wyjść przekaźnikowych:

1. kontrolowane przez wyjścia analogowe I1

Przełącznik zostanie włączony / wyłączony (histereza) po przekroczeniu ustawionych progów wyjścia analogowego sprzężonego z przekaźnikiem,.

Dla przykładu z Rysunek 15. wyjścia analogowe są ustawione następująco: O2=10%→Iout=4mA, O2=15%→Iout=20mA. Wyjście alarmowe zostanie włączone jeśli koncentracja O2 wzrośnie powyżej

13% (13,6mA na wyjściu analogowym). Alarm zostanie wyłączony jeśli stężenie O₂ spadnie poniżej 12,5% (12mA)

2. kontrolowane przez wyjścia analogowe I1 – Odwrócone działanie.

Zasada działania jak w podpunkcie 1. tylko z odwróconą logiką, tj: alarm włączony kiedy koncentracja spadnie poniżej 13%, alarm wyłączony kiedy koncentracja wzrośnie ponad 12,5%

3. podążaj za IN1÷IN4 / podążaj za IN-1÷IN4 – Odwrócone działanie

Alarm włączony (wyłączony dla Odwróconego działania) kiedy wybrane wejście cyfrowe (od IN1 do IN4) jest w stanie wysokim (włączone).

Alarm wyłączony (włączony dla Odwróconego działania) kiedy wybrane wejście cyfrowe (od IN1 do IN4) jest w stanie niskim (wyłączone).

4. Podążaj za fazą

Alarm jest włączony kiedy trwa wybrana faza cyklu pomiarowego.

Oprócz definiowania zachowania wyjścia przekaźnikowego open-drain, można również zdefiniować zachowanie diod sygnalizacyjnych (wg wyżej opisanego schematu).

Domyślnie nastawy zachowania diody:

- zielonej: sygnalizuje, że sensor jest włączony – dioda zielona „Podąża za fazą” (wszystkie fazy zaznaczone)
- niebieskiej: sygnalizuje, że sensor jest przewietrzany – dioda niebieska „Podąża za fazą” (zaznaczona faza Przewietrzanie i Pierwsze zerowanie)
- czerwonej: sygnalizuje błąd – kontrolowane przez wyjścia analogowe. (progi wł / wył dla diody mogą być inne niż dla wyjścia przekaźnikowego)

6. KOMUNIKACJA MODBUS

Sensor SENMA posiada zaimplementowany protokół komunikacji MODBUS, np. do współpracy z przemysłowymi sterownikami PLC. Sensor automatycznie wykryje i przestawi się w tryb komunikacji MODBUS.

6.1. Parametry podstawowe

Polecenie w formacie RTU od mastera dla slave'a	Odpowiedź w formacie RTU od slave'a do mastera
POCZĄTEK TRANSMISJI minimum 3.5 x czas przesyłu pojedynczego znaku	POCZĄTEK TRANSMISJI minimum 3.5 x czas przesyłu pojedynczego znaku
ADRES odbiorcy 1 bajt wartość z przedziału 0-240	ADRES urządzenia slave 1 bajt wartość z przedziału 0-240
KOD FUNKCJI 1 bajt wskazuje na kod funkcji	KOD FUNKCJI 1 bajt wskazuje na kod funkcji
DANE n x 1 bajt	DANE n x 1 bajt
CRC (suma kontrolna) 2 bajty	DANE n x 1 bajt
KONIEC TRANSMISJI	CRC (suma kontrolna)

minimum 3.5 x czas przesyłu pojedynczego znaku

2 bajty

KONIEC TRANSMISJI

minimum 3.5 x czas przesyłu pojedynczego znaku

Maksymalna długość komunikatu (wraz z adresem i CRC) to 256 bajtów (dla sensora SENMA tylko 128 bajtów)

Cisza dłuższa niż 1,5 znaku czyści zawartość bufora odbiorczego.

6.2. Typy zmiennych MODBUS dostępnych w sensorze SENMA

6.2.1. Coils - zmienne bitowe zależne (typu read/write)

Zmienne typu Coils są w urządzeniu Senma przewidziane i obsługiwane, ale ich nastawy nie mają żadnych skutków zewnętrznych. Można je zapisywać, odczytywać i są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.

Adres	Nazwa	Opis
#1001	Coil1	do przyszłego wykorzystania
#1002	Coil2	do przyszłego wykorzystania
#1003	Coil3	do przyszłego wykorzystania
#1004	Coil4	do przyszłego wykorzystania
#1005	Coil5	do przyszłego wykorzystania
#1006	Coil6	do przyszłego wykorzystania
#1007	Coil7	do przyszłego wykorzystania
#1008	Coil8	do przyszłego wykorzystania
#1009	Coil9	do przyszłego wykorzystania
#1010	Coil10	do przyszłego wykorzystania
#1011	Coil11	do przyszłego wykorzystania
#1012	Coil12	do przyszłego wykorzystania
#1013	Coil13	do przyszłego wykorzystania
#1014	Coil14	do przyszłego wykorzystania
#1015	Coil15	do przyszłego wykorzystania
#1016	Coil16	do przyszłego wykorzystania

6.2.2. Discrete Inputs - zmienne bitowe niezależne (typu read only)

Zmienne typu Discreted inputs przekazują chwilowy stan rozmaitych bitów z urządzenia Senma

Adres	Nazwa	Opis
#2001	Relay1	stan przekaźnika #1 (1=pobudzony)
#2002	Relay2	stan przekaźnika #2 (1=pobudzony)
#2003	Relay3	stan przekaźnika #3 (1=pobudzony)
#2004	Relay4	stan przekaźnika #4 (1=pobudzony)
#2005	In1	stan wejścia cyfrowego #1 (0/1 = Lo/Hi) - nie jest wyprowadzone na złącze
#2006	In2	stan wejścia cyfrowego #2 (0/1 = Lo/Hi) - nie jest wyprowadzone na złącze
#2007	In3	stan wejścia cyfrowego #3 (0/1 = Lo/Hi) - nie jest wyprowadzone na złącze
#2008	In4	stan wejścia cyfrowego #4 (0/1 = Lo/Hi) - nie jest wyprowadzone na złącze
#2009	Valve1	stan zaworu #1 (zawór przewietrzania) 0 → niepobudzony (pozycja "pomiar") 1 → pobudzony (pozycja "przewietrzanie")
#2010	Valve2	stan zaworu #2 - nie występuje w Senmie
#2011	PumpOn	stan pompy gazu: 0/1 = włączona/wyłączona
#2012	PresFlowError	stan wskaźnika błędu przepływu: 0/1 = przepływ niepoprawny / przepływ OK
#2013	IsRTC	wskaźnik obecności zegara RTC: 0/1 = nie ma/jest
#2014	IsPressFlow	wskaźnik obecności czujnika przepływu: 0/1 = nie ma/jest
#2015	IsPressAbs	wskaźnik obecności czujnika ciśnienia atmosferycznego: 0/1 = nie ma/jest
#2016	IsSwitch	wskaźnik obecności manualnego przełącznika trybu pracy: 0/1 = nie ma/jest
#2017	IsHatelDisp	wskaźnik obecności displaya LED: 0/1 = nie ma/jest
#2018	IsLCD0	wskaźnik obecności displaya LCD: 0/1 = nie ma/jest
#2019	vacat1	do przyszłego wykorzystania
#2020	vacat2	do przyszłego wykorzystania

6.2.3. Holding registers - zmienne 2-bajtowe zależne (typu read/write)

Adres	Nazwa	Opis
#3001	MBOwnAddress	MSB: adres własny w sieci Modbus (domyślnie 247); LSB: negacja adresu
#3002	FirstZeroingTimeHi	moment zerowania (czas zegarowy), format BCD: 0x00 hh
#3003	FirstZeroingTimeLo	moment zerowania (czas zegarowy), format BCD: mm ss
#3004	WarmingTimeHi	czas trwania wygrzewania (interwał), format BCD: 0x00 hh
#3005	WarmingTimeLo	czas trwania wygrzewania (interwał), format BCD: mm ss
#3006	CycleTimeHi	czas trwania cyklu (interwał), format BCD: 0x00 hh
#3007	CycleTimeLo	czas trwania cyklu (interwał), format BCD: mm ss
#3008	PurgingTimeHi	czas trwania przewietrzania (interwał), format BCD: 0x00 hh
#3009	PurgingTimeLo	czas trwania przewietrzania (interwał), format BCD: mm ss
#3010	MeasureTimeHi	czas trwania pomiaru (interwał), format BCD: 0x00 hh
#3011	MeasureTimeLo	czas trwania pomiaru (interwał), format BCD: mm ss

#3012	vacat	do przyszłego wykorzystania
#3013	Rs485Mode	Tryb pracy RS485 (00AAH = madur, 0055H = modbus, inne = modbus)
#3014	PumpPWM	Nastawa pompy MSB - zachowanie w poszczególnych fazach, LSB - PWM
#3015	Relay1Hi2Lo	Poziom przełączania alarmu (niższy)
#3016	Relay1Lo2Hi	Poziom przełączania alarmu (wyższy)
#3017	ZeroCalibOrder	Polecenie zerowania/kalibracji – więcej informacji w rozdziale: 6.2.11
#3018	CalibrationGas	Stężenie gazu przy kalibracji jednopunktowej

6.2.4. Input registers - zmienne 2-bajtowe niezależne (typu read only)


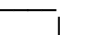
Adres	Nazwa	Opis
#4001	MBResult0	wynik pomiarowy #0 (pomiar gazowy)
#4002	MBResult1	wynik pomiarowy #1 (pomiar temperatury wewnętrznej)
#4003	MBResult2	wynik pomiarowy #2 (pomiar ciśnienia na czujniku przepływu)
#4004	MBResult3	wynik pomiarowy #3 (pomiar ciśnienia na czujniku przepływu) Uwaga: Rejestry MBResultN przy błędzie pomiaru lub braku pomiaru zwracają wartość -32768
#4005	MBResultCode0	kod wyniku #0 (patrz: Tabela kodów wyników)
#4006	MBResultCode1	kod wyniku #1 (patrz: Tabela kodów wyników)
#4007	MBResultCode2	kod wyniku #2 (patrz: Tabela kodów wyników)
#4008	MBResultCode3	kod wyniku #3 (patrz: Tabela kodów wyników)
#4009	MBUnitDP0	kod jednostki (MSB) i ilość mc po przecinku (LSB) w wyniku #0
#4010	MBUnitDP1	kod jednostki (MSB) i ilość mc po przecinku (LSB) w wyniku #1
#4011	MBUnitDP2	kod jednostki (MSB) i ilość mc po przecinku (LSB) w wyniku #2
#4012	MBUnitDP3	kod jednostki (MSB) i ilość mc po przecinku (LSB) w wyniku #3
#4013	MBAnaoutU	wartość napięcia na wyjściu analogowym U w [mV] (nie istnieje w Senmie)
#4014	MBAnaoutI	wartość napięcia na wyjściu analogowym I w [uA]
#4015	MBAnaOutCodeU	kod wyniku na wyjściu analogowym U (nie istnieje w Senmie)
#4016	MBAnaOutCodeI	kod wyniku na wyjściu analogowym I (patrz: Tabela kodów wyników)
#4017	MBRTCDateHi	Data z zegara RTC: 2 bajty w formacie BCD - YY YY
#4018	MBRTCDateLo	Data z zegara RTC: 2 bajty w formacie BCD - MM DD
#4019	MBRTCTimeHi	Czas z zegara RTC: 2 bajty w formacie BCD - 00 HH
#4020	MBRTCTimeLo	Czas z zegara RTC: 2 bajty w formacie BCD - mm SS
#4021	MBStatus	Status (faza pracy) urządzenia (patrz: Tabela faz pracy sensora)
#4022	MBFirmwareVer	Wersja firmware'u: MSB = VersionBig, LSB = VersionSmall*16 + Revision
#4023	MBPhaseTimerHi	Czas od początku bieżącej fazy: 2 bajty w formacie BCD - 00 HH
#4024	MBPhaseTimerLo	Czas od początku bieżącej fazy: 2 bajty w formacie BCD - mm SS
#4025	MBSensorRangeMin	Minimum zakresu pomiarowego sensora
#4026	MBSensorRangeMax	Maximum zakresu pomiarowego sensora
#4027	MBSensorType0	MSB - typ czujnika gazowego zastosowanego w urządzeniu LSB - model czujnika gazowego zastosowanego w urządzeniu
#4028	MBDevice	Typ urządzenia (patrz: Tabela typów urządzeń)

#4029	MBSerialNoHi	Numer seryjny (dwa starsze bajty)
#4030	MBSerialNoLo	Numer seryjny (dwa młodsze bajty)
#4031	MBAnaOutUminVoltage	minimum elektryczne dla wyjścia U [mV] (nie istnieje w Senmie)
#4032	MBAnaOutUmaxVoltage	maximum elektryczne dla wyjścia U [mV] (nie istnieje w Senmie)
#4033	MBAnaOutIminCurrent	minimum elektryczne dla wyjścia I [uA]
#4034	MBAnaOutImaxCurrent	maximum elektryczne dla wyjścia I [uA]
#4035	MBAnaOutUMinResult	wartość wyniku odpowiadająca minimum elektrycznemu dla wyjścia U (nie istnieje w Senmie)
#4036	MBAnaOutUMaxResult	wartość wyniku odpowiadająca maximum elektrycznemu dla wyjścia U (nie istnieje w Senmie)
#4037	MBAnaOutIminResult	wartość wyniku odpowiadająca minimum elektrycznemu dla wyjścia I
#4038	MBAnaOutImaxResult	wartość wyniku odpowiadająca maximum elektrycznemu dla wyjścia I
#4039	MBRelay21Src	MSB - źródło pobudzenia dla Relay2, LSB - źródło pobudzenia dla Relay1 (patrz: Tabela źródeł pobudzenia dla przekaźników)
#4040	MBRelay43Src	MSB - źródło pobudzenia dla Relay4, LSB - źródło pobudzenia dla Relay3 (patrz: Tabela źródeł pobudzenia dla przekaźników)

6.2.5. Tabela typów urządzeń

Kod	Nazwa	Opis
28H	Hatel	madir2015, wersja Hatel (czujnik IR jednokanałowy)
29H	SenmaIR	madir2015, wersja Senma (czujnik IR jednokanałowy)
2AH	SenmaElch	madir2015, wersja Senma (czujnik elchem)
2BH	SenmaO2	madir2015, wersja Senma (czujnik O2 elchem)
2CH	SenmaTCD	madir2015, wersja Senma (czujnik TCD)
2DH	SenmaVOC	madir2015, wersja Senma (czujnik VOC)
2EH	SenmaO2MOX	madir2015, wersja Senma (czujnik O2 MOX)

6.2.6. Tabela źródeł pobudzenia dla przekaźników

Kod	Działanie RelayN
1	Podążaj za wyjściem AnalogOut I1 
8	Podążaj za ~In1 → przekaźnik włączony gdy In1 Lo
9	Podążaj za ~In2 → przekaźnik włączony gdy In2 Lo
10	Podążaj za ~In3 → przekaźnik włączony gdy In3 Lo
11	Podążaj za ~In4 → przekaźnik włączony gdy In4 Lo
12	Podąża za fazą → wg bajtu RelayNBehavior
128+ 1	Podążaj za wyjściem AnalogOut I1 z odwróceniem fazy 
128+ 8	Podążaj za In1 → przekaźnik wyłączony gdy In1 Hi
128+ 9	Podążaj za In2 → przekaźnik wyłączony gdy In2 Hi
128+10	Podążaj za In3 → przekaźnik wyłączony gdy In3 Hi

128+11	Podążaj za In4 → przekaźnik wyłączony gdy In4 Hi
inne	Off – przekaźnik stale wyłączony

6.2.7. Tabela kodów wyników

Kody wyników są dwubajtowe

Kod główny MSB	Kod uzupeł. LSB	Rodzaj wyniku	
0	0	O2	stężenie objętościowe
1	0	CO2	stężenie objętościowe
2	0	CH4	stężenie objętościowe
3	0	CO	stężenie objętościowe
4	0	NO	stężenie objętościowe
5	0	NO2	stężenie objętościowe
6	0	NOx	stężenie objętościowe
7	0	SO2	stężenie objętościowe
8	0	H2S	stężenie objętościowe
9	N	X	stężenie objętościowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
10	N	Y	stężenie objętościowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
11	N	Z	stężenie objętościowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
12	0	---	nie występuje
13	0	---	nie występuje
14	0	PumpFlow	Przepływ gazu w torze gazowym sensora
15	0	PressAbs	Ciśnienie atmosferyczne
16	0	PressDif	Ciśnienie różnicowe
17	0	Tamb	Temperatura otoczenia
18	0	Tgas	Temperatura spalin
19	0	T3	Temperatura dodatkowa #3
20	0	T4	Temperatura dodatkowa #4
21	0	SL	Strata kominowa
22	0	Tint	Temperatura wewnętrzna
23	0	Eta	Sprawność spalania
24	0	Lam	Współczynnik nadmiaru powietrza
25	0	Flow	Prędkość liniowa gazu w kanale
26	0	Hum	Wilgotność względna
27	0	CH4mg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
28	0	COmg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
29	0	NOmg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
30	0	NO2mg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
31	0	NOxmg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
32	0	SO2mg	stężenie wagowe w warunkach normalnych
33	0	H2Smg	stężenie wagowe w warunkach normalnych

34	N	Xmg	stężenie wagowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
35	N	Ymg	stężenie wagowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
36	N	Zmg	stężenie wagowe (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
37	0	---	nie występuje
38	0	---	nie występuje
39	0	UI0	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #1
40	0	UI1	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #2
41	0	UI2	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #3
42	0	UI3	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #4
43	0	UI4	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #5
44	0	UI5	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #6
45	0	UI6	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #7
46	0	UI7	napięcie lub prąd na wejściu analogowym #8
47	0	Ext1	zewnętrzna zmienna mierzona za pośrednictwem wejść analogowych
48	0	Ext2	zewnętrzna zmienna mierzona za pośrednictwem wejść analogowych
49	0	---	nie występuje
50	0	---	nie występuje
51	0	CH4rel	stężenie wagowe względne
52	0	COrel	stężenie wagowe względne
53	0	NOrel	stężenie wagowe względne
54	0	NO2rel	stężenie wagowe względne
55	0	NOxrel	stężenie wagowe względne
56	0	SO2rel	stężenie wagowe względne
57	0	H2Srel	stężenie wagowe względne
58	N	Xrel	stężenie wagowe względne (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
59	N	Yrel	stężenie wagowe względne (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
60	N	Zrel	stężenie wagowe względne (gaz specjalny z tabeli gazów specjalnych)
61	0	---	nie występuje
62	0	---	nie występuje
63	0	MediumPress	ciśnienie gazu poddawanego pomiarom
64	x	None	Wynik pusty

6.2.8. Tabela gazów specjalnych

N	Typ gazu	Typ sensora
14	Gaz H2	mierzony sensorem elektrochemicznym
15	Gaz NH3	mierzony sensorem elektrochemicznym
16	Gaz Cl2	mierzony sensorem elektrochemicznym
17	Gaz HCl	mierzony sensorem elektrochemicznym
32	Gaz N2O	mierzony sensorem NDIR
34	Gaz CHF3	mierzony sensorem NDIR
43	Gaz VOC	mierzony sensorem PID

44	Gaz H ₂	mierzony sensorem TCD
45	Gaz HCHO	mierzony sensorem NDIR
46	Gaz SF ₆	mierzony sensorem NDIR
47	Gaz CF ₄	mierzony sensorem NDIR
18	Gaz BF ₃	mierzony sensorem elektrochemicznym
19	Gaz BCl ₃	mierzony sensorem elektrochemicznym
50	Gaz SiH ₄	mierzony sensorem elektrochemicznym
51	Gaz SiH ₂ Cl ₂	mierzony sensorem elektrochemicznym

6.2.9. Tabela kodów jednostek

N	Jednostka
0	[ppm]
1	[%]
2	[°C]
3	[°F]
4	[mg/m ³]
5	[g/GJ]
6	[hPa]
7	[Pa]
8	[mmH ₂ O]
9	[inH ₂ O]
10	[m/s]
11	[mV]
12	[V]
13	[mA]
14	[A]
15	[] - jednostka niemianowana
16	[g/m ³]
17	[l/h]

6.2.10. Tabela faz pracy sensora

N	Nazwa	Opis
0	FazaWarming	Faza wstępna mająca na celu ustabilizowanie warunków termicznych; wykonywana jednokrotnie po włączeniu urządzenia
1	FazaZeroing	Faza zerowania wykonywana na początku każdego cyklu pomiarowego; ma na celu skalibrowanie sensora O ₂ lub wyzerowanie sensorów innych gazów
2	FazaMeasuring	Właściwa faza pomiarowa wykonywana w każdym cyklu
3	FazaBeforeStandby	Faza występująca przed przejściem do fazy standby; ma na celu wydmuchanie resztek gazu z toru pomiarowego
4	FazaStandby	Faza spoczynkowa, urządzenie nie wykonuje pomiarów użytkowych ale jest gotowe do natychmiastowego ich rozpoczęcia

5	FazaDisplayTest	Faza wstępna (trwa kilka sekund po włączeniu urządzenia)
6	FazaDisplayIdentification	Faza wstępna (trwa kilka sekund po włączeniu urządzenia)
7	FazaFirstZeroing	Pierwsze zerowanie mające miejsce bezpośrednio po fazie Warming
8	FazaAfterZeroing	Początkowy okres fazy pomiarowej (narastanie wyników pomiarowych) Pomiary już trwają ale ich wyniki nie są jeszcze wiarygodne

6.2.11. Zerowanie i kalibracja spanu przez modbus

Rejestr	Wartość	Opis
3017	0000	Wartość neutralna, służy do skasowania poprzedniej wartości
3017	0001	Polecenie zerowania
3017	0002	Polecenie usunięcia zerowania
3017	0003	Polecenie kalibracji na wskazany gaz (stężenie gazu kalibracyjnego musi być wcześniej wpisana do rejestru 3018)
3017	0004	Polecenie przywrócenia kalibracji fabrycznej
3017	1001	Pozytywne – wykonano zerowanie
3017	1002	Pozytywne – wykonano usunięcie zerowania
3017	1003	Pozytywne – wykonano kalibrację na gaz wskazany
3017	1004	Pozytywne – wykonano przywrócenie kalibracji fabrycznej
3017	-0001	Negatywne – nie udało się wykonać zerowania
3017	-0002	Negatywne – nie udało się usunąć zerowania
3017	-0003	Negatywne – nie udało się przeprowadzić kalibracji
3017	-0004	Negatywne – nie udało się przywrócić kalibracji fabrycznej
3018	XXXXX	Liczba całkowita – wartość gazu wzorcowego w formie uzależnionej od rozdzielczości sensora (ilości miejsc po przecinku) – więcej informacji wraz z przykładami pokazano poniżej

Każdy typ sensora stosowanego przez madur (elektrochemiczny, IR, TCD, PID) wymaga cyklicznego przewietrzania gazem obojętnym wraz z zerowaniem sygnału zerowego.

Sensor Senma potrafi automatycznie wykonać procedurę przewietrzania – przełącza (za pomocą zaworu trójdrożnego) źródło gazu na gaz obojętny (powietrze atmosferyczne). Po ustalonym czasie wykonuje zerowanie sygnału zerowego.

Istnieje możliwość wyłączenia automatyki przewietrzania w sensorze i zapewnienie tej obsługi z urządzeń zewnętrznych.

6.2.11.1. Procedura zerowania sensora:

1. Podawać na sensor gaz obojętny przez ustalony czas (rekomendowane 15 minut) w celu ustabilizowania sygnału zerowego.
2. Do rejestru ZeroCalibOrder należy wysłać polecenie zerowania = 0001 (patrz tabela powyżej)
3. Odczytać wartość rejestru ZeroCalibOrder w celu sprawdzenia czy zerowanie wykonano poprawnie (wartość rejestru ZeroCalibOrder = 1001).

Poza zerowaniem sensora, za pomocą rejestru ZeroCalibOrder można:

- usunąć zerowanie

- wykonać kalibrację spanu
- usunąć kalibrację spanu

6.2.11.2. Procedura kalibracji spanu

1. Procedura kalibracji spanu powinna być poprzedzona zerowaniem sensora – 6.2.11.1
2. Do rejestru CalibrationGas wpisać stężenie gazu kalibracyjnego. Ponieważ wielkość rejestru jest ograniczona do 2 bajtów – maksymalna dopuszczalna wartość to 32768. Z tego względu poprawna wartość określająca stężenie gazu kalibracyjnego jest uzależniona od dokładności sensora – wg podanych poniżej przykładów.

Zakres sensora	Dokładność - ilość miejsc po przecinku	Stężenie kalibracyjnego gazu	Wartość do wpisania do rejestru CalibrationGas
5 %	0,001%	1,24% (=12.400 ppm)	1240
100 %	0,01%	25,5%	2550
20.000 ppm	1 ppm	304 ppm	304
100 ppm	0,1 ppm	50,5 ppm	505

3. Podawać na sensor gaz kalibracyjny przez ustalony czas (minimalny rekomendowany: 15 min) – w celu stabilizacji sygnału
4. Do rejestru ZeroCalibOrder należy wysłać polecenie kalibracji jednopunktowej = 0003 (patrz tabela powyżej)
5. Odczytać wartość rejestru ZeroCalibOrder w celu sprawdzenia czy kalibracja została wykonana poprawnie (wartość rejestru ZeroCalibOrder = 1003).

7. DANE TECHNICZNE I INFORMACJE EKSPLOATACYJNE

Parametry pracy:	
Temperatura:	10 ÷ 50°C
Wilgotność względna:	5 ÷ 90% (bez kondensacji)
Zasilanie:	13 ÷ 30 VDC (zalecane 24VDC)
Maksymalny pobór mocy:	10W
Wyjścia analogowe:	0/4 ÷ 20mA
Wyjście cyfrowe:	MODBUS 485 / RS485
Pompa gazu:	Membranowa, zasilanie 12VDC, przepływ gazu ok 90l/h, głośność 70 dB
Zawór przewietrzający:	3-drogowy, 12VDC
Porty gazowe:	Stal kwasoodporna, pod wężyk PTFE 4x6mm
Droga gazowa:	Wężyk PTFE 4x6mm
Złącza elektryczne:	Typ: Phoenix MCV 1,5/ 2-GF-5,08 (8A / 160V) Typ złącza współpracującego (montowanego na kabel): Phoenix MC1.5/2-ST1F-5.08

UWAGI dotyczące EKSPLOATACJI:

1. Sensory SNEMA, niezależnie od typu zastosowanego detektora gazu, do poprawnej pracy wymagają okresowych wentylacji gazem obojętnym (niezawierającym cząsteczek gazu mierzonego). Za gaz obojętny może posłużyć świeże powietrze z nadmuchu klimatyzacji pomieszczeń. Do króćca świeżego powietrza należy zamocować wężyk PTFE 4x6mm, którego drugi koniec należy doprowadzić do wylotu

nadmuchu klimatyzacji. Częstotliwość przewietrzania sensora z zerowaniem ma bezpośredni wpływ na dokładność pomiarów (szczególnie na pomiary małych stężeń). Minimalna zalecana ilość wentylacji w ciągu doby: 2 razy.

2. Producent zaleca przeprowadzenie przeglądu technicznego urządzeń przynajmniej raz w roku: sprawdzenie wskazań sensorów po podaniu gazu wzorcowego. W przypadku dewiacji sygnału w stosunku do gazu wzorcowego, należy przeprowadzić pełną kalibrację przy użyciu gazów wzorcowych.