

MAMOS – ONLINE MONITORING SYSTEM

Instrukcja użytkownika

Wersja: 9.3.1
08/2017

madur
E L E C T R O N I C S

Index

| | |
|--|-----------|
| 1. Wprowadzenie | 4 |
| 2. Konstrukcja | 5 |
| 2.1. Standardowe wyposażenie..... | 5 |
| 2.1.1. Moduł pomiarowy..... | 6 |
| 2.1.2. Panel z gazowymi i elektrycznymi złączami..... | 6 |
| 2.1.3. Wyświetlacz..... | 8 |
| 2.1.4. Pokrętko trybu pracy..... | 9 |
| 2.1.5. Zasilacz impulsowy..... | 10 |
| 2.1.6. Suszarka gazu MD2..... | 11 |
| 2.1.7. Suszarka gazu MD3..... | 12 |
| 2.1.8. Suszarka z agregatem Nafion..... | 13 |
| 2.1.9. Uniwersalny króciec gazu..... | 13 |
| 2.2. Wnętrze analizatora mamos..... | 15 |
| 2.2.1. Sensory gazowe..... | 16 |
| 2.2.2. Pompa gazowa..... | 16 |
| 2.2.3. Zawór przewietrzający..... | 17 |
| 2.2.4. Pompa perystaltyczna..... | 17 |
| 2.2.5. Moduł wejść/wyjść..... | 18 |
| 2.2.6. Interfejsy komunikacyjne..... | 19 |
| 2.3. Opcjonalne wyposażenie..... | 19 |
| 2.3.1. Stacjonarna sonda gazowa..... | 20 |
| 2.3.2. Wąż ogrzewany..... | 21 |
| 2.3.3. Filtr ogrzewany..... | 22 |
| 2.3.4. Szafa montażowa IP55..... | 23 |
| 2.3.5. Rejestrator danych..... | 23 |
| 2.3.5.1. Przycisk funkcyjny..... | 24 |
| 2.3.5.2. Formatowanie karty SD..... | 24 |
| 2.3.5.3. Dioda LED..... | 25 |
| 2.4. Różnicowy czujnik ciśnienia..... | 26 |
| 3. Możliwe konfiguracje pracy | 27 |
| 3.1. Konfiguracja kompakt..... | 27 |
| 3.2. Konfiguracja Split..... | 27 |
| 3.3. Konfiguracja Twin-split..... | 28 |
| 3.3.1. Konfiguracja Twin-split z jedną zdalną suszarką gazu..... | 28 |

| | |
|--|-----------|
| 4. Tor gazowy | 29 |
| 4.1. Pojedynczy tor gazowy, podstawowa konfiguracja..... | 29 |
| 4.2. Dodatkowy tor gazowy..... | 30 |
| 4.3. Wersja pracująca w nadciśnieniu..... | 31 |
| 5. Tryby pracy | 32 |
| 5.1. Fazy pracy..... | 32 |
| 5.1.1. Fazy inicjalizacji..... | 32 |
| 5.1.1.1. Wygrzewanie..... | 32 |
| 5.1.1.2. Pierwsze zerowanie..... | 33 |
| 5.1.2. Przewietrzanie..... | 33 |
| 5.1.3. Infuzja..... | 33 |
| 5.1.4. Pomiar..... | 33 |
| 5.1.5. Dodatkowy tor gazowy..... | 34 |
| 5.1.6. Fazy Prestandby and Standby..... | 34 |
| 5.2. Tryby pracy..... | 34 |
| 5.2.1. Pomiary cykliczne..... | 34 |
| 5.2.2. Pomiary według terminarza..... | 37 |
| 5.2.3. Pomiary wyzwolone przy pomocy wejść cyfrowych..... | 38 |
| 5.2.3.1. Pomiary kontrolowane przez zewnętrzny proces..... | 39 |
| 5.2.4. Flip-flop dla konfiguracji Twin Split..... | 39 |
| 5.2.5. Pomiary długoterminowe, cykliczne-miesięczne..... | 40 |
| 5.2.6. Pomiary długoterminowe z nastawianą długością (1-30 dni)..... | 40 |
| 5.2.7. Obostrzenia podczas używania trybów długoterminowych..... | 41 |
| 6. Podstawowe czynności serwisowe | 41 |
| 6.1. Wymiana wkładki filtrującej w suszarce gazu MD2..... | 41 |
| 6.2. Wymiana wkładki filtrującej w suszarce gazu MD3..... | 42 |
| 6.3. Wymiana filtrów hydrofobowych w analizatorze..... | 43 |
| 6.4. Wymiana wężyka pompy perystaltycznej..... | 44 |
| 6.5. Metody postępowania w przypadku błędu "Flow too low"..... | 46 |

1. WPROWADZENIE

Mamos jest wysokiej jakości kompaktowym stacjonarnym analizatorem gazów. Jest on ciągle rozwijany i rozszerzany o nowe możliwości pomiarowe oraz akcesoria. Urządzenie jest produkowane przy użyciu najnowszych technologii i technik produkcyjnych. Będąc od 15 lat na rynku analizator udowodnił że jest w stanie sprostać najbardziej wyszukany wymaganiom klientów. Poniższa instrukcja wyjaśni konstrukcję, możliwości oraz konfigurację analizatora.

Analizator mamos ma modułarną budowę, która umożliwia dostosowanie konfiguracji pod indywidualne potrzeby użytkownika.

Analizator mamos może zostać połączony z dodatkowymi akcesoriami do poboru oraz przygotowania próbki gazowej. Należą do nich: sondy stacjonarne, węże ogrzewane, ogrzewane filtry oraz różne wersje suszarek gazu.

Analizator może pracować w kilku konfiguracjach. Standardową wersją jest wersja kompakt. Dostępne są również konfiguracje split oraz twin-split, które umożliwiają pracę ze sdalną suszarką gazu, lub do naprzemiennego pomiaru w dwóch miejsc pomiarowych.

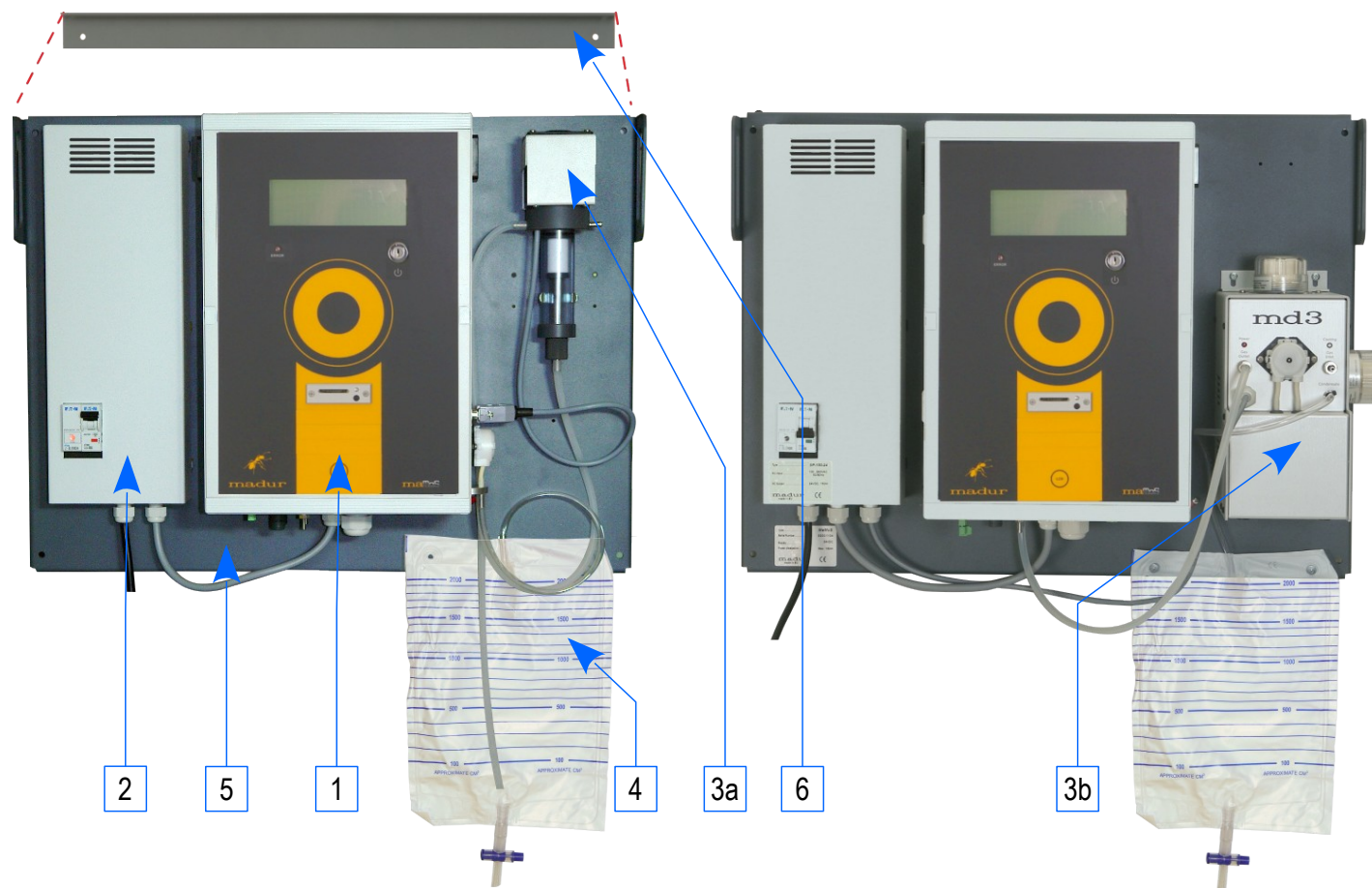
Oprogramowanie analizatora umożliwia indywidualną konfigurację sposobu i trybu pracy oraz pełną synchronizację z procesem monitorowanym przez klienta.

2. KONSTRUKCJA

2.1. Standardowe wyposażenie

Podstawowa konfiguracja analizatora mamos w wersji kompaktowej zawiera:

1. Moduł pomiarowy
2. Zasilacz impulsowy – konwertuje 115VAC / 230VAC na 24VDC
3. Suszarka gazu
a) typu MD2
b) typu MD3
4. Worek na kondensat z PVC
5. Płyta montażowa
6. Wieszak – umożliwia szybki i pewny montaż analizatora mamos

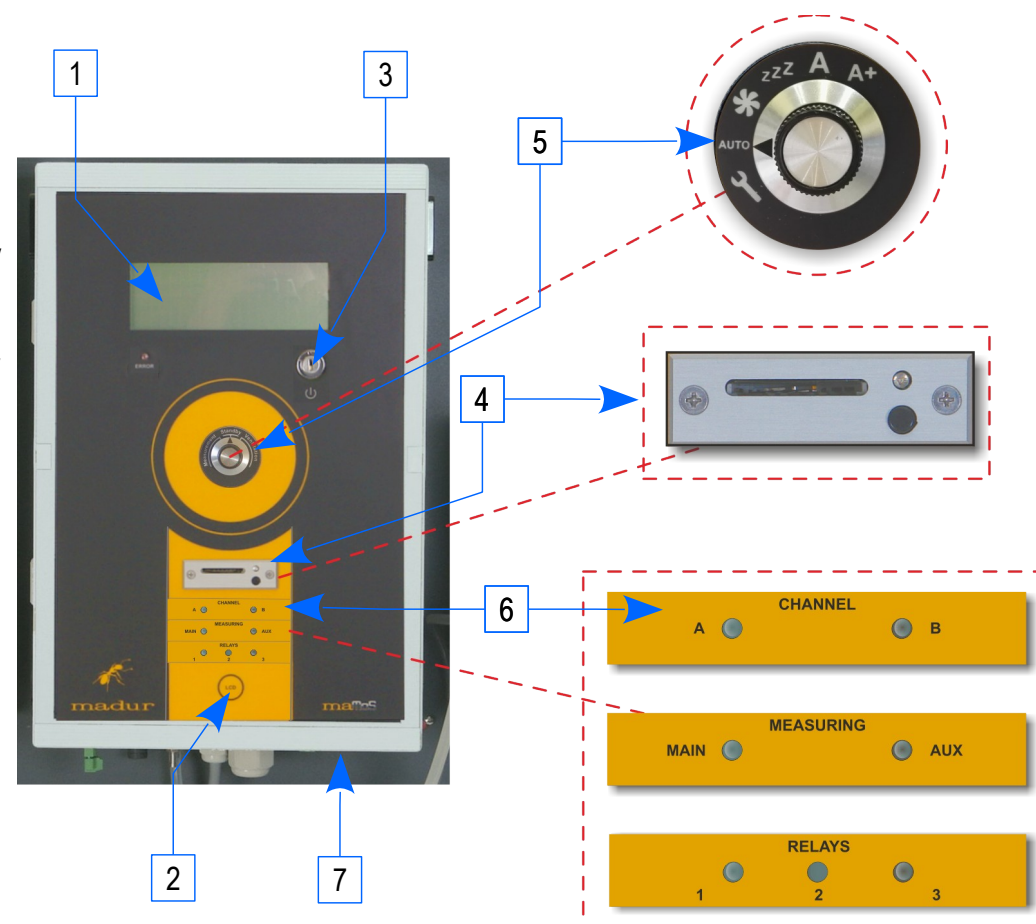


2.1.1. Moduł pomiarowy

Jest to główny element analizatora mamos. W tym module znajdują się sensory gazowe, pozostałe czujniki oraz główny procesor analizatora.

Podstawowymi elementami modułu są:

1. 4-liniowy Wyświetlacz prezentujący wyniki pomiarowe oraz komunikaty dotyczące pracy
2. Przycisk funkcyjny "LCD" – przewidziany do prostej nawigacji pomiędzy kolejnymi ekranami wyświetlacza
3. Stacyjka z kluczykiem On/Off
4. Opcjonalny Rejestrator danych obsługujący karty SD służący do zapisu ciągłego wyników pomiarowych
5. Pokrętko wyboru trybu pracy analizatora
6. Panel z diodami LED przedstawiającymi status pracy (Skonfigurowany w zależności do konfiguracji analizatora)
7. Panel z gazowymi i elektrycznymi złączami (na spodzie modułu)
8. Pompa perystaltyczna (tylko w analizatorze w konfiguracji z suszarką gazu MD2) – nie pokazana na rysunku

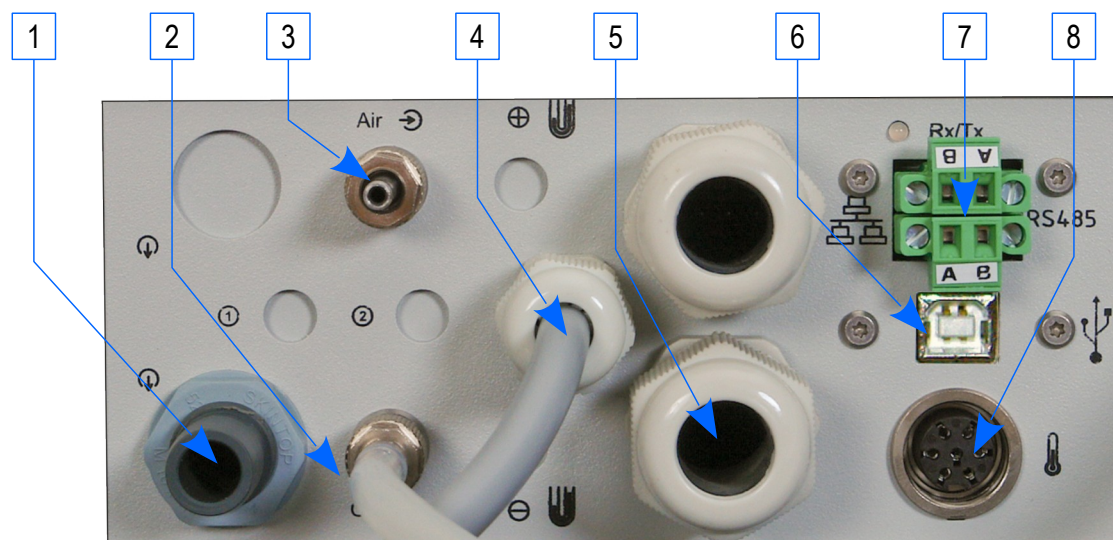


2.1.2. Panel z gazowymi i elektrycznymi złączami

Gazowe i elektryczne złącza w analizatorze są zamontowane na panelu znajdującym się w dolnej części modułu. W zależności od konfiguracji urządzenia złącza mogą się różnić. Dla przejrzystości wszystkie są opisane graficznie oraz, jeżeli to konieczne, tekstem. Poniżej znajduje się opis typowych złączy dla podstawowej wersji mamosa.

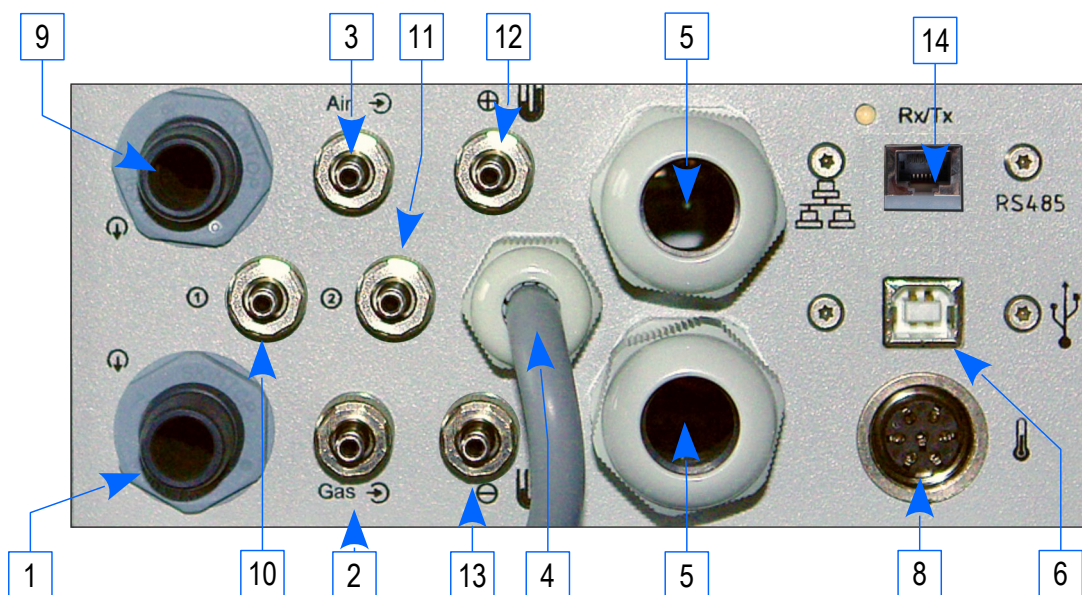
Złącza podstawowej wersji mamosa:

1. Wylot gazu
2. Wlot gazu z suszarki gazu (Uniwersalny króciec gazu)
3. Wlot świeżego powietrza (wentylacja) (Uniwersalny króciec gazu)
4. Kabel zasilający (z zasilacza impulsowego)
5. Przepust kablowy
6. Złącze USB B – łączność z PC (oprogramowanie madur)
7. Złącze RS485 – łączność z PC (oprogramowanie madur)
8. Złącze termopary



Złącza w wersji pracy w wysokim nadciśnieniu z dwoma torami gazowymi:

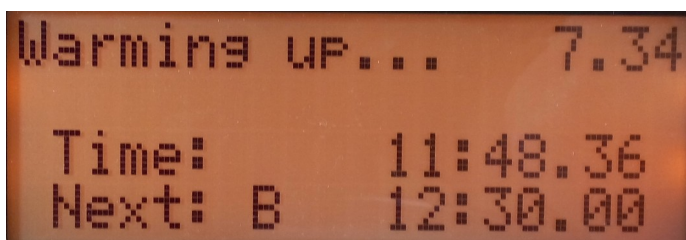
9. Wylot gazu z Dodatkowy tor gazowy (analizatory w dwoma torami gazowymi)
10. Wlot gazu z suszarki gazu (Wersja pracująca w nadciśnieniu)
11. Wylot gazu do suszarki gazu (Wersja pracująca w nadciśnieniu)
12. Złącze czujnika ciśnienia różnicowego (+)
13. Złącze czujnika ciśnienia różnicowego (-)
14. Złącze LAN – do łączności z urządzeniem w lokalnej sieci LAN (z oprogramowaniem madur) – zamiennie złącze RS485 (7)



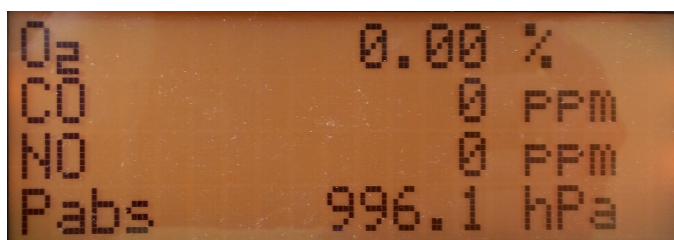
W dolnej części obudowy analizatora, oprócz panela z przyłączami gazowymi i elektrycznymi, znajduje się również oddzielne złącze MODBUS RTU (RS485).

2.1.3. Wyświetlacz

Analizator mamos został wyposażony w pojedynczy, 4-liniowy wyświetlacz LCD z podświetleniem. Odczytać na nim można wyniki pomiarów oraz inne informacje takie jak aktualna faza cyklu pomiarowe, stany wyjść analogowych, ewentualne błędy itp.



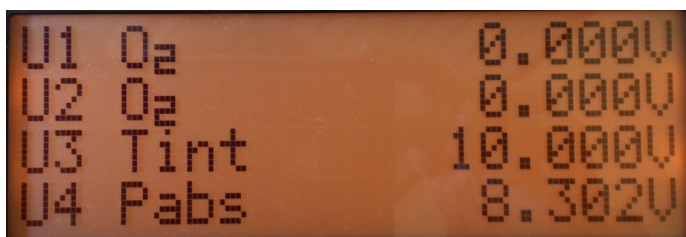
Do końca fazy wygrzewania pozostało 7 min. 34 sec.
Aktualny czas 11:48:63
Następna faza przewietrzania rozpocznie o 12:30:00 z punktu pomiarowego B (dla konfiguracji twin split)



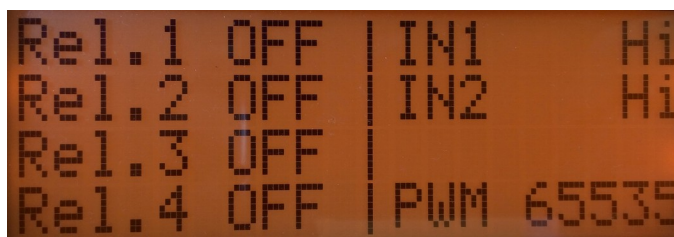
Ekran z wynikami pomiarów. Za pomocą oprogramowania PC możliwe jest wybranie jakie parametry pomiarowe będą widoczne na wyświetlaczu. Możliwe jest zdefiniowanie 2 ekranów (8 różnych parametrów pomiarowych).



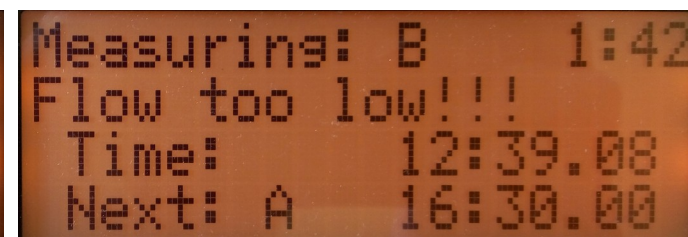
Ekran prezentujący status prądowych wyjść analogowych.



Ekran prezentujący status napięciowych wyjść analogowych.



Ekran prezentujący status przekaźników, wejść cyfrowych oraz wyjścia PWM.



Ekran prezentuje mamosa w fazie pomiaru (z punktu pomiarowego B) oraz błąd *Flow too low!!!* sygnalizujący że przepływ gazu poprzez analizator spadł poniżej ustawionego minimum.(patrz rozdział 6.5)

Mamos przełącza się pomiędzy ekranami pomiarów i statusu automatycznie. Ekran prezentujący status wyjść analogowych, przekaźników, wejść cyfrowych oraz PWM mogą

być przywołane tylko przy użyciu przycisku





znajdującego się w dolnej części analizatora.

2.1.4. Pokrętko trybu pracy

Od 2017 każdy analizator mamos jest wyposażony w pokrętko trybu pracy służące ułatwieniu przeprowadzania czynności serwisowych i wrywkowego sprawdzenia stanu urządzenia. Pokrętko pozwala na ręczną zmianę trybu pracy analizatora nadpisując ustawienia automatyczne. Więcej informacji na temat wybranych trybów pracy można znaleźć w rozdziale 5. Dostępne tryby:

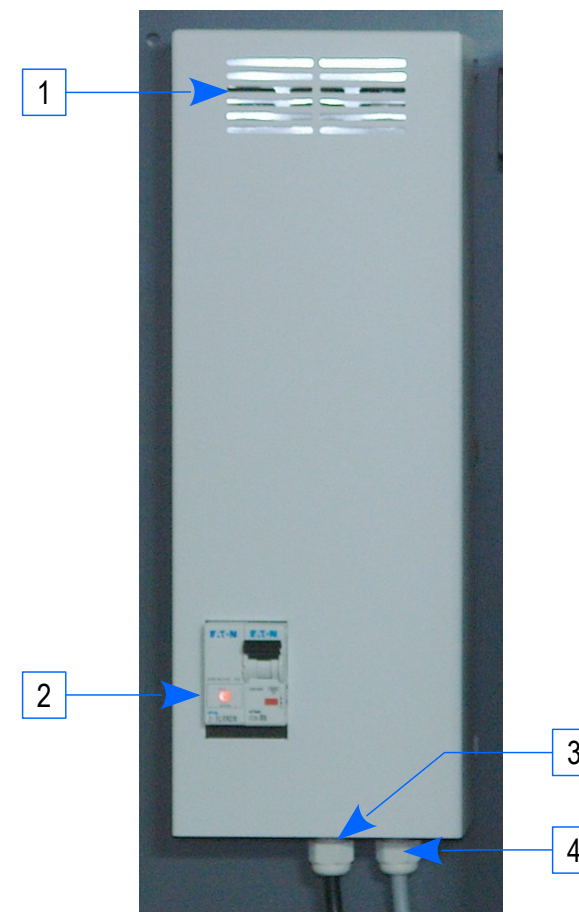


-  Tryb serwisowy (dla użytku wewnętrznego madur)
- **AUTO** Tryb automatyczny (analizator pracuje w trybie, który został wybrany w programie)
-  Przewietrzanie
- **zzz** Tryb Standby - 5.1.6
- **A** Pomiar z kanału A aktywny
- **A+** Pomiar z kanału A oraz kanału dodatkowego aktywny (Tryb dostępny dla analizatora wyposażonego w kanał AUX)
- **B** Pomiar z kanału B (Tryb dostępny dla analizatora w konfiguracji Twin-split)
- **B+** Pomiar z kanału B oraz kanału dodatkowego aktywny (Tryb dostępny dla analizatora w konfiguracji Twin-split i wyposażonego w kanał AUX)

2.1.5. Zasilacz impulsowy

Firma Madur dostarcza moduł zasilacza, który konwertuje zasilanie sieciowe (230 VAC lub 115 VAC) na 24VDC wymagane przez analizator mamos. Zasila, poza analizatorem, również suszarkę gazu (tylko MD3) oraz sterownik węży ogrzewanego. W przypadku Konfiguracja Split and Konfiguracja Twin-split, każda zdalna suszarka MD3 jest wyposażona we własny zasilacz impulsowy.

1. Osłona
2. Włącznik z bezpiecznikiem – w zależności od konfiguracji analizatora mogą być zainstalowane 1÷2 bezpieczniki (analizator + suszarka MD3, wąż ogrzewany)
3. Kabel zasilania sieciowego
4. Kabel zasilania wewnętrznego – w zależności od konfiguracji analizatora są zainstalowane 1÷3 kable (analizator, suszarka MD3, wąż ogrzewany)



2.1.6. Suszarka gazu MD2

Jest to podstawowa wersja suszarki gazu. Zalecana do zastosowań gdzie poziom wilgotności i zapylenia próbki gazowej jest niewielki (np. zastosowanie laboratoryjne).

Zalecana również do pomiaru gazów na które poziom wilgotności nie ma dużego wpływu (np. O₂, CO, CO₂)

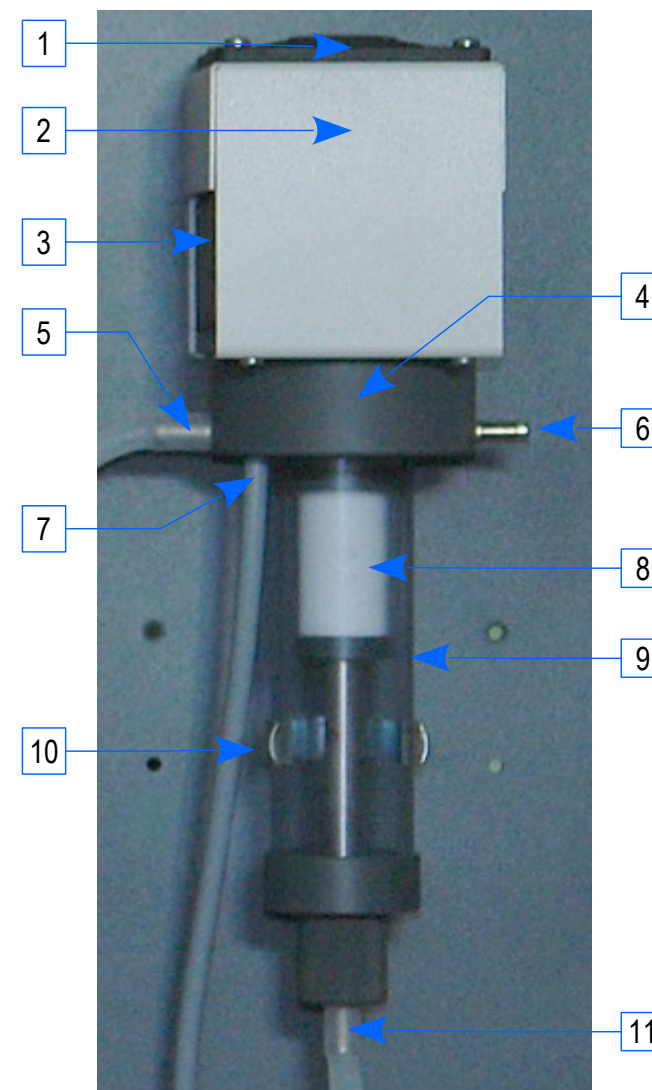
MD2 jest suszarką typu kondensacyjnego. Wilgoć w próbce jest gwałtownie schładzana przez co następuje jej kondensacja. Następnie jest usuwana przy pomocy pompy perystaltycznej. Schładzanie gazu odbywa się przy użyciu ogniwa Peltiera. Chłodna strona ma kontakt z komorą przez którą przepływa gaz, natomiast gorąca z radiatorem który z pomocą wentylatora odprowadza ciepło z układu.

Suszarka powinna obniżyć temperaturę gazu poniżej jego punktu rosy. Możliwe jest schłodzenie gazu do 20°C poniżej temperatury otoczenia (nie mniej jednak niż 5÷6°C).

Wyłączenie/uszkodzenie wentylatora grozi uszkodzeniem ogniwa Peltiera!

Suszarka MD2 nie jest wyposażona we własną pompę perystaltyczną – usuwanie skondensowanej wilgoci odbywa się przy użyciu pompy perystaltycznej zamontowanej w głównym module analizatora mamos..

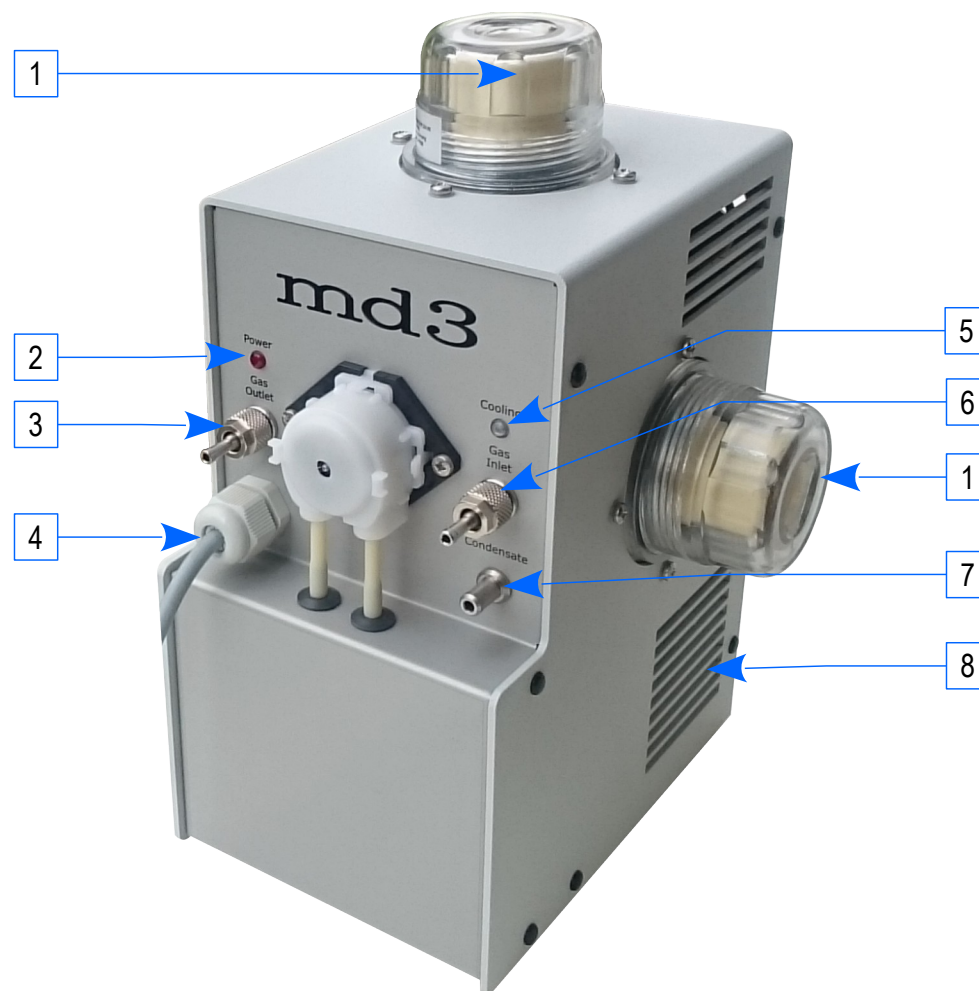
- | | |
|--|--|
| 1. Wentylator chłodzący radiator ogniwa Peltiera. | 7. Kabel elektryczny łączący suszarkę z głównym modulem analizatora (zasilanie oraz sterowanie) |
| 2. Osłona radiatora | 8. Filtr wykonany z PE (domyślnie V-FELM051) |
| 3. Radiator ogniwa Peltiera | 9. Zbiornik na kondensat (wykonany z PVC) |
| 4. Komora schładzania próbki gazowej | 10. Uchwyt sprężynowy |
| 5. Wylot gazu (osuszony gaz przekazany dalej do głównego modułu analizatora) | 11. Ujście kondensatu (poprzez pompę perystaltyczną w głównej jednostce analizatora do worka wykonanego z PVC) |
| 6. Wlot gazu (wilgotny gaz z monitorowanego procesu) | |



2.1.7. Suszarka gazu MD3

Suszarka gazu MD3, w porównaniu do suszarki MD2, jest wydajniejszą wersją umożliwiającą schłodzenie próbki gazowej do 30°C poniżej temperatury otoczenia (nie mniej jednak niż 4÷5°C). Zalecana w aplikacjach przemysłowych, jak kontrola procesów spalania, gdzie wilgotność gazu jak i jego zapylenie są wysokie. Możliwe jest skonfigurowanie suszarki MD3 z dodatkowymi modułami takimi jak: Wąż ogrzewany, Filtr ogrzewany, Stacjonarna sonda gazowa.

1. Filtr z wkładką z włókna szklanego
2. Dioda LED zasilania
3. Wylot gazu (osuszony gaz przekazany dalej do głównego modułu analizatora) (Uniwersalny króciec gazu)
4. Kabel elektryczny (łączy suszarkę z zasilaczem impulsowym)
5. Dioda LED modułu Peltiera – Informacja o stanie zasilania modułu peltiera. Podczas prawidłowej pracy miganie.
6. Wlot gazu (wilgotny gaz z monitorowanego procesu) (Uniwersalny króciec gazu)
7. Ujście kondensatu (do worka wykonanego z PVC)
8. Radiator i wentylator modułu Peltiera.



2.1.8. Suszarka z agregatem Nafion

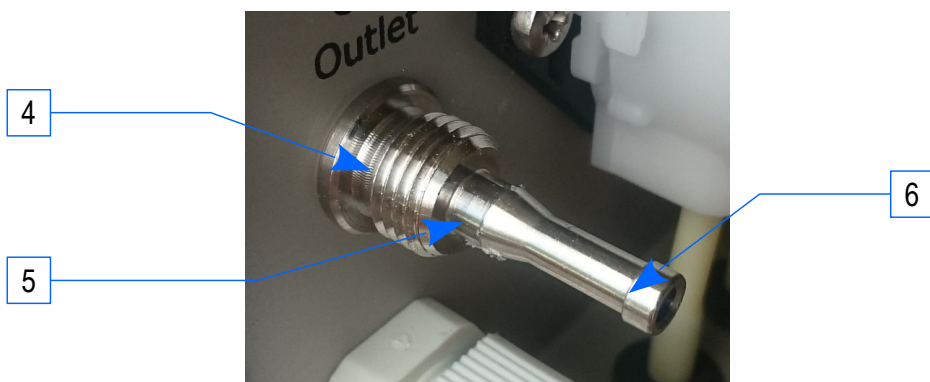
Oferujemy również suszarkę gazu opartą o zjawisko selektywnego przepuszczania cząsteczek wody poprzez membranę wykonaną z nafionu. W tego typu suszarce gaz nie jest schładzany by wywołać kondensację wilgoci oraz nie ma bezpośredniego kontaktu z kondensatem (jak w suszarkach opartych o agregat Peltiera), a cząsteczki wody są usuwane w stanie gazowym. Suszarka nafionowa jest zalecana do pomiarów gazów rozpuszczalnych w wodzie takich jak: chlor (Cl_2), chlorowodór (HCl) lub fluorowodór (HF). Pomimo faktu że amoniak (NH_3) jest również rozpuszczalny w wodzie, suszarka nafionowa nie jest zalecana do jego pomiarów ze względu na posiadanie w swojej strukturze grupy hydroksylowej która jest również usuwana przez membranę nafionową.

2.1.9. Uniwersalny króciec gazu



Króćce gazowe w głównym module pomiarowej jak i suszarce MD3 mogą być użyte dwojako. Użytkownik może wybrać:

1. Standardowe połączenie silikonowego wężyka 3x2mm
2. Połączenie wężyka PTFE 4x2mm zabezpieczonego ciśnieniowo nakrętką[4]
3. Nakrętka do zabezpieczenia wężyka PTFE



4. Gwint
5. Korb dla wężyka PTFE 4x2mm
6. Korb dla wężyka silikonowego 3x2mm



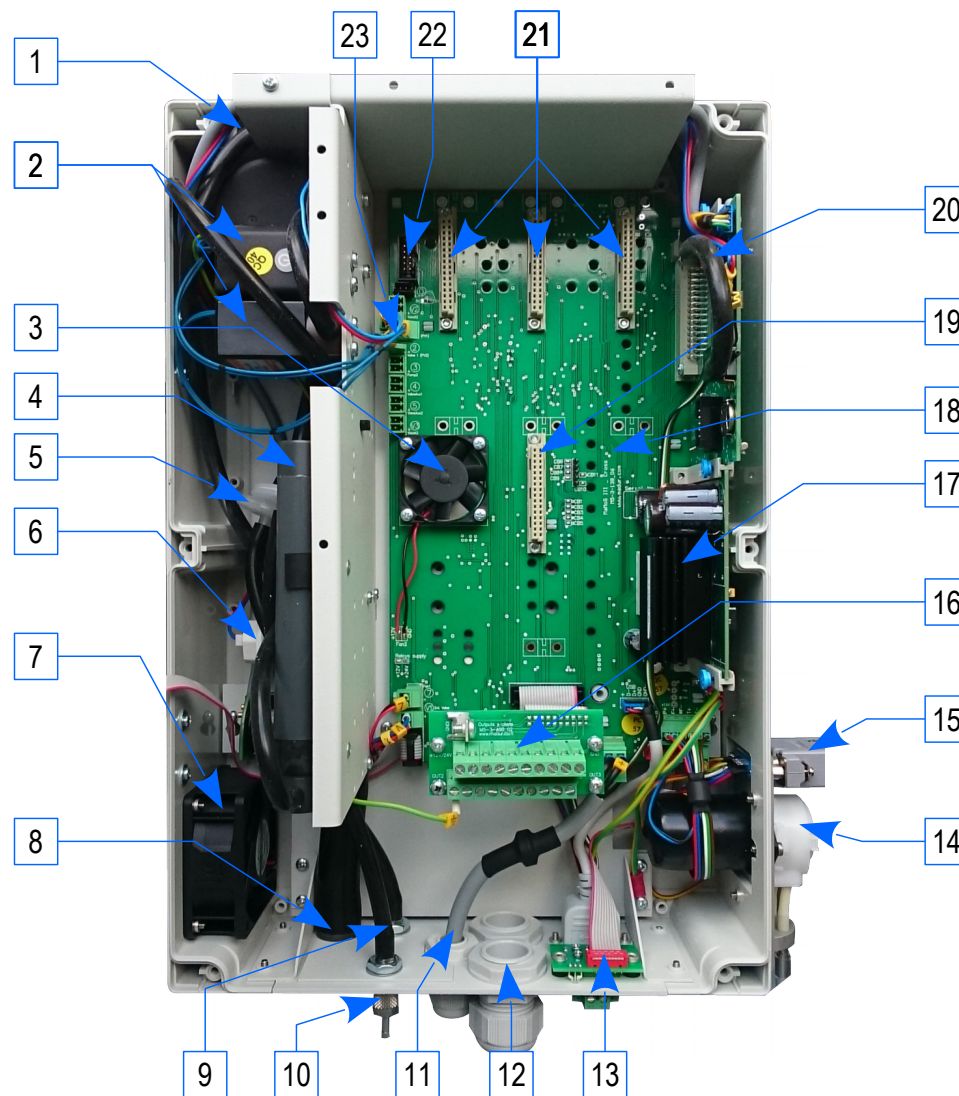
Wersja pracująca w nadciśnieniu posiada inny panel połączeniowy niż standardowa wersja analizatora mamos. Podobnie jak w przypadku uniwersalnego króćca gazu połączenie można ustawić z pomocą standardowego wężyka silikonowego oraz wężyka PTFE zabezpieczonego nakrętką. Taki typ połączenia pozwala zabezpieczyć i uszczelnić połączenie z procesem (zarówno dla wlotu i wylotu gazu).

1. Wlot gazu
2. Wylot gazu (ze zdjętą nakrętką zabezpieczającą)
3. Uniwersalny króciec gazu

Wężyki przystosowane do króćców wysokociśnieniowych:
 wężyk PTFE: 8x6mm
 wężyk silikonowy: 5x1,5mm

2.2. Wnętrze analizatora mamos

- 1 Membranowa Pompa gazowa
- 2 Zestaw zaworów elektromagnetycznych przewietrzających tor gazowy (2.2.3)
- 3 Wentylator płyty głównej – równomiernie rozprowadza ciepło w komorze mieszczącej sensory NDIR.
- 4 Tłumik tętnień gazu (służy do wygładzenia przepływu gazu)
- 5 Filtry hydrofobowe
- 6 Zestaw sensorów elektrochemicznych
- 7 Główny wentylator
- 8 Wylot gazu
- 9 Wlot gazu z suszarki gazu
- 10 Wlot świeżego powietrza (wentylacja)
- 11 Kabel zasilania 24 VDC (podłączony do zasilacza impulsowego)
- 12 Przepust kablowy
- 13 Interfejsy komunikacyjne (USB, RS485, LAN – zależne od konfiguracji)
- 14 Pompa perystaltyczna (2.2.4) (tylko w konfiguracji z suszarką MD2)
- 15 Kabel komunikacji z suszarką MD2
- 16 Moduł wejść/wyjść – wyjścia analogowe, wejścia cyfrowe, przekaźniki (opcjonalnie)
- 17 Wewnętrzny zasilacz – zamienia 24VDC na inne wymagane do pracy analizatora
- 18 Płyta główna (cross) – odpowiada za komunikację pomiędzy modułami
- 19 Złącze rozszerzeń dla:
 - o galwanicznie odizolowanych wyjść analogowych
 - o konwerter napięciowych wyjść analogowych do prądowych (zamiana 4 wyjść napięciowych na prądowe, w sumie maximum 8 wyjść prądowych)
 - o inne
- 20 Płytki CPU – zawiera główny procesor analizatora. Umożliwia podłączenie sensora O₂ oraz 3 dodatkowych sensorów elektrochemicznych)
- 21 Złącza do podłączenia sensorów NDIR
- 22 Złącze Rejestrator danych
- 23 Złącza pomp i zaworów



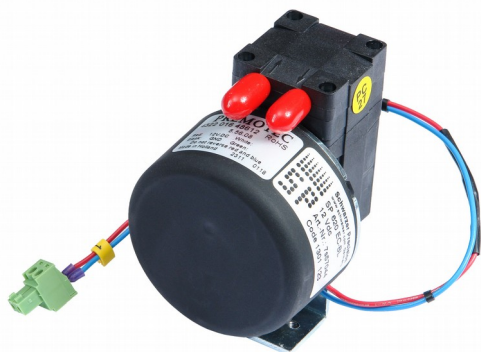
2.2.1. Sensory gazowe

Mamos może zostać wyposażony od jednego do ośmiu sensorów gazowych. W zależności od rodzaju gazu, jego stężenia oraz monitorowanego procesu mogą to być cztery typy sensorów:

- **elektrochemiczne**: O₂, CO, NO, NO₂, SO₂, H₂S, H₂, HCl, NH₃ (tylko do pomiaru suchego gazu), Cl₂, inne
- **NDIR** (non dispersive infrared – niedispersyjny pomiar w podczerwieni): CO₂, CO, C_xH_y, CH₄, N₂O, CHF₃, SO₂
- **PID** (photo-ionic detector - detektor fotojonizacyjny): **VOC = (volatile organic compounds) Lotne związki organiczne.**
- **TCD** (thermal conductivity detector - detektor termokonduktometryczny, katarometr): H₂, He.

Standardowe typy sensorów oraz ich zakresy opisane są na [stronie www](#). Nie jest możliwe opisanie wszystkich możliwych sensorów, ich zakresów jak i możliwych wzajemnych interferencji. Z tego względu zachęcamy do kontaktu z działem sprzedaży w przypadku niestandardowych sensorów oraz ich zakresów.

2.2.2. Pompa gazowa



SP620 EC-BL - główna pompa w torze gazowym analizatora. Jest to **pompa membranowa** wyposażona w **bezszcotkowy silnik elektryczny**, który w porównaniu do standardowego silnika ze szczotkami jest bardziej wytrzymały w warunkach wysokiego zapylenia. Domyślnie przepływ pompy ustawiona jest na poziomie 1,5l/min. Mamos wyposażony jest w opcję kontroli przepływu i jeżeli spadnie on poniżej progu krytycznego (domyślnie 0,5l/min) na wyświetlaczu analizatora zostanie wyświetlony błąd *flow error*.

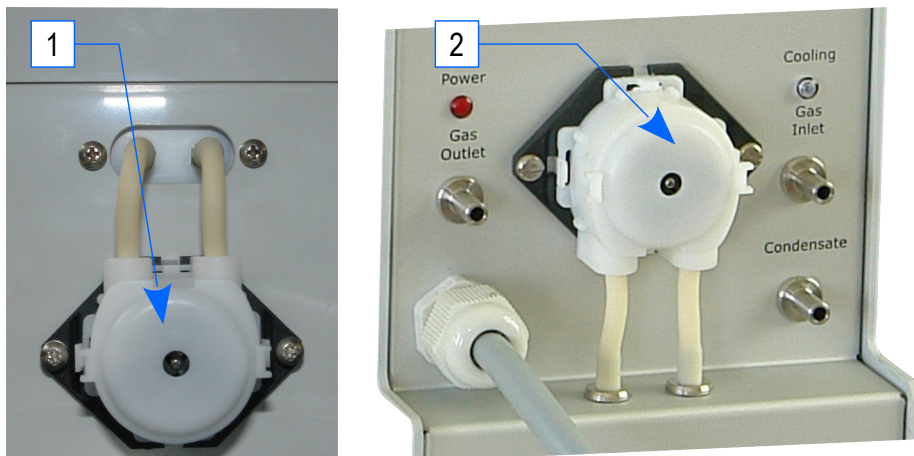
2.2.3. Zawór przewietrzający



Wszystkie sensory gazowe zainstalowane w analizatorze mamos wymagają okresowego przewietrzania. Odbywa się ono automatycznie zgodnie z wcześniej ustalonym harmonogramem pracy analizatora przy pomocy zestawu zaworów elektromagnetycznych.

Od sierpnia 2015r. trójdrożny zawór został zastąpiony dwoma zaworami jednodrożnymi. W tej konfiguracji tylko jeden z zaworów w danym momencie jest pobudzony. Zmiana miała na celu poprawę niezawodności pracy systemu przewietrzania.

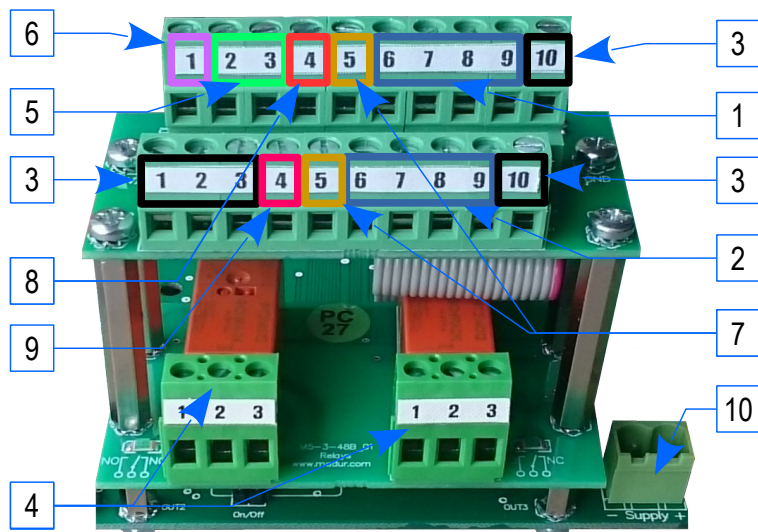
2.2.4. Pompa perystaltyczna



Ogniwo Peltiera w suszarce gazu doprowadza do drastycznego ochłodzenia gazu poniżej temperatury punktu rosy i w konsekwencji do kondensacji wilgoci w komorze schładzania gazu. Bezpośrednio z tej komory część wilgoci zostaje usunięta za pomocą **pompy perystaltycznej** na zewnątrz do Worek na kondensat z PVC . W zależności od konfiguracji urządzenia pompa perystaltyczna jest zainstalowana w innych miejscach:

1. W analizatorze wyposażonym w suszarkę MD2 pompa jest zainstalowana w głównej jednostce pomiarowej na prawej ścianie u dołu.
2. W analizatorze wyposażonym w suszarkę MD3 pompa jest zintegrowana z suszarką.

2.2.5. Moduł wejść/wyjść

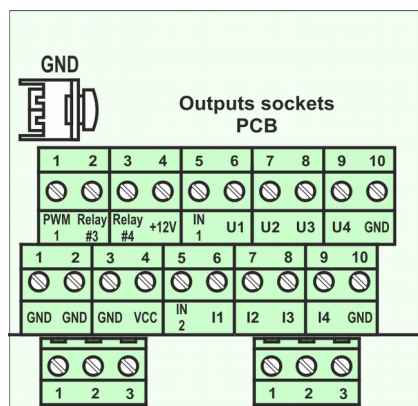


Standardowo mamos posiada zintegrowane wyjścia analogowe:

1. 4x napięciowe U1÷U4 (0-10V lub 0÷5V)
2. 4x prądowe I1÷I4 (4÷20mA lub 0÷20mA)
Opcjonalnie, wyjścia napięciowe mogą zostać skonwertowane na prądowe za pomocą płytki rozszerzeń – analizator będzie wtedy posiadał 8x prądowych wyjść analogowych oznaczonych jako I1÷I8. Opis podłączeń wyjść analogowych oraz innych złączy z modułu wejść/wyjść znajduje się na wewnętrznej stronie płyty czołowej. (rysunek na dole po lewej stronie)
3. Punkty masowe – wspólne dla wyjść analogowych, PWM oraz wejść cyfrowych.

Inne możliwe wejścia/wyjścia:

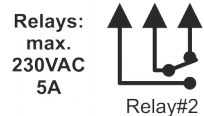
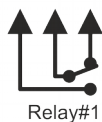
4. Przełącznik #1, przełącznik #2 – przełączniki **SPDT** – Opcjonalne wyposażenie (jako opcjonalna płytki montowana pod złączami wyjść analogowych).
Przełączniki mogą przełączać obwody: AC do 230V i 2A, DC do 40V i 2A
Sterowanie przełącznikami jest realizowane przez analizator zgodnie z nastawami wykonanymi z poziomu oprogramowania PC.
5. Przełącznik #3, przełącznik #4 – działa jako **otwarty kolektor**. Maksimum 500mA, Maksimum 24VDC.
Przełącznik #3 jest konfigurowalny tak samo jak przełącznik #1 oraz #2. Przełącznik #4 jest sterowany tylko za pomocą interfejsu **MODBUS**. Oba przełączniki #3 oraz #4 należą do standardowego wyposażenia analizatora.
6. PWM (pulse width modulation) **modulacja szerokości impulsów** – wyjście również należy do standardowego wyposażenia analizatora. Wydajność prądowa wyjścia - maksimum 500mA. Sterowanie odbywa się tylko za pomocą interfejsu MODBUS.
7. Wejścia cyfrowe IN1 oraz IN2 (standardowe wyposażenie) – umożliwiają wyłączenie oraz zrestartowanie cyklu pomiarowego. Mogą również posłużyć do kontroli przełączników #1, #2, #3.



Cross PCB



↑ ↑
- +
24VDC



Dodatkowe wyjścia napięciowe (każde o wydajności prądowej 250mA)

8. +12VDC
9. VCC (= +5VDC)
10. Po prawej stronie od modułu wejść/wyjść znajduje się złącze zasilania 24VDC. Jest to złącze zasilania modułu pomiarowego analizatora połączone złączem z Zasilacz impulsowy.

2.2.6. Interfejsy komunikacyjne

Mamos używa asynchronicznej komunikacji szeregowej (**UART**) – głównie RS485 (poprzednio RS232). Pozostałe interfejsy komunikacyjne (USB, Ethernet) używają specjalnych konwerterów. Standardowo mamos jest wyposażony w kilka interfejsów komunikacyjnych:

1. USB (gniazdo typu B) – umożliwia połączenie z komputerem i komunikację z oprogramowaniem PC.

Komunikacja odbywa się za pośrednictwem modułu FTDI, wymagane jest niezainstalowane **sterowników**. Dokładny opis znajduje się w odrębnej instrukcji dotyczącej oprogramowania PC.

Port USB ma najwyższy priorytet – oznacza to że podczas komunikacji (wystarczy podpięte oba końce kabla USB) rozłącza pozostałe interfejsy: RS485, Ethernet.

2. RS485 umożliwia połączenie do 15 analizatorów Mamos w topologii magistrali.

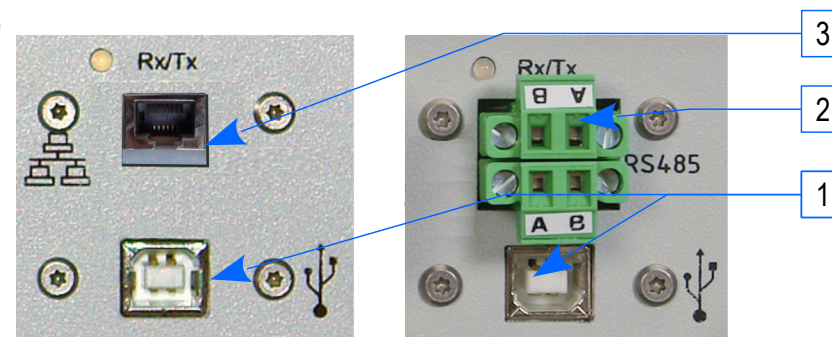
złącze RS485 może zostać zamienione:

3. złącze Ethernet – umożliwia połączenie z komputerem i komunikację z oprogramowaniem PC poprzez lokalną sieć. Podobnie jak w przypadku komunikacji poprzez port USB komunikacja odbywa się przy użyciu pośrednika – modułu Tibbo. Dokładny opis znajduje się w odrębnej instrukcji dotyczącej oprogramowania PC.

W dolnej części analizatora (w wieku) znajduje się dodatkowe złącze protokołu MODBUS RTU do komunikacji ze sterownikami PLC – możliwa jest jednoczesna komunikacja poprzez interfejs MODBUS oraz jeden z pozostałych interfejsów. Dokładny opis protokołu MODBUS znajduje się w odrębnej instrukcji.

2.3. Opcjonalne wyposażenie

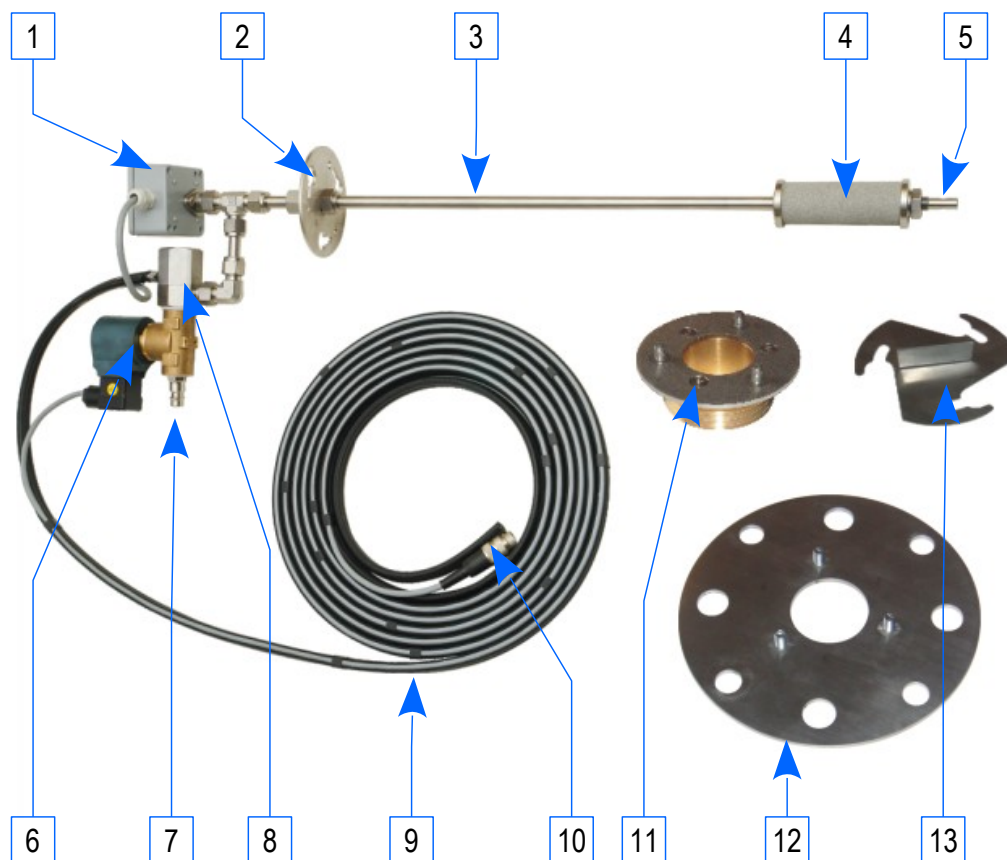
Jedną z najsilniejszych stron analizatora mamos jest jego modularność i możliwości adaptacji do specyficznych wymagań stawianych przez indywidualne warunki pomiarowe. Modularność analizator Mamos odnosi się do wyboru elementów takich jak typ suszarki gazu, konfiguracji typu sensorów ale również takich jak dodatkowe wyposażenie w postaci węża ogrzewanego, szafy montażowej IP55 itp.



2.3.1. Stacjonarna sonda gazowa

Stacjonarna sonda gazu jest pierwszym elementem w układzie poboru próbki gazowej. Jest na stałe zamontowana w punkcie poboru próbki gazowej (w piecu, kominie itp.) Podobnie jak sam analizator mamos sonda stacjonarna również posiada modułową budowę. Zdjęcie po prawej przedstawia elementy sondy stacjonarnej – opcje które mogą zostać zamówione:

1. Puszka **termopary** w zimnej części sondy – dotyczy opcjonalnego pomiaru temperatury gazu
2. Regulator głębokości zanurzenia sondy – umożliwia ustawienie jak głęboko sonda jest wsunięta do pieca.
3. Rura sondy.
Dostępne są różne długości (30cm÷1,5m, dłuższe na specjalne zamówienie)
Oraz wersje na różną temperaturę pracy: 800°C, 1150°C
4. Opcjonalny filtr gazowy. długość 90mm, średnica 30mm. Dostępne materiały:
 - Siper R (spiekana stal nierdzewna) – temperatura pracy 500°C (szczytowa 650°C), wielkość porów ~70µm
 - korund (Al₂O₃) – temperatura pracy 1000°C (szczytowa 1100°C), wielkość porów ~20µm
5. Końcówka termopary (gorący koniec) – dotyczy opcjonalnego pomiaru temperatury gazu
6. Elektrozawór – łączy źródło sprężonego powietrza służącego do czyszczenia filtra gazowego (4). Jest on wzбудzany bezpośrednio przez analizator i jest zsynchronizowany z fazą przewietrzania sensorów. Impuls ciśnienia czyści filtr z sadzy oraz innych większych cząstek.
7. Szybko-złączka do podłączenia sprężonego powietrza. Do poprawnego czyszczenia filtra gazowego (4), zalecane jest podłączenie sprężonego ciśnienia o ciśnieniu 6÷8 bar (87÷116 PSI)
8. Zawór pneumatyczny. Kiedy elektrozawór (6) otwiera układ sprężonego powietrza, ważne jest aby impuls ciśnienia skierowany został tylko w kierunku filtra gazowego a nie w kierunku analizatora. Zawór pneumatyczny zamyka tor gazowy pomiędzy sondą gazową a analizatorem i otwiera pomiędzy sondą gazową a filtrem gazowym.
9. Przewód gazowo-elektryczny. Standardowa długość dostarczana przez Madur to 3m, jednakże dla optymalnego czasu reakcji zalecane jest skrócenie go do możliwie najkrótszego (aby uniknąć kondensacji wilgoci wewnątrz). Jeżeli odległość pomiędzy sondą gazową a suszarką gazu przekracza 3m konieczne jest zastosowanie węża ogrzewanego. Użycie węża ogrzewanego należy również rozważyć w przypadku odległości mniejszej niż 3m. Przewód elektryczny służy do przesyłu sygnałów z



czujników temperatury gazu i otoczenie do analizatora. Jest również konieczny do wyzwolenia elektrozaworu przewietrzającego filtr gazowy (6).

10. Wtyczka elektryczna
11. Adapter M64
12. Adapter kołnierza ANSI. Podwójny standard: DN50 and 2"
13. Zaśleпка. Podczas prac serwisowych gdy sonda gazowa jest wyjęta z komina umożliwia zaślepienie otworu i utrzymanie gazu procesowego wewnątrz.

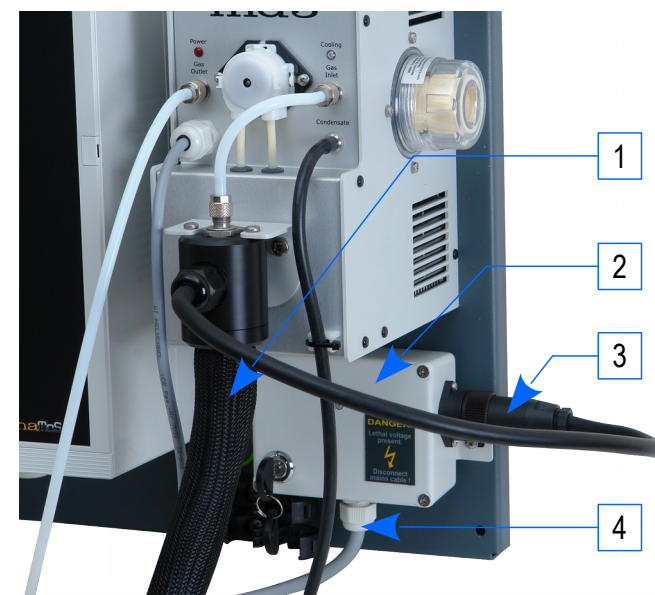
2.3.2. Wąż ogrzewany

Mamos jest analizatorem typu ex-situ, oznacza to że próbka gazowa jest wydobywana z badanej instalacji za pomocą Pompa gazowa. Procesy spalania dostarczają przeważnie wilgotną i gorącą próbkę gazową. Wydobyta drastycznie ochładza się i kiedy jej temperatura spadnie poniżej temperatury punktu rosy nastąpi kondensacja zawartej w niej wilgoci. Należy unikać niekontrolowanej kondensacji wilgoci z powodów podanych poniżej:

- rozcieńczanie się niektórych gazów w wodzie – składniki analizowanej mieszanki są tracone przed analizą co prowadzi do fałszywych wyników
- w konsekwencji reakcji chemicznych gazów z wodą wytworzyć się mogą silne kwasy lub zasady. Jako silnie żrące substancje mogą doprowadzić do uszkodzenia elementów toru gazowego (pomimo faktu że elementy te są wykonane z odpornych materiałów jak stal nierdzewna, PTFE, PVC)
- skondensowana (przed suszarką gazową) wilgoć w większych ilościach (więcej niż kilka kropli) może przekroczyć zdolność suszarki gazu do usuwania wody i może zostać wessana przez pompę gazową do wnętrza głównej jednostki pomiarowej. Może to doprowadzić do zanieczyszczenia lub nawet zniszczenia sensorów gazowych.
- Jeżeli temperatura otoczenia spadnie poniżej 0°C, woda może zamarznąć co doprowadzi do zablokowania toru gazowego.

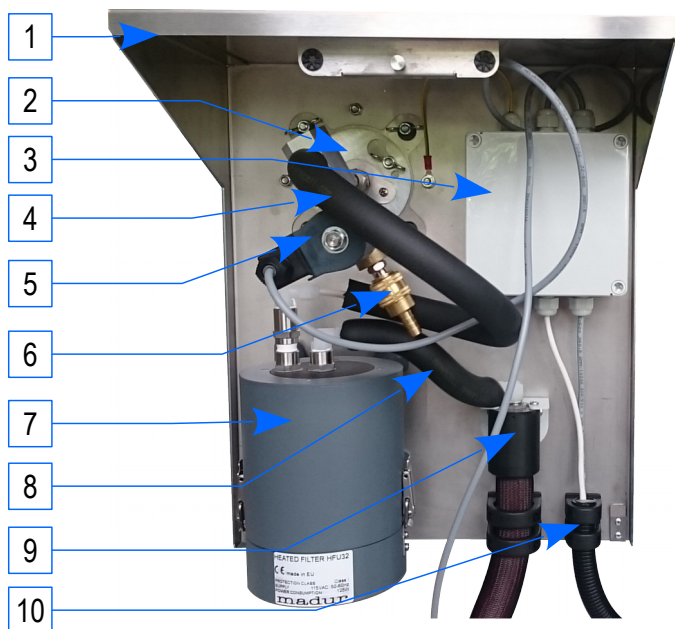
Zadaniem węża ogrzewanego jest utrzymanie temperatury pobranego gazu powyżej temperatury punktu rosy i zapobieżenie sytuacjom opisanym powyżej. Oferujemy różne długości węży ogrzewanych (3, 5, 8, 10m oraz dłuższe) oraz różne wersje zasilania (115VAC lub 230VAC). Wąż może mieć różną budowę w zależności od długości i typu monitorowanego procesu jednakże jego zasada działania jest jendkowa.

1. Wąż ogrzewany (wersja w miękkim peszlu)
2. Sterownik węża ogrzewanego – kontroluje i reguluje temperaturę węża ogrzewanego, (120°C z histerezą 2°C)
3. Kabel sterowania oraz zasilania węża ogrzewanego
4. Kabel zasilania 115VAC / 230VAC dla węża ogrzewanego oraz 24VDC dla sterownika węża

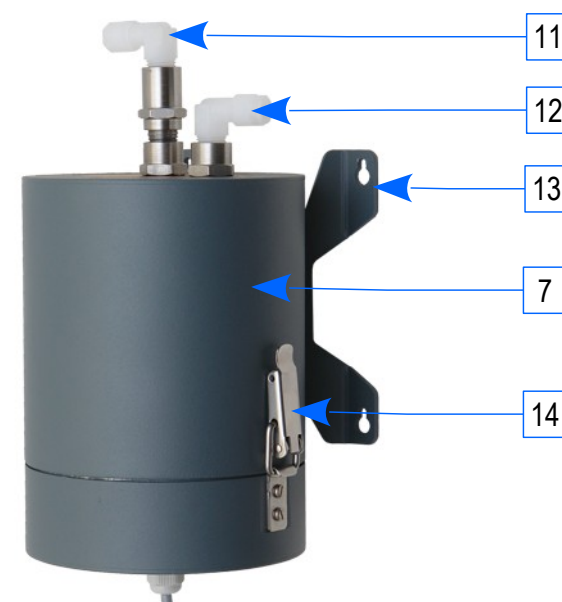


2.3.3. Filtr ogrzewany

W aplikacjach w których badana próbka gazu jest silnie zapyłona i zawiera spore ilości sadzy, filtr gazowy na sondzie może nie być wystarczający do odfiltrowania zanieczyszczeń. W tego typu instalacjach, lub gdy temperatura gazu przekracza zakres pracy filtra gazowego, zalecane jest użycie dodatkowego filtra pomiędzy sondą gazową a wężem ogrzewanym. Filtr ten również musi być ogrzewany aby zapobiec kondensacji wilgoci (w przeciwnym wypadku woda wraz odfiltrowanym pyłem stworzy lepkiż maź która zapcha filtr). Temperatura filtra jest ustawiona na 120°C z histerezą 2°C. Jeżeli mamos jest dostarczony z kompletem akcesoriów do poboru próbki gazowej (sonda, filtr ogrzewany i wąż ogrzewany, wszystkie akcesoria są zainstalowane w specjalnej obudowie wykonanej ze stali nierdzewnej. Filtr ogrzewany dostarczany jest z dodatkową wkładką ze spiekanej stali nierdzewnej – wymiana wkładki jest prosta i szybka dzięki mechanizmowi szybkiego otwierania (14). Wymieniona wkładka może być wyczyszczona przy użyciu sprężonego powietrza lub detergentów czyszczących i następnie ponownie użyta.



1. Obudowa ze stali nierdzewnej
2. Sonda gazowa
3. Puszka elektryczna – zasilanie dla węża ogrzewanego, sygnał z termopary i sterowanie zaworem przewietrzającym filtr gazowy
4. Termicznie zaizolowany przewód gazowy łączący sondę gazową z filtrem ogrzewanym
5. Zawór elektromagnetyczny
6. Szybko-złączka do podłączenia sprężonego powietrza
7. Filtr ogrzewany
8. Termicznie zaizolowany przewód gazowy łączący filtr ogrzewany z wężem ogrzewanym
9. Wąż ogrzewany
10. Kabel elektryczny (prowadzony z głównej jednostki pomiarowej) – sygnał z termopary i sterowanie zaworem przewietrzającym filtr gazowy

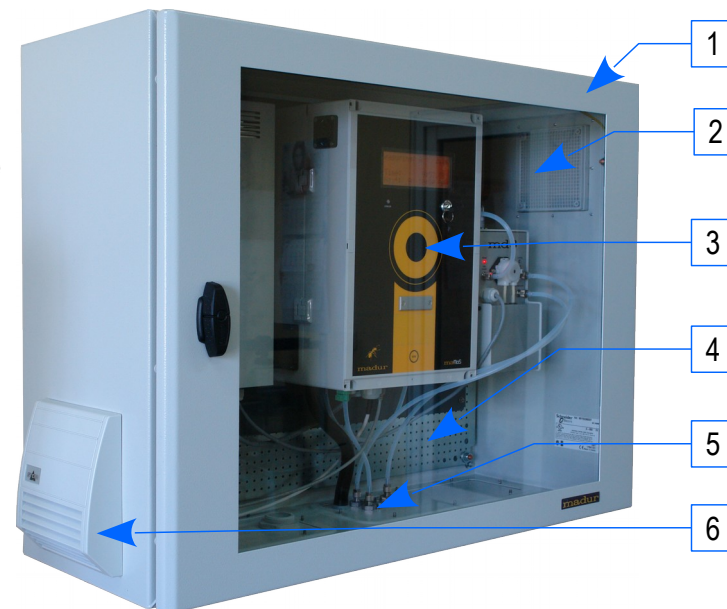


2.3.4. Szafa montażowa IP55

W sytuacji montażu analizatora na powietrzu, należy go odpowiednio ochronić przed wpływem warunków atmosferycznych. Oferujemy szafy montażowe **IP55** umożliwiające ochronę jednostki pomiarowej jak i jej akcesoriów. Ze względu na ciepło wydzielane przez podzespoły analizatora szafy muszą być wentylowane. Szafy montażowe IP55 zapewniają ochronę: przeciw pyłom (*przenikanie pyłów nie jest całkowicie zablokowane, ale zachowane jest na poziomie który nie powinien przeszkadzać w poprawnej pracy analizatora*) i przeciw wodzie (*zgodnie z parametrami stopnia ochrony IP55*). IP55 jest odpowiednikiem NEMA 12.

1. Szafa montażowa IP55
2. Osłona wentylatora – wylot strumienia na zewnątrz
3. Analizator mamos w konfiguracji kompakt
4. płyta montażowa
5. Przepusty gazowe i elektryczne
6. Osłona i wentylator IP55 – wlot strumienia do środka

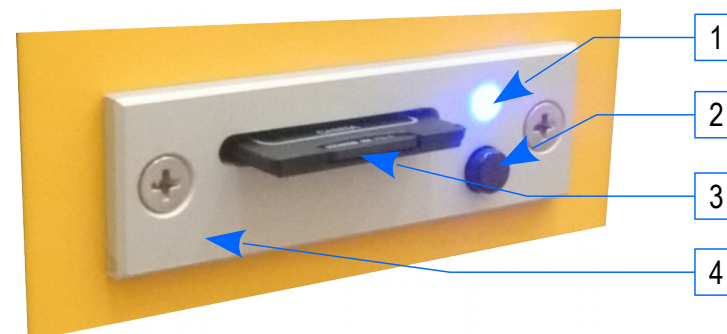
Szafa nie powinna być wystawiona bezpośrednio na promienie słoneczne. Temperatura otoczenia do poprawnej pracy analizatora powinna być w zakresie 0°±35°C. Jeżeli temperatura otoczenia jest poza tym zakresem szafa powinna być wyposażona w moduł klimatyzacji.



2.3.5. Rejestrator danych

Mamos może prezentować wyniki za pomocą wyjść analogowych (prądowych lub napięciowych), oraz w formie cyfrowej (RS232 z PC lub MODBUS ze sterownikiem PLC). Dodatkowo wyniki mogą zostać zapisane w formie binarnej na karcie SD za pośrednictwem opcjonalnego modułu rejestratora danych.

1. Dioda LED – pokazująca status modułu
2. Przycisk funkcyjny
3. Karta SD
4. Ustnik rejestratora danych



Rejestrator danych jest urządzeniem *plug and play* i możliwe jest jego doinstalowanie po etapie produkcji.

Do zapisu danych mamos używa karty SD z systemem plików FAT-16 z klastrem o rozmiarze 64kB – ogranicza to rozmiar karty SD do 4GB. Możliwe jest użycie kart pamięci o większych pojemnościach (wliczając SDHC), ale system plików FAT-16 ograniczy ich rozmiar do 4GB. Analizator zapisuje pliki jedynie w głównym folderze karty. Ze względu na ograniczenia systemu plików FAT-16 w jednym folderze może znajdować się do 512 plików. W przypadku przekroczenia ilości plików należy ręcznie zarchiwizować dane na inny nośnik lub utworzyć folder na karcie SD i skopiować do niego pliki.

Pojedyncze „paczki” wyników mają 512 bajtów. Paczka zawiera pojedyncze wyniki z każdego sensora i każdego wyliczanego parametru. Pojedynczy plik może zawierać 10000 „paczek” = maksymalny rozmiar pliku to 5MB. Kiedy liczba paczek w pojedynczym pliku zapisów osiągnie limit 10000, mamos stworzy kolejny plik i zapisy będzie w nim kontynuował. Nazwa pliku będzie zawierała kolejny numer z wewnętrznego licznika analizatora (np. 00000012.mrp) który jest zarazem licznikiem plików stworzonych przez dany analizator – z tego też względu istnieje ryzyko nadpisania plików przez użycie karty w innym egzemplarzu analizatora.

Minimalny czas pomiędzy kolejnymi zapisami wyników na karcie to 10 sekund. Standardowo czas ten jest ustawiony na 30 sekund.

Zgodnie z powyższymi danymi mamos na pojedynczej karcie SD może zapisać: 10 (czas pomiędzy kolejnymi zapisami) \times 10.000 (liczba paczek w pojedynczym pliku) \times 512 (liczba pików w folderze głównym) = $51.200.000$ sekundy zapisów, >592 dni \rightarrow prawie 1 rok i 8 miesięcy ciągłych zapisów bez nadzoru.

Ponieważ dane są zapisywane w formie binarnej, przed dalszą in analizą muszą zostać przekonwertowane przez oprogramowanie PC analizatora. Odbywa się to do formatu .csv.

2.3.5.1. Przycisk funkcyjny

Nie jest zalecane wyjmowanie karty z rejestratora danych podczas trwania zapisów – jeżeli nastąpi to w chwili zapisu wyników może dojść do uszkodzenia pliku z zapisami. Może to również doprowadzić do uszkodzenia całego systemu plików FAT-16 co będzie się wiązało z utratą wszystkich danych zawartych na karcie SD.

Aby bezpiecznie przerwać zapisy i wyjąć kartę SD z analizatora należy krótko nacisnąć przycisk funkcyjny. Mamos zakończy aktualne zapisy do pliku – Dioda LED zacznie szybko migać (informacja poniżej). Następnie dioda LED przestanie świecić co jest informacją że można bezpiecznie wyjąć kartę SD.

Jeżeli karta SD nie zostanie wyjęta w przeciągu 10 sekund nastąpi jej ponowna inicjalizacja i zapisy zostaną wznowione.

2.3.5.2. Formatowanie karty SD

Przycisk funkcyjny umożliwia również rozpoczęcie procesu formatowania karty SD. Należy:






1. Przycisnąć i przytrzymać przycisk
2. Ciągłe trzymając wciśnięty przycisk włożyć kartę SD do rejestratora danych
3. Kiedy dioda LED zacznie migać można zwolnić przycisk funkcyjny.

4. Po ukończeniu procesu formatowania karty SD automatycznie rozpoczną się zapisy.

Kartę SD można również sformatować na komputerze używając zewnętrznych narzędzi. Należy jednak zwrócić na poprawne parametry formatowania: FAT-16, rozmiar klastra 64kB.

2.3.5.3. Dioda LED

Dioda LED zainstalowana w rejestratorze danych informuje o stanie pracy rejestratora, błędach czy braku karty SD.

| | | |
|--|---|---|
|  | dioda LED wyłączona | <ul style="list-style-type: none"> • Brak karty SD w rejestratorze danych • Przycisk funkcyjny został wciśnięty – zapisy zostały przerwane – można wyjąć kartę SD z rejestratora. |
|  | dioda LED świeci ciągłym światłem | <ul style="list-style-type: none"> • Odbywa się rejestracja danych na karcie SD. |
|  | dioda LED szybko miga (10x na sekundę) | <ul style="list-style-type: none"> • Inicjalizacja właśnie włożonej karty SD. Inicjalizacja trwa 5 sekund. • Plik osiągnął limit 10000 paczek, tworzony jest nowy plik. • Formatowanie karty SD • Przycisk funkcyjny został wciśnięty – zapisy zostały przerwane – należy poczekać z wyjęciem karty SD. |
|  | dioda LED powoli miga (1x na sekundę) | <ul style="list-style-type: none"> • Błąd rejestratora. Możliwe powody: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Niepoprawnie sformatowana karta SD ◦ Karta SD nie jest sformatowana ◦ Limit 512 plików w głównym folderze karty SD został osiągnięty. ◦ Uszkodzenie karty SD ◦ inne • Możliwe rozwiązanie: <ul style="list-style-type: none"> ◦ Formatowanie karty SD w mamosie ◦ Formatowanie karty SD w mamosie ◦ Wykonanie archiwizacji danych z karty SD ◦ Wymiana karty SD na inną |
|  | dioda LED rzadko miga (1x na 3 sekundy) | <ul style="list-style-type: none"> • Karta SD jest w rejestratorze, jednakże zapisy danych zostały wyłączone z poziomu programu PC. |

2.4. Różnicowy czujnik ciśnienia.

Standardowo analizator wyposażony jest w różnicowy czujnik ciśnienia służący do kontroli poziomu przepływu w torze gazowym.

Możliwe jest również opcjonalne zainstalowanie dodatkowego czujnika ciśnienia – wiąże się to z koniecznością zainstalowania dodatkowych króćców.

Dodatkowy czujnik ciśnienia różnicowego może służyć do:

- Pomiaru prędkości przepływu i piecu – pomiar odbywa się przy pomocy [rurki Pitota](#) – jest to pomiar pośredni: przepływ jest kalkulowany w oparciu o różnicę pomiędzy ciśnieniem statycznym (podłączonym do Złącze czujnika ciśnienia różnicowego (-)) i ciśnieniem całkowitym (podłączonym do Złącze czujnika ciśnienia różnicowego (+)). Mamos może używać obu typu rurek Pitota: typu L oraz typu S. Dodatkowo rurka typu S może być wyposażona w system przewietrzania sprężonym powietrzem (podobny systemu ze Stacjonarna sonda gazowa)
- [Ciąg kominowy](#) – Różnica ciśnienia w piecu wywołana [efektem kominowym](#).

3. MOŻLIWE KONFIGURACJE PRACY

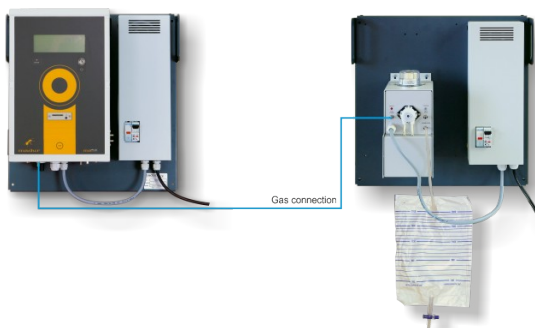
Poniżej prezentujemy najbardziej popularne konfiguracje.

3.1. Konfiguracja kompakt



Najbardziej popularna konfiguracja analizatora. Wszystkie elementy (główna jednostka pomiarowa, suszarka gazu, zasilacz) znajdują się na jednej płycie montażowej. Konfiguracja zalecana jest w aplikacjach gdzie istnieje możliwość instalacji analizatora w bezpośrednim otoczeniu punktu poboru próbki, oraz miejscu dogodnym do celów serwisowych.

3.2. Konfiguracja Split



Gdziekolwiek nie jest możliwe albo wygodne zainstalowanie mamosa w bezpośrednim otoczeniu punktu poboru próbki, konfiguracja split może być rozwiązaniem. Główna jednostka pomiarowa jest odseparowana od suszarki gazu. Oba moduły (główna jednostka pomiarowa oraz suszarka gazu) posiadają własny zasilacz impulsowy i mogą działać niezależnie. W konfiguracji split suszarka gazu jest zainstalowana najbliżej jak to możliwe od punktu poboru próbki aby nie nastąpiła żadna niekontrolowana kondensacja wilgoci. Osuszony gaz z suszarki gazu jest transportowany do analizatora który zainstalowany jest do kilkunastu metrów dalej.

W konfiguracjach w których miejsce poboru próbki jest w innym miejscu niż miejsce instalacji głównej jednostki pomiarowej tego typu instalacja pozwala użyć krótszego węża ogrzewanego i w konsekwencji obniżenie kosztów instalacji.

Przykład użycia: Suszarka gazu zainstalowana jest na kominie kilkanaście metrów ponad ziemią. Główna jednostka pomiarowa zainstalowana jest na poziomie dostępnym dla użytkownika, gdzie w łatwy sposób można monitorować parametry spalania i łatwo podłączyć wyjścia analogowe do sterowników PLC.

3.3. Konfiguracja Twin-split

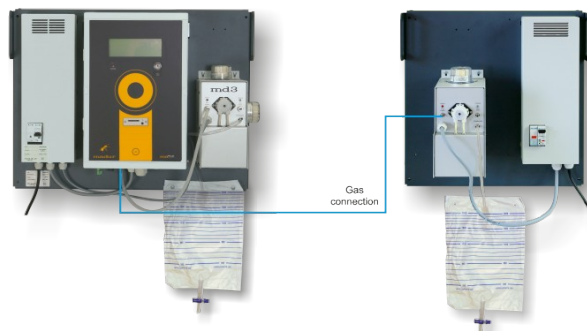


Konfiguracja Twin-split jest wariantem konfiguracji split, ale umożliwia naprzemienny pomiar z dwóch punktów pomiarowych. Składa się z głównej jednostki pomiarowej oraz dwóch suszarek, każdy element zainstalowany na własnej płycie montażowej z własnym zasilaczem impulsowym..

Punkty poboru próbki umownie nazwane są: A i B. Pomiar odbywają się w cyklu naprzemiennym: wentylacja, pomiar z punktu A, wentylacja, pomiar z punktu B, wentylacja i tak dalej.

Mamos informuje z którego punktu pomiarowego aktualnie pobierana jest próbka: na wyświetlaczu, panelu z diodami LED, jeżeli konieczne za pomocą przekaźników oraz przy użyciu protokołu MODBUS.

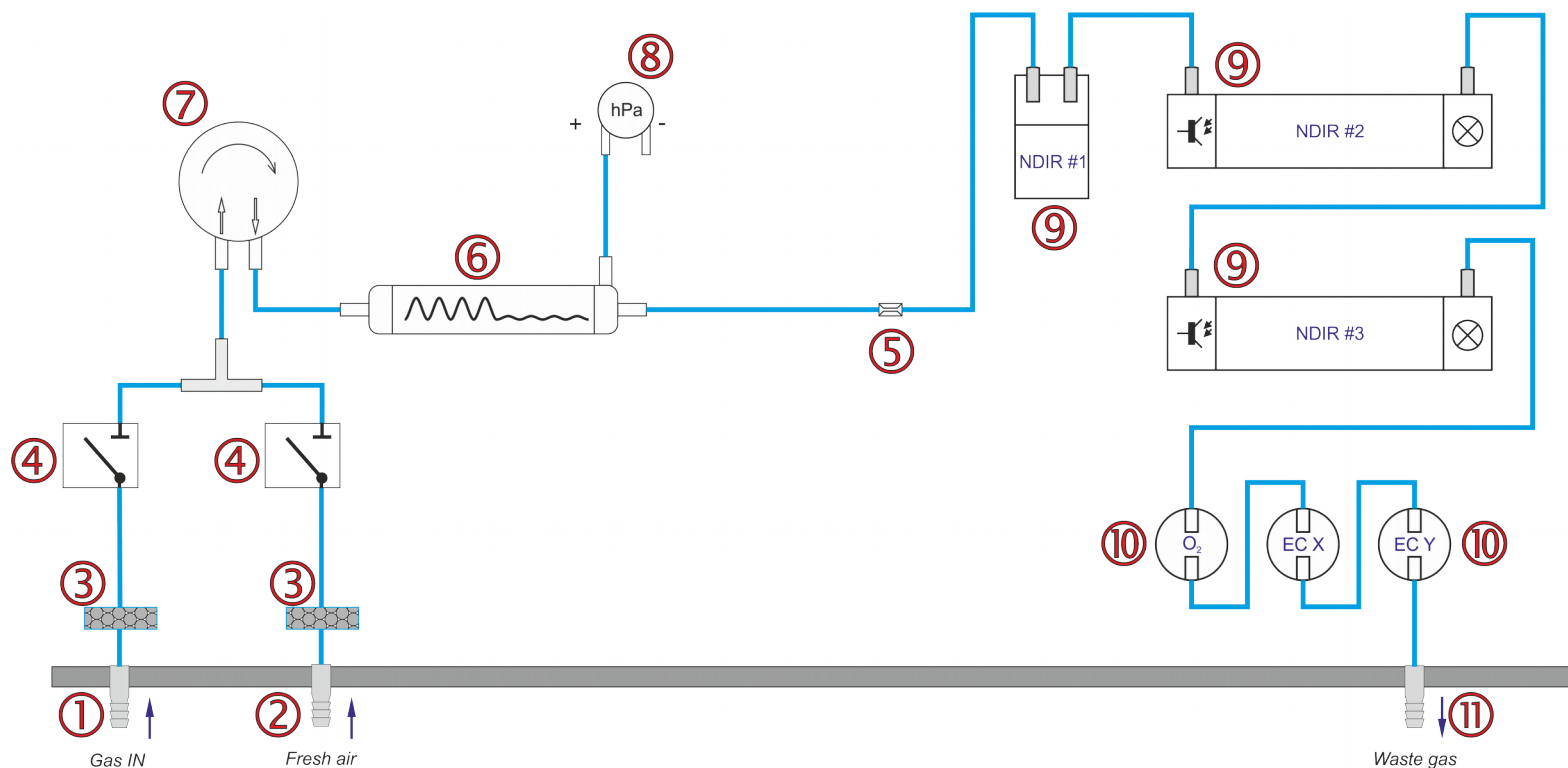
3.3.1. Konfiguracja Twin-split z jedną zdalną suszarką gazu



Innym wariantem konfiguracji twin-split kombinacja wersji kompakt i twin-split. Mamos jest skonfigurowany do pracy twin-split (pomiar naprzemienny z punktów pomiarowych A i B), jednakże jeden z punktów pomiarowych znajduje się obok analizatora w konfiguracji kompakt.

4. TOR GAZOWY

4.1. Pojedynczy tor gazowy, podstawowa konfiguracja



- | | | |
|--|--|--|
| 1. Wlot gazu z suszarki gazu (Uniwersalny króciec gazu) | 5. Dysza (służy do stłumienia przepływu gazu i poprawnego pomiaru przepływu przez czujnik różnicowy) | 9. Sensory NDIR |
| 2. Wlot świeżego powietrza (wentylacja) (Uniwersalny króciec gazu) | 6. Tłumik gazowy | 10. Zestaw sensorów elektrochemicznych |
| 3. Filtry hydrofobowe | 7. Membranowa Pompa gazowa | 11. Wylot gazu |
| 4. Zestaw zaworów elektromagnetycznych | 8. Różnicowy czujnik ciśnienia służący do kontroli przepływu gazu | |

4.2. Dodatkowy tor gazowy

Dodatkowy tor gazowy oznaczony został pomarańczowym prostokątem:

1. Pompa przewietrzająca
2. Dodatkowy zawór trójdrożny
3. Sensory w torze dodatkowym
4. Wylot gazu z dodatkowego toru gazowego

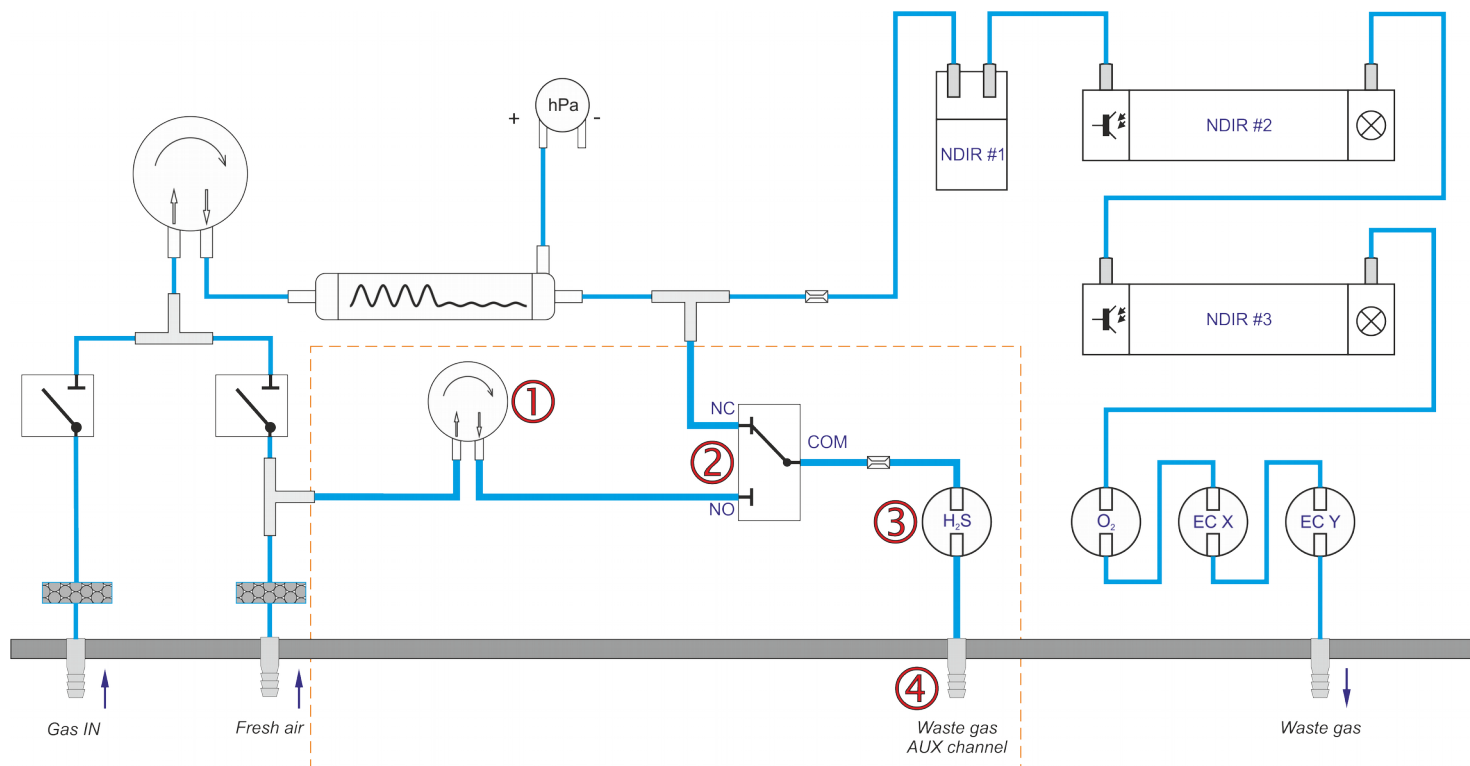
Niektóre sensory elektrochemiczne są bardziej podatne na zatrucie niż inne.

Mamos często pracuje w aplikacjach gdzie istnieje ryzyko poboru gazu przekraczającego dopuszczalny zakres pomiarowy sensorów i w konsekwencji uszkodzenia ich.

W takich aplikacjach mamos może zostać wyposażony w dodatkowy tor gazowy w którym osadzone zostaną sensory narażone na zatrucie. Dodatkowy tor gazowy może zostać wyłączony podczas pomiarów przy użyciu zaworu elektromagnetycznego [2]. Następnie sensory w dodatkowym torze [3] są przewietrzane powietrzem atmosferycznym przy pomocy pompy przewietrzającej [1].

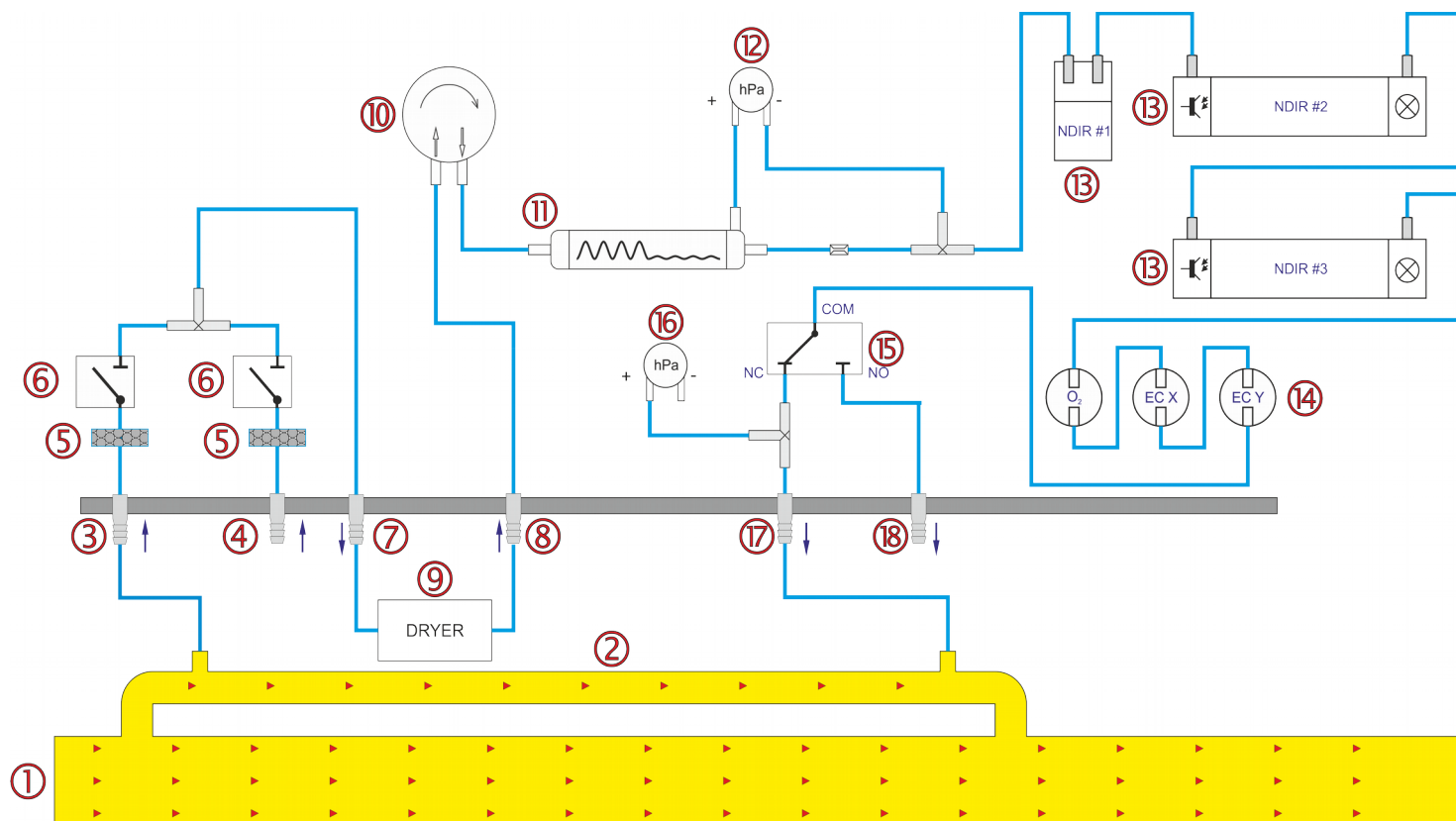
Dodatkowy tor gazowy może być wyłączany na dwa sposoby:

- wg wyłącznika czasowego – sensory w dodatkowym torze gazowym mierzą od początku fazy pomiarowej przez okres ustalony z poziomu oprogramowania PC. Po upływie ustalonego czasu dodatkowy tor jest odłączany. Ustawienie to jest typowe dla sensora H₂S w aplikacjach BIO.
- wg stężenia gazu – sensory w dodatkowym torze gazowym mierzą tylko do momentu przekroczenia progu stężenia gazu ustalonego z poziomu oprogramowania PC. Jeżeli stężenie gazu przekroczy ustalony próg dodatkowy tor jest odłączany (do momentu gdy stężenie powróci do wartości poniżej ustalonego progu).



4.3. Wersja pracująca w nadciśnieniu

1. Monitorowany proces w nadciśnieniu
2. Obejście w procesie z którego próbka jest pobierana i oddawana po analizie.
3. Wlot gazu (z procesu)
4. Wlot czystego powietrza
5. Filtry wewnętrzne
6. Para filtrów odcinających
7. Wylot gazu (do suszarki gazu)
8. Wlot gazu (z suszarki gazu)
9. Suszarka gazu
10. Główna pompa gazowa
11. Tłumik gazowy
12. Różnicowy czujnik ciśnienia (do kontroli przepływu wewnątrz analizatora)
13. Sensory NDIR
14. Sensory elektrochemiczne
15. Zawór trójdrożny służący do przewietrzania (zapobiegający powrotowi gazu do procesu)
16. Różnicowy czujnik ciśnienia – do kontroli ciśnienia w monitorowanym procesie
17. Wylot gazu – do obejścia w monitorowanym procesie
18. Wylot gazu przewietrzającego



Mamos może pracować w procesach w których ważne jest nie zakłócanie balansu monitorowanego procesu – dotyczy to np. procesów odbywających się w nadciśnieniu lub procesów z których gazy nie powinny być uwolnione do atmosfery. Konfiguracja taka jest wyposażona w odpowiednio, ciśnienio-odporne złącza gazowe oraz wewnętrzną pneumatykę zabezpieczoną przed wpływem zwiększonego ciśnienia.

Mamos mierzy ciśnienie panujące wewnątrz monitorowanego procesu [16]. Jeżeli ciśnienie przekroczy próg bezpieczeństwa zawory elektromagnetyczne odłączają analizator od monitorowanego procesu i pojawia się odpowiedni komunikat na wyświetlaczu.

Gaz wydobyty z procesu [1] jest zwracany z powrotem do procesu [17]. Podczas przewietrzania, do monitorowanego procesu nie dostają się żadne zewnętrzne gazy ponieważ

wylot gazu przewietrzającego [18] jest odseparowany, przez zawór elektromagnetyczny [15].

Ciśnienie w monitorowanym procesie może mieć maksimum = 0,8 bara względem ciśnienia atmosferycznego – Jest to możliwe dla sensor NDIR o sensora MOX-1. W przypadku analizatora wyposażonego głównie w sensory elektrochemiczne (które nie znoszą dobrze zmian ciśnienia) maksymalne dopuszczalne ciśnienie w monitorowanym procesie może być na poziomie 0,1 bara względem ciśnienia atmosferycznego.

Rysunek na górze przedstawia kolejną niestandardową konfigurację: w klimacie tropikalnym z wysoką wilgotnością względną może być konieczne osuszenie gazu używanego po przeiwtrzenia.

5. TRYBY PRACY

Cykl pomiarowy analizatora może być dostosowany zgodnie z indywidualnymi potrzebami. Pomiaru mogą się odbywać trybie ciągłym, o konkretnych porach w ciągu dnia lub być zdalnie wywołane przy pomocy wejść cyfrowych.

5.1. Fazy pracy

Każdy z trybów pracy odbywa się w pewnych cyklach które składają się z kilku faz. Fazy które są istotne dla poprawnej pracy analizatora są ustawione na stałe natomiast pozostałe natomiast można dostosować w zależności od potrzeb.

5.1.1. Fazy inicjalizacji

Fazy inicjalizacji są niezbędne do poprawnej pracy analizatora, nie mogą być pominięte ani zmodyfikowane. Odbywają się tylko zaraz po włączeniu urządzenia.

5.1.1.1. Wyrzewanie

Faza wyrzewanania odbywa się raz po włączeniu urządzenia. Analizator testuje swoje podzespoły i czeka aż system osiągnie określoną temperaturę. Podczas tej fazy nie odbywają się pomiary. Faza trwa 15 minut.

5.1.1.2. Pierwsze zerowanie

Faza pierwszego zerowania jest finalnym etapem fazy wygrzewania w którym sensory są przygotowywane do pomiarów, wentylowane powietrzem atmosferycznym oraz zerowane.

Faza pierwszego zerowania jest ustawiona na 2 minuty

5.1.2. Przewietrzanie

Przewietrzanie rozpoczyna każdy cykl pomiarowy. Podczas przewietrzania sensory mają kontakt tylko w neutralnym gazem (przeważnie powietrze atmosferyczne) i są na nim zerowane. Podczas tej fazy nie odbywają się pomiary jednakże odczyty z sensorów są wyświetlane na wyświetlaczu analizatora. Czas wentylacji może być zmieniony przy pomocy oprogramowania PC. Domyślnie trwa 15 minut.

5.1.3. Infuzja

Faza infuzji bezpośrednio poprzedza fazę pomiarową. Podczas fazy infuzji mamos pobiera próbkę gazową, jednakże nie wyświetla wyników jej analizy. Działanie to jest spowodowane długością toru gazowego i ewentualnych opóźnień z niego wynikających. Czas fazy: 1 minuta.

5.1.4. Pomiar

Faza pomiaru jest główną fazą każdego cyklu. Rozpoczyna się po fazie przewietrzania. Podczas fazy pomiarowej gaz przepływa poprzez sensory i analizowane są stężenia jego komponentów. Wyniki prezentowane są na wyświetlaczu na bieżąco. Czas fazy pomiarowej zależy od wybranego trybu pracy i może trwać od kilku minut do 31 dni. Domyślnie ustawiony jest na 4 godziny.

Zawory, pompy oraz wyjścia analogowe zachowują się podczas tej fazy zgodnie z ustawieniami poczynionymi z poziomu oprogramowania PC.

5.1.5. Dodatkowy tor gazowy

Jeżeli analizator wyposażony jest w Dodatkowy tor gazowy, możliwe jest ustawienie, z poziomu oprogramowania PC, w jakim czasie będzie on pracował. Czas pracy przeważnie jest krótszy niż faza pomiarowa ale jest możliwe ustawienie aby pomiar w dodatkowym torze gazowym odbywał się w tym samym czasie co pomiar w głównym torze gazowym.

5.1.6. Fazy Prestandby and Standby

Faza Prestandby i następująca po niej Standby pojawiają się po fazie pomiarowej jeżeli następny cykl się jeszcze nie rozpoczął. Jest to pewnego rodzaju pauza pomiędzy pomiarami i przy odpowiednim ustawieniu długości faz może w ogóle nie zaistnieć. Celem fazy Prestandby jest przewietrzenie toru gazowego i usunięcie resztek mierzonego gazu. Faza ta trwa dwie minuty i czas jej jest niemodyfikowalny.

Faza Standby pojawia się bezpośrednio po fazie Prestandby i jest etapem oczekiwania do początku następnego cyklu pomiarowego.

5.2. Tryby pracy

Mamos może zostać skonfigurowany tak aby pracował zgodnie z kilkoma zdefiniowanymi programami. Te automatyczne programy zwane są trybami pracy.

5.2.1. Pomiary cykliczne

Pomiary cykliczne są prostymi codziennymi pomiarami. Program codziennie powtarza te same fazy o tych samych godzinach. Pomiary cykliczne posiadają następujące parametry (wszystkie konfigurowalne z poziomu oprogramowania PC):

| Kod | Opis | Domyślna nastawa | Dodatkowa informacja |
|-----|---|------------------|--|
| H1 | Czas rozpoczęcia pierwszego zerowania | 00:00:00 | Każdego dnia pierwszy cykl zaczyna się o północy. Czas rozpoczęcie pierwszego zerowania ma wyższy priorytet nad aktualnie trwającą fazą cyklu. Oznacza to że jeżeli czas rozpoczęcia nowego cyklu nastąpi w trakcie trwania innego cyklu, nastąpi przerwanie fazy i rozpoczęcie kolejnego cyklu. |
| TV | Czas fazy przewietrzania | 00:15:00 | 15 minut |
| TM | Czas fazy pomiarowej | 01:45:00 | 1 godzina 45 minut |
| TA | Czas trwania pomiaru w dodatkowym torze gazowym | 00:15:00 | 15 minut Pomiar ustawiony jest na pierwsze 15 minut fazy pomiarowej. Następnie dodatkowy tor gazowy jest odłączany i przewietrzany powietrzem. Przez pozostały czas fazy pomiarowej (w tym przypadku 1 godzina 45 minut) pomiary odbywają się tylko w głównym torze gazowym. |
| TC | Czas trwania całego cyklu pomiarowego | 02:00:00 | 2 godziny Jeżeli (TC > TM + TV) to pojawi się faza stand-by. W przypadku domyślnych wartości długości faz, fazy stand-by oraz pre-stand-by nie pojawią się. |

Parametry H1 oraz TC ustalają początki kolejnych cykli w ciągu dnia. Używając domyślnych wartości dla TC, TV, TM pojawi się 12 cykli w ciągu dnia, zaczynających się kolejno:

| H1 | H2 | H3 | H4 | H5 | H6 | H7 | H8 | H9 | H10 | H11 | H12 | H1 | |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| Dzień 1 00:00:00 | Dzień 1 02:00:00 | Dzień 1 04:00:00 | Dzień 1 06:00:00 | Dzień 1 08:00:00 | Dzień 1 10:00:00 | Dzień 1 12:00:00 | Dzień 1 14:00:00 | Dzień 1 16:00:00 | Dzień 1 18:00:00 | Dzień 1 20:00:00 | Dzień 1 22:00:00 | Dzień 2 00:00:00 | |

Tryb cykliczny – Zachowanie analizatora po włączeniu

TC – Czas pełnego cyklu

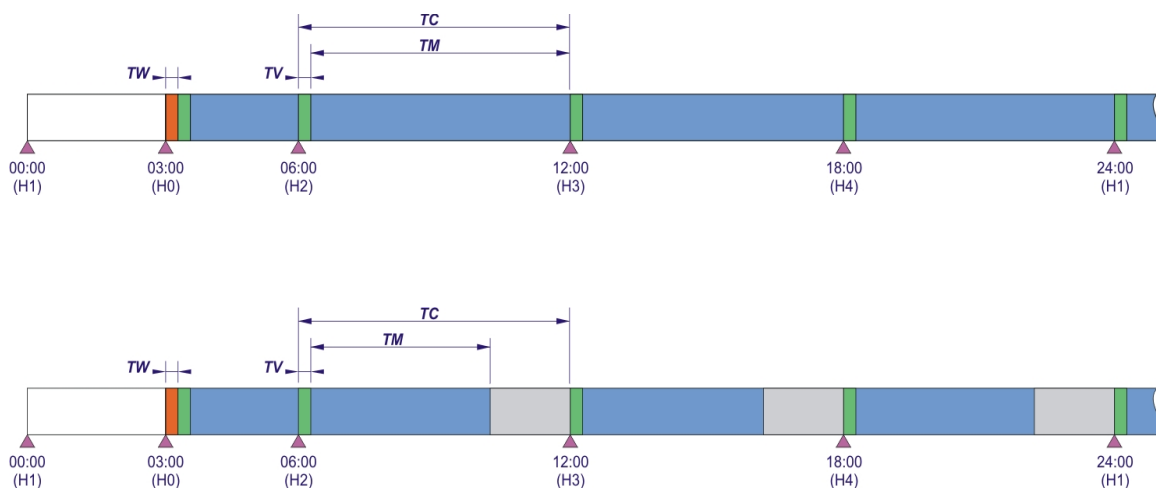
TM – Czas fazy pomiarowej

TW – Czas fazy wygrzewania

TV – Czas fazy przewietrzania

H0 – Chwila włączenia analizatora

H1÷H4 – Początki kolejnych cykli



Urządzenie po włączeniu w trybie cyklicznym rozpoczyna pracę od faz inicjalizacji: wygrzewania oraz pierwszego zerowania – następnie bezpośrednio przechodzi do fazy pomiarowej. Czas trwania pierwszego cyklu jest asynchroniczny w stosunku do pozostałych zaplanowanych cykli. Synchronizacja odbywa się wraz z rozpoczęciem drugiego cyklu.

Na rysunku, urządzenie z nastawami: TC=6h, TV=15m, TM=5h45min, zostało włączone o 3:00 (H0). Pierwsza faza pomiaru jest krótsza ponieważ jest przerywana przez następny zaplanowany cykl H2 (zaczynający się od fazy przewietrzania).

Następnie urządzenie kontynuuje pracę zgodnie z harmonogramem:
→H2→H3→H4→H1→H2...

Jeżeli faza pomiaru łącznie z fazą przewietrzania jest krótsza niż całkowity czas pojedynczego cyklu ($TC > TV + TM$), nastąpi faza Standby aż do rozpoczęcia kolejnego cyklu.

Tryb cykliczny – Zachowania analizatora o północy

Ostatni cykl pomiarowy nie zostanie przerwany o północy. Aktualny cykl dobiegnie końca i analizator rozpocznie fazę Standby w oczekiwaniu na czas H1. Jeżeli czas H1 (czas pierwszego zerowania) nastąpi w trakcie trwania cyklu pomiarowego, aktualny cykl zostanie przerwany i rozpocznie się nowy.

5.2.2. Pomiary według terminarza

TC – Czas pełnego cyklu

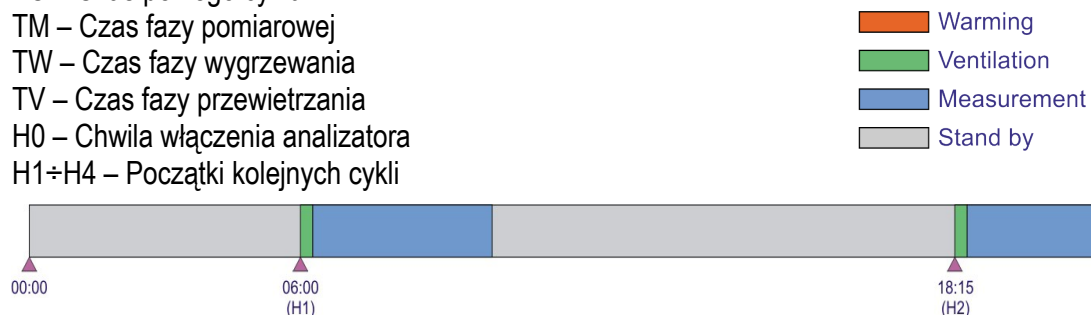
TM – Czas fazy pomiarowej

TW – Czas fazy wygrzewania

TV – Czas fazy przewietrzania

H0 – Chwila włączenia analizatora

H1÷H4 – Początki kolejnych cykli



Pomiary według terminarza są również pomiarami codziennymi (powtarzają się co 24 godziny) ale mogą składać się aż z 24 cykli pomiarowych. Czas początku każdego z cykli jest ustalany indywidualnie.

Przykład na rysunku po lewej stronie przedstawia dwa cykle pomiarowe: H1 zaczynający się 6:00 oraz H2 zaczynający się o 18:15. Ponieważ $(TC < TV + TM)$ analizator pomiędzy cyklami wchodzi w fazę standby.

Zachowanie analizatora po włączeniu



Analizator zostaje włączony o czasie H0, pomiędzy zaplanowanymi cyklami H1 oraz H2. Analizator rozpoczyna pracę od faz inicjalizacji: wygrzewania oraz pierwszego zerowania a następnie rozpoczyna fazę pomiarową. Synchronizacja cykli pracy następuje podczas pierwszego kolejnego cyklu pomiarowego (H2).

Zachowanie analizatora o północy

Ostatni cykl pomiarowy nie zostanie przerwany o północy. Aktualny cykl dobiegnie końca i analizator rozpocznie fazę Standby w oczekiwaniu na pierwszy w kolejności cykl (H1 lub kolejny). Jeżeli czas H1 (lub kolejny) nastąpi w trakcie trwania cyklu pomiarowego, aktualny cykl zostanie przerwany i rozpocznie się nowy.

5.2.3. Pomiary wyzwolone przy pomocy wejść cyfrowych

TC – Czas pełnego cyklu

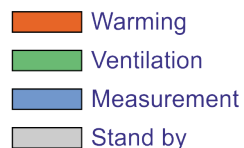
TM – Czas fazy pomiarowej

TW – Czas fazy wygrzewania

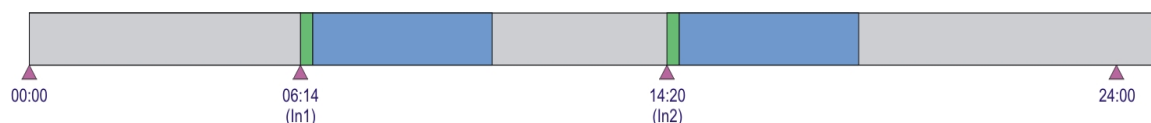
TV – Czas fazy przewietrzania

H0 – Chwila włączenia analizatora

H1÷H4 – Początki kolejnych cykli

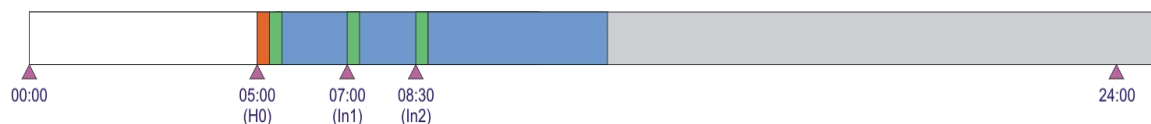


W trybie pomiarowym wyzwolonym przy użyciu wejść cyfrowych nie ma zaplanowanych punktów początkowych kolejnych cykli. Początek każdego z cykli jest wyzwolony zdalnie przy użyciu któregoś z wejść cyfrowych.



Przykład na rysunku pokazuje wyzwolenie o 6:14 (In1) oraz o 14:20 (In2). Po zakończeniu pomiaru In1 analizator przechodzi do fazy Standby i czeka na sygnał In2 który wyzwala kolejny cykl pomiarowy.

Zachowanie analizatora po włączeniu



Po włączeniu urządzenia analizator rozpoczyna pracę od faz inicjalizacji: wygrzewania oraz pierwszego zerowania a następnie rozpoczyna fazę pomiarową.

Jak ukazane na rysunku powyżej pierwszy cykl po włączeniu odbywa się automatycznie pomimo faktu że nie został zdalnie wywołany za pomocą wejść cyfrowych. Po zakończeniu pierwszego cyklu pomiarowego urządzenie wchodzi w fazę Standby i czeka na sygnał z wejść cyfrowych.

Na przykładzie powyżej cykl został wywołany o 7:10 (In1) a następny o 8:25 (In2). Pierwszy cykl H0 (po włączeniu) został przerwany przez sygnał In1. Cykl In1 został przerwany przez sygnał In2.

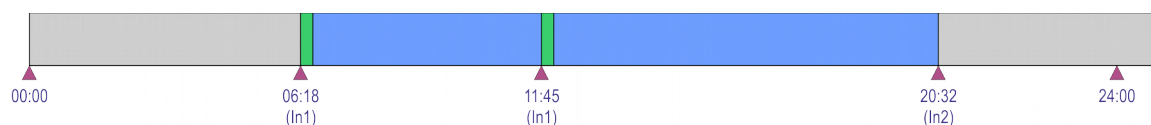
Zachowanie analizatora o północy

Północ nie przerywa aktualnego cyklu. Aktualny cykl dobiegnie końca i analizator rozpocznie fazę Standby w oczekiwaniu na sygnał z wejść cyfrowych.

5.2.3.1. Pomiary kontrolowane przez zewnętrzny proces

TC – Całkowity czas cyklu = 00:00:00
 TM – Czas fazy pomiarowej = 00:00:00
 TV – Czas fazy przewietrzania = 00:15:00
 IN1 = **Restart fazy pomiarowej**
 IN2 = **Zakończenie fazy pomiarowej**

Warming
 Ventilation
 Measurement
 Stand by



Tryb pracy wyzwalany za pomocą wejść cyfrowych pozwala użytkownikowi przejąć pełną kontrolę nad trybem pracy, mamos otrzymuje sygnał kiedy zacząć cykl (poprzez wejście IN1). Cykl się rozpocznie od fazy przewietrzania a następnie odbędzie się faza pomiarów która będzie trwała do:

- momentu restartu cyklu za pomocą wejścia IN1
- momentu przerywania pomiarów za pomocą wejścia IN2 – mamos wejdzie w fazę standby i pozostanie w niej aż do czasu ponownego sygnału z wejścia IN1.

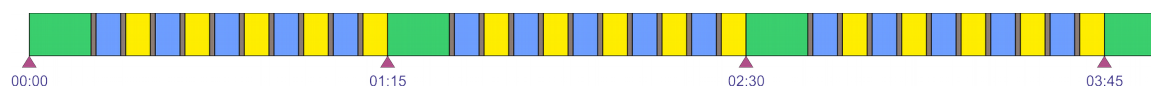
Ten tryb pozwala (w teorii) odbywać pomiary o nieokreślenie długim czasie. Jednakże ze względu na dokładność pomiaru zalecane jest dokonywanie zerowania sensorów tak często jak to możliwe.

5.2.4. Flip-flop dla konfiguracji Twin Split

TC – Całkowity czas cyklu = 1h 15 min
 TM – Czas fazy pomiarowej = 5 (=TM_A = TM_B)
 TV – Czas fazy przewietrzania = 15 min
 TI – Czas infuzji = 60 sec

$$TC = N \times (TM_A + TM_B + 2 \times TI) + TV$$

Warming
 Purging
 Measurement A
 Measurement B
 Infusion



Ten tryb dostępny jest tylko dla Konfiguracja Twin-split.

Jest podobny do trybu Cykliczne pomiary – analizator w sposób ciągły przeprowadza pomiar. Z tą różnicą, że faza Przewietrzania występuje co każde N-Pomiarów (w zależności od ustawionych czasów). Przykład po lewo pokazuje fazę przewietrzania, występującą cyklicznie co 10 faz pomiarów. Pomiary są przełączane (flip-flop) naprzemiain z miejsca pomiaru A do B. Każda faza pomiarów jest poprzedzona infuzją (60 sek., bez możliwość zmiany długości trwania).

Ten tryb nie wykorzystuje fazy Standby.

5.2.5. Pomiary długoterminowe, cykliczne-miesięczne

Pomiary cykliczne-miesięczne umożliwiają ustawienie pojedynczego cyklu pomiarowego o długości jednego miesiąca. Oznacza to że sensory są przewietrzane raz na miesiąc a następnie pomiar odbywa się aż do następnej fazy przewietrzania.

Pomiary cykliczne-miesięczne posiadają następujące konfigurowalne parametry:

- Data pierwszego zerowania (DD/MM/RR) – dzień będzie również wyznaczał kolejne momenty comiesięcznej fazy przewietrzania.
- Moment pierwszego zerowania (GG:MM:SS) – dokładny czas comiesięcznej fazy przewietrzania.
- Długość fazy wentylacyjnej (TV)

Data pierwszego zerowania wskazuje dokładnie kiedy (w którym dniu miesiąca) zerowanie ma się odbywać. Jeżeli numer dnia w danym miesiącu nie występuje zerowanie odbędzie się w ostatnim dniu miesiąca. Oznacza to że jeżeli np. data pierwszego zerowania ustawiona zostanie na 30 stycznia to zerowanie w lutym odbędzie się 28.

Po włączeniu urządzenia analizator rozpoczyna pracę od faz inicjalizacji: wygrzewania oraz pierwszego zerowania a następnie rozpoczyna fazę pomiarową i pozostaje w niej aż do następnej fazy zerowania.

5.2.6. Pomiary długoterminowe z nastawianą długością (1-30 dni)

Pomiary długoterminowe z nastawialną długością są podobne cyklicznych-miesięcznych, jednakże długość cyklu może być ustawiona w zakresie 1-30 dni.

Przykład:

Data/czas pierwszego zerowania ustawiona jest na 1 września 2016r. na godzinę 4:00. Długość cyklu ustawiona jest na 7 dni. Jako że 1 września 2016r. jest czwartkiem zerowanie będzie odbywało się co tydzień w czwartek o godzinie 4:00.

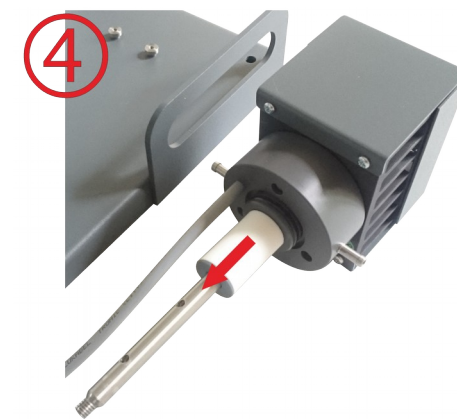
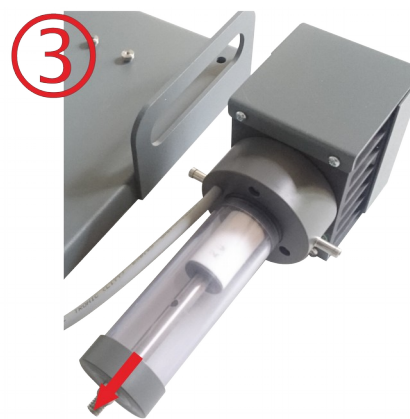
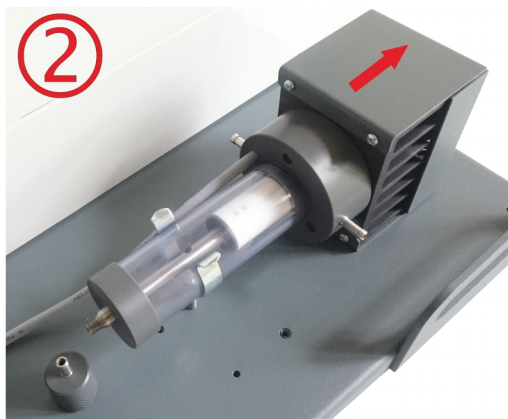
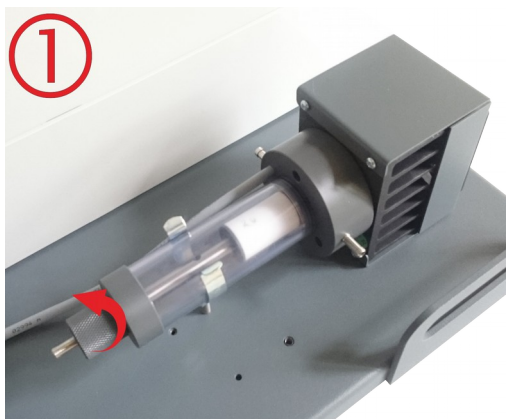
Po włączeniu urządzenia analizator rozpoczyna pracę od faz inicjalizacji: wygrzewania oraz pierwszego zerowania a następnie rozpoczyna fazę pomiarową i pozostaje w niej aż do następnej fazy zerowania.

5.2.7. Obostrzenia podczas używania trybów długoterminowych

Tryby długoterminowe, szczególnie z długimi fazami pomiarowymi skutkują długimi czasami między poszczególnymi fazami przewietrzania. Zmniejsza to dokładność pomiarów. Aby zachować wysoką dokładność pomiarów należy unikać trybów długoterminowych i przeprowadzać zerowanie sensorów możliwie często.

6. PODSTAWOWE CZYNNOŚCI SERWISOWE

6.1. Wymiana wkładki filtrującej w suszarce gazu MD2



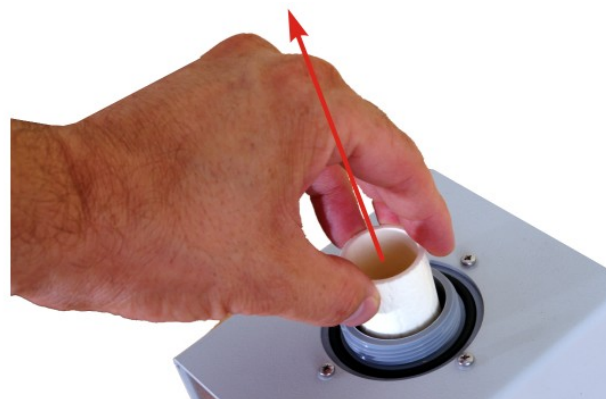


1. Odkręcić dolną część filtra
2. Delikatnie wysunąć suszarkę gazu z zaczepu sprężynowego
3. Ściągnąć osłonę z PVC
4. Ściągnąć wkładkę filtrującą
5. Zdjąć element centrujący z wkładki filtrującej.
6. Zainstalować nową wkładkę filtrującą i zmontować suszarkę w odwrotnej kolejności.

Kody madur dotyczące filtra suszarki MD2:

- V-FELM051 (pory 5 μ m)
- V-FELM201 (pory 20 μ m)

6.2. Wymiana wkładki filtrującej w suszarce gazu MD3



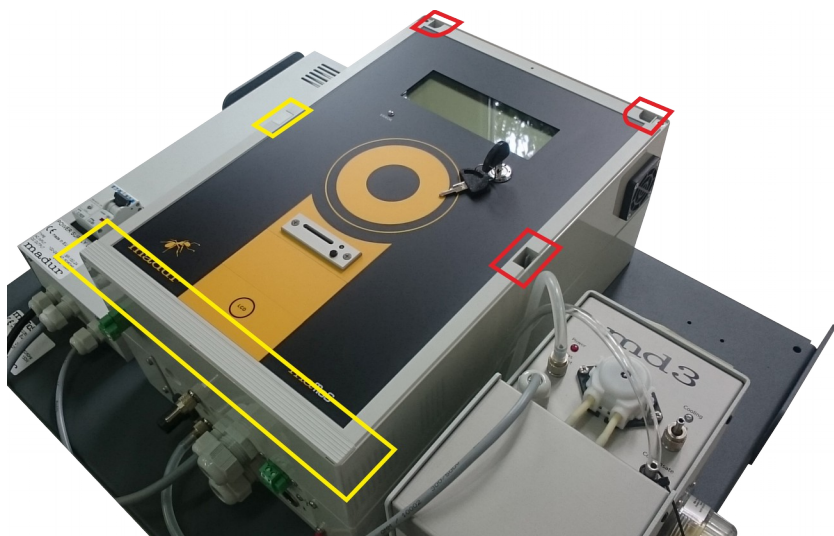
Aby wymienić wkładkę filtrującą należy:

1. Odkręcić osłonę filtra.
2. Wymienić wkładkę filtrującą.

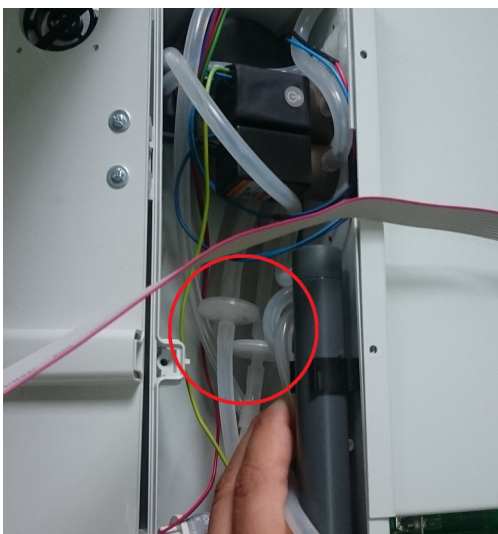
Kody madur dotyczące filtra suszarki MD3:

- 614Z0010B (pory 2 μ m)
- 614Z0010C (pory 1 μ m)


6.3. Wymiana filtrów hydrofobowych w analizatorze



Filtry hydrofobowe chronią wrażliwe elementy (sensory gazowe, pompę, zawory itp.) przed zapyleniem oraz wilgocią. Próbka gazowa przed analiza przez sensory powinna zostać możliwie dokładnie oczyszczona. Filtry hydrofobowe powinny być okresowo sprawdzane i jeżeli konieczne wymieniane. Zapyłone lub zawilgocone mogą zablokować przepływ próbki gazowej (błąd flow too low na wyświetlaczu) – jest to również sugestia że system przygotowania gazu nie został dobrany poprawnie.

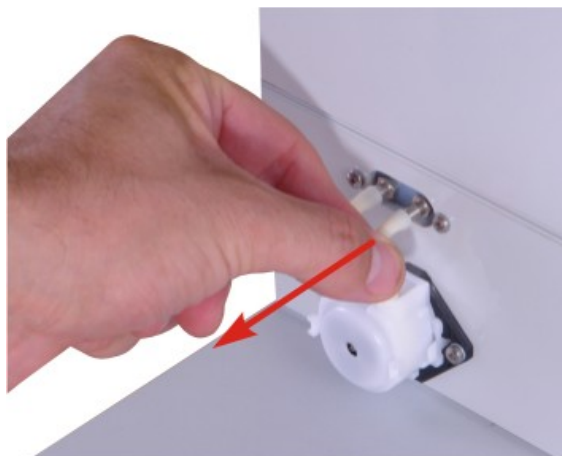


Aby wymienić filtry należy:

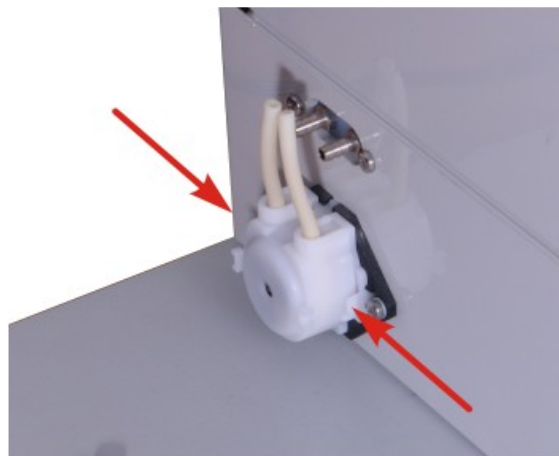
1. Usunąć 4 maskownice w płyty czołowej głównej jednostki pomiarowej
2. Odkręcić 6x śrub pozidriv PZ2 
3. Otworzyć obudowę.
4. Filtry zlokalizowane są wewnątrz analizatora po lewej stronie (pomiędzy sensorami elektrochemicznymi a zaworami elektromagnetycznymi)
5. Wymienić filtry w torze gazowym oraz przewietrzającym

kod madur filtra hydrofobowego: 614Z0009A

6.4. Wymiana wężyka pompy perystaltycznej



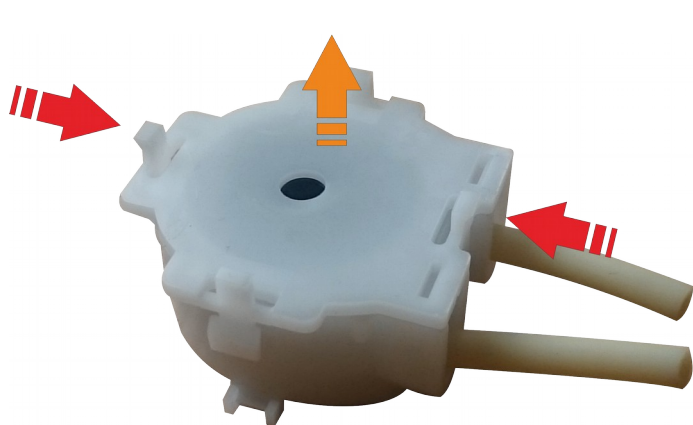
Odłączyć wężyki od króćców



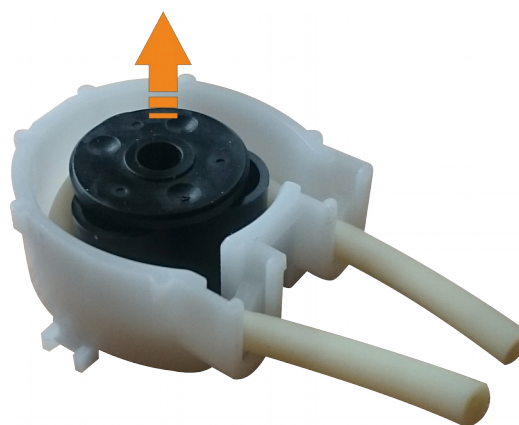
Ścisnąć głowę pompy jak pokazane na rysunku przy pomocy strzałek



Zdemontować głowę pompy przez pociągnięcie.



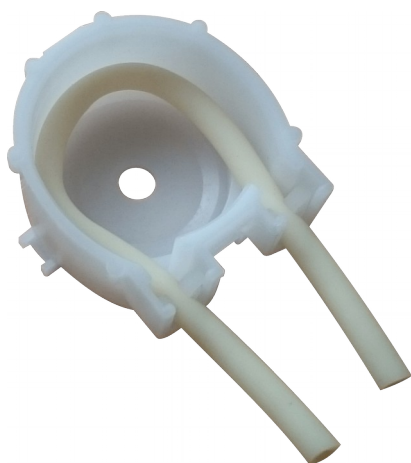
Rozebrać głowę pompy ściskając zatrzaski obudowy



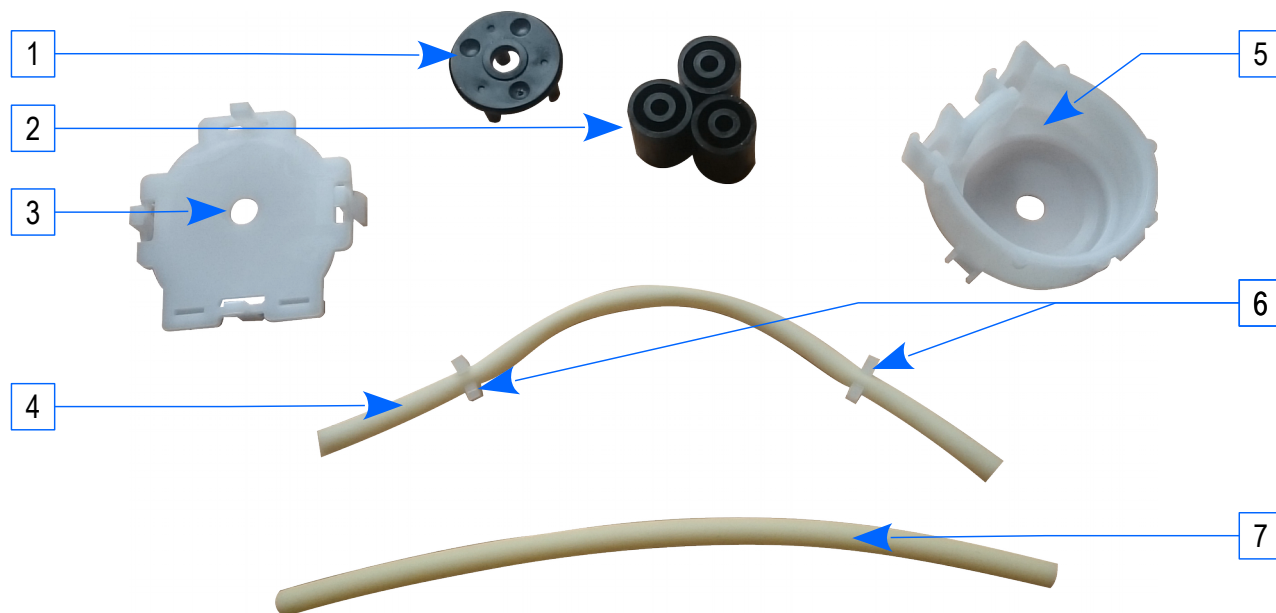
Wyjąć element centrujący



Wyjąć rolki



Wyjąć zużyty wężyk pompy



1. Element centrujący
2. Rolki
3. Osłona pompy
4. Zużyty wężyk

5. Korpus pompy
6. Ogranicznik wężyka
7. Nowy wężyk 2,0x4,0mm (kod madur: 613N2040B)

Złożyć pompę w odwrotnej kolejności

6.5. Metody postępowania w przypadku błędu “Flow too low”

Mamos jest wyposażony w różnicowy czujnik ciśnienia który służy do kontroli przepływu próbki gazowej przez analizator. Standardowo główna pompa gazowa jest ustawiona aby dawała przepływ na poziomie 90l/h. Minimalny próg przepływu jest ustawiony na 30 l/h – Oznacza to że jeżeli przepływ spadnie poniżej tej wartości analizator zgłosi na wyświetlaczu błąd. Jest kilka powodów które mogą wywołać błąd przepływu. Aby zdiagnozować powód należy:

1. Wymienić filtry w suszarce MD2 / MD3 – Zabrudzone filtry mogą ograniczyć lub całkowicie zablokować przepływ
2. Sprawdzić czy pompa gazowa w analizatorze działa poprawnie – otworzyć analizator, wypiąć wężyki toru gazowego od pompy i sprawdzić czy pompa generuje ciśnienie.
3. Sprawdzić poszczególne elementy toru gazowego zaczynając od elementów znajdujących się najbliżej analizatora – Poprzez odłączenie po kolei poszczególnych elementów. Zapchane elementy można poznać po zniknięciu błędu z ekranu wyświetlacza po ich odłączeniu,
4. Sprawdzić czy filtry hydrofobowe w analizatorze nie są zapchane, patrz rozdział 6.3
5. Jeżeli żaden z powyższych etapów nie pozwala zidentyfikować problemu prosimy o kontakt z działem serwisu: service@madur.com