



MS-887VFD

Instrukcja użytkownika

Spis treści

1. Informacje ogólne	6
1.1. Opis	6
1.2. Rodzaje obsługiwanych czujników	6
1.3. Wybór wersji językowej	6
1.4. Odnośniki	7
2. Bezpieczeństwo	8
3. Interfejs użytkownika	9
3.1. Opis przycisków	9
3.2. Diodы informacyjne	10
3.3. Wyświetlacz	10
3.3.1. Symbole aktywnego menu	11
3.3.2. Obszar animacji	11
3.3.3. Ikony stanu silnika	12
3.3.4. Pasek zmian ciśnienia	12
3.4. Obsługa głównego menu	12
3.5. Menu użytkownika	14
3.6. Lista parametrów użytkownika	14
4. Czujniki	17
4.1. Lista obsługiwanych czujników	17
4.1.1. Czujniki analogowe	17
4.1.2. Czujniki cyfrowe	17
4.2. Kalibracja czujników	17
5. Liczniki	18
5.1. Liczniki serwisowe	18
5.2. Ustawianie wartości liczników	18
5.3. Kasowanie liczników	19
5.4. Liczniki czasu pracy	19
6. Błędy i zdarzenia	20
6.1. Lista błędów krytycznych	20
6.2. Lista błędów niekrytycznych	22
6.3. Lista zdarzeń	22
6.4. Lista zdefiniowanych błędów falownika	24
7. Algorytm pracy	25
7.1. Schemat algorytmu pracy	25
7.1.1. Metoda kontroli dekompresji	25
7.2. Algorytm kontroli prędkości silnika PID	25
7.2.1. Nastawy regulatora	25
7.3. Parametry czasowe pracy sprężarki	26
7.4. Parametry kontroli ciśnienia	27
7.4.1. Parametry graniczne ciśnienia	28
7.5. Sterowanie falownikiem	29

7.5.1.	Błędy wewnętrzne falownika	29
7.5.2.	Obsługiwane modele falowników	30
7.5.3.	Konfiguracja połączenia	30
7.5.4.	Konfiguracja falownika Danfoss VLT FC51	31
7.5.5.	Konfiguracja falownika Danfoss VLT FC301/FC302	31
7.5.6.	Tryb transferu presetu	31
8.	Tryby pracy sprężarki	32
8.1.	Tryb automatyczny (AUTO)	32
8.1.1.	AutoTLSE	32
8.2.	Tryb ciągły (CONST)	32
8.3.	Tryb zdalny (REM)	33
8.3.1.	Linia REM	33
8.3.2.	Włączenie regulacji ciśnienia w trybie zdalnym	33
8.3.3.	Linia potwierdzenia ACK	33
8.3.4.	Komendy – protokół Modbus	34
8.4.	Tryb pracy lokalnej (LOCAL)	34
9.	Praca sieciowa	35
9.1.	Uruchomienie/zatrzymanie pracy sieciowej	35
9.2.	Wyszukiwanie sterowników w sieci	35
9.3.	Konfiguracja sterownika nadrzędnego (Master)	35
9.4.	Konfiguracja sterownika podrzędnego (Slave)	36
9.5.	Menu pracy sieciowej	37
9.6.	Błędy i zdarzenia w pracy sieciowej	37
9.7.	Funkcja przejmowania mastera	38
9.7.1.	Watchdog pracy zdalnej	38
9.8.	Algorytm pracy sekwencyjnej	38
9.9.	Algorytm pracy sekwencyjnej	38
9.10.	Algorytm pracy kaskadowej	39
9.11.	Współpraca z systemem wizualizacji	40
10.	Planowanie pracy	41
10.1.	Opis planowania pracy	41
10.2.	Ustawienia planowania pracy	42
11.	Inne funkcje	43
11.1.	Podgrzewacz	43
11.1.1.	Podgrzewacz 1 (H1)	43
11.1.2.	Podgrzewacz 2 (H2)	43
11.2.	Osuszacz	43
11.3.	Spust kondensatu	44
11.4.	Funkcja chłodzenia	44
11.5.	Automatyczne ponowne uruchomienie	44
11.6.	Kontrola asymetrii zasilania	45
11.7.	Wykrywanie zwarcia w obwodzie 24V	45
11.8.	Zapis/przywracanie parametrów	45

11.9. Blokada sterownika	45
11.10. Test zaworu Y	46
11.11. Test zaworu bezpieczeństwa	46
11.12. Wygaszacz ekranu	46
11.13. Sterowanie sprężarką pomocniczą (SLAVE REM)	46
12. Dane techniczne	47
12.1. Parametry elektryczne	47
12.2. Parametry mechaniczne	47
12.3. Warunki pracy	47
13. Rysunek obudowy	48

Spis tabel

1	Opis działania przycisków	9
2	Opis diod informacyjnych	10
3	Opis obszarów wyświetlacza	11
7	Opis ekranów tytułowych głównego menu	12
7	Opis ekranów tytułowych głównego menu	13
8	Opis ekranów głównego menu	13
8	Opis ekranów głównego menu	14
9	Lista parametrów użytkownika	15
9	Lista parametrów użytkownika	16
10	Lista obsługiwanych czujników analogowych	17
11	Lista obsługiwanych czujników cyfrowych	17
12	Lista liczników serwisowych	18
13	Lista liczników czasu pracy	19
14	Lista błędów krytycznych	20
14	Lista błędów krytycznych	21
15	Lista błędów niekrytycznych	22
16	Lista zdarzeń	23
16	Lista zdarzeń	24
17	Lista zdefiniowanych błędów falowników	24
18	Lista parametrów nastaw regulatora PID	26
19	Lista parametrów czasowych pracy sprężarki	27
20	Lista parametrów kontroli ciśnienia	28
21	Lista parametrów granicznych ciśnienia	29
22	Lista parametrów połączenia z falownikiem	30
23	Lista parametrów sterujących pracą osuszacza	43
24	Lista parametrów spustu kondensatu	44
25	Lista parametrów elektrycznych	47
26	Parametry mechaniczne	47
27	Dopuszczalne warunki pracy	47

Spis rysunków

1	Widok płyty czołowej sterownika MS-887VFD	9
2	Widok ekranu sterownika MS-887VFD	10
3	Algorytm sterowania silnikiem	25
4	Zależności czasowe sterowania częstotliwością silnika	26
5	Przykładowy przebieg sterowania falownikiem	28
6	Widok menu falownika	29
7	Widok menu pracy sieciowej	37
8	Widok parametru planowanej pracy	41
9	Rysunek obudowy sterownika MS-887VFD	48

1. Informacje ogólne

1.1. Opis

MS-887VFD to sterownik dedykowany dla sprężarek współpracujących z falownikami. Sterowanie falownikiem odbywa się za pomocą protokołu Modbus RTU.

Podstawowe właściwości sterownika:

- Płynna regulacja częstotliwości pracy silnika
- Nadzór ciśnienia, temperatury oleju oraz pobór prądu silnika
- Wybór standardowego falownika firm Yaskawa, Siemens, LG oraz Danfoss w formie presetu
- Zestaw wyjść z możliwością wyboru ich funkcji
- Parametry serwisowe oraz użytkownika zabezpieczone hasłami
- Liczniki serwisowe oraz liczniki czasu pracy
- Obsługa podgrzewacza oleju, osuszacza powietrza oraz spustu kondensatu
- Tryb pracy sieciowej (EIA-485)
- Tryb pracy zdalnej
- Możliwość wyboru wersji językowej menu: język polski, angielski, niemiecki i rosyjski (istnieje możliwość przygotowania innej wersji językowej w porozumieniu z producentem sterownika)

1.2. Rodzaje obsługiwanych czujników

Czujniki analogowe

- Czujnik ciśnienia - czujnik z wyjściem prądowym 4-20mA, 0-16 Bar
- Czujnik ciśnienia pomocniczego - czujnik z wyjściem prądowym 4-20mA 0-16 Bar
- Czujnik temperatury oleju - PT100
- Czujnik temperatury oleju - PT100
- Czujnik temperatury silnika - KTY84

Czujniki cyfrowe

- Moduł detekcji asymetrii linii zasilania
- Czujnik ssania Vs
- Czujniki filtra powietrza, oleju oraz separatora

1.3. Wybór wersji językowej

W sterowniku MS-887VFD można ustawić jeden z czterech dostępnych języków:

- polski
- angielski
- rosyjski
- niemiecki

Dokonujemy tego w parametrze użytkownika **003s**.

1.4. Odnosniki

W dalszej części instrukcji będą używane dwa rodzaje parametrów:

- s - parametr serwisowy - przykładowo 014s
- u - parametr użytkownika - przykładowo 003u

2. Bezpieczeństwo



Przed montażem i uruchomieniem sterownika należy zapoznać się z niniejszą instrukcją obsługi oraz warunkami gwarancji. Nieprawidłowy montaż oraz obsługa niezgodna z instrukcją spowodują utratę gwarancji.



Wszelkie prace przyłączeniowe oraz montażowe mogą być wykonywane tylko przy odłączonym napięciu zasilania.



Prace montażowe powinny być wykonane przez autoryzowany serwis lub uprawniony personel.



Aby zachować zgodność z normami bezpieczeństwa zacisk PE sterownika powinien być podłączony do przewodu ochronnego PE.



Eksploatacja sterownika bez zainstalowanej obudowy jest niedozwolona, ponieważ grozi to porażeniem prądem.



Narażanie sterownika na zalanie wodą lub eksploatacja w warunkach nadmiernej wilgotności może spowodować jego uszkodzenie.



Przed uruchomieniem należy sprawdzić poprawność podłączenia zgodnie ze schematem połączeniowym zamieszczonym w instrukcji obsługi.

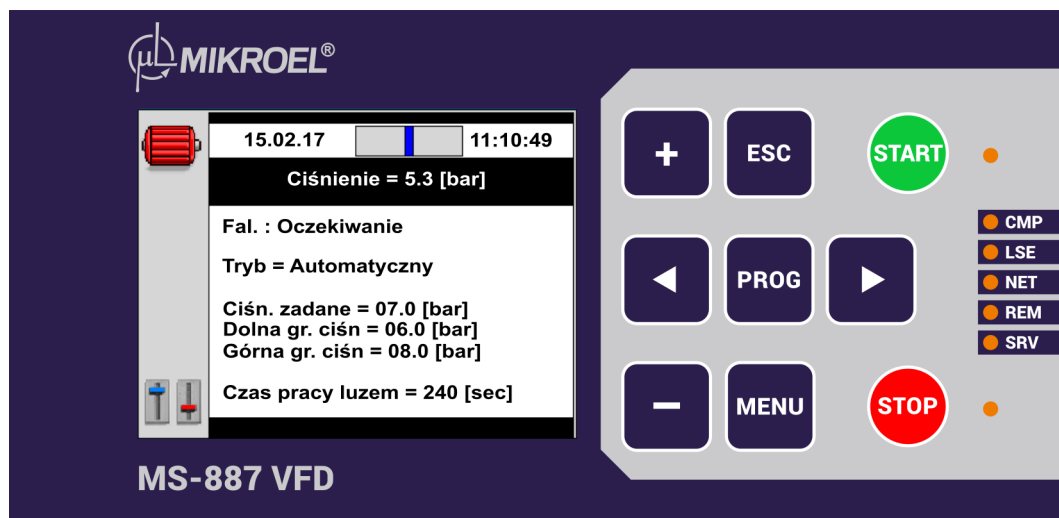


Przed uruchomieniem sterownika należy sprawdzić, czy napięcie zasilania spełnia wymagania zamieszczone w instrukcji obsługi.



Wszelkie naprawy mogą być dokonywane tylko przez serwis producenta. Naprawa wykonana przez osobę nieupoważnioną powoduje utratę gwarancji.

3. Interfejs użytkownika



Rysunek 1: Widok płyty czołowej sterownika MS-887VFD

3.1. Opis przycisków

Tabela 1: Opis działania przycisków

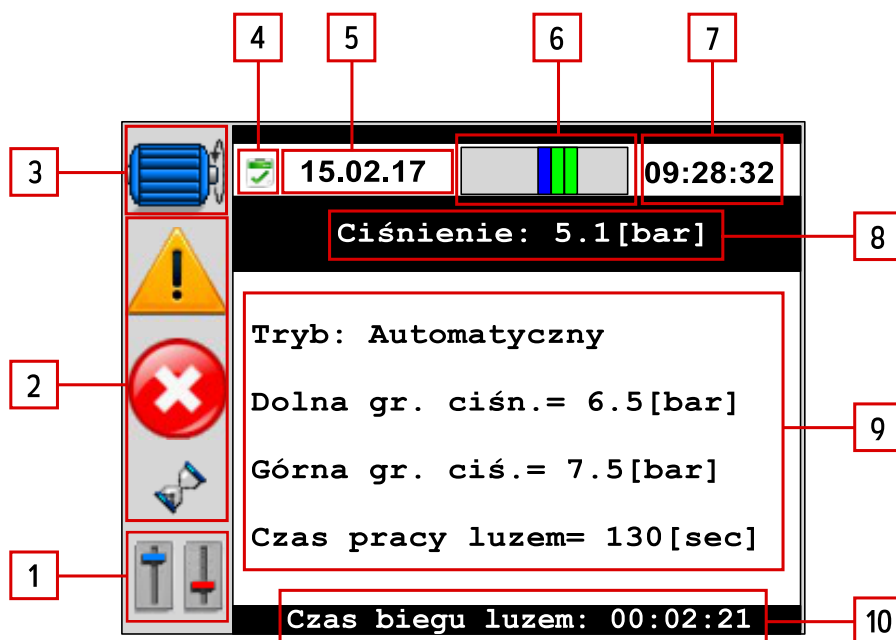
Przycisk	Opis	Zachowanie
MENU	Przycisk menu	Wejście do menu parametrów użytkownika (pojedyncze naciśnięcie) oraz menu parametrów serwisowych (podwójne naciśnięcie)
PROG	Przycisk Programowanie	Wejście do trybu programowania i zatwierdzenie zmian
ESC	Przycisk wyjście	Wyjście z trybu programowania, powrót do poprzedniego menu i włączenie wygaszacza
> <	Przyciski prawo oraz lewo	Przechodzenie między głównymi menu, oknami zbioru parametrów, kolejnymi cyframi danego elementu oraz przełączania pomiędzy mnożnikiem i offsetem przy kalibracji czujników
+	Przycisk plus	Zwiększanie nastawy wybranego parametru lub nastawy hasła
-	Przycisk minus	Zmniejszanie nastawy wybranego parametru lub nastawy hasła
START	Przycisk start	Uruchomienie sprężarki
STOP	Przycisk stop	Zatrzymanie sprężarki

3.2. Diody informacyjne

Tabela 2: Opis diod informacyjnych

Dioda	Opis	Zachowanie kontrolki
START	Dioda startu	Stale - silnik w trakcie pracy Pulsacyjne - następuje rozruch silnika
CMP	Dioda sprężania	Stale - następuje sprężanie powietrza
LSE	Dioda pracy luzem	Stale - silnik pracuje na biegu jałowym
NET	Dioda pracy sieciowej	Stale - praca sieciowa włączona, ale nie zainicjowana pulsacyjne - zainicjowana praca sieciowa
REM	Dioda pracy sieciowej i trybu zdalnego	Stale - sterownik w trybie pracy zdalnej Pulsacyjne - praca sieciowa została uruchomiona
SERV	Dioda serwisu	Stale - aktywne jest menu użytkownika, serwisu lub jeden z parametrów menu głównego jest w trakcie programowania Pulsacyjne - sygnalizacja wystąpienia błędu
STOP	Dioda stopu	Stale - sprężarka jest zatrzymana Pulsacyjne - sprężarka w trakcie zatrzymywania lub oczekiwania

3.3. Wyświetlacz



Rysunek 2: Widok ekranu sterownika MS-887VFD

Tabela 3: Opis obszarów wyświetlacza

Obszar	Opis	Przykładowa wartość
1	Symbol aktywnego menu	Menu parametrów serwisu
2	Obszar animacji	Animacja błędu niekrytycznego lub niekrytycznego
3	Ikona silnika	Silnik zatrzymany
4	Ikona zaplanowanej pracy	Zadanie aktywne
5	Aktualna data	15.04.2017
6	Pasek zmian ciśnienia	
7	Aktualny czas	09:28:32
8	Aktualna wartość ciśnienia w sieci	5.1 [bar]
9	Obszar tekstowy	Tryb: Automatyczny
10	Pasek informacyjny	Czas biegu luzem: 00:02:21

3.3.1. Symbole aktywnego menu



Menu ostatnich komunikatów



Menu parametrów pracy



Menu liczników czasu pracy



Menu pracy sieciowej



Menu parametrów serwisu



Menu parametrów użytkownika



Menu wprowadzania hasła



Menu czujników

3.3.2. Obszar animacji



Animacja błędu krytycznego



Animacja błędu niekrytycznego



Animacja oczekiwania



Animacja rozruchu/zatrzymania sprężarki

3.3.3. Ikony stanu silnika



Silnik zatrzymany



Praca luzem



Oczekiwanie w trybie auto



Sprężanie

3.3.4. Pasek zmian ciśnienia

Funkcja Gradientbar służy do informowania użytkownika o szybkości zmian ciśnienia, zachodzących w sieci, co jest szczególnie przydatne w sytuacjach niekontrolowanego wycieku powietrza.

Do informowania służy tzw. pasek Gradientbar znajdujący się u góry wyświetlacza. Określa on z jaką szybkością zwiększa się lub zmniejsza ciśnienie powietrza w zbiorniku - im więcej belek (zielonych przy wzroście, czerwonych przy spadku), tym szybkość zmian (gradient) jest większa.

Czułość funkcji Gradientbar jest określona w parametrze **140s**. Ustawiona wartość odnosi się do pojedynczej belki. Dla przykładu: przy ustawionej wartości 0,1 [bar/sec], 3 zielone belki będą oznaczały, iż ciśnienie w sieci rośnie z szybkością (0,3 - 0,4) [bar/sec].

Zakres zmian czułości funkcji Gradientbar wynosi: <0,02 - 0,3> [bar/sec].

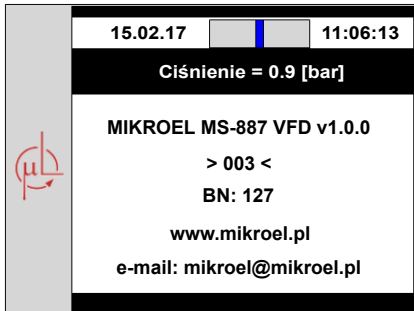
3.4. Obsługa głównego menu

Po uruchomieniu sterownika pojawiają się ekrany: tytułowy i z informacjami dot. sterownika.

Tabela 7: Opis ekranów tytułowych głównego menu

Ekran menu	Tytuł
	Ekran tytułowy

Tabela 7: Opis ekranów tytułowych głównego menu

Ekran menu	Tytuł
	Etykieta sterownika

Następnie na wyświetlaczu pojawia się menu główne sterownika

W tabeli przedstawiono zestawienie kolejnych ekranów menu głównego, przełączanie pomiędzy nimi następuje przy wykorzystaniu przycisków (<;>).

Tabela 8: Opis ekranów głównego menu

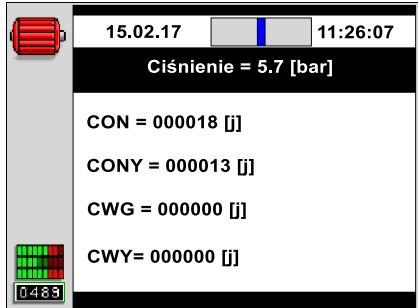
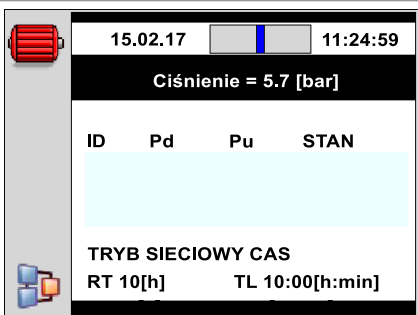
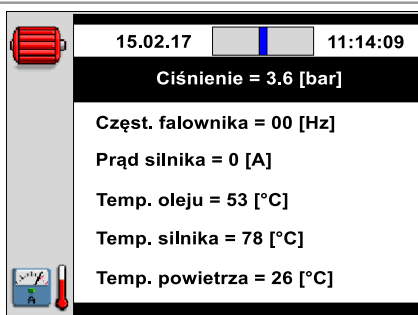
Ekran menu	Tytuł	Funkcja
	Menu ostatnich komunikatów	Podgląd ostatniego komunikatu
	Menu ustawień parametrów pracy	Ustawienia parametrów pracy sprężarki - tryb pracy, granice ciśnienia
	Menu liczników czasu pracy	Podgląd aktualnych wartości liczników pracy

Tabela 8: Opis ekranów głównego menu

Ekran menu	Tytuł	Funkcja
	Menu pracy sieciowej	Menu ustawień pracy w sieci domyślnie wyłączone (patrz rozdział nr 9.)
	Menu czujników	Podgląd aktualnych wartości czujników

3.5. Menu użytkownika

Wejście do menu użytkownika następuje poprzez jednokrotne naciśnięcie przycisku **menu**. Następnie należy wprowadzić hasło użytkownika (jeśli zostało aktywowane, domyślna wartość 0000) za pomocą przycisków <, >, +, - i zaakceptować wprowadzone hasło za pomocą przycisku **prog**.

Podanie odpowiedniego kodu parametru (przyciski +, -, **prog**) pozwala na wyświetlenie i zmianę żadanego parametru.

W celu zmiany wartości parametru należy jednokrotnie przycisnąć przycisk **prog**, a następnie za pomocą przycisków + i - dokonać modyfikacji. Akceptowanie parametrów poprzez naciśnięcie przycisku **prog**, rezygnacja ze zmiany poprzez naciśnięcie przycisku **esc**. Po zakończeniu modyfikacji kolejne naciśnięcie przycisku **esc** powoduje wyjście z menu.

Niektóre parametry posiadają podpoziomy, oznaczone w dokumentacji *parametr-podpoziom*. Po wejściu do edycji parametru za pomocą przycisku **prog** należy wybrać odpowiedni podpoziom za pomocą przycisków <, > i zaakceptować wybór przyciskiem **prog**.

Ze względów bezpieczeństwa i stabilności pracy, modyfikacja niektórych parametrów możliwa jest jedynie przy wyłączonej sprężarce. Podobnie przy programowaniu niektórych parametrów zablokowana jest możliwość startu sprężarki.

Podgląd wartości parametrów jest możliwy w każdym stanie pracy.

3.6. Lista parametrów użytkownika

Tabela 9: Lista parametrów użytkownika

Nr	Opis	Parametr	Jedn.	Zakres	Domyślne
001u	Planowanie pracy			0-20 zdarzeń	
002-1u	Kasowanie licznika oleju		h/data		
002-2u	Kasowanie licznika filtra oleju		h/data		
002-3u	Kasowanie licznika filtra powietrza		h/data		
002-4u	Kasowanie licznika separatora		h/data		
002-5u	Kasowanie naciągu pasa		h/data		
002-6u	Kasowanie licznika przeglądu generalnego		h/data		
002-7u	Kasowanie licznika 7		h/data		
002-8u	Kasowanie licznika 8		h/data		
003u	Wybór języka			PL, EN, RU, DE	PL
004u	Włączenie pracy sieciowej			Wł.; Wył.	Wył.
005u	Czas rotacji granic ciśnień podczas pracy sieciowej w algorytmie sekwencyjnym	trot	h	1; 99	10
006u	Wyświetlenie informacji o sterowniku				
007u	Podgląd listy ostatnich 100 błędów				
008-1u	Identyfikator sprężarki			1; 15	8
008-2u	Prędkość komunikacji MODBUS		bps	2400; 115200	9600
008-3u	Bity stopu MODBUS			8N1; 8N2	8N2
011u	Ustawienie godziny				
012u	Ustawienie daty				
018u	Podgląd listy ostatnich zdarzeń				
026u	Wybór algorytmu pracy sieciowej: sekwencyjny (SEQ) lub kaskadowy (CAS)			SEQ; CAS	SEQ
027-1u	Granice ciśnienia P_u i P_D sprężarki o ID1 (praca sieciowa)		bar	P_{min} ; P_{max}	8.0-6.0
027-2u	Granice ciśnienia P_u i P_D sprężarki o ID2 (praca sieciowa)		bar	P_{min} ; P_{max}	8.0-6.0
027-3u	Granice ciśnienia P_u i P_D sprężarki o ID3 (praca sieciowa)		bar	P_{min} ; P_{max}	8.0-6.0
027-4u	Granice ciśnienia P_u i P_D sprężarki o ID4 (praca sieciowa)		bar	P_{min} ; P_{max}	8.0-6.0
028-1u	Czas opóźnienia startu pomiędzy kolejnymi sprężarkami w pracy sieciowej		s	1; 20	8
028-2u	Włączenie przejęcia funkcji sterownika nadrzędnego w przypadku zaniku komunikacji. Funkcja aktywna tylko dla sterownika podrzędnego			Wł.; Wył.	Wył.
028-3u	Funkcja automatycznej zmiany granic ciśnień w pracy rotacyjnej w przypadku zmiany liczby sterowników w sieci			Wł.; Wył.	Wł.
029-1u	Dolna granica ciśnienia w trybie REM	P_d	bar	05.0; 10.0	05.5
029-2u	Górna granica ciśnienia w trybie REM	P_u	bar	05.0; 10.0	07.5
030-1u	Czas osuszania przed startem sprężarki	tdrst	min	0; 120	10

Tabela 9: Lista parametrów użytkownika

Nr	Opis	Parametr	Jedn.	Zakres	Domyślne
030-2u	Czas osuszania po zatrzymaniu sprężarki	<i>tdrsp</i>	min	1; 120	10
030-3u	Czas oczekiwania osuszacza	<i>tdri</i>	s	0; 99	30
040-1u	Okres spustu kondensatu	<i>drper</i>	min	1;60	30
040-2u	Czas spustu kondensatu	<i>drtim</i>	s	1;10	5
051u	Jasność wyświetlacza	%		20; 40	85
052u	Wygaszacz ekranu			Wł. Wył.	Wł.
060u	Czas reakcji na zmianę stanu linii REM	<i>trem</i>	s	2; 30	5
061u	Włączenie automatycznej regulacji czasu biegu luzem	<i>Autotlse</i>		Wł.; Wył.	Wył.
090u	Aktywność funkcji restartu pracy sprężarki po pojawieniu się błędu			Wł.; Wył.	Wył.
111u	Przywrócenie zapisanych przez serwis ustawień użytkownika				
423-1u	Zmiana hasła użytkownika			000; 999	000
500u	Test zaworu bezpieczeństwa				

4. Czujniki

Aktualne wartości podłączonych czujników widoczne są w menu czujników.

4.1. Lista obsługiwanych czujników

4.1.1. Czujniki analogowe

Tabela 10: Lista obsługiwanych czujników analogowych

Mierzona wielkość	Jednostka	Typ	Opis
Ciśnienie 1	bar	4-20mA	Zewnętrzny czujnik ciśnienia
Ciśnienie 2	bar	4-20mA	Zewnętrzny czujnik ciśnienia
Temperatura oleju	°C	PT100	Rezystancyjny czujnik temperatury
Temperatura powietrza	°C	PT100	Rezystancyjny czujnik temperatury
Temperatura silnika	°C	KTY84	Półprzewodnikowy czujnik temperatury

4.1.2. Czujniki cyfrowe

Tabela 11: Lista obsługiwanych czujników cyfrowych

Kontrola stanu	Stan domyślny	Typ	Opis
Asymetria zasilania	NO		Cyfrowy moduł detekcji asymetrii zasilania
Filtr powietrza	NO		
Filtr oleju	NO		
Separator	NC		
Czujnik ssania	NO		

4.2. Kalibracja czujników

Kalibracja wejść analogowych dokonywana jest przez producenta na etapie produkcji sterownika. W przypadku, gdyby czujniki wymagały ponownej kalibracji należy skontaktować się z serwisem producenta.

5. Liczniki

Liczniki służą do kontroli czasu pracy sprężarki oraz kontrolowania stopnia zużycia elementów mechanicznych maszyny.

5.1. Liczniki serwisowe

Liczniki serwisowe zliczają czas pracy sprężarki i służą do kontroli czasu pozostałego do wymiany niektórych elementów mechanicznych. Mają za zadanie informowanie serwisu o potrzebie wymiany po osiągnięciu zadanej przez serwis wartości maksymalnej.

Sterownik MS-887VFD posiada 8 liczników rejestrujących czas pracy, z czego 6 jest zdefiniowanych, a 2 pozostałe liczniki są ogólnego przeznaczenia (domyślnie nieaktywne), którym użytkownik/serwis może przypisać dowolną funkcję. Użytkownik posiada możliwość kasowania wartości liczników, serwis może zmienić ich wartości maksymalne w zakresie 0-9999.

Lista liczników serwisowych:

Tabela 12: Lista liczników serwisowych

Numer	Opis	Parametr	Domyślna wart. maks.
1	Licznik oleju	002-1u	3000
2	Licznik filtra oleju	002-2u	3000
3	Licznik filtra powietrza	002-3u	3000
4	Licznik separatora	002-4u	0
5	Licznik naciągu pasa	002-5u	0
6	Licznik przeglądu generalnego	002-6u	0
7	Licznik ogólnego przeznaczenia	002-7u	0
8	Licznik ogólnego przeznaczenia	002-8u	0

Czas pozostały do wymiany danego elementu sprężarki może być ustalany na podstawie:

1. Godzinowego czasu pracy
2. Daty serwisu

Oba czasy traktowane są niezależnie tzn. może być aktywny tylko jeden z nich jak i oba jednocześnie.

W przypadku licznika godzinowego sterownik zlicza tylko czas aktywnej pracy sprężarki (sprężanie i bieg luzem). Wartość liczników nie jest zwiększana, gdy sprężarka jest wyłączona lub w stanie oczekiwania. Osiągnięcie wartości maksymalnej licznika godzinowego lub daty wymiany traktowane jest jako wystąpienie błędu niekrytycznego i powoduje pojawienie się żółtego symbolu trójkąta oraz komunikatu informującego o przekroczeniu licznika serwisowego.

5.2. Ustawianie wartości liczników

Maksymalny godzinowy czas pracy oraz data wymiany ustawiana jest w parametrze **002s**. Wyłączenie nieużywanych liczników następuje poprzez zmianę wartości maksymalnej na 0000, a w przypadku dat należy ustawić wartość rok na 00.

5.3. Kasowanie liczników

Kasowanie licznika serwisowego powinno następować po wykonaniu czynności związanych z wymianą danego elementu sprężarki. Kasowanie licznika odbywa się w parametrze **002u** poprzez wybór odpowiedniego parametru i długie przytrzymanie przycisku ESC (ok. 10 sekund). Wynikiem będzie wyzerowanie wartości aktualnej licznika oraz daty. Jeśli kontrola czasu pracy wg daty ma być aktywna to należy ją ponownie ustawić w parametrze **002s**.

5.4. Liczniki czasu pracy

Liczniki czasu pracy zliczają charakterystyczne parametry pracy sprężarki, dzięki czemu na ich podstawie można określić jej obciążenie i charakter pracy. Stan liczników można sprawdzić w menu liczników czasu pracy. Możliwość zmian wartości liczników jest dostępna dla serwisu w parametrach serwisu przedstawionych w tabeli.

Tabela 13: Lista liczników czasu pracy

Symbol licznika	Opis	Parametr	Wartość domyślna
CWG	Licznik gwarancyjny - zlicza czas pracy sprężarki. Wykorzystywany przez <i>Funkcję blokady według licznika CWG</i> .	542s	0
CWY	Licznik pracy pod obciążeniem - zlicza czas pracy sprężarki przy otwartym zaworze Y.	553s	0
CONh	Licznik włączeń sprężarki w ciągu ostatniej godziny - wykorzystywany przez funkcję maksymalnej liczby włączeń w ciągu godziny (<i>CONhmax</i>), gdy sprężarka nie posiada czujnika temperatury silnika.	001s	25

6. Błędy i zdarzenia

W czasie pracy sprężarki rejestrowane są błędy oraz zdarzenia.

Zdarzenia są wyświetlane w postaci komunikatów na ekranie i służą do informowania obsługi o zmianie stanu pracy sprężarki lub urządzeń z nią współpracujących. Komunikat jest prezentowany na ekranie przez kilka sekund, po czym następuje powrót do ekranu sprzed jego wystąpienia.

Wystąpienie błędu jest zasygnalizowane poprzez pulsacyjne świecenie diody serwisu **SERV** oraz wyświetlenie komunikatu na ekranie. Błędy krytyczne są także sygnalizowane przemiennymi zmianami stanu linii **ACK** z częstotliwością 1 Hz (pod warunkiem, iż na sterowniku nie jest ustawiony tryb (**REM**) oraz zmianę stanu linii **ERROR** na niski. Błąd pozostaje aktywny do momentu usunięcia jego przyczyny i usunięcia go z menu **OSTATNIE KOMUNIKATY** przyciskiem **prog**. Błędy przechowywane są w liście błędów, parametr **007u**. Kasowanie listy błędów dostępne jest dla serwisu parametr **201s**.

Błędy krytyczne informują o awarii i nieprawidłowej pracy sprężarki, która może spowodować jej uszkodzenie lub stworzyć zagrożenie dla osób przebywających w pobliżu. Po wykryciu błędu o charakterze krytycznym, następuje wyłączenie sprężarki. Jeżeli w krótkim czasie przyczyna wystąpienia błędu zostanie wyeliminowana, wówczas funkcja automatycznego restartu uruchamia ponownie sprężarkę.

W przypadku wystąpienia błędu wewnętrznego falownika, widoczny jest jego numer. W celu jego identyfikacji, należy użyć dokumentacji producenta falownika. Dla każdego z falowników zdefiniowana jest lista 16 błędów, których kody są interpretowane i wyświetlana jest ich pełna nazwa. Listę błędów zamieszczono w Tabeli 17.

Wciśnięcie przycisku **PROG** podczas wyświetlania komunikatu błędu spowoduje potwierdzenie błędu, oraz jego skasowanie, jeśli jego przyczyna została usunięta.

Ponowny start sprężarki nie będzie możliwy dopóki przynajmniej jeden błąd krytyczny będzie aktywny. Błędy niekrytyczne nie zatrzymują pracy sprężarki, mają jedynie charakter informacyjny.

6.1. Lista błędów krytycznych

Tabela 14: Lista błędów krytycznych

Nr	Komunikat	Opis błędu
E01 *	Błąd falownika	Falownik zgłosił błąd. Kod błędu wyświetlony jest w menu parametrów pracy.
E02	Błąd asymetrii zasilania lub termika	Czujnik asymetrii zasilania zgłosił błąd lub wystąpił błąd termika.
E03	Przekroczenie ciśnienia absolutnego (<i>Pabs</i>)	Przekroczenie dopuszczalnego ciśnienia absolutnego.
E04	Przekroczona maksymalna temperatura oleju (<i>Toilmax</i>)	Przekroczenie zadanej dopuszczalnej temperatury mieszanki olejowej. Przyczyną błędu może być zbyt niski poziom mieszanki olejowej lub zbyt duże opory pracy urządzenia. Przed ponownym uruchomieniem urządzenia należy sprawdzić poziom oleju oraz odczekać do czasu obniżenia temperatury mieszanki olejowej.
E05	Przekroczona temperatura silnika (<i>Tengmax</i>)	Przekroczenie dopuszczalnej temperatury silnika <i>Tengmax</i> . Przyczyną błędu mogą być duże opory pracy urządzenia lub zbyt częste włączanie maszyny. Awaria związana z przekroczeniem temperatury silnika może prowadzić do jego uszkodzenia.

Tabela 14: Lista błędów krytycznych

Nr	Komunikat	Opis błędu
E09	Błąd nastaw	Ustawione parametry serwisowe lub użytkownika przekraczają swoje dopuszczalne wartości. Należy sprawdzić czy ustawione lub nadane zewnętrznie (np. przez mastera lub przez system wizualizacji) parametry nie przekraczają dopuszczalnych wartości.
E10	Brak czujnika temperatury oleju (<i>Toil</i>)	Uszkodzenie lub brak podłączenia czujnika temperatury mieszanki olejowej. Należy sprawdzić czy podłączono odpowiedni czujnik oraz czy nie jest on uszkodzony.
E11	Brak czujnika temperatury silnika (<i>Teng</i>)	Uszkodzenie lub brak podłączenia czujnika temperatury silnika. Należy sprawdzić czy podłączono odpowiedni czujnik oraz czy nie jest on uszkodzony.
E12	Brak czujnika ciśnienia (<i>PS</i>)	Uszkodzenie lub brak podłączenia czujnika ciśnienia. Należy sprawdzić czy podłączono odpowiedni czujnik oraz czy nie jest on uszkodzony.
E18	Zwarcie w obwodzie 24V	Zwarcie w obwodzie 24V. Po wykryciu błędu następuje odłączenie obwodu 24V. Ponowne włączenie nastąpi po usunięciu zwarcia oraz po skasowaniu błędu w menu <i>OSTATNIE KOMUNIKATY</i> sterownika.

* - możliwe próby automatycznego restartu pracy sprężarki po zaniku przyczyny błędu w przypadku włączonej funkcji restartu parametr **090u**

6.2. Lista błędów niekrytycznych



Wystąpienie błędu pamięci może skutkować przywróceniem domyślnych parametrów konfiguracyjnych. Wymagana jest ponowna konfiguracja sterownika. Uruchomienie sprężarki bez ponowienia konfiguracji może spowodować nieprawidłową pracę maszyny oraz doprowadzić do awarii



W przypadku ponownego pojawiania się błędów wymagany jest kontakt z serwisem

Tabela 15: Lista błędów niekrytycznych

Nr	Komunikat	Opis błędu
E40	Niska temperatura oleju (<i>Toilmin</i>)	Temperatura mieszanki olejowej jest niższa od zadanej (parametr 063-1s) przy rozruchu sprężarki. Może powodować włączenie podgrzewacza jeżeli na jednym z wyjść konfigurowalnych w parametrze 009s jest ustawiona funkcja <i>H1</i> lub <i>H2</i> . Sprężarka zostanie uruchomiona po osiągnięciu przez mieszankę olejową zadanej temperatury minimalnej.
E41	Wysoka temperatura oleju (<i>Toilh</i>)	Temperatura mieszanki olejowej jest wyższa od zadanej (parametr 063-2s). Start maszyny nastąpi po zmniejszeniu temperatury oleju poniżej zadanej wartości pomniejszonej o zadaną wartość histerezy. Błąd zostanie skasowany samoczynnie po spadku temperatury poniżej zadanej wartości pomniejszonej o 10 °C. W przypadku powtarzania się błędu należy skontaktować się z serwisem.
E45	Błąd komunikacji	Błąd komunikacji na magistrali EIA-485. Błąd może być spowodowany fizycznym uszkodzeniem łącza, wyłączeniem jednego ze współpracujących urządzeń lub niezgodnością ich parametrów komunikacyjnych.
E47	Licznik serwisowy przekroczony	Przekroczenie jednego lub więcej liczników serwisowych, co informuje o prawdopodobnej potrzebie wymiany elementów mechanicznych sprężarki. W przypadku wystąpienia błędu wymagany jest kontakt z serwisem.
E59	Błąd czujnika AFOFSEP	Błąd czujnika powietrza, oleju lub separatora. Należy sprawdzić stan filtrów.
E60	Błąd pamięci	Błąd pamięci podczas startu sterownika.

6.3. Lista zdarzeń

Tabela 16: Lista zdarzeń

Komunikat	Opis zdarzenia
OPÓŹNIONY START MASZyny	Procedura startu na skutek 1. naciśnięcia przycisku START 2. ustawienia sygnału REM w trybie zdalnym 3. polecenia od sterownika nadrzędnego w trybie ciągłym lub automatycznym 4. pracy planowanej 5. restartu sterownika.
OPÓŹNIONY STOP MASZyny	Procedura stopu maszyny na skutek 1. naciśnięcia przycisku STOP 2. wyłączenia sygnału REM w trybie zdalnym 3. polecenia od sterownika nadrzędnego w trybie ciągłym lub automatycznym 4. pracy planowanej 5. wystąpienia błędu krytycznego.
TRYB AUTOMATYCZNY OCZEKIWANIE	Oczekiwanie na spadek ciśnienia poniżej zadanej wartości P_d w trybie pracy automatycznej po skończonym odliczaniu czasu $TLSE$. Spadek ciśnienia poniżej P_d powoduje automatyczne, ponowne załączenie sprężarki. Stan oczekiwania wystąpi również wtedy, gdy przy starcie sprężarki ciśnienie ma wartość powyżej dolnej granicy P_d. Również w tym przypadku, spadek ciśnienia poniżej P_d spowoduje automatyczne załączenie sprężarki.
NIEPRAWIDŁOWE WYŁĄCZENIE MASZyny	Nieprawidłowe wyłączenie maszyny na skutek wyłączenia lub zaniku zasilania sterownika w trakcie sprężania. Jeśli włączona jest funkcja restartu parametr 090u, po powrocie zasilania sprężarka zostanie włączona przez sterownik. UWAGA: data i czas zdarzenia odnoszą się w tym przypadku do chwili ponownego załączenia sterownika a nie do momentu zaniku zasilania.
ZAINICJOWANY RESTART PROSZĘ CZEKAĆ	Restart sprężarki po jej nieprawidłowym wyłączeniu lub na skutek wystąpienia błędu krytycznego, zezwalającego na automatyczny restart.
ZAINICJOWANY RESTART PRACA ZAPLANOWANA PROSZĘ CZEKAĆ	Restart sprężarki w trybie pracy zaplanowanej parametr 001u po nieprawidłowym wyłączeniu maszyny (data i godzina restartu znajduje się w przedziale czasowym jednego z zaplanowanych działań).
ZAINICJOWANY RESTART PRACA SIECIOWA PROSZĘ CZEKAĆ	Restart pracy sieciowej na sterowniku nadrzędnym po jego nieprawidłowym wyłączeniu. Praca sieciowa zostanie zainicjowana na nowo, włączenie z ponownym wyszukiwaniem sterowników podrzędnych.
CHŁODZENIE PROSZĘ CZEKAĆ	Trwa chłodzenie silnika i mieszanki olejowej. Zdarzenie nastąpi gdy przy starcie maszyny temperatura oleju przekracza wartość maksymalną To_{ilmax} pomniejszoną o histerezę

Tabela 16: Lista zdarzeń

Komunikat	Opis zdarzenia
OGRZEWANIE PROSZĘ CZEKAĆ	Nastąpiło załączenie zewnętrznego podgrzewacza. Podgrzewacz załączany jest gdy przy starcie sprężarki temperatura oleju jest niższa od temperatury minimalnej <i>Toilmin</i> . Maszyna zostanie uruchomiona gdy temperatura oleju osiągnie <i>Toilmin</i> .
OSUSZANIE PROSZĘ CZEKAĆ	Oczekiwanie na gotowość do pracy lub zakończenie pracy osuszacza zgodnie z zadanymi parametrami <i>tdrst</i> i <i>tdrsp</i> (parametr 030u).
PRZEKROCZONA LICZBA WŁĄCZEŃ	Przekroczono dopuszczalną liczbę włączeń sprężarki w ciągu ostatniej godziny.
PROCEDURA ROTACJI PRACA SIECIOWA	Procedura rotacji górnych i dolnych granic ciśnień na pracujących sprężarkach w sieci. Komunikat pojawia się na sterowniku nadrzędnym po upływie zadanego czasu rotacji <i>trot</i> (parametr 005u).
OCZEKIWANIE NA ROZPRĘŻENIE	Brak sygnału od czujnika VS lub innej ustawionej metody sygnalizującej rozprężenie, zezwalającego na ponowny start maszyny. Sterownik oczekuje na sygnał, którego pojawienie się spowoduje uruchomienie sprężania.

6.4. Lista zdefiniowanych błędów falownika

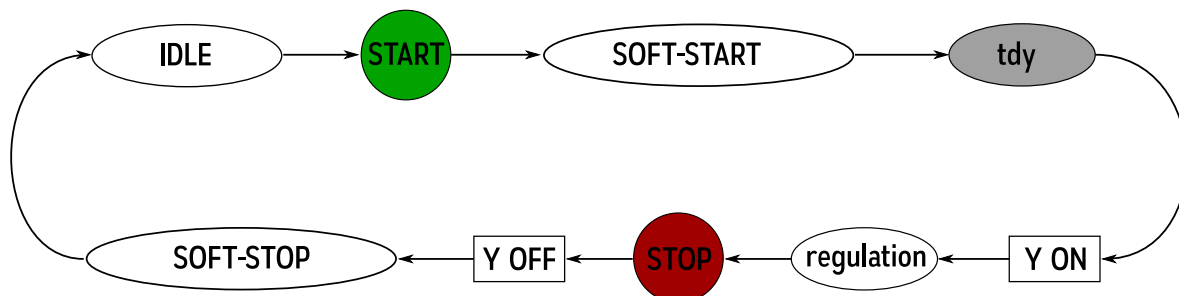
Przedstawione poniżej kody błędów są kodami producenta, w celu identyfikacji znaczenia należy zapoznać się z rozdziałem dotyczącym identyfikacji błędów w instrukcji obsługi zainstalowanego modelu falownika.

Tabela 17: Lista zdefiniowanych błędów falowników

Yaskawa		LG		Danfoss	
Kod	Ident.	Kod	Ident.	Bit	Ident.
0x02	Uv1	0x00	OCT	1	IoT/A29
0x05	SC	0x01	OVT	2	EF/A14
0x06	GF	0x02	EXT-A	5	IoT/A13
0x07	oC	0x03	EST	6	OvT/A12
0x08	ov	0x04	COL	7	OoC/A11
0x09	oH	0x05	GFT	8	MoT/A10
0x0A	oH1	0x06	OHT	9	IoT/A9
0x0B	oL1	0x07	GCT	10	uV/A8
0x0C	oL2	0x08	OLT	11	oV/A7
0x19	dEv	0x09	HW-Diag	12	oV/A7
0x1B	PF	0x0A	EXT-B	14	PF/A4
0x1C	LF	0x0B	EEP	24	MF/A36
0x20	oH4	0x0C	—	—	—
0x21	CE	0x0D	PO	—	—
0x42	EF1	0x0E	IOLT	—	—
0x040F	SCF	0x0F	LVT	—	—

7. Algorytm pracy

7.1. Schemat algorytmu pracy



Rysunek 3: Algorytm sterowania silnikiem

Podstawowy algorytm pracy sprężarki:

- Rozpoczęcie pracy (np. naciśnięcie przycisku **Start**)
- Procedura stopniowego rozruchu silnika (soft-start)
- Opóźnienie włączenia zaworu Y (*tdy*)
- Włączenie zaworu Y - rozpoczęcie sprężania
- Sprężanie. W trakcie sprężania następuje sterowanie ciśnieniem poprzez włączanie/wyłączanie zaworu Y oraz sterowanie obrotami silnika
- Zatrzymanie pracy (np. naciśnięcie przycisku **STOP**)
- Wyłączenie zaworu Y, przejście w stan biegu luzem
- Procedura stopniowego zatrzymania silnika (soft-stop)
- Przejście sprężarki w stan spoczynku

7.1.1. Metoda kontroli dekompresji

Sterownik może realizować kontrolę rozprężenia za pomocą kilku metod, z wykorzystaniem czujnika rozprężenia (*Vs*), z pomocą (*timer*a) lub kombinacji obu. Wybór metody kontroli dekompresji odbywa się poprzez zmianę wpisu w parametrze **047s**.

7.2. Algorytm kontroli prędkości silnika PID

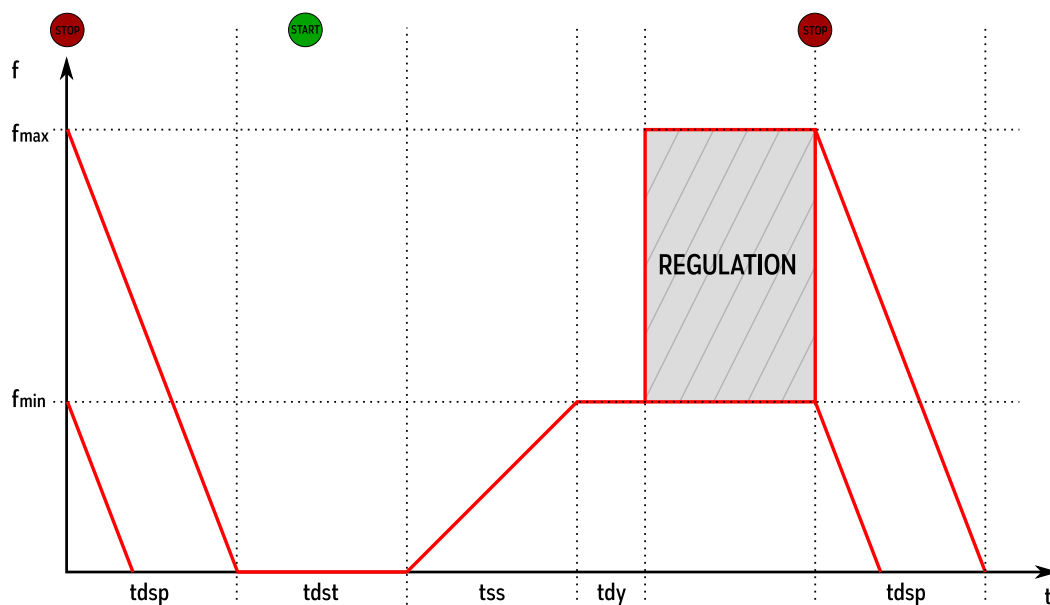
7.2.1. Nastawy regulatora

Poprawna praca sterownika pod kontrolą algorytmu PID wymaga poprawnego ustawienia parametrów algorytmu w parametrze **039s**

Tabela 18: Lista parametrów nastaw regulatora PID

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wart. domyślna
K_p	039-1s	%	Procentowe wzmocnienie regulatora PID. Ma wpływ na szybkość odpowiedzi sygnału sterującego na zmiany ciśnienia w sieci. Zbyt duża wartość K_p może spowodować rozregulowanie algorytmu a w konsekwencji niestabilną pracę.	30
T_i	039-2s	%	Procentowy współczynnik członu całkującego (odnoszący się do czasu całkowania/zdwojenia).	6
A_{cu}	039-3s	%	Procentowy akumulator członu całkującego. Określa wpływ historii próbkowania na sygnał sterujący - im większa wartość A_{cu} , tym wpływ historii jest większy (większe opóźnienie reakcji na zmiany na wejściu).	30
R_c	039-4s	%	Procentowy ogranicznik szybkości zmian częstotliwości. Określa maksymalny dopuszczalny skok sygnału sterującego, zapobiegając tym samym jego zbyt gwałtownym zmianom. Jego zmniejszenie powoduje szybszą reakcję na zmiany	40

7.3. Parametry czasowe pracy sprężarki



Rysunek 4: Zależności czasowe sterowania częstotliwością silnika

Parametry kontrolujące pracę silnika wraz z odpowiadającymi im parametrami serwisowymi przedstawiono w tabeli.

Tabela 19: Lista parametrów czasowych pracy sprężarki

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wart. domyślna
<i>tdst</i>	036-1s	s	Minimalny czas pomiędzy zatrzymaniem sprężarki a kolejnym startem	60
<i>tss</i>	036-2s	s	Czas rozpędzania silnika (soft-startu) do prędkości minimalnej	10
<i>tlse</i>	015u	s	Czas pracy luzem po przekroczeniu górnej granicy ciśnienia	300
<i>tlsemin</i>	036-3s	s	Minimalny czas pracy luzem	180
<i>tdsp</i>	036-4s	s	Czas zatrzymywania silnika (soft-stopu) z prędkości maksymalnej	5
<i>tdy</i>	036-5s	s	Opóźnienie włączenia zaworu Y	2
<i>fmin</i>	038-1s	Hz	Częstotliwość minimalna pracy silnika	15
<i>fmax</i>	038-2s	Hz	Częstotliwość maksymalna pracy silnika	50



Zadane wartości częstotliwości minimalnej oraz maksymalnej pracy falownika powinny mieścić się w przedziale wartości dopuszczanych przez producenta falownika

Po rozpoczęciu pracy (na przykład poprzez naciśnięcie przycisku **START**) silnik rozpędzany jest przez czas *tss* do minimalnej prędkości obrotowej silnika (*fmin*).

Następuje oczekiwanie czasu opóźnienia włączenia zaworu Y (*tdy*), w trakcie którego silnik pracuje luzem na minimalnych obrotach.

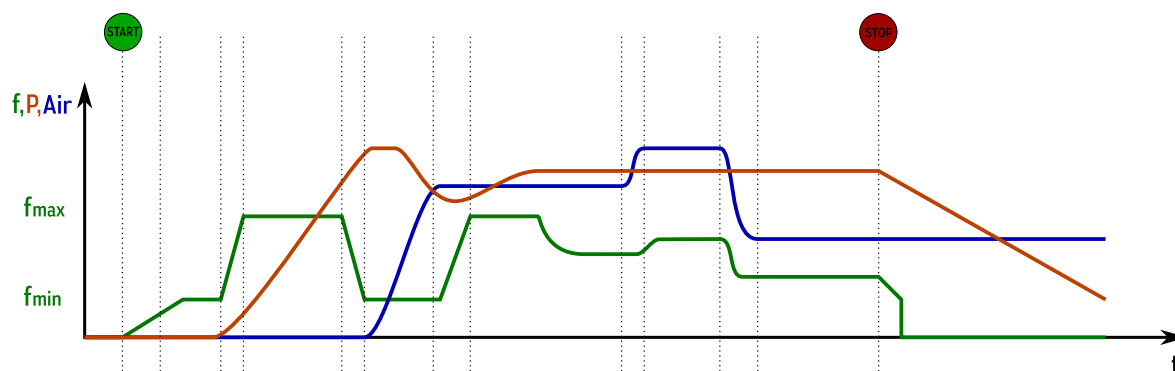
Po upływie tego czasu następuje normalna praca sprężarki - prędkość silnika sterowana jest przez algorytm PID i następuje ciągłe sprężanie zgodnie z zapotrzebowaniem w sieci.

Zatrzymanie pracy silnika (na przykład poprzez naciśnięcie przycisku **STOP**) powoduje zatrzymanie silnika przez czas proporcjonalny do określonego przez czas zatrzymania silnika *tdsp* w zależności od prędkości, z jaką pracował silnik w momencie zatrzymania.

Ponowne uruchomienie silnika będzie możliwe dopiero po upływie czasu *tdst*.

7.4. Parametry kontroli ciśnienia

Na schemacie przedstawiono przykładowy przebieg czasowy zmian częstotliwości napięcia falownika na podstawie bieżącego ciśnienia w sieci, ciśnienia zadanego oraz dewiacji ciśnienia.



Rysunek 5: Przykładowy przebieg sterowania falownikiem

Przedstawione w tabeli parametry kontroli ciśnienia zarządzają pracą algorytmu w zakresie kontroli ciśnienia i bezpośrednio kontrolują zachowanie sterownika w przypadku zmian ciśnienia.

Zmiana parametrów następuje z poziomu menu głównego parametrów ciśnienia.

Tabela 20: Lista parametrów kontroli ciśnienia

Nazwa	Ekran	Jednostka	Opis	Wart. domyślna
Tryb	Ekran parametrów pracy		Tryb pracy sprężarki (AUTO, CONST, REM)	AUTO
P_d	Ekran parametrów pracy	bar	Dolna granica ciśnienia, przy której maszyna zacznie sprężać powietrze	6.0
P_u	Ekran parametrów pracy	bar	Górna granica ciśnienia, przy której nastąpi zatrzymanie sprężania	8.0
P_{sp}	Ekran parametrów pracy	bar	Punkt regulacji algorytmu PID	7.0

7.4.1. Parametry graniczne ciśnienia

Tabela 21: Lista parametrów granicznych ciśnienia

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wart. domyślna
<i>Pabs</i>	045s	bar	Ciśnienie absolutne. Określa poziom ciśnienia, po przekroczeniu którego pojawi się komunikat o błędzie krytycznym i nastąpi zatrzymanie maszyny	11.0
<i>Pmax</i>	045s	bar	Maksymalna możliwa do ustawienia wartość ciśnienia	10
<i>Pmin</i>	045s	bar	Minimalna możliwa do ustawienia wartość ciśnienia	5

7.5. Sterowanie falownikiem



Rysunek 6: Widok menu falownika

Dostępne w menu głównym falownika informacje to:

- Status (*GOTOWOŚĆ*, *PRACUJE* lub *BŁĄD*)
- Tryb pracy sterowania
- Zadane oraz graniczne wartości ciśnień
- Ustawienie czasu biegu luzem

7.5.1. Błędy wewnętrzne falownika

W przypadku wystąpienia błędu wewnętrznego falownika, widoczny jest jego numer. W celu jego identyfikacji, należy użyć dokumentacji producenta falownika, sprawdzając uprzednio rodzaj falownika, z którym współpracuje sterownik parametr **041-1s**. Dla każdego z presetów zdefiniowana jest lista 16 błędów, których kody są interpretowane i wyświetlana jest ich pełna nazwa. Listę błędów zamieszczono w rozdziale 6.4. w Tabeli 17.

Wciśnięcie przycisku **PROG** podczas wyświetlania komunikatu błędu spowoduje potwierdzenie błędu, oraz jego skasowanie, jeśli jego przyczyna została usunięta.

7.5.2. Obsługiwane modele falowników

Lista obsługiwanych modeli falowników znajduje się poniżej. Zawiera ona listy modeli urządzeń każdego z producentów, których wsparcie jest uwzględnione w ramach presetów ustawianych w parametrach serwisowych i których kompatybilność została potwierdzona.

Obsługiwane modele falowników firmy Yaskawa:

1. A1000
2. J1000
3. V1000
4. GA700

Obsługiwane modele falowników firmy LG:

1. iE5
2. iS7

Obsługiwane modele falowników firmy Danfoss:

1. seria VLT

7.5.3. Konfiguracja połączenia

Nawiązanie komunikacji z falownikiem wymaga konfiguracji parametrów serwisowych kontrolujących komunikację.

Tabela 22: Lista parametrów połączenia z falownikiem

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wart. domyślna
<i>Preset</i>	041-1s		Preset komunikacji z falownikiem (Yaskawa, Siemens, Danfoss, LG)	Yaskawa
<i>Faddr</i>	041-2s		Adres falownika	1
<i>Fbaud</i>	041-3s	baud	Prędkość komunikacji z falownikiem	9600
<i>Fparity</i>	041-4s		Parzystość komunikacji	none
<i>Fcustom</i>	041-5s		Tryb transferu presetu	

Po poprawnym skonfigurowaniu parametrów sterownika oraz falownika i poprawnym podłączeniu do magistrali nawiązanie komunikacji następuje automatycznie. Poprawność połączenia sygnalizowana jest przez zmianę statusu falownika w menu głównym falownika na Gotowy.

W przypadku braku poprawnego połączenia wystąpi błąd krytyczny E01 BŁĄD FALOWNIKA i nastąpi zatrzymanie pracy sprężarki. Stan połączenia jest sprawdzany cyklicznie, błąd komunikacji może więc wystąpić w każdej chwili pracy.

7.5.4. Konfiguracja falownika Danfoss VLT FC51

Aby korzystać z presetu dla falownika Danfoss VLT FC51, w falowniku należy w następujący sposób ustawić rejestry Read PCD (8-43):

- PCD0 -> Status Word (wartość 7)
- PCD1 -> Main Actual wartość [%] (wartość 8)
- PCD2 -> Frequency (wartość 13)
- PCD3 -> Motor Current (wartość 14)
- PCD4 -> Alarm Word (wartość 34)
- PCD5 -> Alarm Word (wartość 34)

7.5.5. Konfiguracja falownika Danfoss VLT FC301/FC302

Aby korzystać z presetu dla falownika Danfoss VLT FC301, w falowniku należy w następujący sposób ustawić rejestry Read PCD (8-43):

- PCD0 -> Status Word (wartość 1603)
- PCD1 -> Main Actual wartość [%] (wartość 1605)
- PCD2 -> Frequency (wartość 1613)
- PCD3 -> Motor Current (wartość 1614)
- PCD4 -> Alarm Word (wartość 1690)
- PCD5 -> Alarm Word (wartość 1690)

7.5.6. Tryb transferu presetu

Wybór parametru **041-5s** pozwala na zainstalowanie w sterowniku niestandardowego presetu dla falownika, którego obsługa nie jest domyślnie wspierana.

W celu uzyskania dokładniejszych informacji oraz przygotowania presetu należy skontaktować się z producentem sterownika.

8. Tryby pracy sprężarki

Dostępne tryby pracy sprężarki:

1. *AUTO* - tryb pracy automatycznej
2. *CONST* - tryb pracy ciągłej
3. *REM* - tryb pracy zdalnej
4. *LOCAL* - tryb pracy lokalnej

8.1. Tryb automatyczny (AUTO)

Tryb pracy automatycznej polega na automatycznym włączaniu i wyłączaniu sprężarki w momencie osiągnięcia zadanych progów ciśnienia minimalnego i maksymalnego.

Po osiągnięciu górnej granicy ciśnienia P_u sprężarka przechodzi do biegu luzem i pozostaje w nim przez czas biegu luzem $tlse$. Jeśli ciśnienie w układzie spadnie poniżej zadanej dolnej granicy ciśnienia P_d , nastąpi powrót do sprężania. Jeśli jednak po upływie czasu biegu luzem ciśnienie nadal będzie miało wartość wyższą od dolnej granicy P_d , to maszyna zostanie wyłączona i wejdzie w stan auto-oczekiwania. Ponowny rozruch sprężarki nastąpi automatycznie po spadku ciśnienia poniżej dolnej granicy ciśnienia P_d .

Praca w trybie automatycznym zalecana jest w sytuacjach okresowego zapotrzebowania na ciśnienie przeplatanego z dłuższymi przestojami.

8.1.1. AutoTLSE

Optymalne ustawienie czasu $tlse$ jest istotne ze względów ekonomicznych. Zbyt długi czas powoduje zbędną pracę silnika na biegu jałowym co wiąże się z większym zużyciem energii elektrycznej. Z kolei ustawienie krótkiego czasu $tlse$ może być przyczyną częstego włączania oraz wyłączania sprężarki co również powoduje wzrost zużycia energii elektrycznej a dodatkowo skraca żywotność elementów mechanicznych maszyny.

Wykorzystanie algorytmu pozwala na automatyczne sterowanie czasem biegu luzem silnika, w automatycznym trybie pracy sprężarki. Na bieżąco analizowana jest historia oraz aktualna wartość ciśnienia w zbiorniku z uwzględnieniem następujących parametrów: - monotoniczność ciśnienia - szybkość opadania/narostu ciśnienia - odniesienie wartości ciśnienia do górnej i dolnej granicy - czasy narostu/opadania ciśnienia w poprzednich cyklach włączania/wyłączania sprężarki - ustawiony czas $tlse$ - szacowana liczba włączeń sprężarki na godzinę

Na podstawie zebranych informacji, funkcja *autoTlse* steruje czasem $tlse$ głównie poprzez jego skracanie, przy czym nigdy nie jest on krótszy od 15 sekund. Jeżeli przy pracy luzem nie ma dużego zapotrzebowania na ciśnienie w sieci i spada ono powoli lub w ogóle nie spada, to algorytm przyspiesza moment wyłączenia sprężarki. Jeśli przewidywana jest konieczność włączenia sprężarki w krótkim czasie po wyłączeniu silnika, to sprężarka pozostaje w trybie biegu luzem.

Funkcja *autoTlse* może być wykorzystywana zarówno na sprężarkach pracujących osobno, jak i na sprężarkach w sieci.

8.2. Tryb ciągły (CONST)

Tryb pracy ciągły polega na utrzymywaniu sprężarki w stanie ciągłej pracy.

Po osiągnięciu górnej granicy ciśnienia P_u sprężarka przechodzi do biegu luzem i pozostaje w nim do spadku ciśnienia poniżej zadanej dolnej granicy P_d . Wtedy następuje powrót do sprężania.

Praca w trybie ciągłym zalecana jest w sytuacjach równomiernego zapotrzebowania na ciśnienie bez dłuższych przestojów.

8.3. Tryb zdalny (REM)

Tryb pracy zdalnej umożliwia zarządzanie pracą sprężarki poprzez wykorzystanie zewnętrznej linii REM lub protokołu Modbus RTU. Umożliwia to współpracę kilku sprężarek w pracy sieciowej, zarządzanej przez sterownik nadrzędny, (np. MS4CMPXv2, system wizualizacji MS-Connect2) lub kontrolę zdalną np. przy pomocy panelu sterującego.



W trybie pracy zdalnej nastawy ciśnienia domyślnie stają się nieaktywne (sterownik nie nadzoruje ciśnienia w sieci)

Aby sterownik reagował na zewnętrzne sygnały musi znajdować się w stanie gotowości (pulsuje czerwona dioda STOP, pomarańczowa ikona silnika). Przejście do stanu gotowości następuje po naciśnięciu przycisku START.

8.3.1. Linia REM

Kontrola pracy za pomocą linii REM odbywa się na zasadzie zdalnej kontroli ciśnienia (odciążenie/dociążenie, nadzór ciśnienia w sieci przez sterownik nadrzędny), gdzie reakcja sterownika na stan sygnału REM:

- sygnał aktywny – na zasadzie spadku ciśnienia poniżej wartości P_d (dociążenie)
- sygnał nieaktywny – na zasadzie przyrostu ciśnienia powyżej wartości P_u (odciążenie)

Ręczne zatrzymanie sprężarki w trybie REM (przyciskiem **stop**) powoduje przekazanie kontroli użytkownikowi (komunikat: PRACA ZDALNA ZABLOKOWANA). Wtedy uruchomienie sprężarki nie nastąpi, dopóki użytkownik nie naciśnie przycisku **start**.

Po niekontrolowanym restarcie sterownika (w trakcie pracy sprężarki) przy aktywnej funkcji automatycznego restartu sterownik automatycznie przejdzie w stan gotowości. Jeżeli na linii REM zostanie wykryty stan niski, to nastąpi włączenie maszyny. Minimalny czas, w którym musi zostać utrzymana linia REM, aby nastąpił start sprężarki, określa parametr *trem* (**060u**). Linia REM uaktywniania jest poziomem niskim.

8.3.2. Włączenie regulacji ciśnienia w trybie zdalnym

Aby możliwe było wykorzystanie linii REM jako zdalnej linii startu (np. przy wykorzystaniu przycisku na panelu operatora), granice ciśnień muszą zostać włączone w parametrze **265s**. Wówczas reakcja sterownika na sygnał REM:

- sygnał aktywny – sterownik reguluje ciśnienie w granicach P_d - P_u w trybie automatycznym
- sygnał nieaktywny – sterownik nie reguluje ciśnienia.

8.3.3. Linia potwierdzenia ACK

Linia potwierdzenia ACK stanowi informację dla sterownika nadrzędnego o zainicjowaniu startu sprężarki. Może być również wykorzystana przy tworzeniu kontrolki na tablicy rozdzielczej.

8.3.4. Komendy – protokół Modbus

Istnieje także możliwość sterowania pracą sprężarki przy wykorzystaniu protokołu Modbus RTU. Opis funkcji zamieszczony został w rozdziale *Praca sieciowa*.

8.4. Tryb pracy lokalnej (LOCAL)

W trybie pracy lokalnej sterownik pracuje jedynie pod kontrolą nastaw lokalnych. Ignorowane są nastawy zadane przy użyciu protokołów komunikacyjnych oraz zadania pracy zdalnej.

9. Praca sieciowa



Przed uruchomieniem pracy sieciowej należy przeprowadzić konfigurację parametrów pracy sieciowej w każdym ze sterowników w sieci

9.1. Uruchomienie/zatrzymanie pracy sieciowej

Uruchomienie pracy sieciowej inicjowane jest ze sterownika nadrzędnego typu (*master*). Aby rozpocząć pracę sieciową, należy wybrać ekran pracy sieciowej w menu głównym nacisnąć przycisk **START**. Uruchomione zostaną wtedy aktywne sprężarki w sieci (czas opóźnienia startu określa parametr **028-1u**). Zatrzymanie pracy sieciowej następuje po naciśnięciu przycisku **STOP**, również będąc w menu pracy sieciowej. Naciśnięcie przycisku START/STOP z innego miejsca niż menu sieciowe wpływa jedynie na stan pracy sprężarki podłączonej lokalnie do sterownika. Dzięki temu możliwe jest zatrzymanie sprężarki podłączonej do sterownika nadrzędnego bez potrzeby zatrzymywania algorytmu sieciowego. Aktywność pracy sieciowej jest sygnalizowana pulsacyjnym świeceniem diody sieciowej **NET**.

Ręczne zatrzymanie sprężarki innej niż nadrzędna powoduje jej eliminację z algorytmu pracy sieciowej. Przywrócenie następuje po ręcznym uruchomieniu przyciskiem **START**. W momencie wystąpienia sytuacji, gdy w sieci nie będzie aktywnej sprężarki, nastąpi zatrzymanie pracy sieciowej.

9.2. Wyszukiwanie sterowników w sieci

Po zainicjowaniu pracy sieciowej na sterowniku nadrzędnym następuje etap wyszukiwania sterowników podłączonych do sieci.

Aby możliwe było wykrycie danego sterownika, należy ustawić jego identyfikator (Modbus ID, parametr **008u**) na wartość z zakresu 1-4 (identyfikatory w obrębie jednej sieci nie mogą się powtarzać). Kolejność nadawania ID sprężarkom w sieci nie ma znaczenia, pomimo tego zaleca się ustawianie identyfikatorów w sposób logiczny i łatwy do identyfikacji, np. zgodnie z rzeczywistym rozmieszczeniem maszyn w sprężarkowni. Rozpoczęcie wyszukiwania sterowników w sieci następuje po każdorazowym naciśnięciu przycisku **START** sterownika nadrzędnego, podczas otwartego menu pracy sieciowej. Wyszukiwanie sterowników podłączonych do sieci następuje również w trakcie pracy, co pozwala na dodawanie nowych urządzeń do sieci bez potrzeby zatrzymywania pracy sieciowej.

Możliwe jest, aby identyfikator sterownika nadrzędnego miał wartość spoza dozwolonego zakresu. Wtedy nie będzie on uwzględniany w algorytmie pracy sieciowej.

9.3. Konfiguracja sterownika nadrzędnego (Master)

Wykorzystanie sterownika jako sterownika nadrzędnego wymaga skonfigurowania parametrów:

1. Parametr **004u** - praca sieciowa **WŁĄCZONA**
2. Parametr **008u**
 - **008-1u** identyfikator Modbus, unikalny w sieci
 - **008-2u** prędkość transmisji danych (**taka sama dla wszystkich sprężarek w sieci**)
 - **008-3u** formatowanie danych (**taki sam dla wszystkich sprężarek w sieci**)
3. Parametr **026u** - rodzaj algorytmu pracy sieciowej: kaskadowy **CAS** lub sekwencyjny **SEQ**
4. Parametr **027u** - przypisanie granic ciśnień **Pu** i **Pd** poszczególnym sprężarkom w sieci
5. Parametr **028u** użytkownika - sterowanie algorytmem:

- czas opóźnienia startu kolejnych sprężarek w sieci
 - automatyczna rekonfiguracja granic ciśnień P_u i P_d w sytuacji, gdy jedna lub więcej sprężarek zostanie usunięta z sieci
6. Parametr **005u** - czas rotacji *trot*, po którym nastąpi rotacja granic ciśnień między aktywnymi sprężarkami w trybie sekwencyjnym
 7. Parametr **090u** - włączenie/wyłączenie funkcji restartu
 8. Wybór trybu pracy jeżeli sterownik nadrzędny ma aktywnie uczestniczyć w pracy sieciowej

9.4. Konfiguracja sterownika podrzędnego (Slave)

Wykorzystanie sterownika jako sterownika podrzędnego wymaga skonfigurowania parametrów:

1. Wybór trybu pracy:
 - Zdalny *REM* - - zdalna kontrola ciśnienia za pomocą komend Modbus (odciąż/dociąż) jest realizowane na podstawie ciśnienia sterownika nadrzędnego, gdzie nastawy górnej P_u i dolnej P_d granicy ciśnienia nie są brane pod uwagę
 - Automatyczny lub Ciągły - kontrola ciśnienia (wewnętrzny pomiar) na podstawie nastaw górnej P_u i dolnej P_d granicy ciśnienia
2. Parametr **008u**:
 - **008-1u** identyfikator Modbus, unikalny w sieci
 - **008-2u** prędkość transmisji danych (**taka sama dla wszystkich sprężarek w sieci**)
 - **008-3u** formatowanie danych (**takie samo dla wszystkich sprężarek w sieci**)
 - **008-4u** parzystość danych (**taka sama dla wszystkich sprężarek w sieci**)
3. Parametr **028u** - włączenie/wyłączenie funkcji przejmowania mastera

Zarządzanie stanem pracy sprężarek podrzędnych sterownik nadrzędny realizuje w oparciu o własne ciśnienie, wysyłając sprężarkom podrzędnym odpowiednią komendę na podstawie zmierzonego ciśnienia oraz przypisanych w algorytmie sieciowym granic ciśnień P_u - P_d .

Nadane przez sterownik nadrzędny granice ciśnień P_u - P_d powinny mieścić się w przedziale P_{max} - P_{min} sterownika danej sprężarki.

9.5. Menu pracy sieciowej



Rysunek 7: Widok menu pracy sieciowej

Opis skrótów menu sieciowego:

1. **ID** – identyfikator Modbus
2. **Pd** – dolna granica ciśnienia roboczego
3. **Pu** – górna granica ciśnienia roboczego
4. **STAN** – stan pracy w jakim znajduje się dana sprężarka
5. **RT** – czas rotacji
6. **TL** – czas pozostały do rotacji

9.6. Błędy i zdarzenia w pracy sieciowej

Wystąpienie błędu krytycznego na sterowniku powoduje jego usunięcie z algorytmu pracy sieciowej. Przywrócenie takiego sterownika nastąpi po usunięciu usterki, skasowaniu błędu oraz ręcznym uruchomieniu tego sterownika przyciskiem **START**.

Wystąpienie niekrytycznego błędu komunikacji (**E45**) na sterowniku nadrzędnym informuje użytkownika o utracie komunikacji ze sterownikami podrzędnymi. Samo utracenie komunikacji (np. na skutek uszkodzenia łącza) nie spowoduje zmiany stanu pracy sterownika podrzędnego, a jeśli po przywróceniu poprawnej komunikacji sterownik podrzędny będzie w stanie aktywnej pracy, to zostanie przywrócony do algorytmu pracy sieciowej. W przeciwnym razie należy uruchomić sterownik ręcznie przyciskiem **START**, zostanie wtedy automatycznie dodany do pracy sieciowej.

Przywrócenie zasilania po jego zaniku spowoduje ponowne uruchomienie pracy sieciowej, jeśli funkcja ponownego uruchomienia pracy sieciowej zostanie włączona w parametrze **090u**.

9.7. Funkcja przejmowania mastera

Funkcja przejmowania roli sterownika nadrzędnego polega na przejęciu zadania sterownika nadrzędnego przez jeden z kontrolowanych sterowników podrzędnych w momencie utracenia komunikacji ze sterownikiem nadrzędnym. Funkcję sterownika nadrzędnego przejmuje sterownik podrzędny o najniższym ID w sieci. Funkcję tą włącza się w parametrze **028u**.

9.7.1. Watchdog pracy zdalnej

Watchdog pracy zdalnej pozwala na zabezpieczenie pracy sprężarki w sytuacji, gdy przerwana zostanie komunikacja ze sterownikiem nadrzędnym. Jeśli włączona zostanie funkcja watchdoga (parametr **016-1s**), sterownik podrzędny będzie kontrolował czas od ostatniego pakietu przesłanego przez sterownik nadrzędny. W przypadku, gdy czas ten przekroczy maksymalny ustawiony czas (parametr **016-2s**), sterownik podrzędny przejdzie w automatyczny tryb pracy.

9.8. Algorytm pracy sekwencyjnej

Algorytm sekwencyjny przeznaczony jest do pracy sieciowej grupy sprężarek o zbliżonej mocy. Założeniem algorytmu jest równomierne rozłożenie czasu pracy pomiędzy wszystkie sprężarki w sieci. Polega to na cyklicznych zmianach rozkładu granic ciśnienia $P_u - P_d$ sterowników. A zatem kolejność zakresów ciśnień względem identyfikatorów sprężarek nie jest istotna. Zmiana granic ciśnienia odbywa się co określony czas rotacji t_{rot} ustawiony w parametrze **005u** na sterowniku nadrzędnym (*master*).

Czas pozostały do rotacji T_L jest odliczany przy uruchomionej pracy sieciowej i jest widoczny w menu sieciowym. Po zatrzymaniu, czas ten jest zapamiętywany a po ponownym starcie jego odliczanie jest kontynuowane. Założenie to jest również spełnione przy wyłączeniu/zaniku zasilania sterownika.

W fazie rotacji nie dochodzi do zatrzymania poszczególnych sprężarek. Do zatrzymania/wystartowania sprężarki może dojść jedynie na skutek odniesienia aktualnego ciśnienia względem jej nowo nadanych granic $P_u - P_d$. W procedurze rotacji ciśnień biorą jedynie udział sprężarki aktywne.

9.9. Algorytm pracy sekwencyjnej

Przykładowym, zalecanym ustawieniem granic ciśnień $P_u - P_d$ w algorytmie sekwencyjnym parametr **026u** są wykluczające się, skokowe przedziały. Przy takim rozkładzie, sprężarka o najwyższym przedziale granic będzie wyłączana najpóźniej (po osiągnięciu wymaganego ciśnienia w sieci) oraz włączona najwcześniej, ponieważ ma najwyższą dolną granicę ciśnienia P_d .

Drugim przykładowym ustawieniem granic $P_u - P_d$ w algorytmie sekwencyjnym jest nadanie sprężarkom identycznych górnych granic P_u oraz skokowych granic dolnych. W takiej sytuacji wszystkie sprężarki będą wyłączane jednocześnie, a włączane przy spadkach ciśnienia poniżej kolejnych dolnych granic P_d .

Przed rotacją			Po pierwszej rotacji			Po drugiej rotacji			cd
ID	P_d	P_u	ID	P_d	P_u	ID	P_d	P_u	
1	6.0	7.0	1	3.0	7.0	1	4.0	7.0	...
2	5.0	7.0	2	6.0	7.0	2	3.0	7.0	
3	4.0	7.0	3	5.0	7.0	3	6.0	7.0	
4	3.0	7.0	4	4.0	7.0	4	5.0	7.0	

Sprężarkom zatrzymanym ręcznie lub na skutek wystąpienia na nich błędu krytycznego, automatycznie nadawane są najniższe granice ciśnień (przy włączonej funkcji automatycznej rekonfiguracji, a ich granice są przekazywane sprężarkom aktywnym o najniższych granicach $P_u - P_d$).

Przykładowo, jeżeli w przypadku 1. nastąpi ręczne zatrzymanie sprężarki o ID 2, to po rekonfiguracji, rozkład granic będzie wyglądał jak w sytuacji 2. Jeżeli sprężarka o ID 2 przy procedurze rotacji nadal będzie nieaktywna, to rozkład ciśnień będzie wyglądał jak w przypadku 3.

1. Wszystkie aktywne			2. Sprężarka o ID=2 nieaktywna			3. Rotacja przy braku sprężarki ID=2		
ID	P_d	P_u	ID	P_d	P_u	ID	P_d	P_u
1	6.0	7.0	1	6.0	7.0	1	5.0	7.0
2	5.0	7.0	2	3.0	7.0	2	3.0	7.0
3	4.0	7.0	3	4.0	7.0	3	6.0	7.0
4	3.0	7.0	4	5.0	7.0	4	4.0	7.0

9.10. Algorytm pracy kaskadowej

Algorytm pracy kaskadowej przeznaczony jest do pracy sieciowej grupy sprężarek o zróżnicowanej mocy. Algorytm ten zakłada, że najczęściej włączana i wyłączana będzie sprężarka o najmniejszej mocy. Sprężarka o największej mocy będzie uruchamiana jedynie w przypadkach dużego zapotrzebowania na ciśnienie w sieci. Założenie to jest spowodowane dużym poborem energii elektrycznej przez silnik przy jego starcie. Dodatkowo przyczyni się to do zwiększonej żywotności silnika sprężarki o największej mocy.

Przykładowym, zalecanym ustawieniem granic $P_u - P_d$ w algorytmie kaskadowym jest nadanie sprężarkom identycznych górnych granic P_u oraz skokowych granic dolnych (sytuacja 1.). W takiej sytuacji wszystkie maszyny będą sprężały powietrze do osiągnięcia wymaganego ciśnienia w sieci a następnie zostaną jednocześnie wyłączone. Przy małym zapotrzebowaniu na ciśnienie włączana będzie sprężarka o najmniejszej mocy (ID=4). Jeżeli pomimo jej pracy ciśnienie spadnie poniżej dolnej granicy sprężarki o ID=3, to ta sprężarka również zostanie włączona.

1. Wszystkie aktywne				2. Sprężarka ID=2 nieaktywna			
ID	P_d	P_u	Moc	ID	P_d	P_u	Moc
1	3.0	7.0	120kW	1	4.0	7.0	120kW
2	4.0	7.0	100kW	2	3.0	7.0	100kW
3	5.0	7.0	50kW	3	5.0	7.0	50kW
4	6.0	7.0	20kW	4	6.0	7.0	20kW

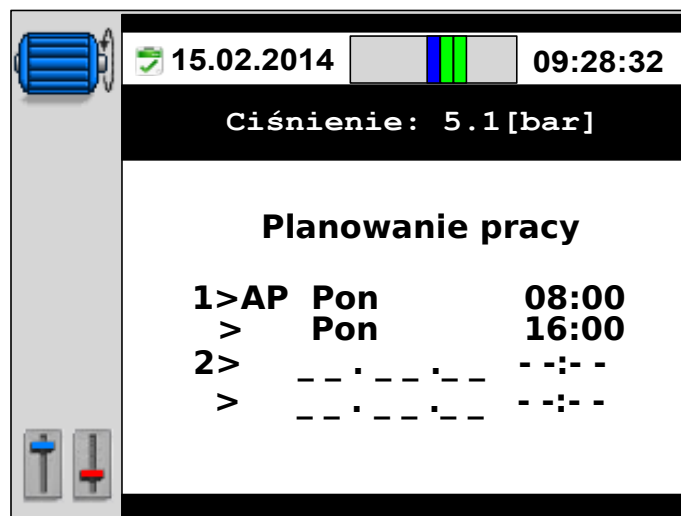
W algorytmie kaskadowym granice ciśnienia $P_u - P_d$ są na stałe przypisane do danego identyfikatora sprężarki. Nie występuje tu procedura rotacji (czas rotacji *trot* nie jest brany pod uwagę). A zatem przy ustawianiu granic ciśnień istotna jest ich kolejność względem ID. Przy włączonej funkcji automatycznej rekonfiguracji parametr **028u**, sprężarkom zatrzymanym ręcznie lub na skutek wystąpienia błędu krytycznego, automatycznie nadawane są najniższe granice ciśnienia $P_u - P_d$ w sieci. Powoduje to przesunięcie niższych granic o jedną pozycję w górę.

Przykładowo, jeżeli w sytuacji 1. wystąpi błąd krytyczny na sprężarce o ID=2, to po automatycznej rekonfiguracji rozkład granic ciśnienia $P_u - P_d$ będzie wyglądał jak w przypadku 2. Po przywróceniu sprężarki o ID=2 do pracy, rozkład granic powróci do stanu 1.

9.11. Współpraca z systemem wizualizacji

Wykorzystanie interfejsu komunikacyjnego pozwala na współpracę z systemem wizualizacji (na przykład MSConnect2).

10. Planowanie pracy



Rysunek 8: Widok parametru planowanej pracy

Planowanie pracy pozwala na ustalenie harmonogramu włączeń lub wyłączeń urządzenia, co umożliwia zaplanowanie procesu produkcyjnego oraz bezobsługową pracę urządzenia. Możliwe jest zadeklarowanie do 20 zadań z możliwością wyboru uruchomienia jednorazowego (jednorazowe uruchomienie w konkretnym dniu) lub cyklicznego (w określone dni tygodnia) danego zadania. Każde z zadań umożliwia wybór trybu pracy sprężarki. Ustawienia pracy planowej dostępne są w parametrze **001u**.



Nie wolno dokonywać czynności na elementach czynnych urządzeń sterowanych, gdy co najmniej jedno zadanie jest aktywne, ponieważ może nastąpić uruchomienie zadania i start urządzenia sterowanego

10.1. Opis planowania pracy

Do poprawnego działania funkcji planowania wymagane jest poprawne ustawienie daty parametr **012u** oraz godziny parametr **011u**.

Wykrycie zaplanowanego zadania powoduje uruchomienie sprężarki w trybie określonym podczas konfiguracji zadania.

W przypadku, kiedy sprężarka pracuje i nastąpi uruchomienie zadania zaplanowanego, dla którego określono inny tryb pracy, wtedy zmiana ulegnie jedynie tryb pracy sprężarki. Także zatrzymanie zgodne z zaplanowaną datą spowoduje powrót do trybu, w którym sterownik pracował przed uruchomieniem zadania.

Jeśli na sterowniku poprawnie zainicjalizowano pracę sieciową, wówczas wykrycie zaplanowanego zadania powoduje start sprężarki bez zmiany trybu pracy. Wyjątkiem jest zaplanowanie zadania w trybie sieciowym, które uruchamia algorytm pracy sieciowej i nie odnosi się bezpośrednio do pracy sprężarki. Praca sieciowa zostanie uruchomiona pod warunkiem włączenia i skonfigurowania parametrów algorytmu sieciowego. Po wygaśnięciu zadania praca sieciowa będzie zatrzymana.

Zaplanowane zadanie jest restartowane automatycznie w przypadku zaniku napięcia zasilania, jeżeli jest spełniony czasowy warunek jego uruchomienia.

Dane zadanie może być anulowane tylko w parametrze **001u** ustawiając jego częstotliwość pracy na **Wyłączony**. Jeżeli w trakcie trwania zaplanowanego zadania zostanie naciśnięty przycisk **STOP**, to zadanie zostanie tymczasowo anulowane i nastąpi zatrzymanie sprężarki. Przywrócenie zadania nastąpi po naciśnięciu przycisku **START**. Zaplanowane zatrzymanie maszyny nastąpi wtedy w ustalonym czasie. Ręczne zatrzymanie zaplanowanego zadania (przyciskiem **STOP**) nie powoduje anulowania pozostałych zadań a jedynie bieżącego.

10.2. Ustawienia planowania pracy

Przy planowaniu pracy należy określić czy dane zadanie ma się powtarzać cyklicznie (plan tygodniowy) czy ma to być jednorazowy start i zatrzymanie sprężarki.

Aby zmienić ustawienia danego zadania, należy za pomocą przycisków (<,>) wybrać odpowiednie zadanie (aktywne zadanie jest wskazywane przez znak ») i nacisnąć przycisk **PROG**. Ponowne wciśnięcie przycisku **PROG** powoduje przejście do trybu edycji parametru, w którym przyciski + oraz - służą do zmiany jego wartości. Zatwierdzenie wartości parametru przyciskiem **PROG**. Po zaakceptowaniu podanych wartości, wciśnięcie przycisku **ESC** powoduje przejście do kolejnego parametru. Jeżeli wprowadzona data będzie niepoprawna, to użytkownik zostanie o tym poinformowany i planowanie danego zadania rozpocznie się na nowo.

Po zaplanowaniu zadania na liście zadań pojawią się odpowiednie informacje:

- dzień tygodnia/data oraz godzina startu sprężarki
- dzień tygodnia/data oraz godzina zatrzymania sprężarki
- tryb pracy: Ciągły (C) , Automatyczny (A), Zdalny (R) i Sieciowy (N)
- częstotliwość pracy: cykl tygodniowy P - periodyczny lub pojedynczy - jednorazowe zadanie

11. Inne funkcje

11.1. Podgrzewacz

Podłączenie zewnętrznego stycznika do uniwersalnego wyjścia skonfigurowanego jako *Podgrzewacz 1* lub *Podgrzewacz 2* pozwala na sterowanie funkcją podgrzewającą mieszanek olejową.

11.1.1. Podgrzewacz 1 (H1)

Jeżeli na jednym z wyjść jest włączona funkcja *Podgrzewacz 1* to po otrzymaniu sygnału **START** jest sprawdzana temperatura oleju *Toil*. Jeżeli *Toil* jest niższa niż temperatura minimalna oleju *Toilmin* (parametr **063-1s**) to sterownik włącza wyjście podgrzewacza 1 oraz blokuje start sprężarki na czas ogrzewania. Po osiągnięciu przez olej temperatury wyższej o histerezę *His Toilmin* parametr **066-1s** od temperatury minimalnej oleju *Toilmin* czyli *Toilmin+His Toilmin* wyjście podgrzewacza zostanie wyłączone oraz zostanie włączona procedura startu sprężarki. *Podgrzewacz 1* działa tylko przy starcie sprężarki i służy do podgrzania oleju przed startem.

Aktywność podgrzewacza sygnalizowana jest tekstem **OGRZEWANIE** na pasku informacyjnym u dołu ekranu.

11.1.2. Podgrzewacz 2 (H2)

Jeżeli na jednym z wyjść jest włączona funkcja *Podgrzewacz 2* to bez względu na to w jakim stanie pracy jest sprężarka, temperatura oleju jest monitorowana w sposób ciągły *Toil*. Jeżeli *Toil* jest niższa od temperatury minimalnej oleju *Toilmin* parametr **063-1s** załączane jest wyjście podgrzewacza do czasu osiągnięcia przez olej temperatury wyższej o histerezę *His Toilmin* parametr **066-1s** od temperatury minimalnej oleju *Toilmin* czyli *Toilmin+His Toilmin*. Jeżeli w trakcie działania funkcji *Podgrzewacz 2* wystąpi sygnał **START** to zostanie on zablokowany do momentu osiągnięcia temperatury wyłączenia podgrzewacza. *Podgrzewacz 2* działa ciągle gdy tylko sterownik jest włączony i jest to funkcja podtrzymująca odpowiednią temperaturę mieszanki olejowej w sprężarce.

Aktywność podgrzewacza sygnalizowana jest tekstem **OGRZEWANIE** na pasku informacyjnym u dołu ekranu.

11.2. Osuszacz

Podłączenie zewnętrznego stycznika do uniwersalnego wyjścia skonfigurowanego jako osuszacz pozwala na sterowanie osuszaczem.

Parametry kontrolujące pracę osuszacza:

Tabela 23: Lista parametrów sterujących pracą osuszacza

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wartość domyślna
<i>tdrst</i>	030-1u	min	Czas osuszania przed startem sprężarki	1
<i>tdrsp</i>	030-2u	min	Czas osuszania po zatrzymaniu sprężarki	1
<i>tdri</i>	030-3u	s	Czas bezczynności osuszacza.	30

Jeżeli po wyłączeniu osuszacza kolejne włączenie sprężarki nastąpi po czasie mniejszym od *tdri*, to czas *tdrst* nie będzie odliczany, a sprężarka włączy się jednocześnie z osuszaczem.

Aktywność osuszacza sygnalizowana jest tekstem **OSUSZANIE** na pasku informacyjnym u dołu ekranu.

11.3. Spust kondensatu

Podłączenie zewnętrznego stycznika do uniwersalnego wyjścia skonfigurowanego jako spust kondensatu pozwala na sterowanie spustem kondensatu parametr **009s**.

Funkcja spustu kondensatu uaktywnia zawór spustowy cyklicznie w trakcie pracy sterownika.

Parametry kontrolujące pracę spustu kondensatu:

Tabela 24: Lista parametrów spustu kondensatu

Nazwa	Parametr	Jednostka	Opis	Wartość domyślna
<i>drper</i>	040-1u	min	Okres spustu kondensatu	30
<i>drtim</i>	040-2u	s	Czas spustu kondensatu	5

Spust kondensatu jest nieaktywny jedynie kiedy sprężarka jest zatrzymana.

11.4. Funkcja chłodzenia

Podłączenie zewnętrznego stycznika do uniwersalnego wyjścia skonfigurowanego jako wyjście wentylatora pozwala na sterowanie wentylatorem parametr **009s**.

W trakcie pracy włączenie chłodzenia nastąpi w momencie, gdy temperatura oleju przekroczy wartość zadaną w parametrze *Tfanon* (parametr **064-1s**) oraz wyłączenie nastąpi po spadku temperatury poniżej *Tfanoff* (parametr **064-2s**).

Dodatkowo start sprężarki jest możliwy, jeśli temperatura oleju nie przekracza wartości *Toilmax* parametr **063-3s**.

11.5. Automatyczne ponowne uruchomienie



Dokonywanie czynności na elementach czynnych urządzeń sterowanych, gdy funkcja restartu jest aktywna jest niedozwolone, ponieważ może wystąpić automatyczne włączenie urządzenia sterowanego

Funkcja automatycznego restartu parametr **090u** umożliwia automatyczne uruchomienie sprężarki po zaniku napięcia zasilania w trakcie aktywnej pracy. Wszystkie parametry przerwanej pracy zostaną zachowane po restarcie sprężarki. Funkcja restartu dotyczy:

1. pracy pojedynczej maszyny
2. pracy sieciowej na sterowniku nadrzędnym typu *Master*
3. pracy zaplanowanej, jeżeli po przywróceniu zasilania spełnione są zależności czasowe zaplanowanego zadania

Dodatkowo możliwy jest automatyczny restart po wystąpieniu niektórych błędów krytycznych, w momencie usunięcia ich przyczyny, na przykład gdy temperatura oleju spadnie poniżej wartości maksymalnej po wystąpieniu błędu przekroczenia temperatury oleju.

Ze względu na niebezpieczeństwo uszkodzenia silnika, liczba automatycznych restartów została ograniczona do 2. Licznik liczby restartów kasowany jest w momencie zatrzymania sprężarki za pomocą przycisku STOP.

Funkcja Restartu preferowana jest szczególnie wtedy, gdy sprężarka musi pracować bez nadzoru oraz niezbędne jest utrzymanie stałego ciśnienia w sieci.

11.6. Kontrola asymetrii zasilania

Kontrola asymetrii zasilania dokonywana jest za pomocą modułu zewnętrznego. Wykrycie asymetrii powoduje wystąpienie błędu krytycznego. Ponowne uruchomienie sprężarki jest możliwe dopiero po usunięciu przyczyny awarii.

Możliwa jest współpraca z modułami cyfrowymi - sterownik wykrywa błąd związany z zasilaniem na podstawie sygnału pochodzącego z zewnętrznego modułu binarnego. Błąd sygnalizowany jest zawsze komunikatem **ASYMERIA ZASILANIA**, brak jest możliwości wykrycia przyczyny wystąpienia błędu.

Czas badania linii asymetrii określa parametr **tasym 033s**. Wystąpienie asymetrii zasilania przez krótszy od niego czas nie spowoduje wystąpienia błędu.

11.7. Wykrywanie zwarcia w obwodzie 24V

Funkcja kontroli zwarcia aktywna jest przez cały okres pracy sterownika. W momencie wystąpienia zwarcia natychmiastowo odcinane jest zasilanie obwodu 24V, zabezpieczając jego elementy elektroniczne przed uszkodzeniem. Zwarcie w obwodzie 24VDC jest traktowane jako błąd krytyczny i powoduje zatrzymanie pracy sprężarki. Ponowne włączenie obwodu następuje po usunięciu przyczyny zwarcia oraz po skasowaniu błędu w menu **OSTATNIE KOMUNIKATY** sterownika.

11.8. Zapis/przywracanie parametrów

Po skonfigurowaniu sterownika serwis posiada możliwość zapisania aktualnych ustawień użytkownika i serwisu parametr **112s**. Przywrócenie ustawień użytkownika można dokonać w parametrze **111u**, natomiast przywrócenie ustawień serwisu w parametrze **111s**.

W przypadku przywrócenia parametrów, które nie były zdefiniowane i zapisane, przywrócone zostaną domyślne parametry producenta. **Zapisowi i przywróceniu nie podlegają hasła użytkownika oraz serwisu.**

11.9. Blokada sterownika

Funkcja blokady umożliwia włączenie blokady, która uaktywni się w dwóch przypadkach:

1. gdy licznik gwarancyjny CWG przekroczy wartość maksymalną określoną w parametrze **244s**
2. gdy aktualna data przekroczy datę ustawioną w parametrze **245s**

Zdjęcie blokady jest możliwe w parametrze **243s** lub przez specjalny kod. Należy go podać telefonicznie do serwisu producenta. Serwis producenta zwraca kod powrotny, który należy wprowadzić do menu głównego w oknie kodu.

Kod generowany jest programowo dla konkretnej sekwencji liczb. Dostęp do generatora kodów posiadają jedynie upoważnione osoby. Sposób ten umożliwia odblokowanie maszyny przez użytkownika bez potrzeby obecności serwisu.

Funkcja blokady sterownika pozwala producentowi sprężarki na udostępnienie sterownika klientowi w formie demonstracyjnej, na określony czas pracy sprężarki lub do określonej daty. **Gdy włączona jest funkcja blokady, nie ma możliwości modyfikacji daty ani godziny.**

11.10. Test zaworu Y

Funkcja umożliwia serwisowi ręczne sterowanie zaworem Y. Sterowanie odbywa się poprzez naciśnięcie przycisku **PROG** w parametrze **050s**. Każdorazowe wciśnięcie przycisku **PROG** powoduje wtedy zmianę stanu wyjścia zaworu Y na przeciwny. Po wyjściu z parametru automatycznie przywracany jest stan zaworu Y, w jakim znajdował się przed wejściem do menu.

Funkcja jest szczególnie przydatna gdy potrzebne jest obniżenie ciśnienia w sieci w trakcie pracy sprężarki. Unika się tym samym zatrzymywania sprężarki oraz mechanicznego 'luzowania' zaworu.

11.11. Test zaworu bezpieczeństwa



Testowanie zaworu bezpieczeństwa może być wykonane jedynie przez osoby upoważnione

Przeprowadzenie testu zaworu bezpieczeństwa polega na ustawieniu w parametrze **500u** docelowej granicy ciśnienia i naciśnięciu przycisku **START**.

Spowoduje to uruchomienie sprężarki, która będzie sprężała powietrze do momentu osiągnięcia ustawionej granicy. Aby nastąpiło otwarcie zaworu bezpieczeństwa, ustawiona granica ciśnienia powinna być wyższa od poziomu zadziałania zaworu.

11.12. Wygaszacz ekranu

Po pięciu minutach bezczynności aktywowany zostanie wygaszacz ekranu, na którym znajduje się aktualna wartość ciśnienia powietrza. Wygaszacz można uaktywnić także poprzez przytrzymanie przycisku **ESC**, będąc w jednym z głównych menu sterownika. Wyłączenie wygaszacza następuje po naciśnięciu jakiegokolwiek z przycisków lub wskutek wystąpienia błędu krytycznego.

11.13. Sterowanie sprężarką pomocniczą (SLAVE REM)

MS-887VFD jest wyposażony w funkcje sterowania podrzędną sprężarką za pomocą jednego z konfigurowalnych wyjść sterownika.

Włączenie funkcji dokonujemy w parametrze **009s** ustawiając na jednym z wyjść funkcję *SLAVE REM*. Zaleca się użycie jednego z bezpotencjałowych wyjść (*OUT2 lub OUT3*). Przypisanie granic *Pu* i *Pd* ciśnienia dla sprężarki pomocniczej wykonujemy w parametrze **029u**.

W przypadku gdy główna sprężarka pracuje z maksymalną wydajnością a ciśnienie w sieci spadnie poniżej dolnej granicy ciśnienia *Pd* przypisanej do sprężarki podrzędnej wystawiony zostanie przez wyjście **SLV**, sygnał **START** dla maszyny pomocniczej. Obie sprężarki będą pracowały do momentu gdy ciśnienie nie osiągnie górnej granicy ciśnienia *Pu* ustawionej dla sprężarki pomocniczej co spowoduje zdjęcie sygnału **START** (wyłączenie wyjścia **SLV**) oraz zatrzymanie podrzędnego kompresora.

12. Dane techniczne

12.1. Parametry elektryczne

Tabela 25: Lista parametrów elektrycznych

Parametr	Wartość
Napięcie zasilania	24VAC 50/60Hz, 24VDC
Pobór mocy	Do 10W
Przełączniki - maksymalne przełączane napięcie	250VAC
Maksymalne obciążenie przełączników(rezystancyjne)	5A
Maksymalne obciążenie przełączników (indukcyjne)	0,5A
Maksymalny prąd w pętli prądowej	28mA
Maksymalny pobór prądu z wewnętrznego napięcia odniesienia	250mA
Wejścia cyfrowe - napięcie minimalne	-0,5V DC
Wejścia cyfrowe - napięcie maksymalne	24,7V DC
Wejścia analogowe - napięcie minimalne	-0,5V DC
Wejścia analogowe - napięcie maksymalne	24,7V DC

12.2. Parametry mechaniczne

Tabela 26: Parametry mechaniczne

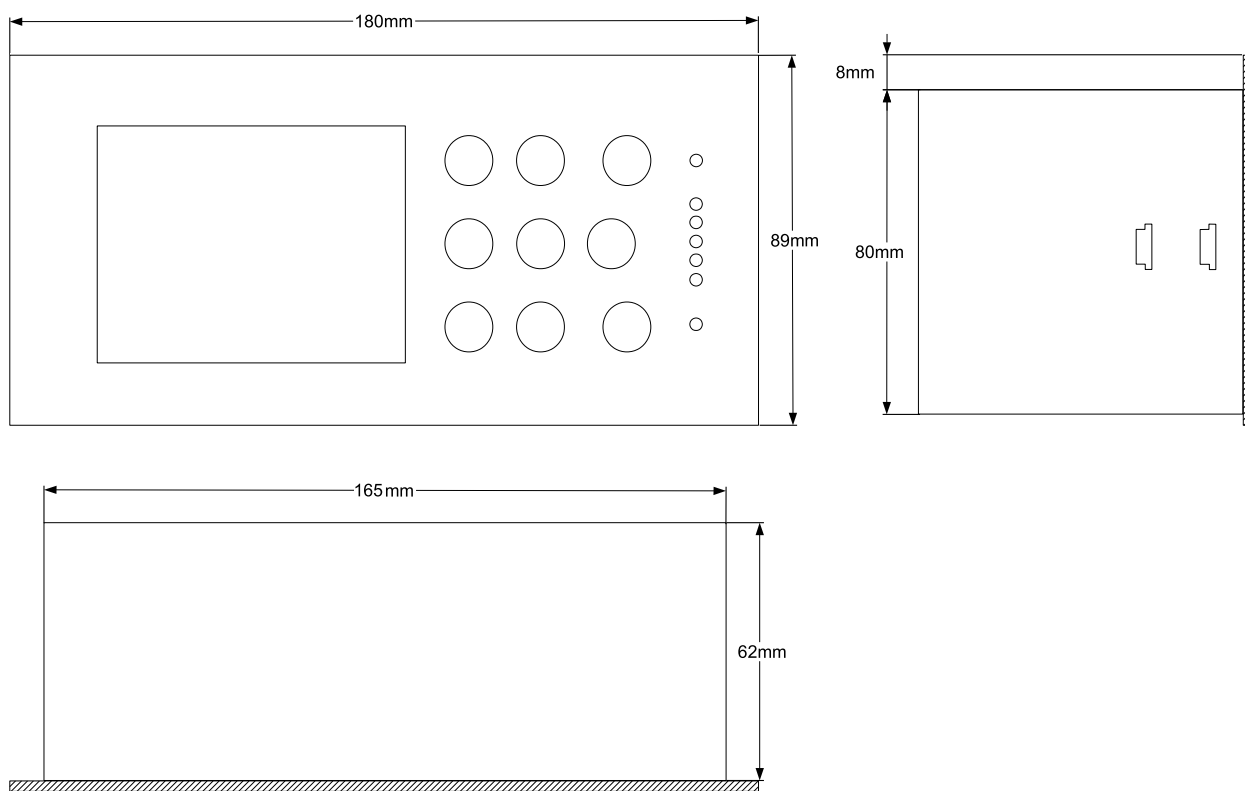
Parametr	Wartość
Wymiary obudowy	180x80x62 mm
Waga (bez opakowania)	1000g
Montaż	Zaczepy

12.3. Warunki pracy

Tabela 27: Dopuszczalne warunki pracy

Parametr	Wartość
Temperatura pracy	-15 ÷ 50 °C
Temperatura przechowywania	-20 ÷ 70 °C
Wilgotność względna	10 ÷ 90 %, bez kondensacji

13. Rysunek obudowy



Rysunek 9: Rysunek obudowy sterownika MS-887VFD