

Regulator MRM-3f

wersja 14.12.2017

Instrukcja Użytkowania

Wyrób Prawem chroniony - wszelkie prawa zastrzeżone.

TWELVE Electric

Spis treści

1. Zastosowanie.....	5
2. Budowa urządzenia.....	5
3. Dane techniczne.....	5
4. Montaż i podłączenie regulatora	7
5. Panel czołowy.....	9
6. Zasada działania.....	10
7. Obsługa regulatora MRM-3f	11
7.1. Pomiary	11
7.2. Stan wyjść sterujących.....	14
7.3. Ustawienia	15
7.3.1. Wyjścia sterujące	17
7.3.2. Przekładniki	18
7.3.3. Zakresy tangensa.....	19
7.3.4. Czasy reakcji	20
7.3.5. Czułość regulacji.....	21
7.3.6. Algorytm regulacji.....	23
7.3.7. Minimalne progi	24
7.3.8. Temperatury.....	24
7.3.9. Rejestrator energii.....	25
7.3.10. Transmisja.....	25
7.3.11. Hasło.....	26
7.3.12. Zapis ustawień	26
7.4. Statystyki	27
7.5. Praca ręczna	27
7.6. Czas	28
7.7. Informacje.....	28
8. Rozszerzona funkcjonalność	29
9. Załączniki.....	29

Spis rysunków

Rysunek 1. Opis wtyków regulatora MRM - 3f, pomiar bezpośredni	8
Rysunek 2. Opis wtyków regulatora MRM - 3f, pomiar półpośredni 5 A.....	8
Rysunek 3. Podłączenie magistrali transmisyjnej RS-485.....	8
Rysunek 4. Ustawienia portu komunikacyjnego.....	9
Rysunek 5. Panel czołowy regulatora	9
Rysunek 6. Pomiary	13
Rysunek 7. Stan wyjść sterujących.....	14
Rysunek 8. Ustawienia	16
Rysunek 9. Ustawienia – Wyjścia sterujące	18
Rysunek 10. Ustawienia – Przekładniki	19
Rysunek 11. Ustawienia - Zakresy tangensa	20
Rysunek 12. Ustawienia - Czasy reakcji.....	20
Rysunek 13. Ustawienia - Czulość regulacji	21
Rysunek 14. Charakterystyka regulacji mocy biernej Q w funkcji mocy czynnej P w pierwszym kwadrancie	22
Rysunek 15. Ustawienia - Algorytm regulacji.....	23
Rysunek 16. Ustawienia - Minimalne progi	24
Rysunek 17. Ustawienia - Temperatury.....	24
Rysunek 18. Ustawienia - Rejestrator energii.....	25
Rysunek 19. Ustawienia – Transmisja.....	25
Rysunek 20. Ustawienia – Hasło	26
Rysunek 21. Ustawienia - Zapis	26
Rysunek 22. Statystyki	27
Rysunek 23. Praca ręczna	27
Rysunek 24. Czas	28
Rysunek 25. Informacje.....	28
Rysunek 26. Schemat podłączenia regulatora MRM-3f - pomiar półpośredni.....	31
Rysunek 27. Schemat podłączenia regulatora MRM-3f – pomiar bezpośredni.....	32

Spis tabel

Tabela 1. Dane techniczne regulatora MRM - 3f.....	5
Tabela 2. Zakres nastaw parametrów regulatora MRM-3f	16
Tabela 3. Zestawienie wartości domyślnych	29

1. Zastosowanie

Mikroprocesorowy regulator mocy biernej MRM-3f jest urządzeniem pomiarowo-sterującym przeznaczonym do automatycznej kompensacji mocy biernej obciążeń niesymetrycznych. Regulator realizuje pomiar i algorytm regulacji dla każdej z trzech faz, co umożliwia sterowanie członami pojemnościowymi i indukcyjnymi jednofazowymi lub trójfazowymi. Przy znacznej asymetrii obciążenia możliwe jest indywidualne przyporządkowanie ilości stopni sterujących do każdej z faz.

2. Budowa urządzenia

Podstawowe cechy konstrukcyjne regulatora:

- obudowa przystosowana do montażu na szynie DIN,
- wewnętrzny zasilacz trójfazowy (umożliwiający pracę z jednej fazy),
- wyświetlacz graficzny,
- klawiatura dotykowa,
- interfejs komunikacyjny RS-485 (opcjonalnie RS-232),
- 13 wyjść sterujących,
- zewnętrzny czujnik temperatury,
- pomiar półpośredni lub bezpośredni (max. 63 A).

UWAGA! Wykorzystanie 13 wyjścia do sterowania stopniem możliwe jest po zastosowaniu odpowiedniego przekaźnika, np. SSR włączonego w obwód jak na rys.

3. Dane techniczne

Tabela 1. Dane techniczne regulatora MRM - 3f

Wejścia napięciowe:	
Ilość	3
Znamionowe napięcie pomiarowe	230 V; 100 V AC
Napięcie wytrzymałwane o częstotliwości sieciowej	2,5 kV
Dokładność	0,5 %
Impedancja wejściowa toru napięciowego	>1,5 MΩ
Wejścia prądowe pomiar pośredni:	
Ilość	3
Maksymalny znamionowy prąd pomiarowy	5 A AC
Przebieżalność wejścia prądowego (0,5 s)	160 A AC
Dokładność	0,5 %
Impedancja wejściowa toru prądowego	<5 mΩ
Wejścia prądowe pomiar bezpośredni:	

Ilość	3
Maksymalny znamionowy prąd pomiarowy	63 A AC
Przebieżalność wejścia prądowego (0,5 s)	240 A AC
Dokładność	0,5 %
Impedancja wejściowa toru prądowego	<0,25 mΩ
Wyjścia sterujące:	
Ilość	12
Napięcie pracy	230 V AC
Obciążalność	500 mA
Typ	Półprzewodnikowy załączany w „zerze”
Izolacja wspólna	1,5 kV AC
Wyjścia dwustanowe (Wy 1) – 13 wyjście sterujące:	
Ilość	1
Napięcie pracy	30 V DC, 24 V AC
Obciążalność	100 mA
Rezystancja wyjściowa	<10 Ω
Izolacja wspólna	1,5 kV AC
Wejścia dwustanowe:	
Ilość	2
Napięcie pracy	24 V DC
Próg przełączania	1 mA/1,2 mA DC
Rezystancja wejściowa	4 kΩ
Izolacja wspólna	1,5 kV AC
Wejścia temperaturowe PWM:	
Ilość	1
Napięcie pracy	5 V DC
Typ zewnętrznego czujnika	SMT160
Zakres zmierzonych temperatur	- 45° C ÷ 130° C
Izolacja galwaniczna	1,5 kV AC
Komunikacja:	

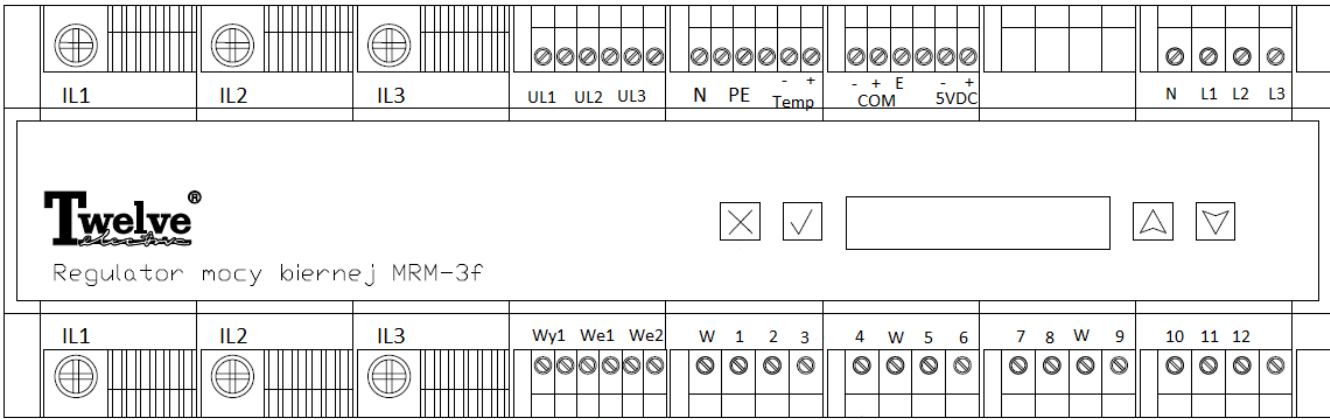
Typ interfejsu	RS-485 (RS-232)
Obciążalność nadajnika RS-485	do 32 urządzeń
Szybkość transmisji	1200÷115200 bodów
Izolacja galwaniczna	1,5 kV
Protokół komunikacyjny	MODBUS RTU
Konfiguracja:	
Programowanie nastaw	Lokalne, Zdalne
Obsługa lokalna	Klawiatura, Wyświetlacz
Zasilanie:	
Napięcie	3x230 V AC
Pobór mocy	<5 W
Eksploatacja:	
Wymiary: Pomiar pośredni Pomiar bezpośredni	229x91x65 mm (13 modułów) 300x91x65 mm (17 modułów)
Stopień ochrony	IP20
Ciężar: Pomiar pośredni Pomiar bezpośredni	~550g ~800g
Temperatura pracy	- 20° C + 55° C
Wilgotność	55 %

4. Montaż i podłączenie regulatora

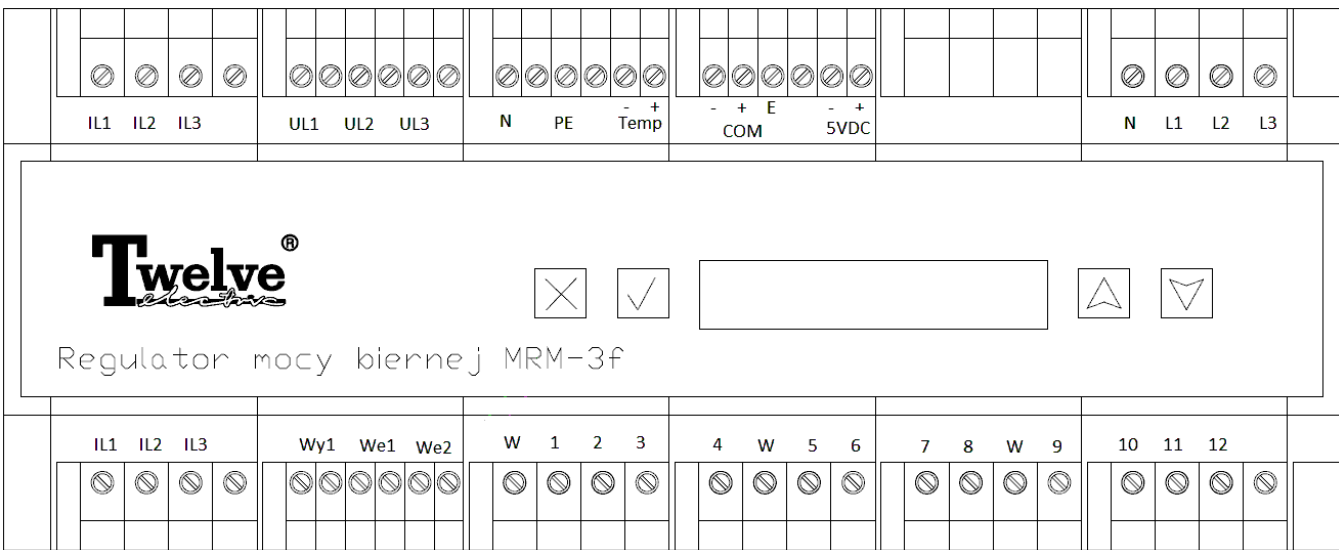
Po zamontowaniu urządzenia na szynie DIN należy okablować sygnały regulatora zgodnie ze schematem na str. 32 lub 31 (w zależności od wersji).

UWAGA!

- *Regulator należy bezwzględnie podłączać po upewnieniu się o braku napięcia.*
- *Wejścia prądowe należy podłączać przy zwartych zaciskach obwodów wtórnych przekładników prądowych.*
- *Wymagane jest, aby obwód zasilania wyposażyć w zabezpieczenia max. B6A 230V.*
- *Wymagane jest, aby pomiędzy zaciskami regulatora a fazami były umieszczone zabezpieczenia CIA 230V*



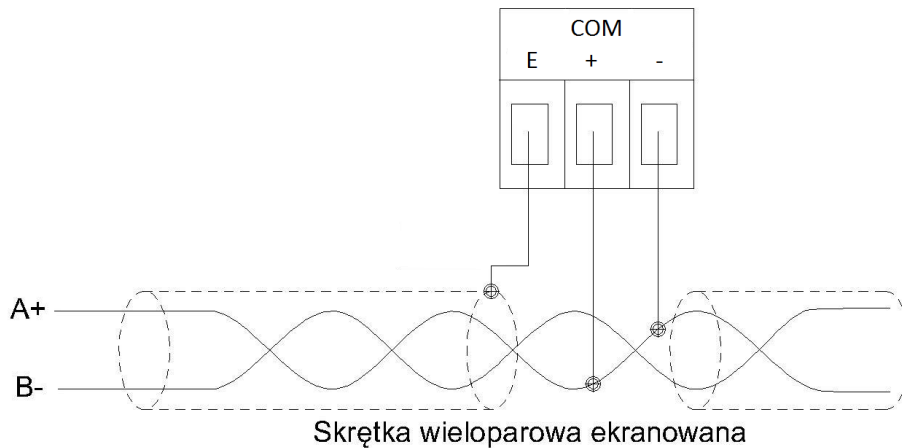
Rysunek 1. Opis wtyków regulatora MRM - 3f, pomiar bezpośredni



Rysunek 2. Opis wtyków regulatora MRM - 3f, pomiar półprzewodni 5 A

Podłączenie transmisji

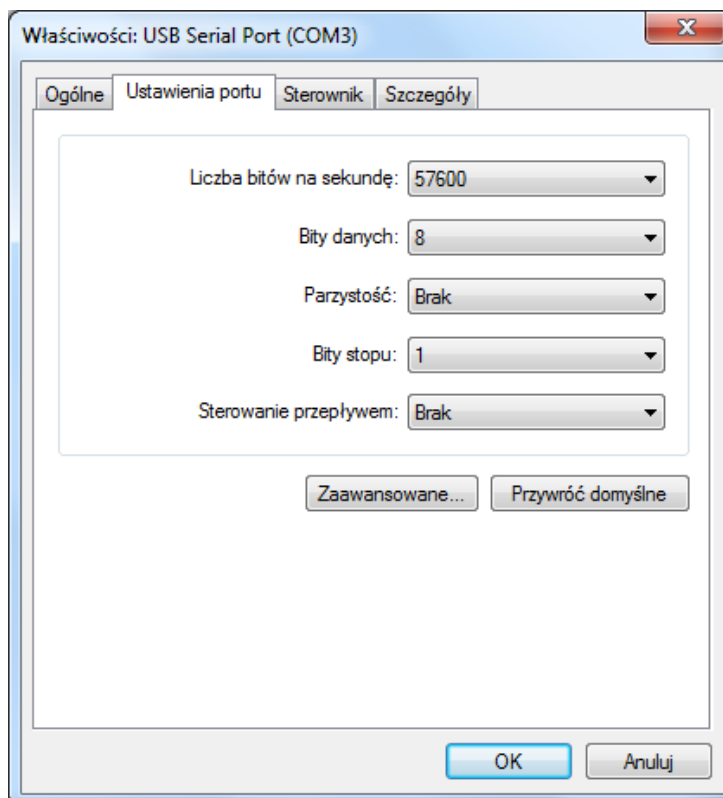
Regulator MRM-3f wyposażony jest w izolowany interfejs do transmisji szeregowej w standardzie RS-485, umożliwiający podłączenie wielu urządzeń do wspólnej linii transmisyjnej. W celu zminimalizowania ilości błędów transmisji na magistrali RS-485 należy zastosować skrętkę niskopojemnościową.



Rysunek 3. Podłączenie magistrali transmisyjnej RS-485

UWAGA!

Ze względów bezpieczeństwa zalecane jest zastosowanie izolacji galwanicznej pomiędzy regulatorem a komputerem.

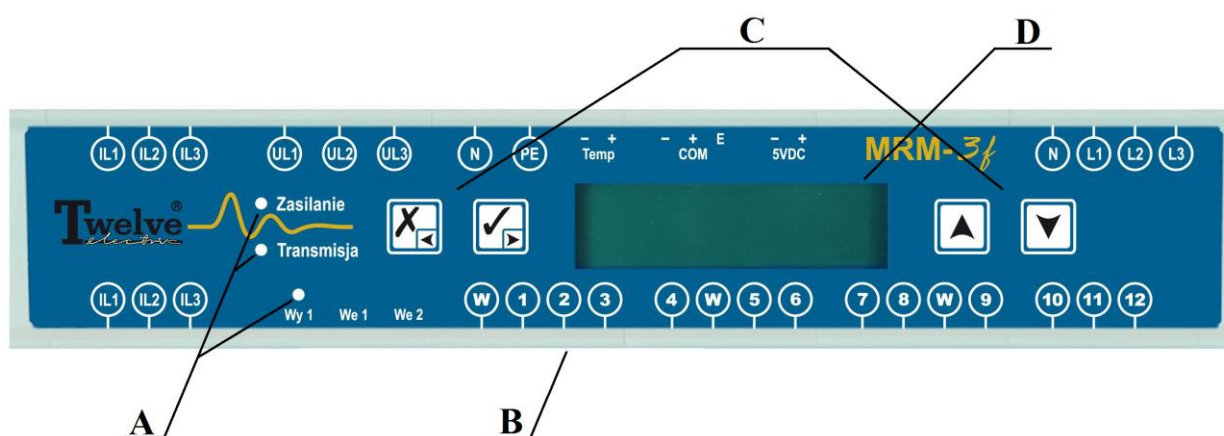


Rysunek 4. Ustawienia portu komunikacyjnego

UWAGA!

Domyślny adres Modbus: 200.

5. Panel czołowy



Rysunek 5. Panel czołowy regulatora

A – diody sygnalizacyjne

- „Zasilanie” – sygnalizacja zasilania
- „Transmisja” – miganie diody wskazuje na przesył ramki danych z regulatora do komputera PC
- „Wy 1” – sygnalizacja stanu 13 wyjścia sterującego


B – diody sygnalizujące stan wyjść sterujących


- „1” – „12” – sygnalizacja stanu wyjść sterujących


W przypadku, gdy stopień jest załączony, numer wyjścia, do którego jest podłączony świeci się na kolor zielony.

C – klawiatura


Do lokalnej obsługi regulatora służą cztery przyciski dotykowe:

 – przejście w prawo/akceptuj/wybierz

 – przejście w lewo/cofnij

 - przejście w górę

 – przejście w dół

 . . 1,5s Przycisk należy utrzymywać w stanie przyciśniętym przez co najmniej 1,5s

D – wyświetlacz**6. Zasada działania**


Regulator MRM-3f może być stosowany do sterowania bateriami zbudowanych z członów regulacyjnych o charakterze pojemnościowym albo indukcyjnym, jak również mieszanych. W dalszym opisie określenie stopień pojemnościowy używane jest zamiennie z określeniem kondensator mocy i kondensator mocy z podłączonym do niego dławikiem filtrującym wyższe harmoniczne. Stopień indukcyjny oznacza dławik kompensujący. Proces regulacji trwa do czasu aż wektor związany z wypadkową wartością mocy biernej sieci nie znajdzie się w strefie I (patrz rysunek nr 14), której wielkość zależy do dokonanych nastaw i mocy pierwszego członu baterii (zarówno pojemnościowego jak i indukcyjnego). Układ pomiarowy regulatora określa charakter sieci i w zależności od nastaw dokonuje łączenia odpowiednich wyjść regulacyjnych. Jakie wyjście sterujące zostanie użyte zależy od dokonanych nastaw, wartości i charakteru sieci oraz charakteru i mocy członów wykonawczych. Pomiar wartości prądu i napięcia dokonywany jest oddzielnie dla każdej z trzech faz. Sprawia to, że skuteczna kompensacja mocy biernej może być prowadzona zarówno w stanie obciążeń symetrycznych, jak i asymetrycznych. Uzyskiwana w regulatorze MRM-3f czułość pomiaru (10mA po stronie wtórnej przekładnika – pomiar półpośredni) gwarantuje poprawną pracę regulatora przy bardzo małych prądach. Pozwala to na prowadzenie kompensacji nawet przy relatywnie małych obciążeniach (w stosunku do wartości prądu nominalnego przekładnika). Sterowanie stopniami baterii następuje zgodnie z wybranym algorytmem regulacji i nastawionymi czasami reakcji. W przypadku stopni pojemnościowych, regulator posiada wewnętrzną blokadę systemową, która uniemożliwi załączenie nierozładowanego kondensatora mocy. Regulator samoczynnie kontroluje ponowne użycie danego kondensatora i nie załączy go przed upływem czasu koniecznego na jego rozładowanie. Fabrycznie ustawiona wartość czasu potrzebna na rozładowanie kondensatora to 180 s. Wartość ta może zostać zmieniona i zaprogramowana indywidualnie dla każdego stopnia jedynie przez Producenta, na podstawie pisemnego zlecenia tej czynności. Ustawienie zbyt małej wartości czasu rozładowania kondensatorów może spowodować ich uszkodzenie, a w przypadku kondensatorów o dużych mocach dodatkowo uszkodzeniu mogą ulec styczniki sterowane tym regulatorem. Dławiki kompensacyjne nie wymagają rozładowania, więc dla stopni indukcyjnych nie ma wewnętrznej blokady systemowej, która wymusza „odczekanie” ustawionego czasu przed ich ponownym załączeniem. Ustawienie w regulatorze wyjścia sterującego jako stopień indukcyjny automatycznie zdejmuje wyżej wymienioną blokadę.


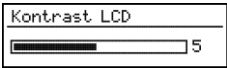



Użytkownik ma możliwość nastawienia następujących czasów reakcji regulatora:


- załącz,
- wyłącz,
- wyłącz pojemność,
- załącz dławik 3f,
- wyłącz dławik 3f.

Dokładny opis poszczególnych czasów reakcji znajduje się w rozdziale 7.3.4.





7. Obsługa regulatora MRM-3f

Po podaniu napięcia zasilającego, na ekranie regulatora pojawi się nazwa regulatora i numer wersji zainstalowanego oprogramowania, np. . Po wyświetleniu tych informacji (ok. 5 s.) regulator przechodzi w tryb pracy automatycznej.

Po przytrzymaniu ok. 1,5 s. przycisku  pojawia się okno służące do zmiany kontrastu LCD: . Regulacji dokonuje się poprzez naciśnięcie przycisku  lub , aby zatwierdzić zmianę należy przycisnąć .

Po naciśnięciu i przytrzymaniu przez ok. 1,5 s. przycisku  przechodzi się do menu głównego, z którego dostępne są następujące opcje:

1. Pomiary,
2. Stan wyjść sterujących,
3. Ustawienia,
4. Statystyki,
5. Praca ręczna,
6. Czas,
7. Informacje.





W menu głównym przejście pomiędzy poszczególnymi pozycjami realizowane jest przez naciśnięcie przycisku  lub , natomiast aby wejść w daną opcję należy nacisnąć . Użycie przycisku o symbolu  skutkuje wyjściem z menu głównego.

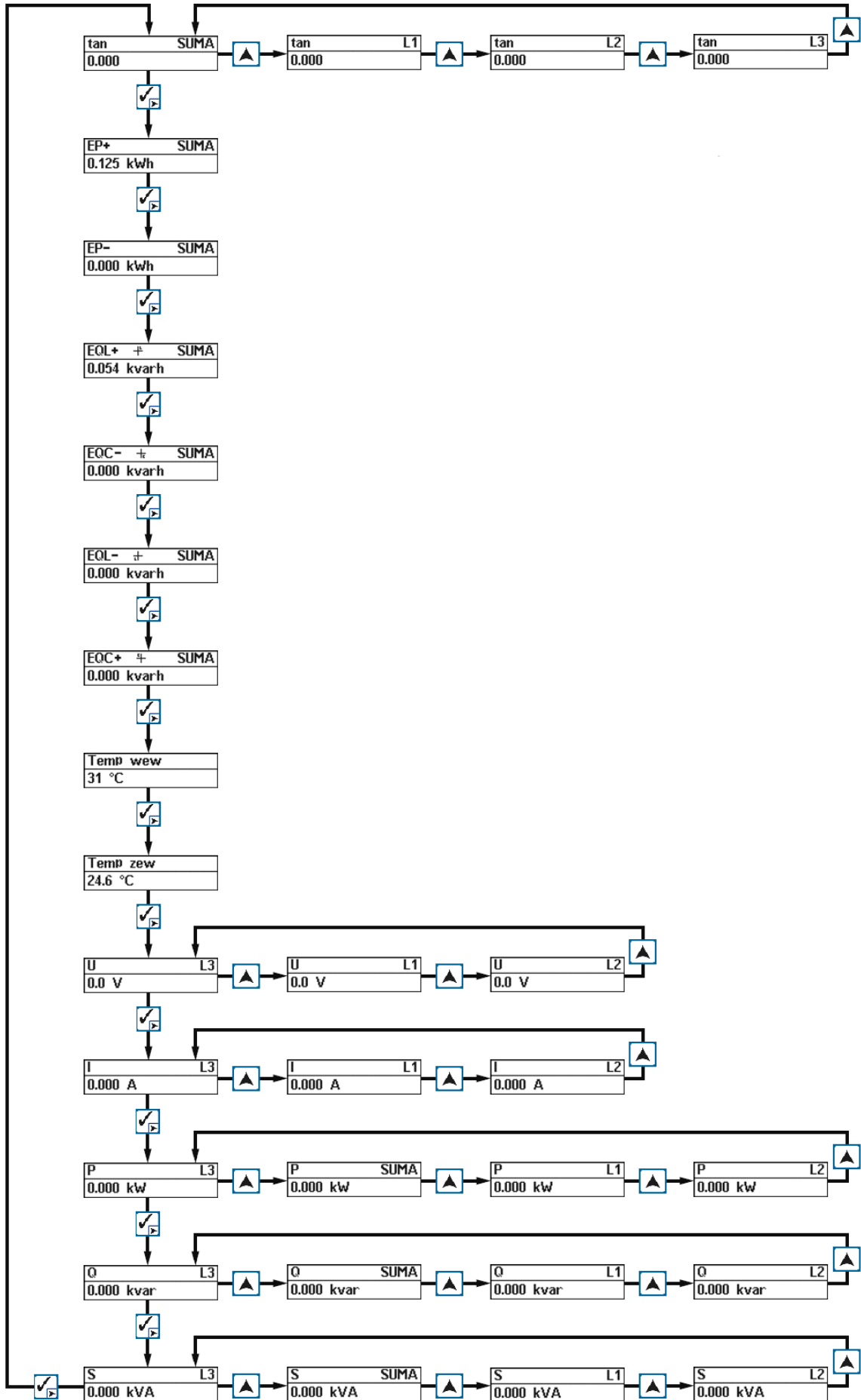
7.1. Pomiary

Po uruchomieniu, regulator automatycznie przechodzi w *Pomiary*. Na ekranie możliwe jest wyświetlenie następujących danych pomiarowych (wszystkie parametry odświeżane są na bieżąco):



- współczynnik mocy $\text{tg}\varphi$ (w poszczególnych fazach oraz $\text{tg}\varphi$ trójfazowy) (tan)
- energia czynna pobrana (EP+)
- energia czynna oddana (EP-)
- energia bierna indukcyjna pobrana (EQL+)
- energia bierna pojemnościowa oddana (EQC-)
- energia bierna indukcyjna oddana (EQL-)
- energia bierna pojemnościowa pobrana (EQC+)
- temperatura wewnętrzna (Temp wew)

- temperatura zewnętrzna (Temp zew)
- napięcie w poszczególnych fazach (U)
- prąd w poszczególnych fazach (I)
- moc czynna w poszczególnych fazach oraz moc czynna trójfazowa (P)
- moc bierna w poszczególnych fazach oraz moc bierna trójfazowa (Q)
- moc pozorna w poszczególnych fazach oraz moc pozorna trójfazowa (S)


Przełączanie pomiędzy poszczególnymi parametrami wykonuje się poprzez naciśnięcie przycisku  lub . Natomiast, aby wyświetlić wartość dla poszczególnych faz lub wartość trójfazową należy użyć przycisku  lub .

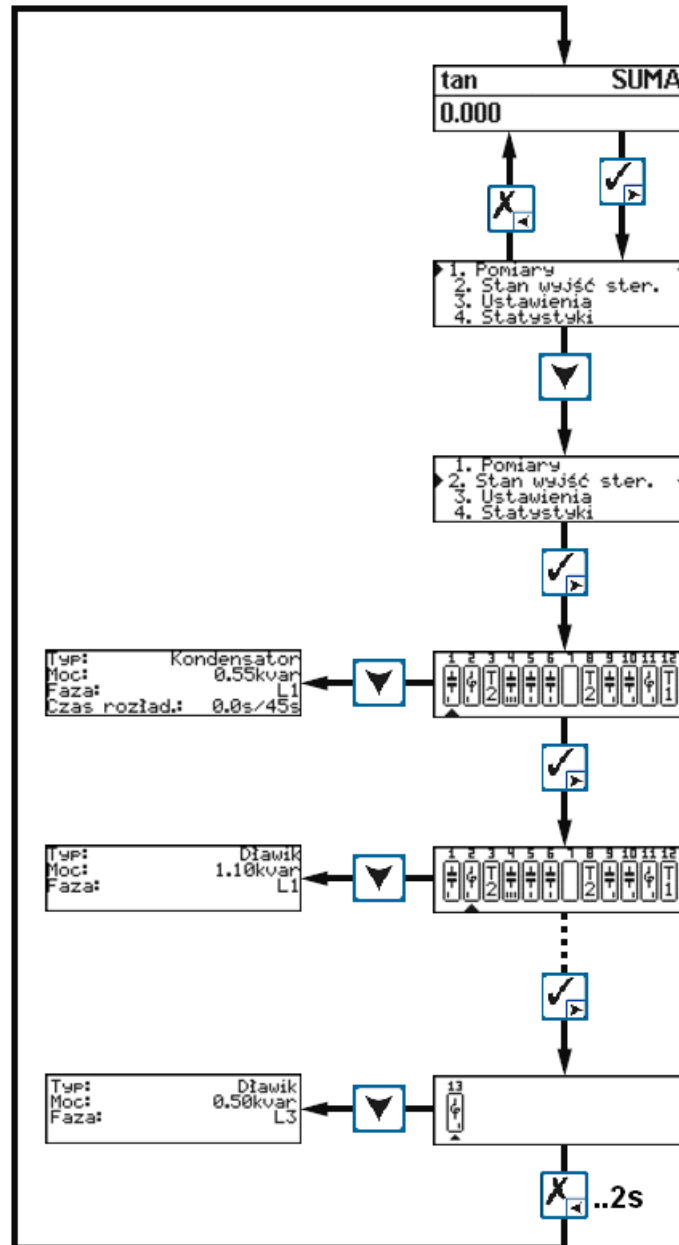


Rysunek 6. Pomiary

Używając przycisków  lub  Użytkownik porusza się pomiędzy parametrami w przeciwnym kierunku niż jest to pokazane na powyższym rysunku.






7.2. Stan wyjść sterujących

Podgląd aktualnego stanu i informacji dotyczących poszczególnych wyjść sterujących dostępny jest w menu *Stan wyjść sterujących*. Aby tam wejść należy z menu głównego wybrać *Stan wyjść sterujących* i nacisnąć .



Rysunek 7. Stan wyjść sterujących


Wyjście sterujące jest opisywane przez następujące informacje:

- **Typ:** kondensator , dławik , temperatura1 , temperatura2 , brak ,
- **Moc** – dotyczy dławików i kondensatorów,
- **Faza** – numer fazy do której podłączony jest dany stopień (dotyczy stopni pojemnościowych i indukcyjnych), numer fazy oznaczony jest przez odpowiednie umieszczenie pionowej kreski poniżej oznaczenia stopnia:



faza 1 

faza 2 

faza 3 

stopień trójfazowy 

- **Czas rozład.** – pozostały czas do rozładowania (dotyczy tylko kondensatorów mocy),
- **Temp. Zał./Temp. wyl.** – dotyczy stopni termoregulacji (T1, T2).







Oznaczenie stopnia, który jest załączony sygnalizowane jest przez inwersję kolorów w danym stopniu, np.  (zał.),  (wyl.).

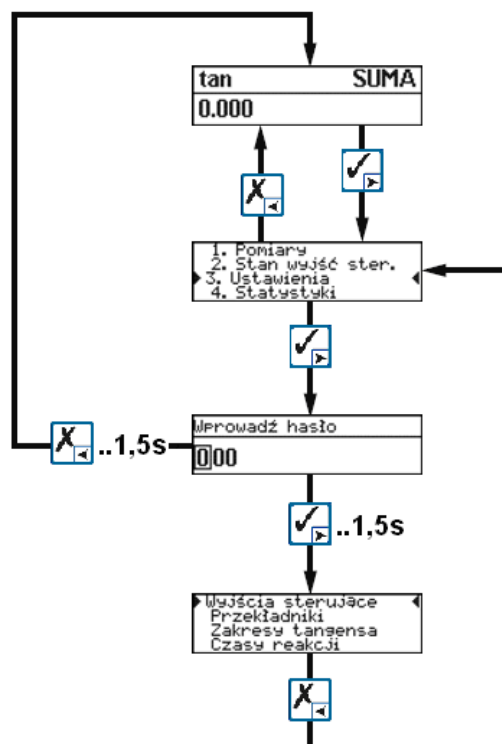
W przypadku kondensatorów na ekranie głównym stanu stopni (z pokazanymi wszystkimi stopniami) zaznaczone jest, który kondensator jest w trakcie rozładowywania i na jakim etapie rozładowywania się znajduje, np.



7.3. Ustawienia

UWAGA! Regulator automatycznie opuszcza tryb ustawień, jeśli przez 10 min nie został naciśnięty żaden z przycisków. W przypadku, gdy regulator automatycznie opuścił ten tryb, wszystkie wprowadzone zmiany zostaną utracone. W takim przypadku zaleca się ponowne wejście do ustawień regulatora i sprawdzenie poprawności nastaw.

Menu *Ustawienia* służy do skonfigurowania i ustawienia nastaw ogólnych i parametrów regulatora, a także konfiguracji poszczególnych stopni podłączonych do tego regulatora. W celu wejścia w tryb konfiguracji należy w menu głównym wybrać *Ustawienia* i nacisnąć . Ustawienia regulatora MRM-3f zabezpieczone są trzy cyfrowym hasłem (domyślnie: 012). Do poruszania się pomiędzy poszczególnymi pozycjami cyfr służą przyciski  i , natomiast do ustawienia samej cyfry (na wybranej pozycji) używa się przycisku  lub . Po ustawieniu hasła należy przycisnąć i przytrzymać przez przycisk  przez ok. 1,5 s. W przypadku wybrania poprawnego hasła otworzy się menu ustawienia regulatora, w przeciwnym razie, regulator przejdzie do wyświetlania pomiarów. Odpowiednie ustawienie wszystkich wartości zapewnia poprawną pracę całego układu kompensacji mocy biernej.



Rysunek 8. Ustawienia

Tabela 2. Zakres nastaw parametrów regulatora MRM-3f

<u>PARAMETR</u>	<u>ZAKRES NASTAW</u>	<u>SKOK</u>
Wyjścia sterując		
Moc	1 ÷ 50000 var	1 var
Czas rozładowania*	1 ÷ 1000 s	1 s
Przekładniki		
Przekładnia	1 ÷ 1000	1
Zakresy tangensa		
Regulacyjny min.	-1,000 ÷ 1,000	0,001
Regulacyjny maks.	-1,000 ÷ 1,000	0,001
Rozliczeniowy min.	-1,000 ÷ 1,000	0,001
Czasy reakcji		
Załącz	1,3 ÷ 1000 s	0,1 s
Wyłącz	1,3 ÷ 1000 s	0,1 s
Wyłącz poj.	1,3 ÷ 1000 s	0,1 s
Załącz dławik 3f	1 ÷ 1000 s	1 s
Wyłącz dławik 3f	1 ÷ 1000 s	1 s
Czułość regulacji		
Współczynnik %QC	1 ÷ 100%	1%

Współczynnik %QL	1 ÷ 100%	1%
Min. EQC	1 ÷ 50000 mvarh	1 mvarh
Minimalne progi		
Napięcie (Umin)	1,00 ÷ 250,00 V	0,01 V
Moc czynna (Pmin)	1 ÷ 50000 W	1 W
Temperatury		
Temp 1: załączenie	-20 ÷ 80 °C	0,01 °C
Temp 1: wyłączenie	-20 ÷ 80 °C	0,01 °C
Temp 2: załączenie	-20 ÷ 80 °C	0,01 °C
Temp 2: wyłączenie	-20 ÷ 80 °C	0,01 °C
Temp PFC: wyłączenie	1 ÷ 100 °C	0,01 °C
Temp PFC: załączenie	1 ÷ 100 °C	0,01 °C
Rejestrator energii		
Okres rejestracji	1 ÷ 999 min	1 min
Transmisja		
Opóźnienie	0 ÷ 999 ms	1 ms
Adres MODBUS	1 ÷ 253	1

*Czas rozładowania może zmienić jedynie serwis Twelve Electric na pisemne życzenie Klienta.

7.3.1. Wyjścia sterujące

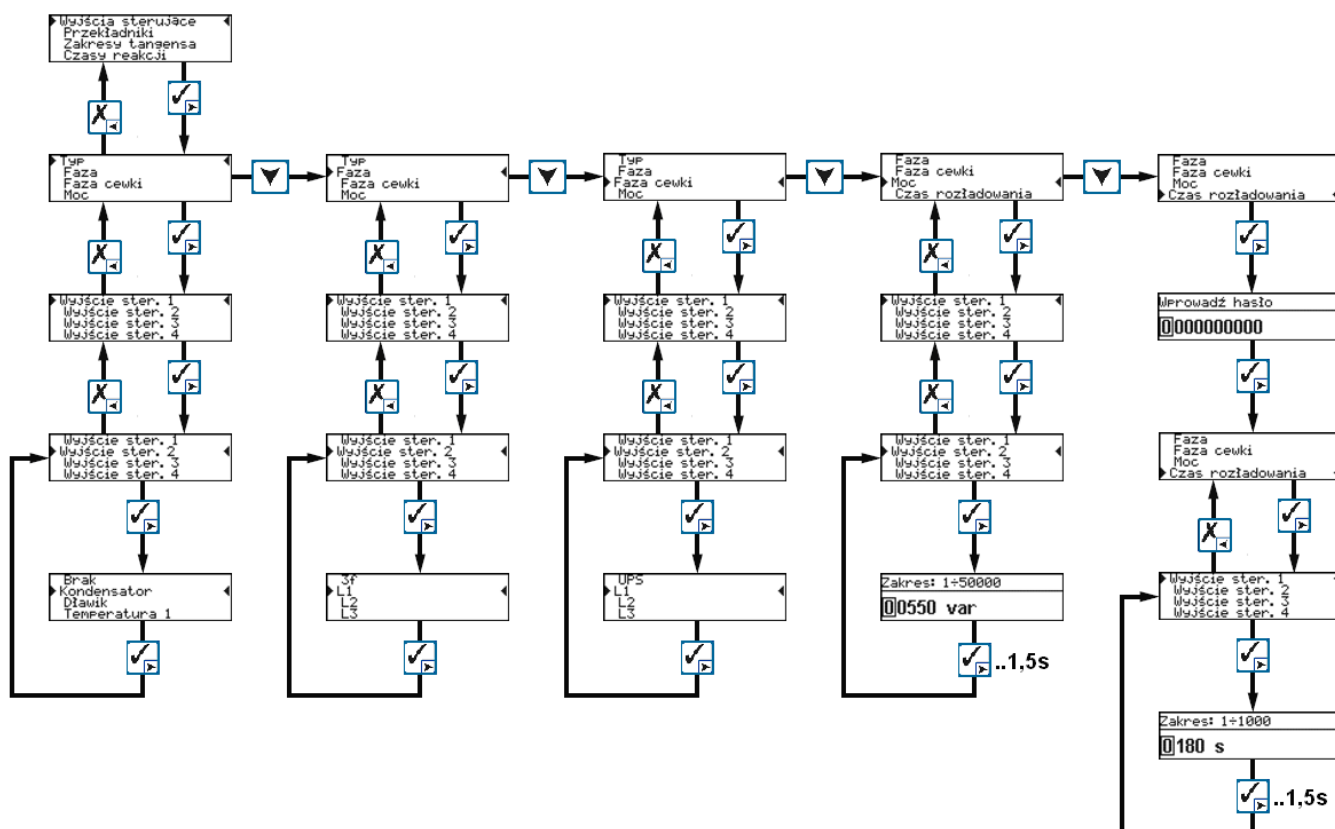
W menu *Wyjścia sterujące* można dokonać zmian parametrów charakteryzujących poszczególne stopnie baterii sterowane przez regulator: typ (brak, kondensator, dławik, temperatura 1, temperatura 2), faza (3f, L1, L2, L3), faza cewki (UPS, L1, L2, L3), moc, czas rozładowania.

UWAGA! Wykorzystanie 13 wyjścia do sterowania stopniem możliwe jest po zastosowaniu przekaźnika SSR włączonego w obwód jak na rys. 26 i 27.

UWAGA! Konfiguracja niezgodna z rzeczywistym wyposażeniem baterii spowoduje uszkodzenie baterii oraz błędną kompensację, co w konsekwencji przyczyni się do naliczania opłat za nieskompensowaną energię bierną.

UWAGA! Zmianę nastaw regulatora w zakresie czasu rozładowania może wykonać jedynie serwis Twelve Electric na pisemne życzenie Klienta.

UWAGA! Zastosowany w MRM-3f algorytm regulacji dopuszcza jednoczesną pracę kondensatorów i dławików tylko w przypadku, gdy zaistnieje zależność: moc załączonego dławika $\geq 2 \times$ moc najmniejszego kondensatora.



Rysunek 9. Ustawienia – Wyciąga sterujące

Typ wyciąga sterującego: *Brak, Kondensator, Dławik, Temperatura 1, Temperatura 2.*

Dwie ostatnie opcje są to stopnie termoregulacji odpowiednio dla progu 1 i 2, które służą do sterowania wentylatorami w zależności od nastawionych progów temperatury.

Faza – wybór fazy, do której podłączony jest konkretny stopień lub wybór 3f jeśli stopień jest trójfazowy.

Faza cewki – wybór fazy, z której zasilana jest cewka stycznika.

Moc – moc stopnia ustawiana w jednostce var, dotyczy stopni pojemnościowych i indukcyjnych.

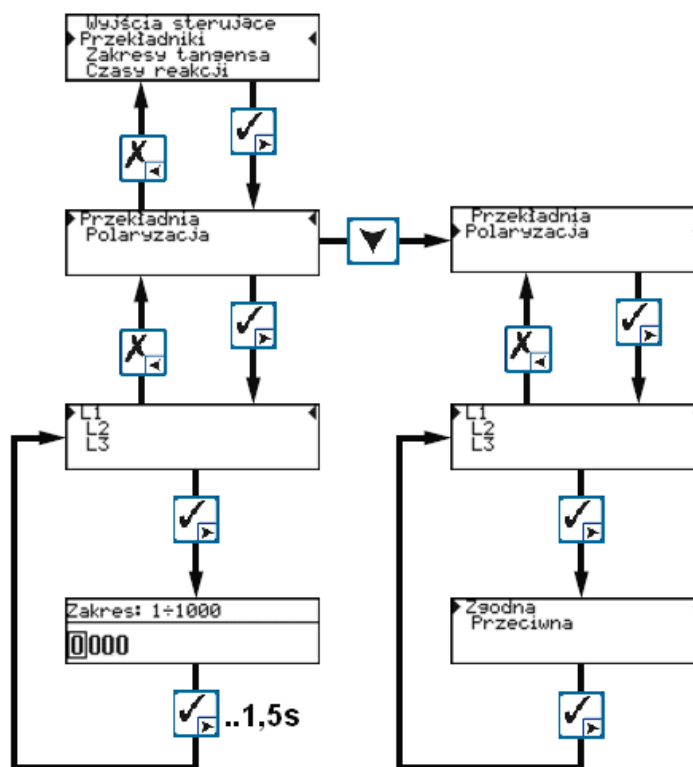
Czas rozładowania – czas zwłoki pomiędzy kolejnymi załączeniami stopnia pojemnościowego potrzebny na rozładowanie kondensatora.

Zmiana czasu rozładowania jest możliwa po wpisaniu hasła. W celu konfiguracji tego parametru Użytkownik musi skontaktować się z Producentem. Zastosowana blokada edycji czasu rozładowania kondensatora (fabrycznie 180 s), ma na celu zabezpieczenie przed załączeniem nierozładowanego członu pojemnościowego (przy założeniu, że rezystory rozładowcze są sprawne). Na życzenie Klienta można skrócić fabrycznie nastawiony czas zwłoki włączenia kondensatora. Regulacja ze skróconym czasem zwłoki i krótkim czasem reakcji jest możliwa jedynie po zastosowaniu dławików szybkorozładowczych np. SR lub łączników elektronicznych.

7.3.2. Przekładniki

W przypadku regulatora z pomiarem półpośrednim (5 A), należy ustawić parametry zastosowanych przekładników prądowych w trzech fazach (przekładnia i polaryzacja).

Gwarancją poprawnego działania regulatora jest prawidłowe podłączenie sygnałów pomiarowych. Istotne jest by prądowi danej fazy odpowiadało napięcie z tej samej fazy. Przy pomiarze bezpośrednim (bez przekładników prądowych) nastawę „przekładnia” należy ustawić 1.

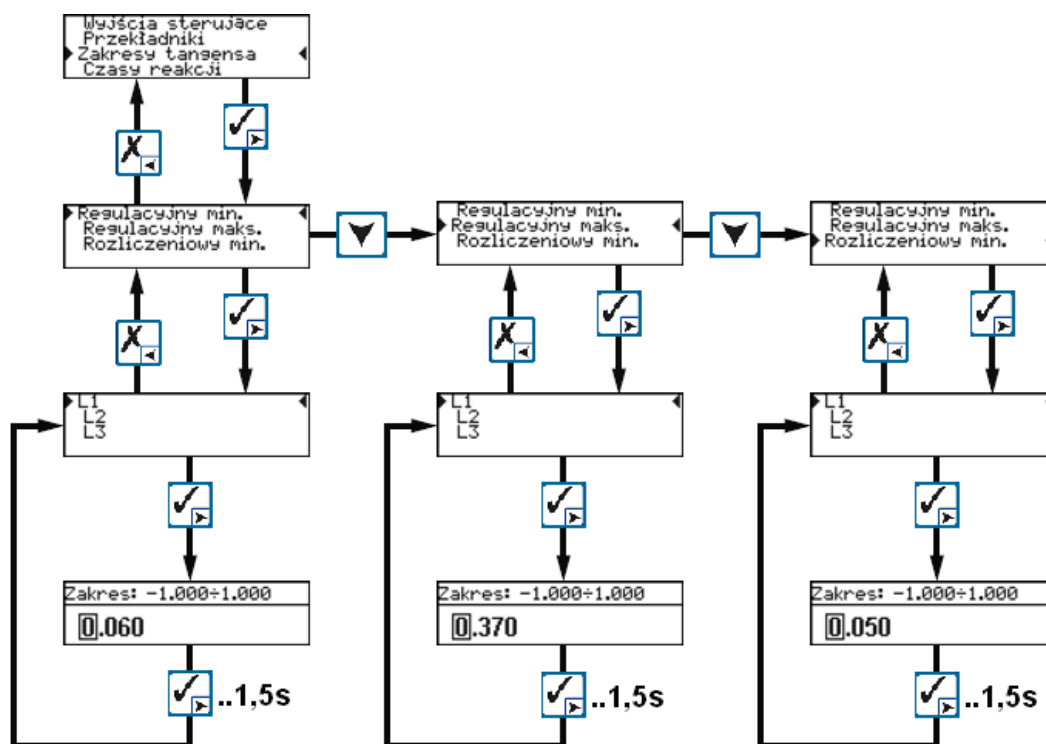


Rysunek 10. Ustawienia – Przekładniki

7.3.3. Zakresy tangensa

Parametr ten ustala zakres współczynnika mocy $\text{tg}\phi$, do którego dążyć będzie regulator w procesie załączania stopni baterii. W przypadku przekroczenia zadanych wartości $\text{tg}\phi$ następuje rozpoczęcie kompensacji mocy biernej. Należy go ustawić **osobno dla każdej fazy** w wariantach:

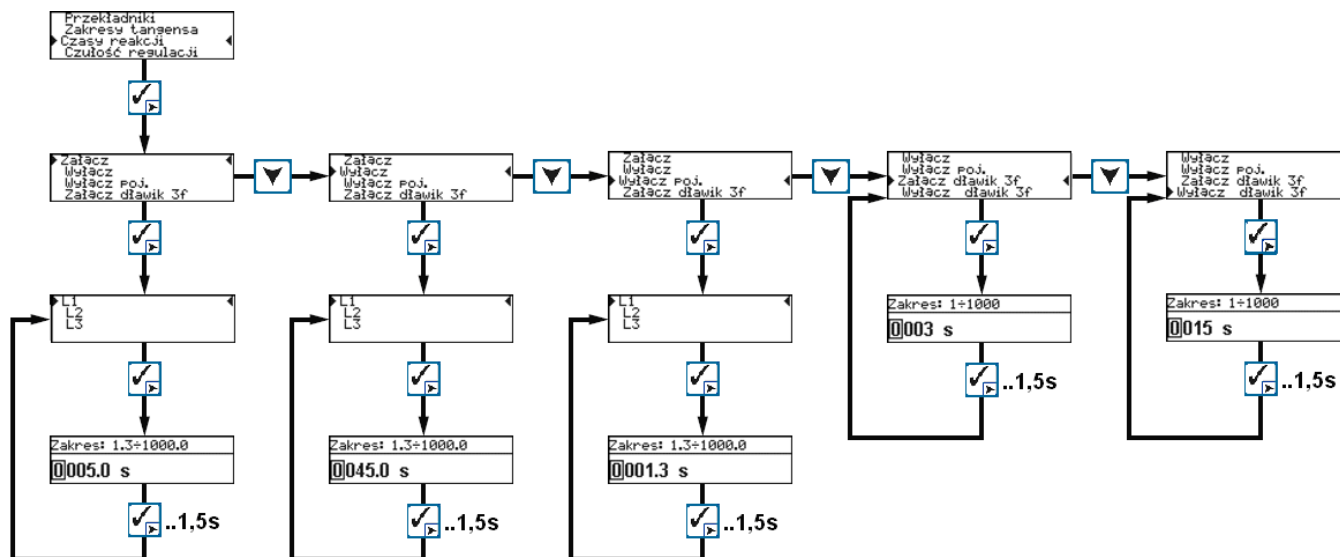
- **Regulacyjny min.** – dolna granica zakresu współczynnika mocy dla poszczególnych faz. Poniżej tej wartości regulator odmierza czas na wyłączenie stopnia pojemnościowego (czas „**wyłącz**”) i po jego upływie wyłącza stopień pojemnościowy.
- **Regulacyjny maks.** – górna granica zakresu współczynnika mocy dla poszczególnych faz. Po przekroczeniu tej wartości regulator odmierza czas na załączenie stopnia pojemnościowego lub wyłączenie stopnia indukcyjnego (czas „**załącz**”) i po jego upływie załącza kondensator lub wyłącza dławik.
- **Rozliczeniowy min.** – dolna granica zakresu taryfowego współczynnika mocy dla poszczególnych faz, który został określony w umowie zawartej z Dostawcą energii (jako warunek braku przekompensowania). Poniżej tej wartości regulator odmierza czas („**wyłącz poj.**”) na wyjście z pojemności, po którym wyłącza stopień pojemnościowy lub załącza stopień indukcyjny.



Rysunek 11. Ustawienia - Zakresy tangensa

7.3.4. Czasy reakcji

Nastawy opisane jako *Czasy reakcji* wyznaczają czas po jakim regulator znajdując się w określonym stanie wykona czynność wynikającą z tego stanu. Ustawiane wartości czasów reakcji powinny uwzględniać dynamikę zmian mocy biernej, czas rozładowania kondensatora oraz deklarowaną liczbę łączy stycznika.



Rysunek 12. Ustawienia - Czasy reakcji

Regulator kontroluje czas rozładowania każdego kondensatora (fabrycznie 180 s) i dlatego możliwe jest ustawienie bardzo krótkich czasów reakcji na szybkie zmiany mocy biernej. Czas ten (fabrycznie 180 s od chwili jego wyłączenia) powoduje, że przy małej liczbie stopni baterii i zbyt krótkich czasach reakcji, próba załączenia kondensatora wynikająca z nastaw nie powiedzie się, gdyż będzie on jeszcze w fazie rozładowania. Przy szybkich zmianach obciążenia i krótkich

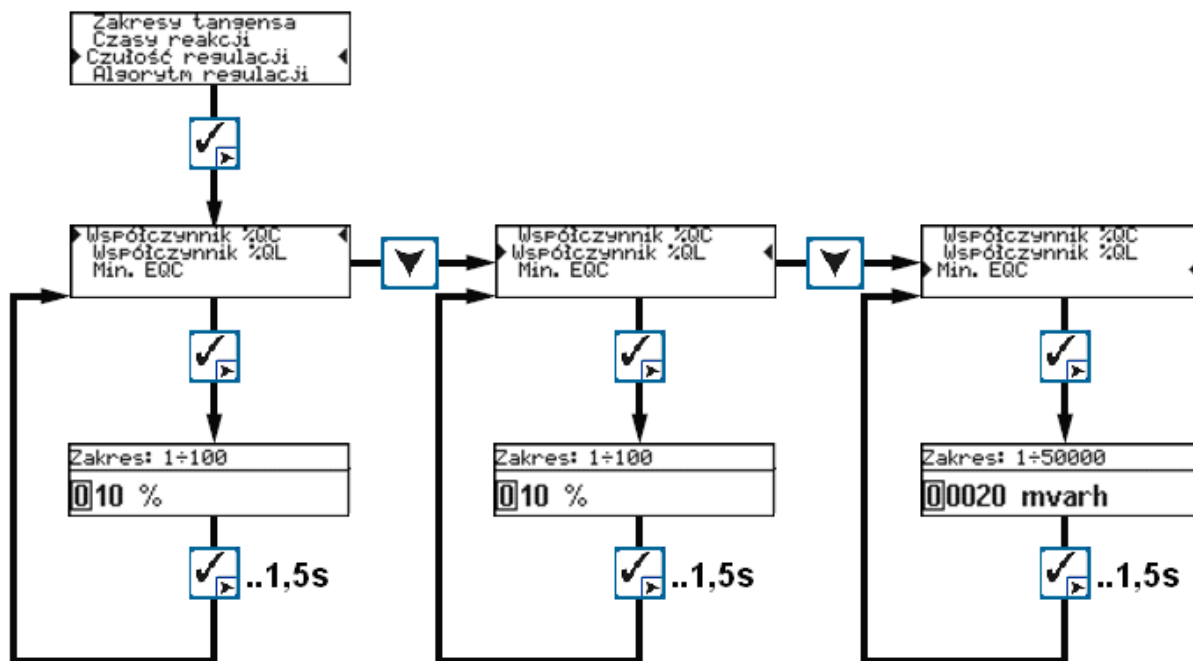
czasach reakcji wszystkie kondensatory mogą być jednocześnie w fazie rozładowania, co może znacznie pogorszyć skuteczność kompensacji. Wyżej wymieniony warunek czasu rozładowania nie dotyczy dławików kompensujących.

W regulatorze MRM-3f rozróżnia się następujące czasy reakcji:

- „Załącz” – zwłoka czasowa, po której następuje załączenie stopnia pojemnościowego lub wyłączenie jednofazowego stopnia indukcyjnego,
- „Wyłącz” – zwłoka czasowa, po której następuje wyłączenie stopnia pojemnościowego,
- „Wyłącz poj.” – zwłoka czasowa, po której następuje wyłączenie stopnia pojemnościowego lub załączenie jednofazowego stopnia indukcyjnego (wartość tangensa jest poniżej nastawy tg rozliczeniowy min.),
- „Załącz dławik 3f” – zwłoka czasowa, po której następuje załączenie trójfazowego stopnia indukcyjnego,
- „Wyłącz dławik 3f” – zwłoka czasowa, po której następuje wyłączenie trójfazowego stopnia indukcyjnego.

7.3.5. Czulość regulacji

Nastawa opisana jako *czulość regulacji* %QL i %QC decyduje o wielkości mocy nieskompensowanej wyrażonej jako procent mocy pierwszego stopnia (pojemnościowego lub indukcyjnego). Parametry te decydują o czulości regulatora na niewielkie zmiany mocy biernej, co w konsekwencji ma zasadniczy wpływ na skuteczność procesu kompensacji.



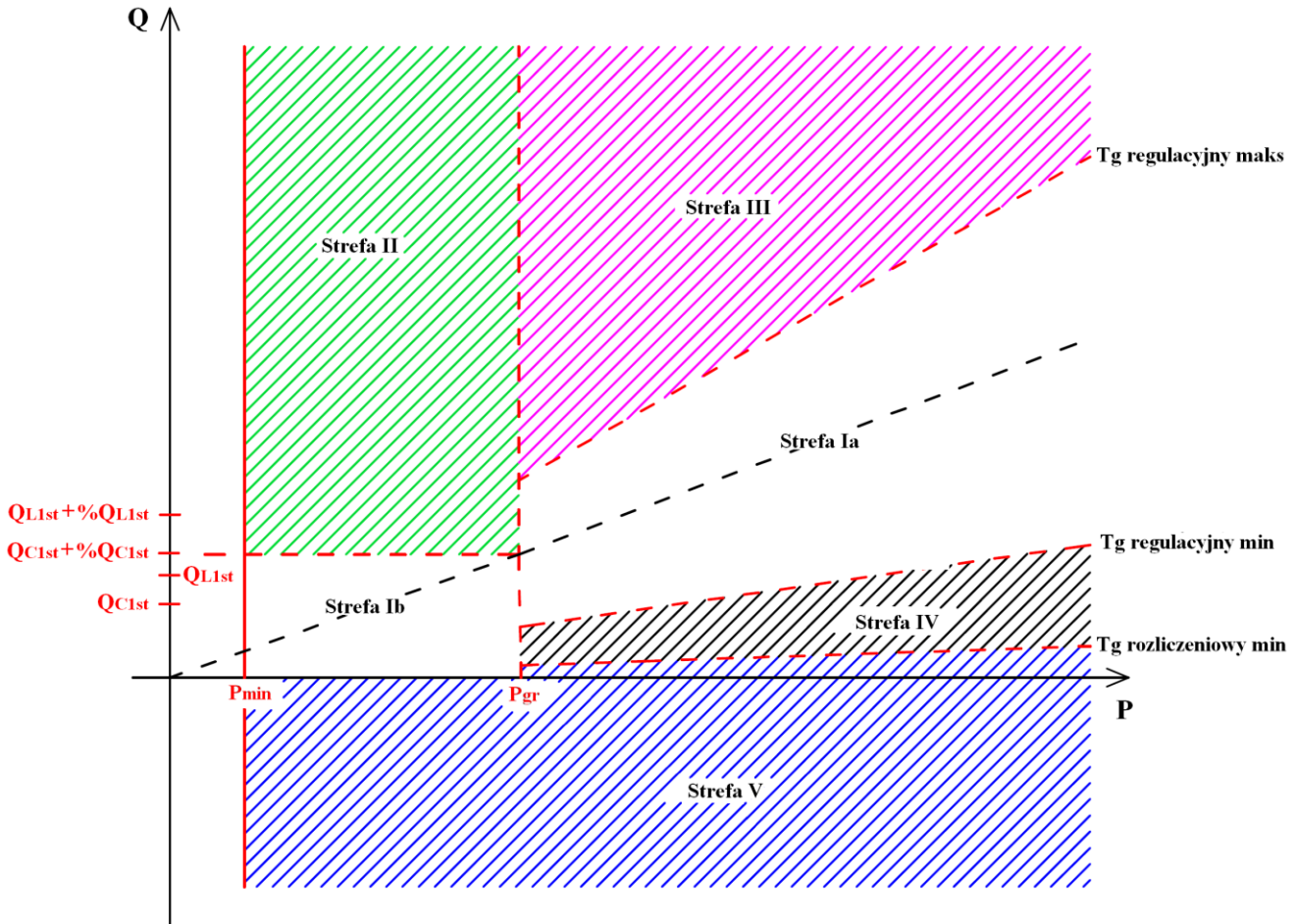
Rysunek 13. Ustawienia - Czulość regulacji

Wartość nastawy programuje się osobno dla stopni pojemnościowych %QC i indukcyjnych %QL. Zbyt małe wartości nastawy %QC i %QL mogą spowodować naprzemienne załączanie i wyłączanie I-go stopnia baterii. Z drugiej strony trzeba pamiętać, że zbyt duża wartość nastawy sprawi, że potrzebna będzie większa zmiana mocy biernej odbiorów, aby regulator zareagował załączeniem lub wyłączeniem stopnia.

W tych nastawach jest również możliwość ustawienia minimalnej ilości energii biernej EQC potrzebnej do załączenia dławika trójfazowego. Poniżej nastawionej wartości nie zostanie on załączony.

Opis algorytmu regulacji mocy biernej Q

Podstawowym celem procesu regulacji jest utrzymywanie mocy biernej przy aktualnym poziomie mocy czynnej w strefie I. Szerokość tego obszaru zależy od nastaw tg regulacyjny min. i tg regulacyjny maks. W sytuacji, gdy punkt pracy wyznaczony przez wartości mocy czynnej P i mocy biernej Q znajdują się w strefie I, regulator nie zmienia stanu stopni. Nastawy opisane jako czas reakcji wyznaczają opóźnienie po jakim regulator znajdując się w określonym stanie może wykonać czynność przypisaną do tego stanu.



Rysunek 14. Charakterystyka regulacji mocy biernej Q w funkcji mocy czynnej P w pierwszym kwadrancie

Charakterystykę regulacji wyznaczają następujące parametry:

- Nastawa tg regulacyjny maks.
- Nastawa tg regulacyjny min.
- Nastawa tg rozliczeniowy min.
- $Q_{1stC} + \%QC$ – wielkość mocy biernej indukcyjnej, od której rozpoczyna się proces kompensacji (przy użyciu stopni kondensatorowych)
- $Q_{1stL} + \%QL$ – wielkość mocy biernej indukcyjnej, od której rozpoczyna się proces kompensacji (przy użyciu stopni indukcyjnych)
- P_{gr} – wartość mocy, przy której regulator zmienia kryteria sterowania z charakterystyki mocowej na zależną od wartości tangensa (wartość wyznaczona na podstawie nastaw),
- P_{min} – wartość mocy czynnej, powyżej której rozpoczyna się proces kompensacji.

Strefa Ia – wyznaczona jest przez nastawy tg regulacyjny min. i tg regulacyjny maks. W tym obszarze wartość tangensa mieści się w nastawach i nie są podejmowane czynności.

Strefa Ib – wyznaczona jest przez wartość $Q_{1stC} + \%QC$ i P_{gr} . W tym obszarze wartość mocy jest taka, że załączenie stopnia o najmniejszej mocy może spowoduje przekompensowanie, natomiast wyłączenie niedokompensowanie.

Strefa II – dla mocy czynnej poniżej wartości P_{min} , którą wyznacza procent pierwszego stopnia, sterowanie procesem kompensacji odbywa się przy pomocy mocy biernej Q . Regulacja według nastaw tangensa nie jest realizowana, ze względu na niemożliwe utrzymanie zadanych wartości, z uwagi na małą moc czynną. Dla większych obciążeń (powyżej mocy P_{min}) regulacja odbywa się zgodnie z nastawami tangensa.

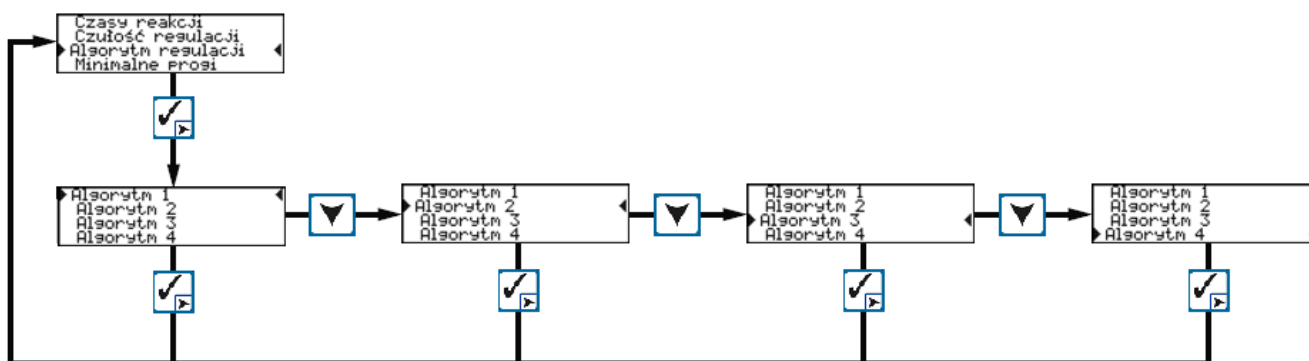
Strefa III – wartość tg regulacyjnego maks. jest przekroczone, co wskazuje na niedokompensowanie. Regulator odmierza czas na załączenie 1-fazowego stopnia pojemnościowego, a po jego upływie wyłącza dławik lub załącza kondensator.

Strefa IV – wartość tangensa jest poniżej nastawy tg regulacyjny min. (wyjście tangensa poza obszar wynikający z nastaw). Regulator odmierza czas na wyłączenie 1-fazowego stopnia pojemnościowego, a po jego upływie wyłącza stopień pojemnościowy lub załącza stopień indukcyjny.

Strefa V – wartość tangensa jest poniżej nastawy tg rozliczeniowy min, co wskazuje na duże przekompensowania mocy biernej. Regulator odmierza czas na wyłączenie pojemności, po którym wyłącza stopień pojemnościowy lub załącza dławik.

7.3.6. Algorytm regulacji

Użytkownik ma do wyboru jeden z czterech algorytmów pracy regulatora określających sposób załączania kondensatorów i dławików.



Rysunek 15. Ustawienia - Algorytm regulacji

Algorytm 1

Algorytm kompensacji jednofazowymi stopniami kondensatorowymi i dławikowymi, bez możliwości jednoczesnej pracy stopni pojemnościowych i indukcyjnych.

Algorytm 2

Algorytm kompensacji jednofazowymi stopniami kondensatorowymi i trójfazowymi stopniami dławikowymi, z możliwością pracy układu przy załączonej indukcyjności i procesach doregulowujących, realizowanych przez jednofazowe kondensatory.

Algorytm 3

Algorytm kompensacji jednofazowymi stopniami kondensatorowymi i dławikowymi, z możliwością jednoczesnej pracy stopni pojemnościowych i indukcyjnych.

Algorytm 4

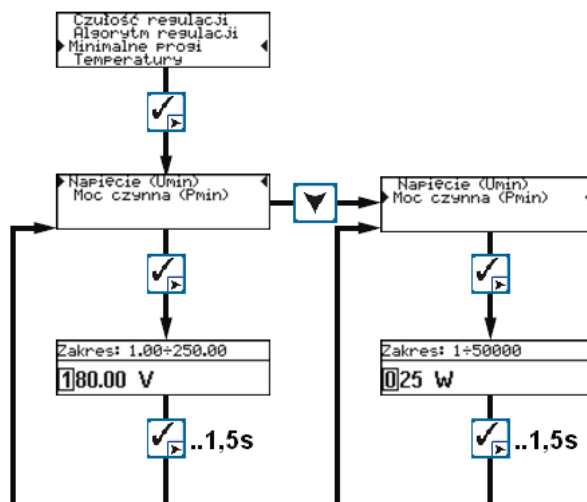
Algorytm kompensacji jednofazowymi i trójfazowymi stopniami kondensatorowymi oraz jednofazowymi stopniami dławikowymi, z możliwością jednoczesnej pracy stopni pojemnościowych i indukcyjnych.

Algorytm 5

Algorytm kompensacji jedynie członami trójfazowymi na podstawie mocy sumarycznych.

7.3.7. Minimalne progi

Nastawa opisana jako *Minimalne progi* decyduje o wstrzymaniu procesu kompensacji, w przypadku obniżenia napięcia poniżej nastawionej wartości (U_{min}) i/lub obniżenia wartości mocy czynnej poniżej nastawionej wartości (P_{min}) – regulator przechodzi w stan czuwania, wszystkie stopnie zostają odłączone. Ograniczenie mocy czynnej służy również do wstrzymania procesu kompensacji w przypadku generowania mocy przez zakład.

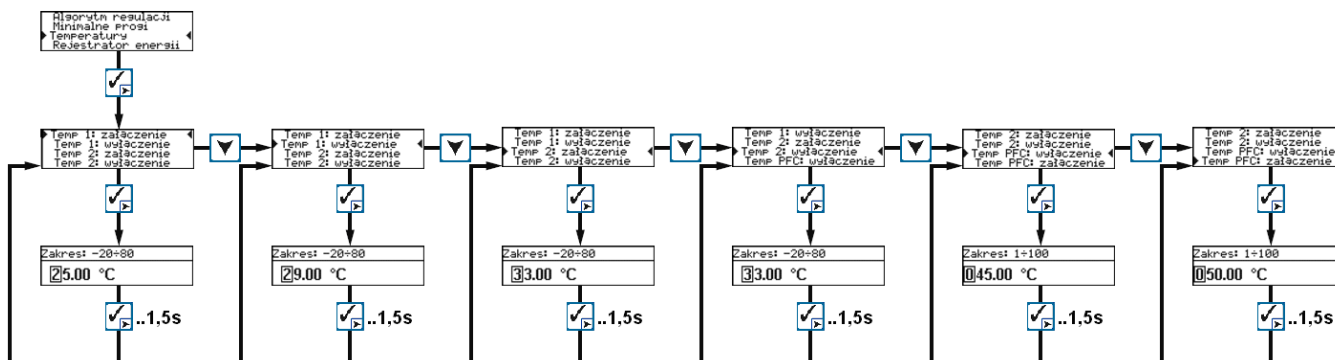


Rysunek 16. Ustawienia - Minimalne progi

7.3.8. Temperatury

Funkcjonalność umożliwia utrzymanie optymalnej temperatury wewnątrz baterii.

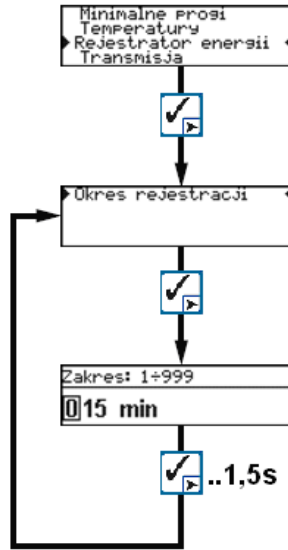
- Temp 1: załączenie – wartość temperatury, przy której wyjście sterujące skonfigurowane jako Temp1 zmienia stan,
- Temp 1: wyłączenie – wartość temperatury, przy której wyjście sterujące skonfigurowane jako Temp1 zmienia stan,
- Temp 2: załączenie – wartość temperatury, przy której wyjście sterujące skonfigurowane jako Temp2 zmienia stan,
- Temp 2: wyłączenie – wartość temperatury, przy której wyjście sterujące skonfigurowane jako Temp2 zmienia stan,
- Temp PFC: wyłączenie – wartość temperatury, przy której regulator wstrzymuje proces kompensacji,
- Temp PFC: załączenie – wartość temperatury, przy której regulator wznowia proces kompensacji.



Rysunek 17. Ustawienia - Temperatury

7.3.9. Rejestrator energii

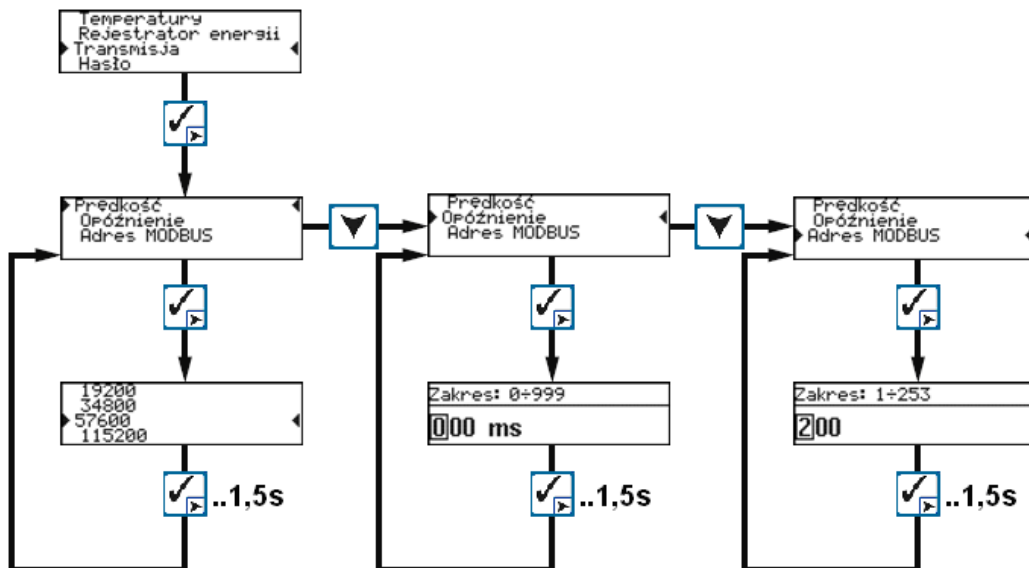
Funkcjonalność umożliwiająca zapis kolejnych stanów licznika energii (energia czynna pobrana, energia bierna indukcyjna, energia bierna pojemnościowa) w pamięci regulatora. Użytkownik ma możliwość ustawienia okresu rejestracji.



Rysunek 18. Ustawienia - Rejestrator energii






7.3.10. Transmisja

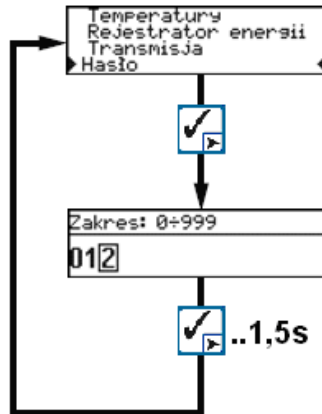
Funkcjonalność umożliwiająca ustawienie parametrów komunikacyjnych (prędkość transmisji, opóźnienie, adres Modbus) wymaganych do poprawnego przesyłu danych pomiędzy regulatorem a komputerem PC, który jest wyposażony w oprogramowanie, np. MRM-3f-Konfigurator. Zgodnie ze specyfikacją protokołu Modbus RTU każde urządzenie dołączone do wspólnej magistrali musi mieć własny, indywidualny adres. Nie spełnienie tego wymogu spowoduje błędy w transmisji. Jako prędkość transmisji należy ustawić jedną z dostępnych wartości: 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 34800, 57600, 115200. Parametr „opóźnienie” określa czas przerwy między kolejnymi znakami.



Rysunek 19. Ustawienia – Transmisja


7.3.11. Hasło

Funkcjonalność umożliwiająca zmianę hasła dostępu do ustawień regulatora, składa się ono z trzech cyfr (inne znaki oprócz cyfr nie są możliwe do ustawienia). Domyślne hasło dla regulatora: „012” Ustawienie wartości „000” wyłącza funkcję hasła. Do poruszania się pomiędzy poszczególnymi pozycjami cyfr służą przyciski  i , natomiast do ustawienia samej cyfry (na wybranej pozycji) używa się przycisku  lub . Po ustawieniu hasła należy przycisnąć i przytrzymać przez przycisk  przez ok. 1,5 s.



Rysunek 20. Ustawienia – Hasło

7.3.12. Zapis ustawień

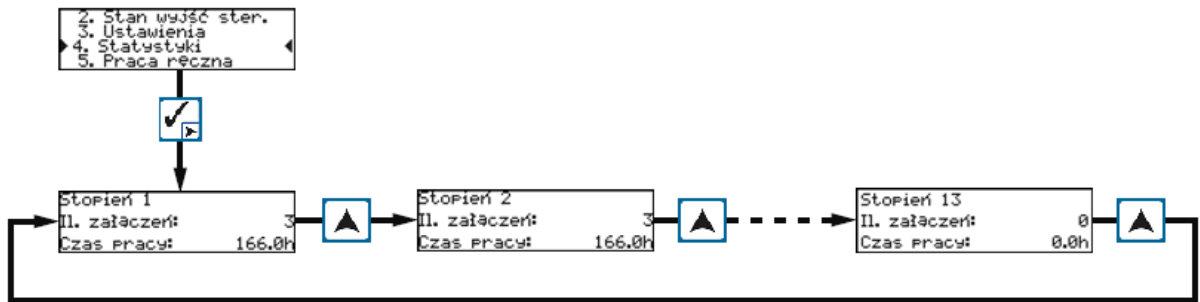
Ekran zapisu ustawień pojawia się po użyciu przycisku  w menu *Ustawienia*.



Rysunek 21. Ustawienia - Zapis

7.4. Statystyki

Regulator MRM-3f posiada funkcję rejestrowania statystyk dotyczących poszczególnych stopni. Dla każdego stopnia zapisywana jest liczba załączeń oraz całkowity czas pracy.



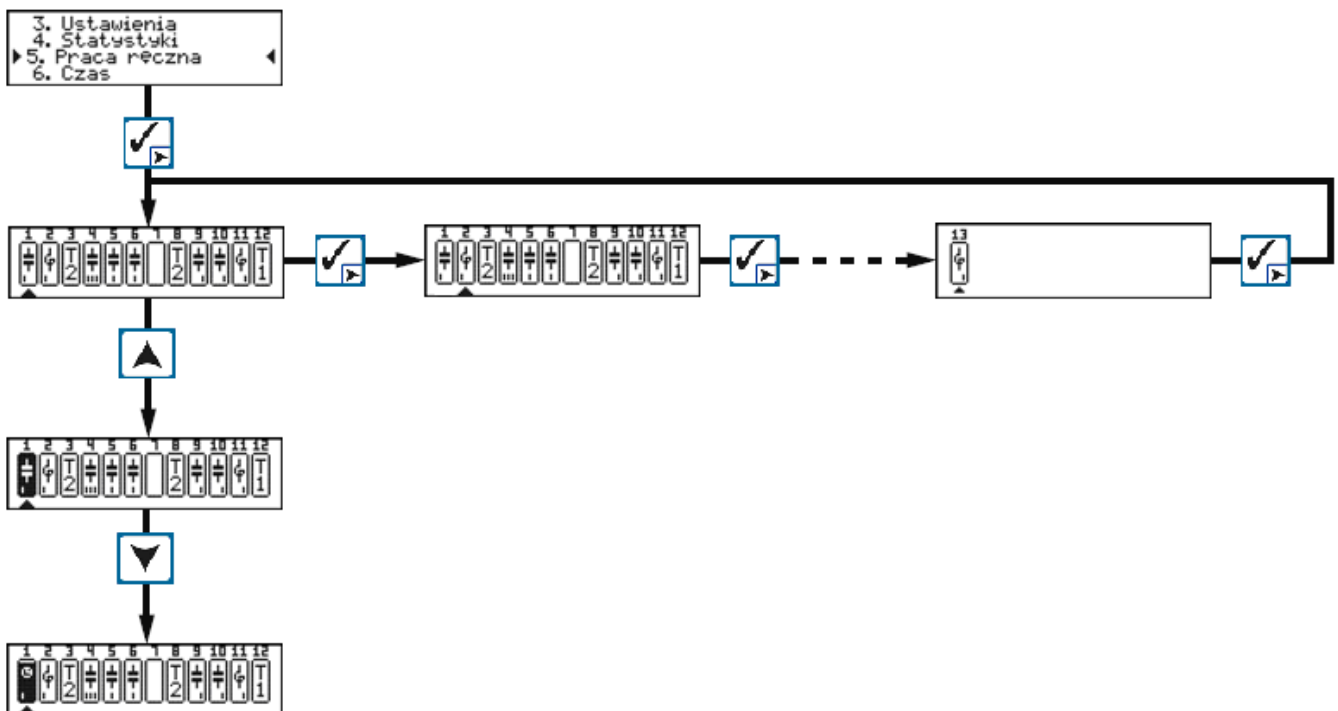
Rysunek 22. Statystyki

7.5. Praca ręczna

Jest to tryb pracy serwisowej umożliwiający diagnozowanie elementów systemu kompensacji mocy biernej.

UWAGA! W trybie „praca ręczna” działa blokada załączenia nierozładowanego kondensatora (nie jest możliwe ponowne załączenie wyłączonego kondensatora przed upływem ustawionego czasu na jego rozładowanie). Wartość fabryczna czasu rozładowania wynosi 180 s.

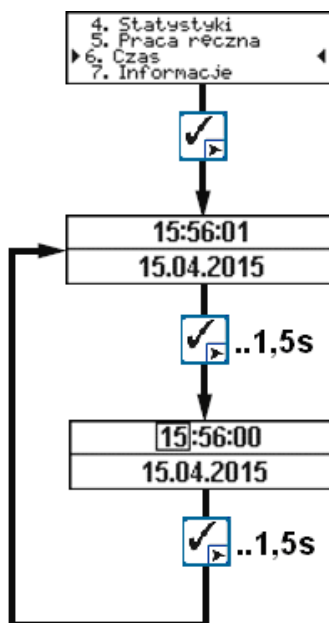
UWAGA! Automagiczne opuszczenie trybu „praca ręczna” następuje zawsze po 10 min od ostatniego naciśnięcia dowolnego przycisku.



Rysunek 23. Praca ręczna

7.6. Czas

Funkcjonalność umożliwiająca ustawienie daty i czasu regulatora.

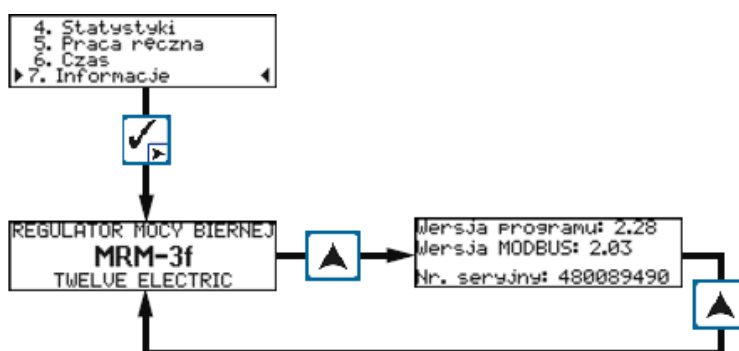


Rysunek 24. Czas

Do poruszania się pomiędzy poszczególnymi pozycjami służą przyciski i , natomiast do ustawienia samej wartości (na wybranej pozycji) używa się przycisku lub . Po ustawieniu daty i godziny należy przycisnąć i przytrzymać przez przycisk przez ok. 1,5 s.

7.7. Informacje

Po wejściu z menu głównego w *Informacje* (użycie przycisku) dostępne są dane dotyczące wersji regulatora tj. nazwa regulatora i firmy, wersja oprogramowania, wersja MODBUS oraz numer seryjny.



Rysunek 25. Informacje

8. Rozszerzona funkcjonalność

Dodatkowe możliwości konfiguracyjne i funkcjonalne zapewnia dedykowane oprogramowanie MRM-3f.

UWAGA! Pełen opis tej funkcjonalności znajduje się w instrukcji oprogramowania MRM-3f-Konfigurator.

9. Załączniki

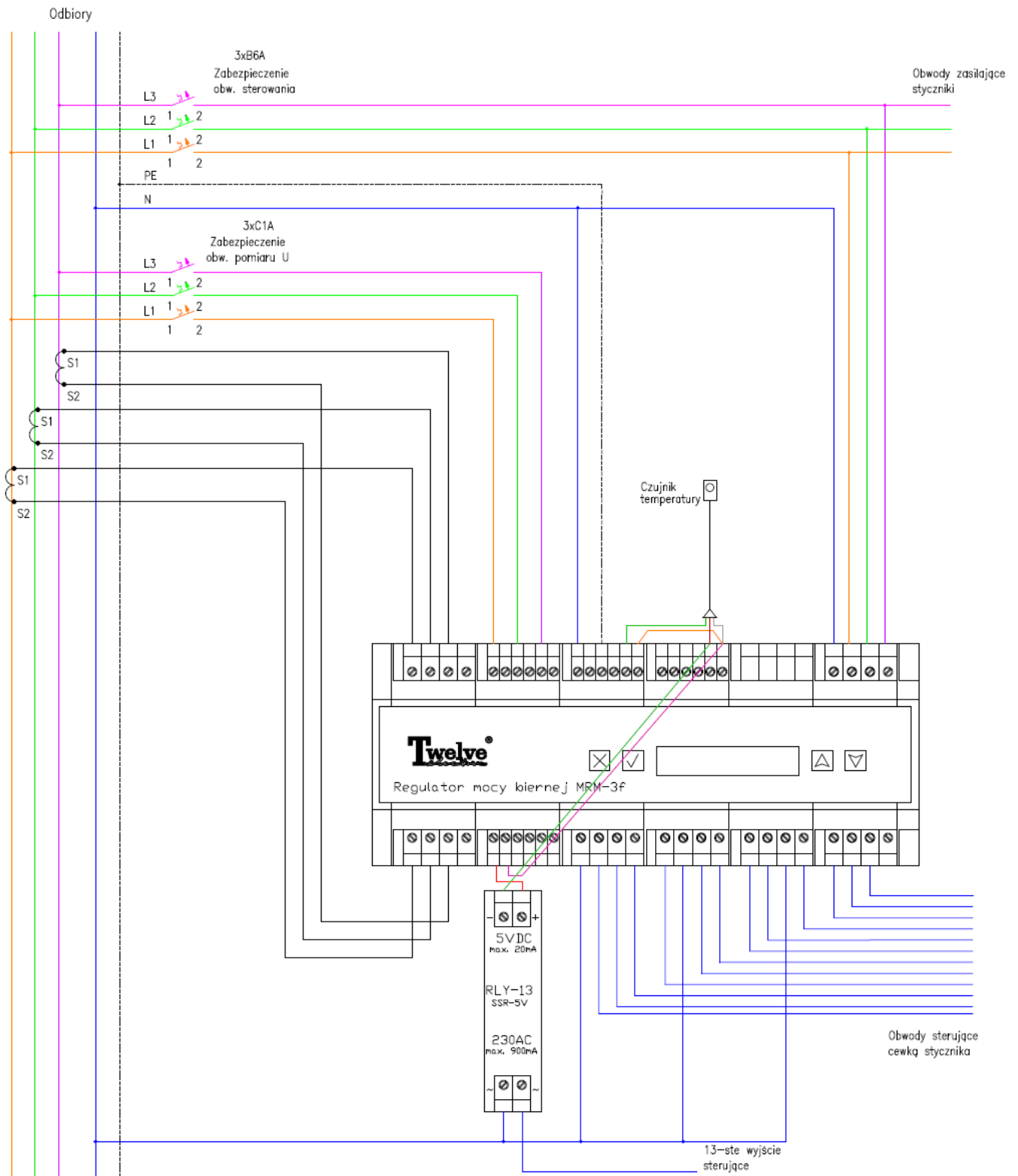
Tabela 3. Zestawienie wartości domyślnych

Nazwa parametru	Wartość domyślna
Ustawienia	
<i>Stan wyjść sterujących*</i>	
Czas rozładowania (stopień 1÷12)**	180 s
<i>Przekładniki (wersja regulatora z pomiarem półpośrednim 5 A)</i>	
Przekładnia (L1,L2,L3)	1
Polaryzacja (L1,L2,L3)	Zgodna
<i>Zakresy tangensa</i>	
Regulacyjny min. (L1,L2,L3)	0,060
Regulacyjny maks. (L1,L2,L3)	0.370
Rozliczeniowy min. (L1,L2,L3)	0,050
<i>Czasy reakcji</i>	
Załącz (L1,L2,L3)	5 s
Wyłącz (L1,L2,L3)	45 s
Wyłącz pojemność (L1,L2,L3)	1,3 s
Załącz dławik 3f	3 s
Wyłącz dławik 3f	15 s
<i>Czułość regulacji</i>	
Współczynnik %QC	10%
Współczynnik %QL	10%
Min. EQC	20 mvarh
<i>Algorytm regulacji</i>	
Algorytm	Algorytm 1
<i>Minimalne progi</i>	
Napięcie (Umin)	180 V
Moc czynna (Pmin)	25 W
<i>Termoregulacja</i>	
Temp 1: załączenie	28°C
Temp 1: wyłączenie	25°C
Temp 2: załączenie	33°C
Temp 3: wyłączenie	28°C
Temp PFC: wyłączenie	60°C

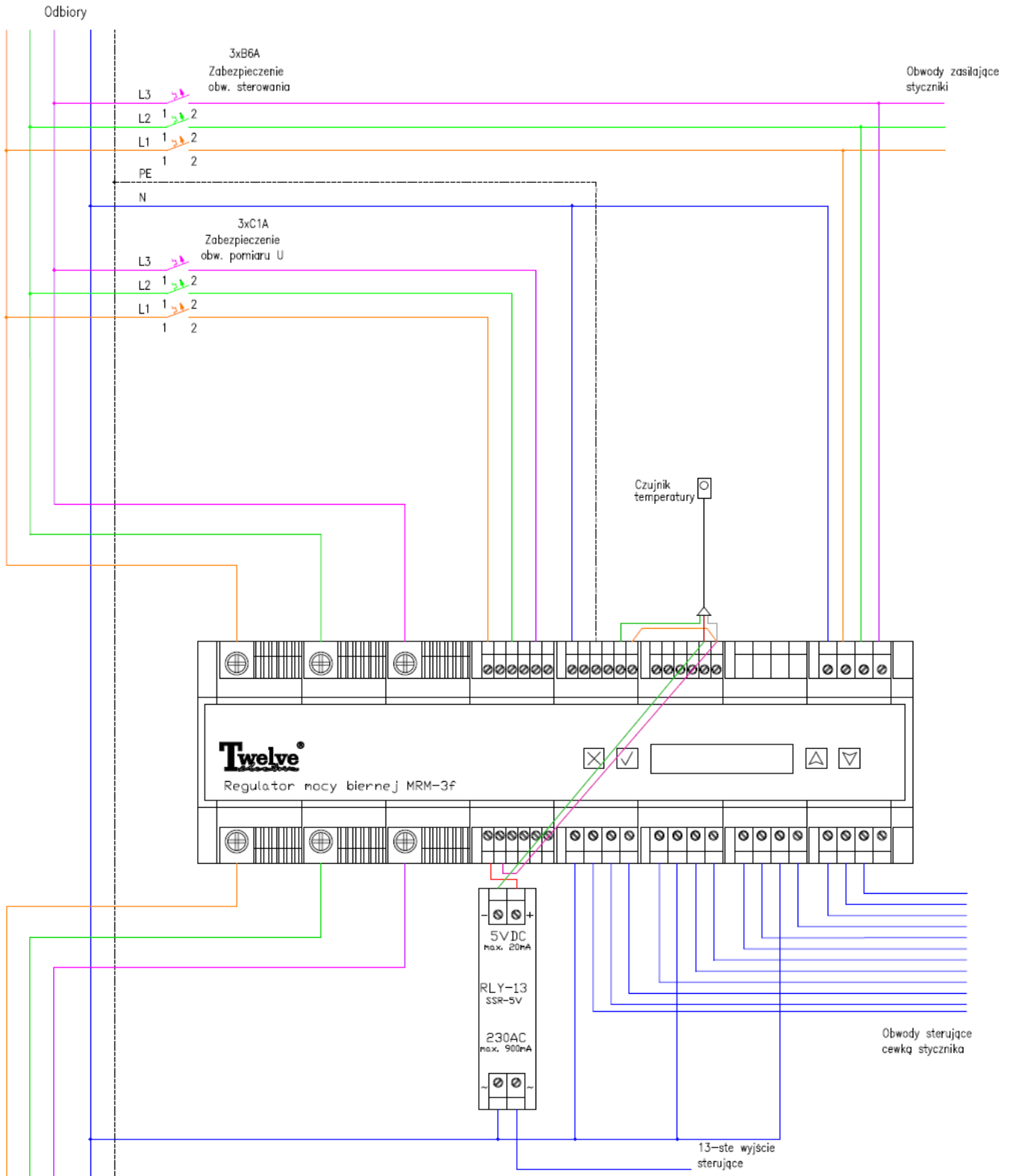
Temp PFC: załączenie	50°C
Rejestrator energii	
Okres rejestracji	15 min
Transmisja	
Prędkość	57600 b/s
Opóźnienie	0 ms
Adres Modbus	200
Hasło	
Hasło	012

* Ustawienia stopni programowane są indywidualnie do konkretnej wersji baterii.

** Zmianę nastaw regulatora w zakresie czasu rozładowania może wykonać jedynie serwis Twelve Electric na pisemne życzenie Klienta.



Rysunek 26. Schemat podłączenia regulatora MRM-3f - pomiar półpośredni



Rysunek 27. Schemat podłączenia regulatora MRM-3f – pomiar bezpośredni