

Instrukcja obsługi

KOMPENSATORY MOCY BIERNEJ
REACTO PRO

MODELE:

YTPQC-AHF-400-15-4LW (10kVar)
YTPQC-AHF-400-25-4LW (15kVar)
YTPQC-AHF-400-50-4LW (35kVar)
YTPQC-AHF-400-75-4LW (50kVar)
YTPQC-AHF-400-100-4LW (75kVar)
YTPQC-AHF-400-150-4LW (100kVar)

REACTO Pro

Spis treści

- 1 Wstęp / 03
- 2 Układ kompensacji / 09
- 3 Konfiguracja urządzenia / 20
- 4 Funkcje dodatkowe / 27
- 5 Eksploatacja kompensatora / 32

1. Wstęp

Aby pomóc Ci w lepszym korzystaniu z produktu i zapewnić Twoje oraz produktu bezpieczeństwo, prosimy o dokładne przeczytanie instrukcji i stosowanie się do informacji dotyczących bezpieczeństwa oraz obsługi. Prosimy o zapoznanie się z instrukcją przed rozpoczęciem użytkowania produktu.

Niniejszy podręcznik zawiera instrukcje instalacji i użytkowania Kompensatorów RACTO PRO modeli:

YTPQC-AHF-400-15-4LW (10kVar)
YTPQC-AHF-400-25-4LW (15kVar)
YTPQC-AHF-400-50-4LW (35kVar)
YTPQC-AHF-400-75-4LW (50kVar)
YTPQC-AHF-400-100-4LW (75kVar)
YTPQC-AHF-400-150-4LW (100kVar)

Przed instalacją kompensatora upewnij się, że w pełni rozumiesz ten podręcznik, przejrzyj wszystkie elementy związane z bezpieczeństwem, aby uniknąć wypadków i chronić bezpieczeństwo osobiste oraz urządzeń.

Aktywny kompensator mocy biernej musi być instalowany wyłącznie przez wykwalifikowanych specjalistów. Tego rodzaju urządzenia wymagają starannej, precyzyjnej konfiguracji, którą najlepiej powierzyć serwisowi producenta.

Warto również pamiętać, że najdokładniejszym sposobem doboru kompensatora mocy biernej jest przeprowadzenie pomiarów w miejscu jego planowanego zastosowania. Metoda oparta wyłącznie na analizie rachunków za energię może nie zapewnić równie skutecznych rezultatów.

Nieprawidłowe podłączenie układu kompensacji, błędna konfiguracja systemu pomiarowego oraz niewłaściwa parametryzacja kompensatora mogą prowadzić do niepożądanych skutków, takich jak naliczanie dodatkowych opłat za energię bierną. Aby uniknąć zbędnych kosztów, kluczowe jest prawidłowe zaprojektowanie i skonfigurowanie całego systemu.

Kompensatory mocy biernej REACTO PRO to zaawansowane urządzenia typu AHF/SVG (Active Harmonii Filter / Static Var Generator), które służą do dynamicznej kompensacji mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej w instalacjach elektroenergetycznych. Dzięki zastosowaniu nowoczesnej technologii z kontrolerem IGBT oraz modulacją PWM, kompensatory REACTO PRO precyzyjnie analizują i korygują moc bierną w czasie rzeczywistym.

To przekłada się na poprawę efektywności energetycznej i stabilności pracy instalacji.

Kompensatory AHF/SVG działają na zasadzie generowania prądu kompensacyjnego o odpowiedniej wartości i fazie, który neutralizuje moc bierną pobieraną przez odbiorniki. Wbudowany kontroler analizuje w czasie rzeczywistym prąd obciążenia. Na tej podstawie steruje modułami mocy, co pozwala na indywidualną kompensację w każdej fazie. Dzięki temu możliwe jest efektywne i precyzyjne korygowanie współczynnika mocy, co przekłada się na zmniejszenie strat energii, poprawę jakości zasilania oraz ograniczenie opłat za energię bierną.

Zalety kompensatorów REACTO PRO:

- Szybka i dokładna kompensacja mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej.
- Możliwość pracy w różnych konfiguracjach instalacji dzięki elastycznemu systemowi pomiarowym i sterującemu.
- Redukcja kosztów eksploatacji oraz poprawa efektywności energetycznej instalacji elektrycznej.

Prawidłowa instalacja i obsługa kompensatorów REACTO PRO zapewni długotrwałą, bezawaryjną pracę urządzenia oraz optymalizację parametrów energetycznych Państwa instalacji.

1.1. Ostrzeżenie

Przestrzeganie zawartych w instrukcji obsługi zaleceń jest kluczowe dla zapewnienia bezpiecznego użytkowania urządzenia oraz osiągnięcia opisanych jego właściwości i funkcji. Nasza firma nie ponosi odpowiedzialności za ewentualne straty materialne, ekonomiczne lub obrażenia ciała wynikające z ignorowania informacji zawartych w instrukcji.

1.2. Prawa autorskie

Nasza firma zastrzega sobie pełne prawa autorskie do niniejszej instrukcji. Kopiowanie, modyfikowanie, rozpowszechnianie treści tej instrukcji jest zabronione bez uprzedniej zgody.

1.3. Zmiany techniczne

Prosimy o dokładne przeczytanie i zrozumienie zawartych w informacjach związanych z produktem treści. Zachowanie niniejszej instrukcji przez cały okres użytkowania produktu jest zalecane, aby uniknąć nieoczekiwanych problemów.

Prosimy jednak nie próbować demontować, naprawiać, modyfikować ani modernizować sprzętu samodzielnie, ponieważ może to skutkować utratą ważności gwarancji.

1.4. Bezpieczeństwo

Ta instrukcja odgrywa kluczową rolę podczas montażu i eksploatacji statycznych kompensatorów. Niedopełnienie obowiązku przestrzegania tych wytycznych może prowadzić do obrażeń ciała lub nawet zagrażać życiu. Poniższe informacje dotyczące bezpieczeństwa przedstawiają niezbędne środki bezpieczeństwa, które należy stosować podczas obsługi tego urządzenia i jego komponentów. Prosimy surowo przestrzegać zaleceń dotyczących bezpieczeństwa oraz informacji na ten temat, aby zagwarantować swoje osobiste bezpieczeństwo i uniknąć ewentualnych szkód materialnych.

1.5. Środki Ostrożności

- Podczas obsługi sprzętu elektrycznego, niektóre części urządzenia AHF/SVG będą generować niebezpieczne napięcia. Niewłaściwe postępowanie z nimi może prowadzić do poważnych obrażeń ciała lub uszkodzenia sprzętu.
- Sprzęt AHF/SVG jest przystosowany do systemu zasilania o napięciu 0,23/0,4 kV.
- Niewłaściwe użytkowanie może doprowadzić do uszkodzenia kompensatora mocy biernej i podłączonego sprzętu. W przypadku awarii zasilania, należy przeprowadzić pełną procedurę instalacji systemu lub codzienną konserwację.
- Stanowczo zabrania się umieszczania materiałów palnych w pobliżu sprzętu AHF/SVG lub instalowania go w środowisku zawierającym gaz wybuchowy, ponieważ może to grozić pożarem lub nawet eksplozją.
- Przed instalacją i okablowaniem, koniecznie upewnij się, że zasilanie wejściowe jest całkowicie odłączone, w przeciwnym razie istnieje ryzyko porażenia prądem.
- Po włączeniu zasilania, nie dotykaj innych części urządzenia AHF/SVG, z wyjątkiem ekranu LCD.
- Niezabezpieczone kable, złącza zacisków zasilania i nieuziemiony sprzęt pod napięciem mogą prowadzić do porażenia prądem. Prosimy o skonsultowanie się z inżynierem elektrykiem lub profesjonalnym technikiem, aby upewnić się, że sprzęt AHF/SVG jest odpowiednio uziemiony oraz aby zidentyfikować elementy pod napięciem.

- Przy konserwacji urządzenia, pamiętaj o odłączeniu głównego zasilania i odczekaniu co najmniej 15 minut, aby upewnić się, że napięcie na stronie prądu przemiennego spadło do 0 V, a wewnętrzny kondensator jest całkowicie rozładowany.

1.6. Wykwalifikowany personel

W celu uniknięcia uszkodzenia urządzenia, strat materialnych oraz ryzyka porażenia prądem elektrycznym, zdecydowanie zaleca się, aby instalację i uruchomienie przeprowadzały zespoły posiadające odpowiednie kwalifikacje i wiedzę w dziedzinie prac przy urządzeniach elektroenergetycznych.

Po zakończeniu montażu, należy sprawdzić działanie układu odrębnym urządzeniem pomiarowym, np. analizatorem jakości zasilania. Potwierdzić poprawność pracy protokołem oraz dokumentacją zdjęciową.

1.7. Transport

Każdy zestaw statycznego kompensatora mocy biernej (AHF/SVG) jest starannie pakowany w skrzynię przeznaczoną do transportu. Skrzynia dodatkowo jest zabezpieczona pianką buforową oraz innymi materiałami ochronnymi. Ważne jest jednak podkreślić, że w trakcie transportu i przenoszenia nie zaleca się obracania ani przechylania skrzyni, aby zapewnić nienaruszalność filtra wewnętrznego podczas przemieszczania urządzenia.

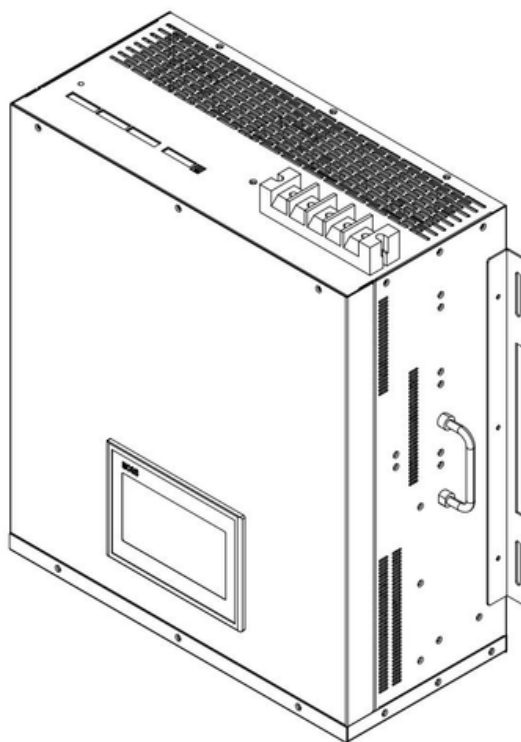
1.8. Sprawdzenie urządzenia po transporcie

Sprzęt AHF/SVG został starannie przetestowany i sprawdzony przez profesjonalistów przed opuszczeniem fabryki, przygotowany do transportu z zachowaniem norm bezpieczeństwa. Jednakże w trakcie długotrwałego transportu, ze względu na wibracje, uderzenia i inne czynniki, niektóre elementy sprzętu AHF/SVG mogą stać się luźne. Dlatego po otrzymaniu sprzętu, zalecamy przeprowadzenie następujących kontroli:

- Po dostarczeniu sprzętu na miejsce, upewnij się, że odpowiada on zawartości listy dostaw. W przypadku wykrycia jakichkolwiek nieprawidłowości, takich jak uszkodzone opakowanie, widoczne deformacje sprzętu lub niezgodność ilościowa z listą dostaw, koniecznie podpisz towar w obecności przewoźnika w celu potwierdzenia nieprawidłowości i niezwłocznie skontaktuj się z producentem.
- Dokładnie sprawdź urządzenie pod kątem ewentualnych uszkodzeń zewnętrznych, takich jak zarysowania na panelu, odpryski farby, wgniecenia itp. Przeszukaj wyposażenie w poszukiwaniu brakujących elementów oraz ewentualnych luźnych przewodów. W przypadku szkód transportowych, zgłoś reklamację logistyczną i w razie potrzeby, skonsultuj się z firmą, aby uzyskać pomoc w procesie reklamacyjnym.
- Upewnij się, że specyfikacje i modele urządzenia są zgodne z zamówieniem. Obudowy naszych urządzeń AHF/SVG są wyposażone w czytelne etykiety z tabliczkami znamionowymi, które zawierają numer modelu urządzenia, pojemność znamionową oraz inne istotne informacje. Dlatego bardzo ważne jest, aby dokładnie porównać fakturę z otrzymanym towarem i listą dostaw, aby upewnić się, że są zgodne.

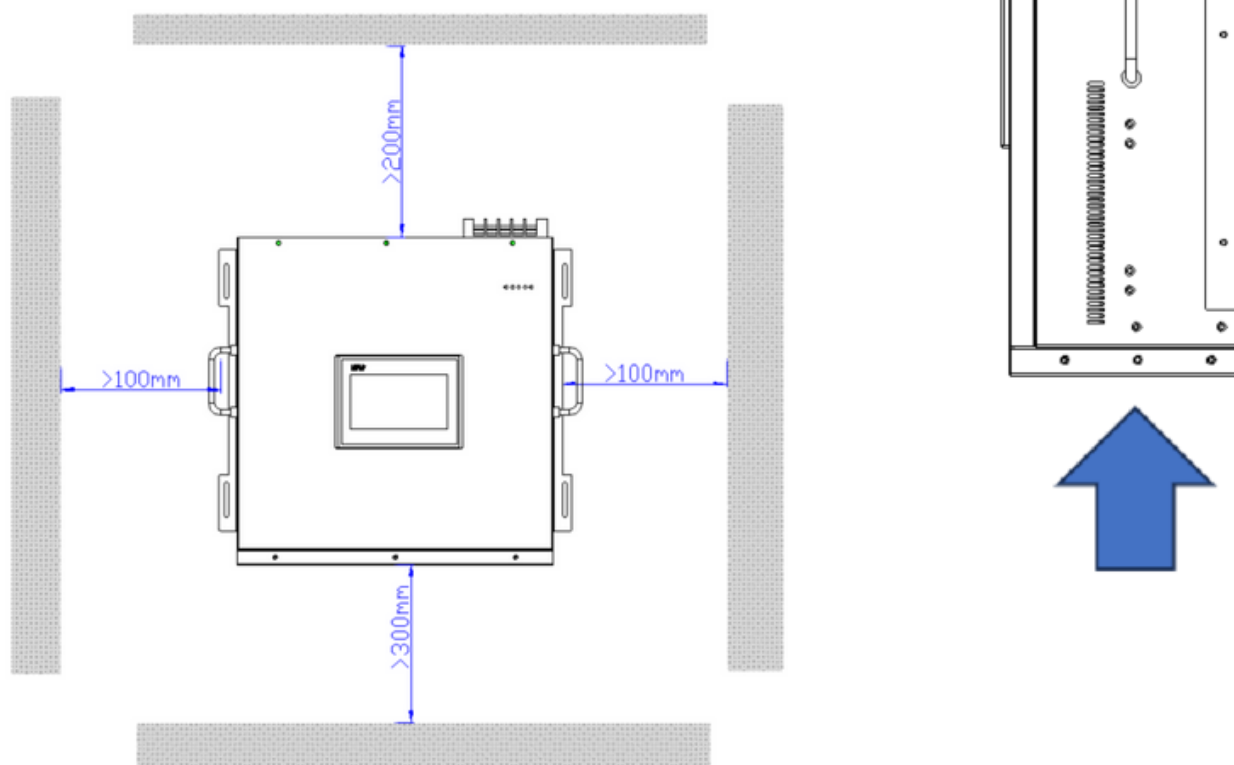
1.9. Instalacja i mocowanie.

Przed montażem i uruchomieniem urządzenia upewnij się, że lokalizacja spełnia **wymagania środowiskowe** określone w niniejszej instrukcji. Niespełnienie tych warunków może prowadzić do **awarii sprzętu** lub **obniżenia jego wydajności** w wyniku działania czynników zewnętrznych.



Wybierając miejsce instalacji, należy wziąć pod uwagę odpowiednie rozpraszanie ciepła wytwarzanego przez statyczny generator mocy biernej. Aby zapewnić optymalną pracę i zapobiec usterkom, konieczne jest zachowanie minimalnych odstępów od innych obiektów, ścian i urządzeń.

Stacyjny generator mocy biernej w wersji naściennej pobiera powietrze wlotami u dołu, a odprowadza je wylotami umieszczonymi na górze urządzenia. Szczegółowe informacje dotyczące minimalnych odległości instalacyjnych znajdują się na rysunku poniżej.



Przed instalacją należy upewnić się, że spełnione są następujące warunki:

1. Urządzenie powinno być chronione przed **wilgocią i wysokimi temperaturami**.
2. Lokalizacja instalacji musi być zgodna z **przepisami ochrony przeciwpożarowej**.
3. Należy zapewnić odpowiednią przestrzeń, która umożliwi swobodny **montaż oraz wykonanie zewnętrznego okablowania** elektrycznego.
4. W pomieszczeniach o dużym zapyleniu zaleca się zastosowanie **lokalnej wentylacji wyciągowej**, aby zapobiec awariom sprzętu lub pogorszeniu jego parametrów pracy.
5. Miejsce montażu musi być wolne od materiałów **łatwopalnych, wybuchowych, korozyjnych**, które mogłyby uszkodzić urządzenie.

2. Układ kompensacji

Kompensatory mocy biernej AHF/SVG są to urządzenia energoelektroniczne, których celem jest eliminowanie (kompensacja) w instalacjach i sieciach elektroenergetycznych występującej mocy biernej indukcyjnej i pojemnościowej. Stanowią one najnowszą odpowiedź rynku na problemy z jakością energii elektrycznej spowodowane niewłaściwym współczynnikiem mocy i zapotrzebowaniem na moc bierną dla szerokiego zakresu zastosowań oraz procesów technologicznych.

Regulacja poziomu mocy biernej jest realizowana w sposób płynny i bezstopniowy do poziomu wartości mocy znamionowej kompensatora AHF/SVG. Umożliwiają dłuższą żywotność sprzętu, wyższą niezawodność procesu, lepszą wydajność i stabilność systemu energetycznego oraz zmniejszone straty energii, spełniając najbardziej wymagające normy jakości energii i kodeksy sieciowe.

W celu właściwego doboru kompensatora AHF/SVG należy określić podstawowe parametry układu:

- **moc czynną;**
- **moc bierną;**
- **wartość współczynnika mocy.**

Za poziom mocy czynnej w danej instalacji odbiorczej przyjmujemy wartość mocy maksymalnej pobieranej przez instalację odbiorczą. Wartość mocy kompensatora musi uwzględniać moc bierną sygnału podstawowego, jaką należy skompensować oraz wartość mocy biernej odkształceń harmonicznych.

2.1. Dobór przekładników prądowych

W celu zapewnienia prawidłowej pracy urządzenia, należy odpowiednio dobrać układ pomiarowy. W tym celu należy prawidłowo dokonać doboru przekładników pomiarowych oraz przewodów do przekładników, zapewniających dokładną i prawidłową pracę układu kompensacji mocy biernej.

2.1.1. Parametry przekładników prądowych

- prąd pierwotny przekładnika prądowego;
- prąd wtórny przekładnika prądowego;
- przekładnia przekładnika;
- klasa przekładnika prądowego;
- moc przekładnika prądowego;
- wymiary przekładnika prądowego.

Prąd pierwotny przekładnika prądowego

Wartość prądu pierwotnego w obwodzie, do którego odniesiona jest praca przekładnika, określa się ją na podstawie przeprowadzonych pomiarów przy maksymalnym obciążeniu w instalacji odbiorczej. Zalecane jest, aby mierzony przez przekładnik prąd pierwotny zawierał się w przedziale 20% - 100% dla klasy 0,5 i 5% - 100% dla klasy 0,5 s, 0,2 s.

Prąd wtórny przekładnika prądowego

Wartość prądu, jaki płynie w obwodzie wtórnym przekładnika przy jego 100% obciążeniu po stronie pierwotnej. Wartość tego prądu wynosi zwykle 5 A lub 1 A.

Klasa przekładnika

Klasa dokładności przekładnika definiuje maksymalny błąd wprowadzany przez przekładnik do transformowanego prądu. Błąd transformacji zależy od wartości mierzonego prądu pierwotnego oraz od mocy pobieranej po stronie wtórnej przekładnika. Przy doborze przekładników należy określić prąd minimalny, przy którym kompensator będzie musiał pracować.

Dla tej wartości należy określić klasę przekładnika aby pomiar prądu był miarodajny i nie zawierał błędów. Przekładnik powinien być tak dobrany, aby klasa pomiaru została zachowana na poziomie minimum 0,5.

Błąd przekładni i fazy w funkcji mierzonego prądu przedstawia poniższa tabela.

Klasa	Błąd przekładni [%]						Błąd fazy [%]					
	Przy prądzie [%]						Przy prądzie [%]					
	1	5	20	50	100	120	1	5	20	50	100	120
0,1	-	0,2	0,1	-	0,1	0,1	-	0,25	0,13	-	0,08	0,08
0,2s	0,75	0,35	0,2	-	0,2	0,2	0,5	0,25	0,17	-	0,17	0,17
0,2	-	0,75	0,35	-	0,2	0,2	-	0,5	0,25	-	0,17	0,17
0,5s	1,5	0,75	0,5	-	1	1	1,5	0,75	0,5	-	0,5	0,5
0,5	-	1,5	0,75	-	0,5	0,5	-	1,5	0,75	-	0,5	0,5
1	-	3	1,5	-	1	1	-	3	1,5	-	1	1
3	-	-	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-

Tabela 1. Klasy dokładności przekładników.

Przekładnia przekładnika - przekładnią określa się stosunek prądu pierwotnego do wtórnego, np. przekładnik 250:5 posiada przekładnie 50, 100:5 - przekładnia 20.

Moc przekładnika - wartość mocy pozornej, wyrażona w [VA], którą p.n. jest zdolny zasilać obwód wtórny przy znamionowym napięciu wtórnym i przy znamionowym obciążeniu. Moc przekładnika jest zależna od impedancji obwodu przekładników. Głównym elementem jaki należy uwzględnić jest długość i przekrój przewodów dobranych do podłączenia przekładników prądowych. W tym celu, można skorzystać z tabeli poniżej, na podstawie której można dobrać przekrój przewodów do przekładników oraz moc przekładnika.

Przekrój	Długość przewodów		
	5 m	10 m	20 m
0,5 mm ²	4,4 VA	8,6 VA	17,0 VA
0,8 mm ²	3,0 VA	5,8 VA	11,4 VA
1,0 mm ²	2,3 VA	4,4 VA	8,6 VA
1,5 mm ²	1,6 VA	3,0 VA	5,8 VA
2,5 mm ²	1,1 VA	1,9 VA	3,6 VA
4,0 mm ²	0,8 VA	1,3 VA	2,3 VA
6,0 mm ²	0,6 VA	0,9 VA	1,6 VA

Tabela 2. Dobór mocy przekładnika w zależności od parametrów przewodów.

Wymiary przekładników prądowych: Wymiary przekładników prądowych są uzależnione od miejsca ich instalacji. Należy określić wymiary okna wewnętrznego oraz wymiary zewnętrzne przekładnika prądowego. Wymiar wewnętrznego okna zależy od przekroju przewodu lub szyny na który zostanie zamontowany. Wymiar zewnętrzny przekładnika, zależy od odległości między szynami lub przewodami, na których zostanie zamontowany.

Informacje dodatkowe:

- dopuszczalny maksymalny prąd listwy zaciskowej przewodów CT wynosi 5A.
- preferuje się utrzymanie klasy pomiaru na poziomie 0,5 dla prawidłowej pracy układu.

2.2. Dobór przewodów zasilających oraz zabezpieczenia głównego układu kompensacji

Przekrój przewodów zasilających oraz wartość zabezpieczeń należy określić na podstawie prądu nominalnego urządzenia zgodnie z obowiązującymi standardami i normami. W poniższej tabeli przedstawiono rekomendowane wartości zabezpieczeń oraz przekrojów przewodów dla poszczególnych mocy kompensatorów.

MOC SVG [kVar]	10	15	35	50
In [A]	15	25	50	75
Prąd zabezpieczenia [A]	20	25	63	100
Przekrój przewodu [mm ²]	4	6	16	25

Tabela 3. Dobór przewodów i zabezpieczeń dla kompensatorów AHF/SVG.

Informacje dodatkowe:

Jako zabezpieczenie kompensatora można zastosować:

- bezpieczniki topikowe z wkładkami topikowymi o charakterystyce gG/gL lub
- wyłączniki wyposażone w wyzwalacze przeciążeniowe lub wyłączniki współpracujące z bezpiecznikami topikowymi.

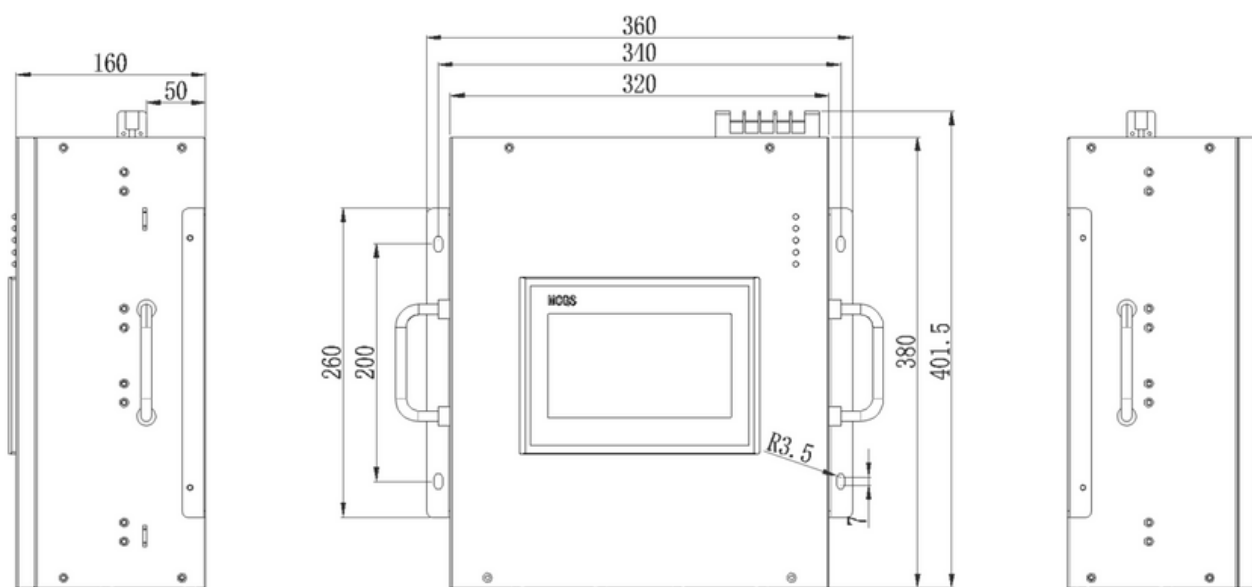
2.3. Parametry

2.3.1. Parametry elektryczne

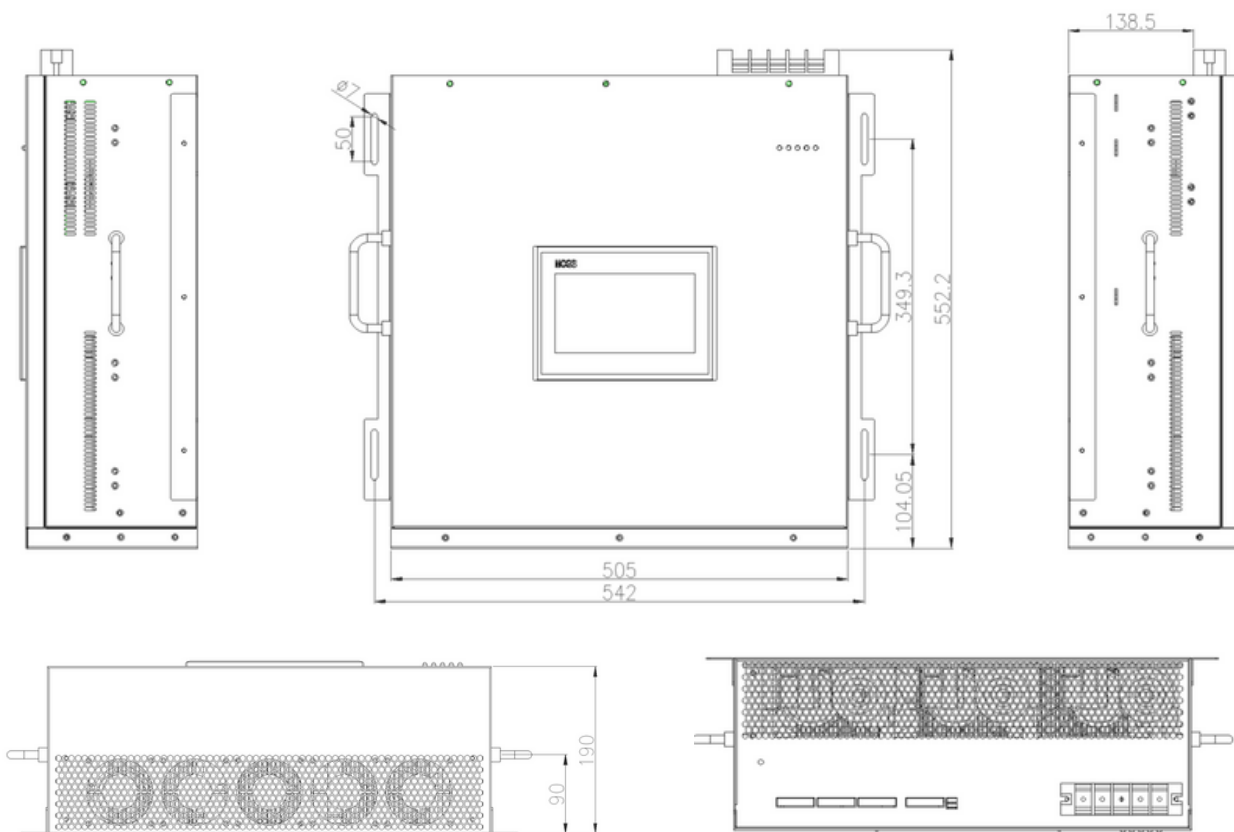
Moc urządzenia	10kVar	15kVar	35kVar	50kVar	75kVar	100kVar
Napięcie pracy	AC 400V (-20% ÷ +15%)					
Częstotliwość pracy	50Hz					
Czas reakcji	5ms					
Tryby pracy	Kompensacja harmoniczných, kompensacja mocy biernej, kompensacja niezrównowazenia obciążenia trójfazowego					
Liczba połączonych modułów	12					
Układ przewodów	3P3W / 3P4W					
Częstotliwość przełączania	20kHz					
Strata mocy	≤3% przy pełnym obciążeniu					
MTBF (średnia żywotność)	100 000h					
Zakres temperatury	-20÷55°C					
Stopień ochrony	IP20					
Wymagana ilość powietrza [m2/h]	150	150	200	350		
Natężenie hałasu	<60 dB (<45 dB podczas pracy na niskich obrotach)					
Zakres filtrowania wyższych harmoniczných	Urządzenie może jednocześnie filtrować wszystkie harmoniczne rzędu od 2. do 50. (całkowita filtracja), a także wybrane harmoniczne (pomiędzy 2. a 50. rzędem) poprzez odpowiednie ustawienia (filtracja selektywna).					
Zakres dopuszczalnych przekładników	Od 50:5 do 10 000:5					
Kategoria przepięciowa	III (AC)					
Komunikacja	RS485					
Protokół komunikacyjny	Modbus					
Preferowane środowisko pracy	Wolne od zanieczyszczeń, bez bezpośredniego narażenia na światło słoneczne, kurz, substancje żrące, łatwopalne substancje, oleje, gazy.					
Wymiary (SxWxG) [mm]	402x320x125	402x320x125	548x505x190	548x505x190	505x600x280	505x600x280
Masa [kg]	13.8	13.8	29.5	29.5	46	49

Tabela 4. Parametry elektryczne.

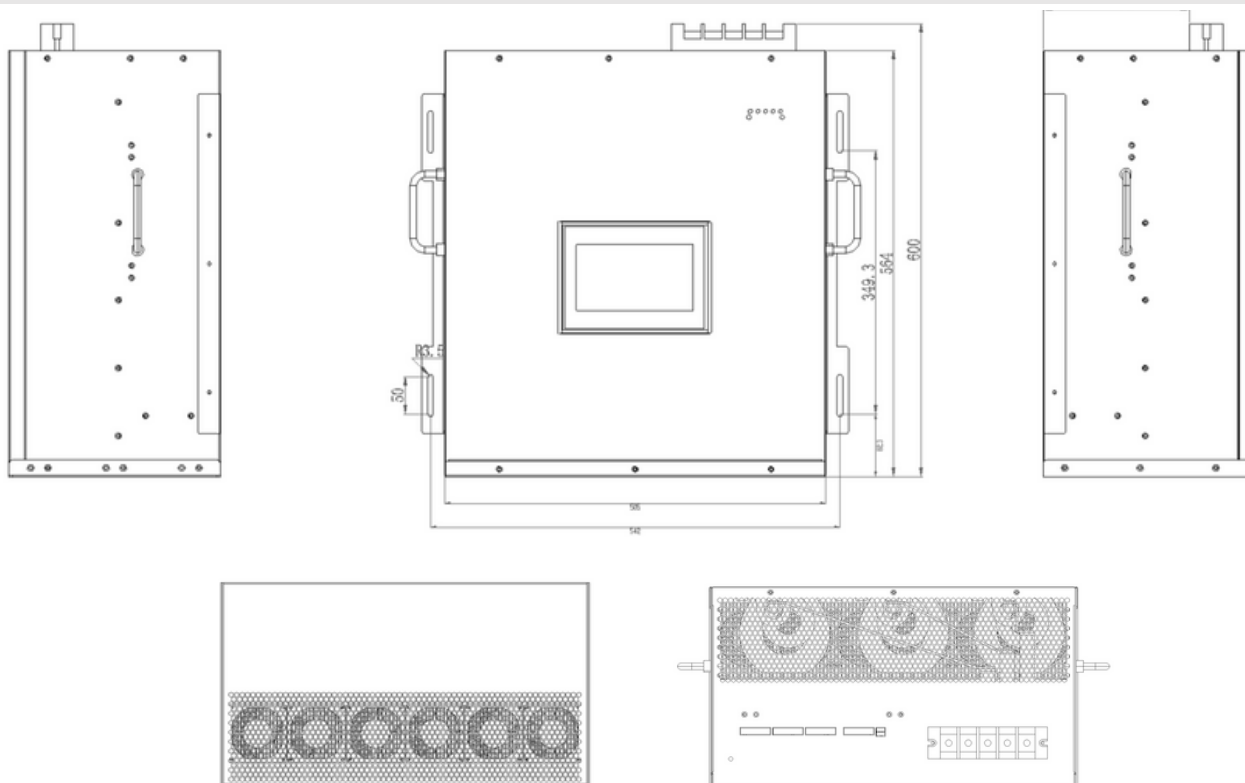
2.3.2. Wymiary



Rysunek 1. Wymiary kompensatora REACTO PRO mocy 10kVar i 15kVar.

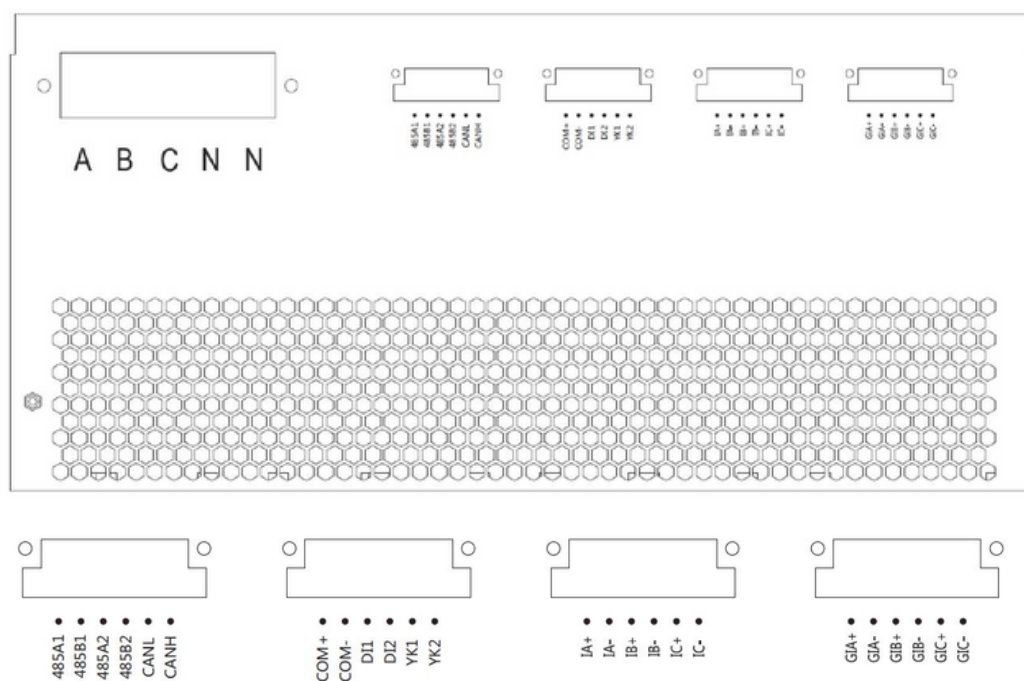


Rysunek 2. Wymiary oraz widok kompensatora REACTO PRO mocy 35 / 50kVar.



Rysunek 3. Wymiary oraz widok kompensatora REACTO PRO mocy 75 / 100kVar.

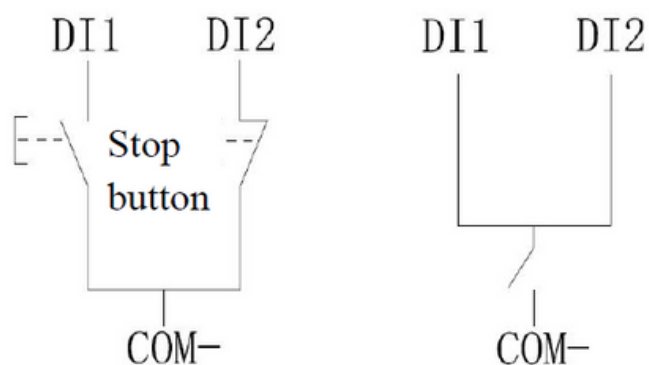
2.3.3. Złącza. Wejścia. Wyjścia.



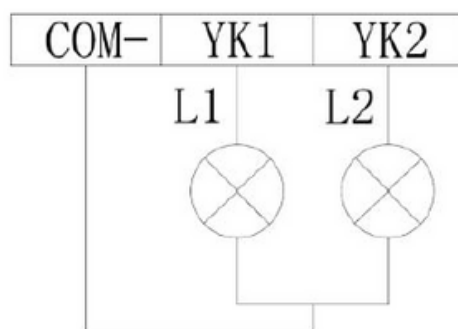
Rysunek 4. Widok złączy oraz wejść kompensatora.

Nazwa	Opis
485A1	Port RS485 wejście 1
485B1	
485A2	Port RS485 wejście 2
485B2	
CANL	Interfejs komunikacyjny CAN
CANH	

Tabela 5. Opis złączy portu 1, wyjść/wejść kompensatora.



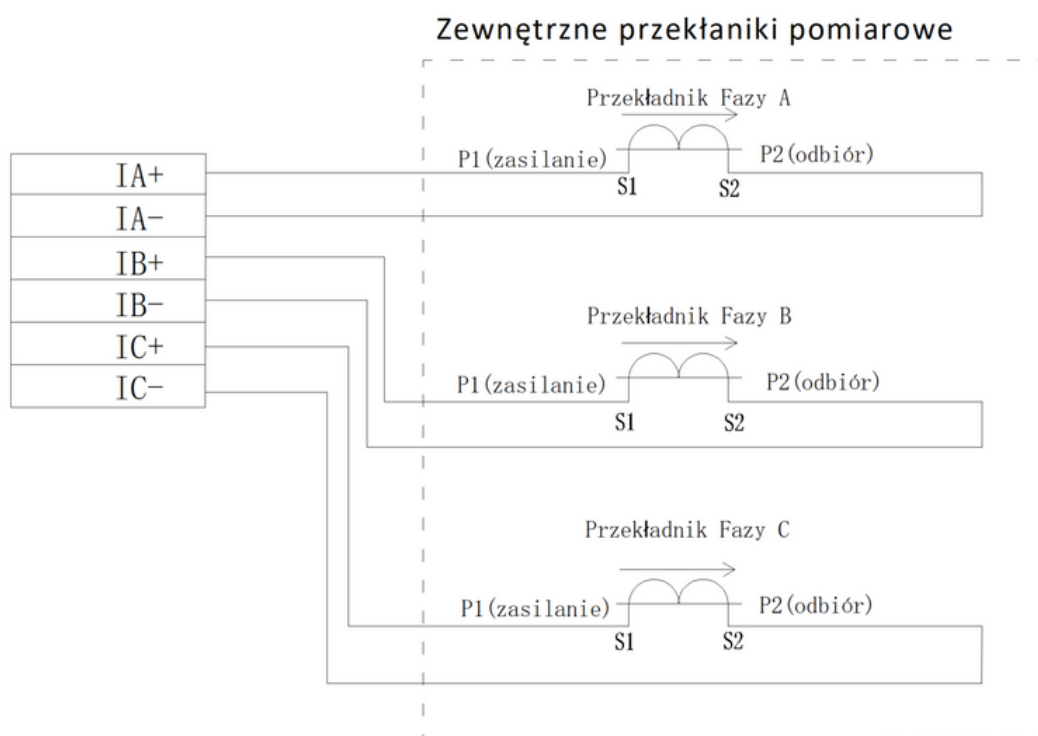
Rysunek 5. Schemat styków Start/Stop kompensatora.



Rysunek 6. Schemat sygnalizacji Awarii i Pracy kompensatora.

Nazwa	Opis
COM+	Napięcie pomocnicze 24V DC.
COM-	
DI1	Normalnie otwarty zacisk impulsowy, do podłączenia z COM-, umożliwiający włączenie urządzenia poprzez sygnał sterujący.
DI2	Normalnie otwarty zacisk impulsowy, do podłączenia z COM-, umożliwiający wyłączenie urządzenia poprzez sygnał sterujący.
YK1	YK1 i COM- są połączone z lampką kontrolną 24V DC, która świeci się, gdy urządzenie pracuje/jest uruchomione.
YK2	YK2 i COM- są połączone z lampką kontrolną 24V DC, która świeci się w przypadku awarii/uszkodzenia.

Tabela 6. Opis złączy portu 2, wyjść/wejść kompensatora.



Rysunek 7. Podpięcie przekładników zewnętrznych, pomiarowych do portu 3.

Nazwa	Opis
IA+	Wejścia przekładnika pomiarowego fazy A, IA+ odpowiada zaciskowi S1, IA- zaciskowi S2.
IA-	
IB+	Wejścia przekładnika pomiarowego fazy B, IB+ odpowiada zaciskowi S1, IB- zaciskowi S2.
IB-	
IC+	Wejścia przekładnika pomiarowego fazy C, IC+ odpowiada zaciskowi S1, IC- zaciskowi S2.
IC-	

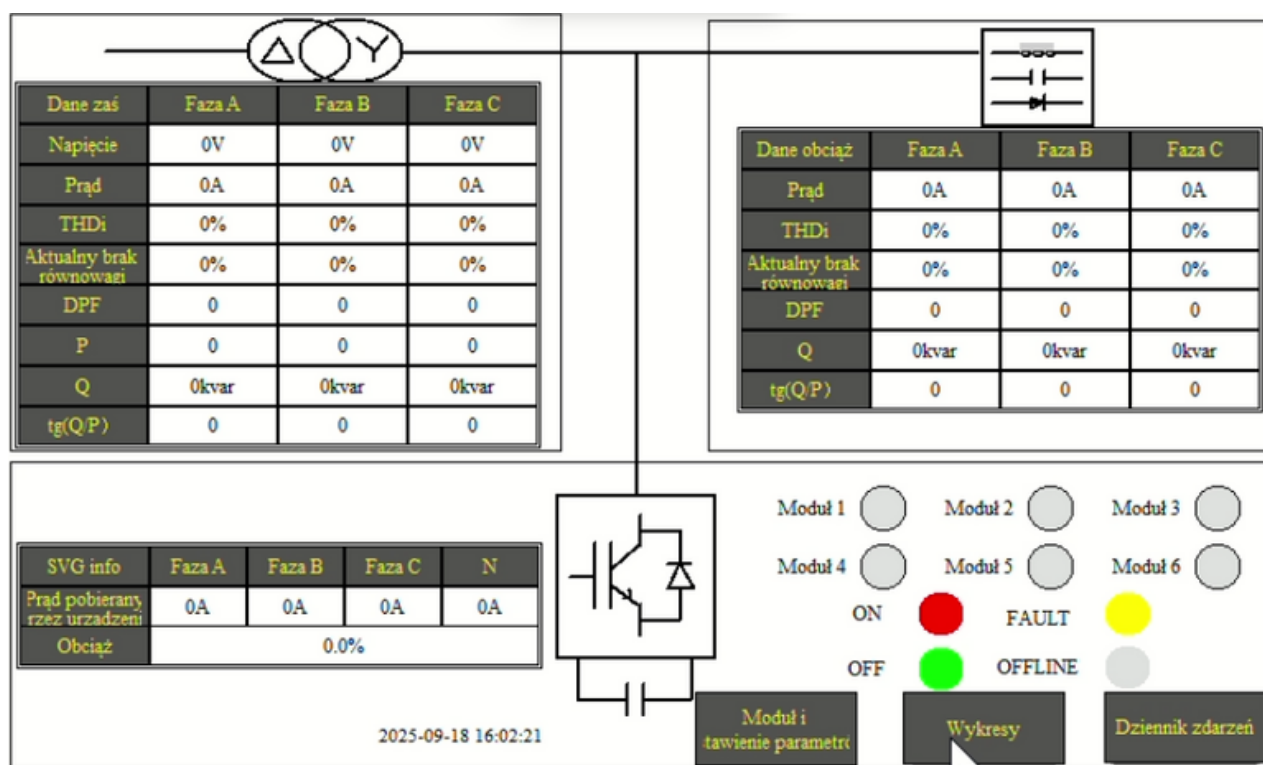
Tabela 7. Opis złączy portu 3, wyjść/wejść kompensatora.

Nazwa	Opis
GIA+	Wejścia przekładnika pomiarowego pomocniczego fazy A, IA+ odpowiada zaciskowi S1, IA- zaciskowi S2.
GIA-	
GIB+	Wejścia przekładnika pomiarowego pomocniczego fazy B, IB+ odpowiada zaciskowi S1, IB- zaciskowi S2.
GIB-	
GIC+	Wejścia przekładnika pomiarowego pomocniczego fazy C, IC+ odpowiada zaciskowi S1, IC- zaciskowi S2.
GIC-	
Gdy pracuje pojedynczy moduł, sygnał nie musi być podłączony. Gdy wiele modułów pracuje równolegle lub gdy do kompensacji używa się kondensatorów, należy zainstalować przekładnik pomiarowy. Wewnętrzny Przekładnik Prądowy (CT) mierzy całkowity prąd wyjściowy szafy kompensacyjnej (prąd kompensacyjny wszystkich modułów i kondensatorów).	

Tabela 8. Opis złączy portu 4, wyjść/wejść kompensatora.

3. Konfiguracja urządzenia

3.1. Ekran główny widoczny po uruchomieniu urządzenia



Ekran 1. Ekran główny.

Ekran główny przedstawia podstawowe parametry elektryczne odzwierciedlające pracę urządzenia, jego stan.

Aby wejść do interfejsu ustawiania parametrów należy kliknąć „Moduł i ustawianie parametrów” wpisać hasło „1000”

3.2. Ustawienia - parametry główne

Wskazanie stanu:

Gotowość

Komunikacja

Dane w czasie rzeczywistym	Faza A	Faza B	Faza C
Napięcie sieci	0V	0V	0V
Prąd systemowy	0A	0A	0A
Prąd obciążenia	0A	0A	0A
THDu	0%	0%	0%
Skł. czynna I	0A	0A	0A
Skł. bierna I	0A	0A	0A
Prąd Harm. obciążenia	0A	0A	0A
I wyj. modułu	0A	0A	0A
Temperatura IGBT	0°	0°	0°
VBUS+	0V	VBUS-	0V
Wersja oprogramowania	664	Wersja oprogramowania	0

Tryb systemu

Pojedynczy moduł

Strona obciążenia

Pojedynczy moduł

Ręczna konfiguracja pracy

Zamknij

Pełna kompensacja

Zamknij

Przycisk uruchamiania

Zamknij

Zapisz parametry

Ustawienie współczynnika

Ustawienie współczynnika

Wartość napięcia docelowego

Zdolność kompensacji

Docelowy Cosφ

Tgφ

Zdolność kompensacji

Zdolność kompensacji

Adres

Uruchom

Wyłącz

Moduł 1

Moduł 2

Moduł 3

Moduł 4

Moduł 5

Moduł 6

Ustawienia modułu 1/6

Powrót

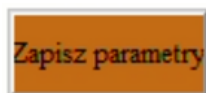
Ekran 2. Ustawienia.

Nazwa parametru	Opis
Tryb systemu	Pojedynczy moduł – pracuje jedno urządzenie. Praca równoległa – praca równoległa kilku urządzeń.
Umiejscowienie przekładników	Sposób podłączenia przekładników prądowych: Strona sieci/zasilania – rysunek 8 Strona obciążenia – rysunek 9
Ustawienie współczynnika	Wartość prądu pierwotnego przekładników prądowych obsługujących urządzenie.
Wewnętrzna pozycja CT.	Gdy pracuje pojedynczy moduł, ustawienie „ Pojedynczy moduł ”. Gdy wiele modułów pracuje równolegle lub gdy do kompensacji używa się kondensatorów, należy zainstalować przekładnik pomiarowy. Wewnętrzny Przekładnik prądowy (CT) mierzy całkowity prąd wyjściowy szafy kompensacyjnej (prąd kompensacyjny wszystkich modułów i kondensatorów).
Ustawienie współczynnika	Wartość prądu pierwotnego wewnętrznych przekładników prądowych obsługujących urządzenie.
Tryb priorytetu	Ustawienie priorytetu pracy urządzenia: Ustawienia użytkownika – Brak priorytetu, od użytkownika zależy ile mocy przydzielić na poszczególne funkcje urządzenia. Priorytet kompensacji mocy biernej – Priorytet na kompensację, pozostałe działania są realizowane jeśli jest zapas mocy w sposób równorzędny. Priorytet Harmonicznych - Priorytet na filtrację wyższych harmonicznych, pozostałe działania są realizowane jeśli jest zapas mocy w sposób równorzędny. Priorytet balansowania - Priorytet na symetryzację obciążenia, pozostałe działania realizowane są jeśli jest zapas mocy w sposób równorzędny. Wsparcie napięcia – Priorytet obniżenia napięcia.

Wartość napięcia docelowego	Wartość napięcia do którego doży urządzenie w przypadku wybrania funkcji priorytetu „Wsparcie napięcia”
Docelowy Cosφ tgφ	Ustawienie celu kompensacji poprzez określenie współczynników cosφ tgφ
Funkcja kompensacji mocy biernej	punkt 3.2.1.1.
Tryb kompensacji harmonicznych	punkt 3.2.1.2.
Funkcja balansowanie obciążenie	punkt 3.2.1.3.
Tryb uruchamiania	W tym parametrze określa się sposób uruchamiania urządzenia. Wybór opcji „Przycisk uruchamiania” powoduje, że urządzenie przechodzi w stan pracy po: - Naciśnięciu przycisku „Uruchom” na panelu HMI. - Użyciu przycisku zewnętrznego podłączonego za pośrednictwem styku DI1. Wybór opcji „AUTO” powoduje, że urządzenie automatycznie przechodzi w stan pracy po 3 minutach od ustawienia tego trybu lub po powrocie napięcia zasilającego (po jego zaniku).
Auto wykrywanie faz	Urządzenie samo dostosowuje się do kierunku wirowania sieci.

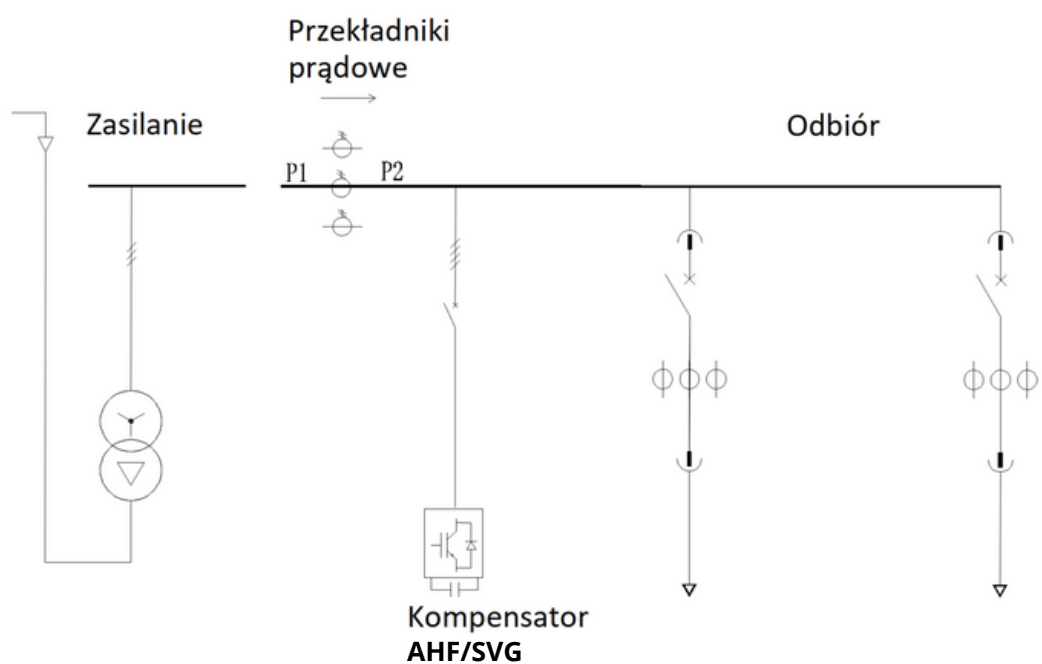
Tabela 6. Opis ustawień ekranu.

UWAGA: Po zakończeniu konfiguracji należy zapisać zmiany poprzez przycisk „Zapisz parametry”

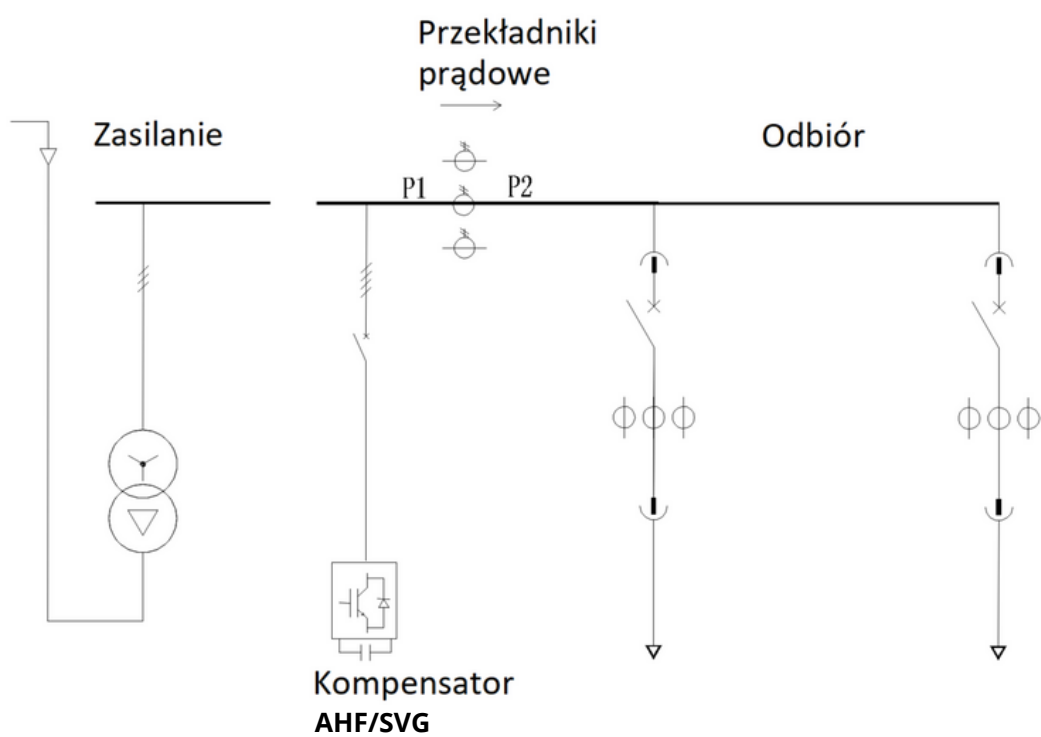


Sterownik urządzenia wchodzi w tryb restart, wentylatory chwilowo wchodzi na maksymalne obroty.

Zatwierdzenie zmian jest niezbędne do prawidłowej pracy urządzenia.



Rysunek 8. Podłączanie przekładników od strony zasilania



Rysunek 9. Podłączanie przekładników od strony obciążenia.

3.2.1. Ustawienie urządzenia w „Ręcznej konfiguracji pracy”

3.2.1.1. Funkcja kompensacji mocy biernej.

Tryb priorytetu	Ręczna konfiguracja pracy	Wartość napięcia docelowego	0V
Funkcja kompensacji mocy biernej	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A
		Docelowy Cosφ	0.00
		Tgφ	0.00
Tryb kompensacji harmonicznych	Pełna kompensacja	Zdolność kompensacji	0A
		Wybór harmonicznych	
Funkcja balansowanie obciążenia	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A

W tym przypadku, w polu „Zdolność kompensacji” należy określić, jaka część całkowitej zdolności prądowej urządzenia (jego możliwości prądowych) ma zostać przeznaczona na funkcję kompensacji. Możliwe jest również całkowite wyłączenie kompensacji mocy biernej poprzez przypisanie wartości „0” do tej funkcji.

3.2.1.2. Tryb kompensacji wyższych harmonicznych.

Tryb priorytetu	Ręczna konfiguracja pracy	Wartość napięcia docelowego	0V
Funkcja kompensacji mocy biernej	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A
		Docelowy Cosφ	0.00
		Tgφ	0.00
Tryb kompensacji harmonicznych	Pełna kompensacja	Zdolność kompensacji	0A
		Wybór harmonicznych	
Funkcja balansowanie obciążenia	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A

W tym przypadku, w polu „Zdolność kompensacji” należy określić, jaka część całkowitej zdolności prądowej urządzenia (jego możliwości prądowych) ma zostać przeznaczona na **filtrację wyższych harmonicznych**. Możliwe jest również całkowite wyłączenie **filtracji wyższych harmonicznych** poprzez przypisanie wartości „0” do tej funkcji.

3.2.1.3. Funkcja balansowania napięcia.

Tryb kompensacji harmonicznych	Pełna kompensacja	Zdolność kompensacji	0A
			Wybór
Funkcja balansowanie obciążenia	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A
Tryb uruchamiania	Przycisk uruchamiania	Adres	0
Autowykrywanie kolejności faz	Zamknij		

W tym przypadku, w polu „**Zdolność kompensacji**” należy określić, jaka część całkowitej zdolności prądowej urządzenia (jego możliwości prądowych) ma zostać przeznaczona na **funkcję balansowania (równoważenia) obciążenia/napięcia**. Możliwe jest również całkowite wyłączenie **funkcji balansowania** poprzez przypisanie wartości „0” do tej opcji.

3.3. Praca równoległa urządzeń

Wymagania Konfiguracyjne dla Pracy Równoległej

W przypadku konieczności połączenia **wielu urządzeń** w celu zwiększenia całkowitej zdolności kompensacyjnej (np. dla filtracji harmonicznych i kompensacji mocy biernej), należy zastosować następującą, ściśle określoną konfigurację:

1. Ustawienie Trybu Systemu:

- W interfejsie HMI (Human-Machine Interface) każdego z połączonych urządzeń należy bezwzględnie ustawić **Tryb systemu na „Praca równoległa”**

2. Wymóg Sprzętowy: Wewnętrzne Przekładniki Prądowe:

- Dla zapewnienia prawidłowej i stabilnej pracy równoległej urządzeń kompensacyjnych **niezbędne jest zastosowanie dodatkowych wewnętrznych przekładników prądowych (CT)**. Te przekładniki służą do precyzyjnego próbkowania i synchronizacji prądów w obrębie każdego z modułów.

UWAGA: Bez właściwego okablowania i konfiguracji tych wewnętrznych przekładników prądowych, system pracy równoległej nie będzie funkcjonował poprawnie, co może prowadzić do przeciążeń lub awarii.

Układy Połączeń

Dokładny schemat pracy i połączeń poszczególnych jednostek (w tym okablowanie komunikacyjne i zasilające) jest dostępny na specjalne życzenie zamawiającego.

W przypadku budowy tego typu układów zalecamy kontakt z działem technicznym.

3.2.2. Przesunięcie mocy reakcyjnej.

Funkcja stałego wymuszenia generacji mocy biernej (reaktywnej) jest trybem pracy urządzeń kompensacyjnych pozwalającym na ręczne ustalenie i utrzymanie z góry zadanego poziomu mocy biernej, niezależnie od bieżących potrzeb sieci w zakresie współczynnika mocy.

Ta specyficzna funkcja jest wykorzystywana do ustalenia stałej mocy Q, która ma być generowana (lub pobierana) przez urządzenie po wykonaniu algorytmu przeliczeniowego. Dostęp do tej funkcji włączamy poprzez kliknięcie na ekranie nad napisem „wskazanie stanu”:

The screenshot displays a control interface with a status indicator 'Wskazanie stanu:' highlighted in a red box. Below it is a table of real-time data for three phases (A, B, C). To the right, there are control buttons for system mode, compensation function, and harmonic compensation. At the bottom, there are buttons for each module and a return button.

Dane w czasie rzeczywistym	Faza A	Faza B	Faza C
Napięcie sieci	0V	0V	0V
Prąd systemowy	0A	0A	0A
Prąd obciążenia	0A	0A	0A
THDu	0%	0%	0%
Skl. czynna I	0A	0A	0A
Skl. bierna I	0A	0A	0A
Prąd Harm. obciążenia	0A	0A	0A
I wyj. modułu	0A	0A	0A
Temperatura IGBT	0°	0°	0°
VBUS+	0V	VBUS-	0V
Wersja oprogramowania	664	Wersja oprogramowania	0

Control buttons and settings on the right:

- Tryb systemu: **Pojedynczy moduł**
- Umiejscowienie przekładników: **Strona obciążenia**
- Wewnętrzna pozycja C: **Pojedynczy moduł**
- Tryb priorytetu: **Ręczna konfiguracja pracy**
- Funkcja kompensacji mocy biernej: **Zamknij**
- Tryb kompensacji harmonicznych: **Pełna kompensacja**
- Funkcja balansowanie obciążenia: **Zamknij**
- Tryb uruchamiania: **Przycisk uruchamiania**
- Autowykrywanie kolejności faz: **Zamknij**
- Docelowy cosφ: 0.00
- Tgφ: 0.00
- Zdolność kompensacji: 0A
- Wybór harmonicznych: **Wybór harmonicznych**
- Zdolność kompensacji: 0A
- Adres: 0
- Buttons: **Zapisz parametry**, **Uruchom**, **Wyłącz**

Module buttons at the bottom: **Moduł 1**, **Moduł 2**, **Moduł 3**, **Moduł 4**, **Moduł 5**, **Moduł 6**, **Ustawienia modułu 1/2/3/4/5/6**, **Powrót**

Wtedy obok docelowego cosφ pojawi się dodatkowy parametr „przesunięcie mocy reakcyjnej”.

This close-up shows the 'Przesunięcie mocy reakcyjnej' (Reactive power shift) parameter, which is highlighted with a red box. It is currently set to 0. Other visible parameters include 'Tryb priorytetu' (Priority mode), 'Funkcja kompensacji mocy biernej' (Reactive power compensation function), 'Tryb kompensacji harmonicznych' (Harmonic compensation mode), 'Funkcja balansowanie' (Balancing function), 'Wartość napięcia docelowego' (Target voltage value) at 230V, 'Zdolność kompensacji' (Compensation capacity) at 15A, 'Docelowy cosφ' (Target cosφ) at 0.98, 'Tgφ' at 0.20, 'Zdolność kompensacji' (Compensation capacity) at 8A, and 'Wybór harmonicznych' (Harmonic selection).

4. Funkcje dodatkowe

4.1. Rozszerzone ustawienia SVG

Wskazanie stanu: Gotowość 0			
Dane w czasie rzeczywistym	Faza A	Faza B	Faza C
Napięcie sieci	0V	0V	0V
Prąd systemowy	0A	0A	0A
Prąd obciążenia	0A	0A	0A
THDu	0%	0%	0%
Skł. czynna I	0A	0A	0A
Skł. bierna I	0A	0A	0A
Prąd Harm. obciążenia I wyj. modułu	0A	0A	0A
Temperatura IGBT	0°	0°	0°
VBUS+	0V	VBUS-	0V
Wersja oprogramowania	0	Wersja oprogramowania	0

Tryb systemu	Pojedynczy moduł	Ustawienie współczynnika	0: 5
Umiejscowienie przekładników	Strona obciążenia	Ustawienie współczynnika	0: 5
Wewnętrzna pozycja C	Pojedynczy moduł	Wartość napięcia docelowego	0V
Tryb priorytetu	Ręczna konfiguracja pracy	Zdolność kompensacji	0A
Funkcja kompensacji mocy biernej	Zamknij	Docelowy Cosφ	0.00 Tgφ 0.00
Tryb kompensacji harmonicznych	Pełna kompensacja	Zdolność kompensacji	0A
Funkcja balansowanie obciążenia	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A
Tryb uruchamiania	Przycisk uruchamiania	Adres	0
Autowykrywanie kolejności faz	Zamknij		

Zapisz parametry Uruchom Wyłącz

Moduł 1 Moduł 2 Moduł 3 Moduł 4 Moduł 5 Moduł 6 Ustawienia modułu SVG Powrót

Ekran 3 Aktualne parametry energii elektrycznej.

Wskazanie stanu: Gotowość 0			
Dane w czasie rzeczywistym	Faza A	Faza B	Faza C
Napięcie sieci	0V	0V	0V
Prąd systemowy	0A	0A	0A
Prąd obciążenia	0A	0A	0A
THDu	0%	0%	0%
Skł. czynna I	0A	0A	0A
Skł. bierna I	0A	0A	0A
Prąd Harm. obciążenia I wyj. modułu	0A	0A	0A
Temperatura IGBT	0°	0°	0°
VBUS+	0V	VBUS-	0V
Wersja oprogramowania	0	Wersja oprogramowania	0

Tryb systemu	Pojedynczy moduł	Ustawienie współczynnika	0: 5
Umiejscowienie przekładników	Strona obciążenia	Ustawienie współczynnika	0: 5
Wewnętrzna pozycja C	Pojedynczy moduł	Wartość napięcia docelowego	0V
Tryb priorytetu	Ręczna konfiguracja pracy	Zdolność kompensacji	0A
Funkcja kompensacji mocy biernej	Zamknij	Docelowy Cosφ	0.00 Tgφ 0.00
Tryb kompensacji harmonicznych	Pełna kompensacja	Zdolność kompensacji	0A
Funkcja balansowanie obciążenia	Zamknij	Zdolność kompensacji	0A
Tryb uruchamiania	Przycisk uruchamiania	Adres	0
Autowykrywanie kolejności faz	Zamknij		

Zapisz parametry Uruchom Wyłącz

Moduł 1 Moduł 2 Moduł 3 Moduł 4 Moduł 5 Moduł 6 Ustawienia modułu SVG Powrót

Ekran 4 Ustawienia modułów dla pracy równoległej. Opis w punkcie 3.3.

Wskazanie stanu: Gotowość ☐ 0

Dane w czasie rzeczywistym	Faza A	Faza B	Faza C
Napięcie sieci	0V	0V	0V
Prąd systemowy	0A	0A	0A
Prąd obciążenia	0A	0A	0A
THDu	0%	0%	0%
Skł. czynna I	0A	0A	0A
Skł. bierna I	0A	0A	0A
Prąd Harm. obciążenia	0A	0A	0A
I wyj. modułu	0A	0A	0A
Temperatura IGBT	0°	0°	0°
VBUS+	0V	VBUS-	0V
Wersja oprogramowania	0	Wersja programowania	0

Tryb systemu: **Pojedynczy moduł**

Uniejszczenie przekładników: **Strona obciążenia**

Wewnętrzna pozycja C: **Pojedynczy moduł**

Tryb priorytetu: **Ręczna konfiguracja pracy**

Funkcja kompensacji mocy biernej: **Zamknij**

Tryb kompensacji harmonicznych: **Pełna kompensacja**

Funkcja balansowania obciążenia: **Zamknij**

Tryb uruchamiania: **Przycisk uruchamiania**

Autowykrywanie kolejności faz: **Zamknij**

Ustawienie współczynnika: 0: 5

Ustawienie współczynnika: 0: 5

Wartość napięcia docelowego: 0V

Zdolność kompensacji: 0A

Docelowy Cosφ: 0.00 Tgφ: 0.00

Zdolność kompensacji: 0A

Zdolność kompensacji: 0A

Wybór harmonicznych: **Wybór harmonicznych**

Adres: 0

Zapisz parametry

Uruchom

Wyłącz

Moduł 1 Moduł 2 Moduł 3 Moduł 4 Moduł 5 Moduł 6 **Ustawienia modułu SVG** Powrót

Ekran 5 Ustawienia modułu AHF/SVG.

Wybór języka: **Polski**

A

Numer modułu: 6

Współczynnik harmonijny: 1.000

Współczynnik bieżący: 1.000

Przełączanie jednostki: **prąd elektryczny**

B Tryb rozgłoszeniowy

C Pobieranie USB

D Ustawienie czasu

E Statystyki mocy

F Ustawienia backend

G Zaawansowane parametry

664

Moduł 1 Moduł 2 Moduł 3 Moduł 4 Moduł 5 Moduł 6 **Ustawienia modułu SVG** Powrót

Ekran 6 Ustawienia modułu AHF/SVG - parametry.

- A – Ustawienia współczynników wyświetlenia dla poszczególnych modułów.
- B – Tryb rozgłoszeniowy, ustawiamy danemu modułowi numer komunikacji RS485.
- C – Pobieranie USB, możliwość zgrania danych z panelu HMI.
- D – Ustawienia czasu.

Interfejs ustawienia czasu

2025 - 9 - 18

16 : 2 : 44

Anuluj OK

Ekran 7 Ustawienia czasu.

E – statystyki mocy.

Dane bieżącego miesiąca	I	II	III	IV
Energia czynna zasilania	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh
Energia bierna zasilania	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh
Energia czynna obciążenia	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh
Energia Bierna obciążenia	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh
Dane sumaryczne	I	II	III	IV
Energia czynna zasilania	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh
Energia bierna zasilania	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh
Energia czynna zasilania	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh	0.00kWh
Energia Bierna obciążenia	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh	0.00kvarh

Dane historyczne

Reset danych

Moduł 1 Moduł 2 Moduł 3 Moduł 4 Moduł 5 Moduł 6 Ustawienia modułu SVG Powrót

Ekran 8 Statystyki mocy.

F – Ustawienia backend. Podstawowe parametry protokołu Mudbus.

Adres backend 1

Port serwera 0

Adres IP 0

Szybkość budowy 9600

Bitów danych 8

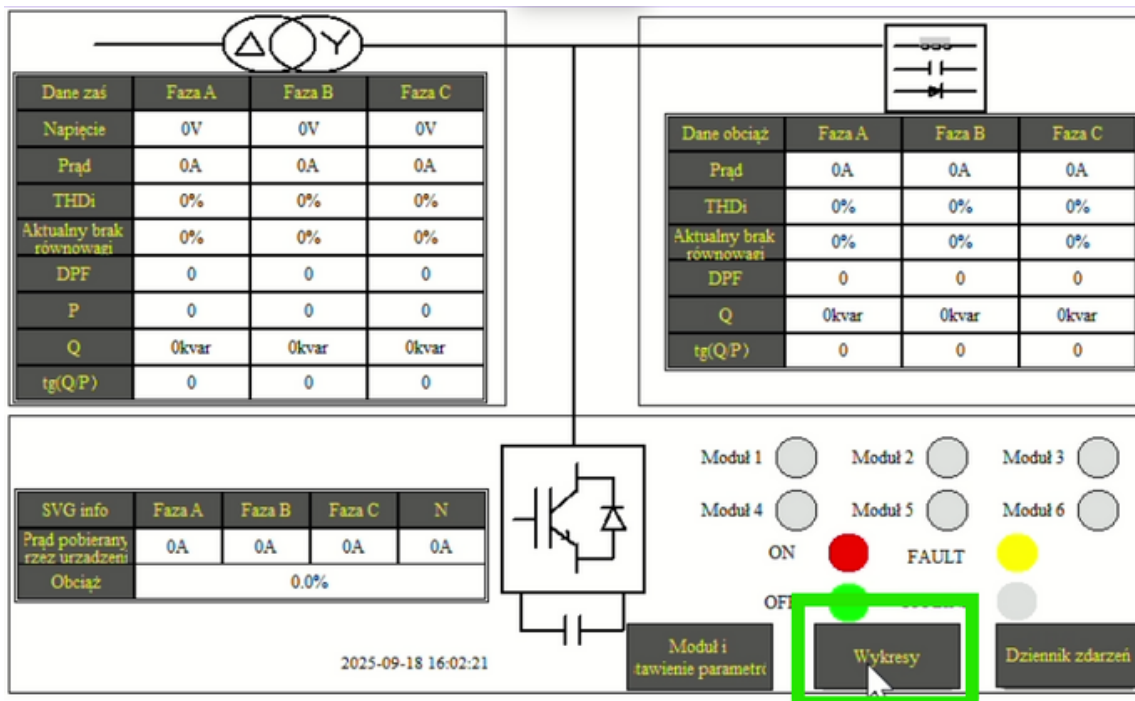
Pozycja zatrzymania 1.0

Suma kontrolna 0

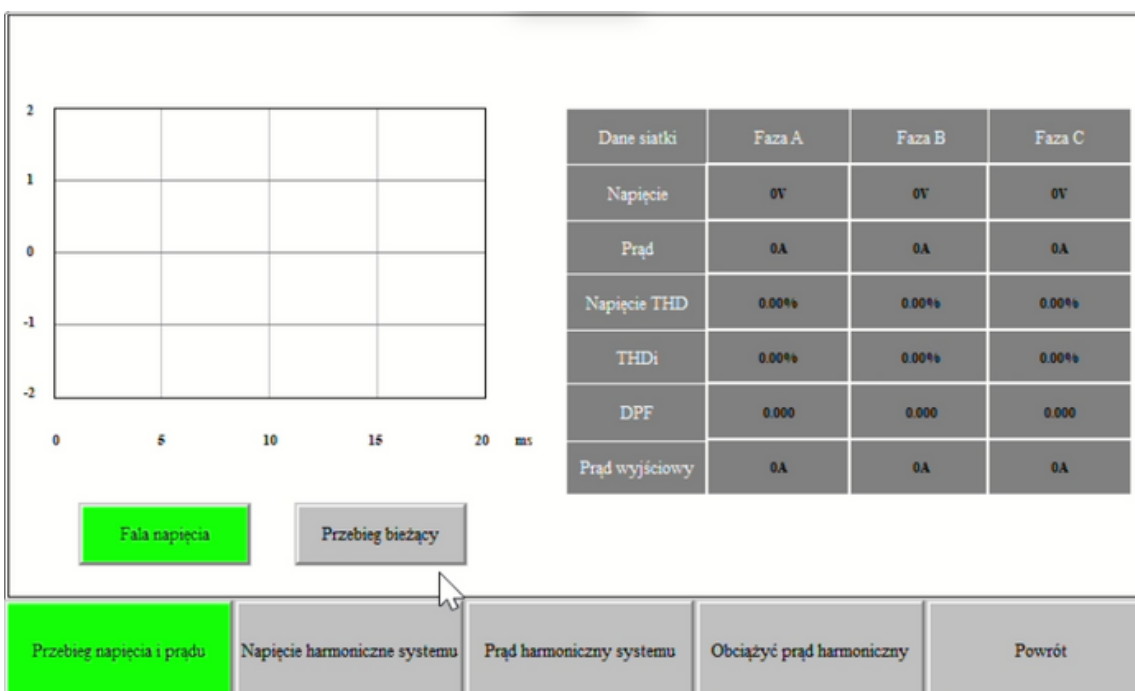
Powrót

Ekran 9 Ustawienia backend, komunikacja Mudbus.

4.2. Wykresy



Ekran 10. Uruchomienie funkcji wykresy.



Ekran 11. Funkcja wykresy.

Funkcja ta pozwala na obserwowanie w czasie rzeczywistym przebiegów prądów i napięć urządzenia, sieci oraz odbiorów.

4.3. Dziennik zdarzeń

Dziennik Zdarzeń w kompensatorze AHF/SVG to automatyczny, chronologiczny rejestr wszystkich krytycznych zdarzeń, zmian stanu, ostrzeżeń i błędów. Służy do szybkiej i precyzyjnej diagnostyki oraz analizy historycznej pracy urządzenia przez personel techniczny.

Najważniejsze Rejestrowane Zdarzenia:

Dziennik rejestruje dane kluczowe dla bezpieczeństwa i stabilności pracy:

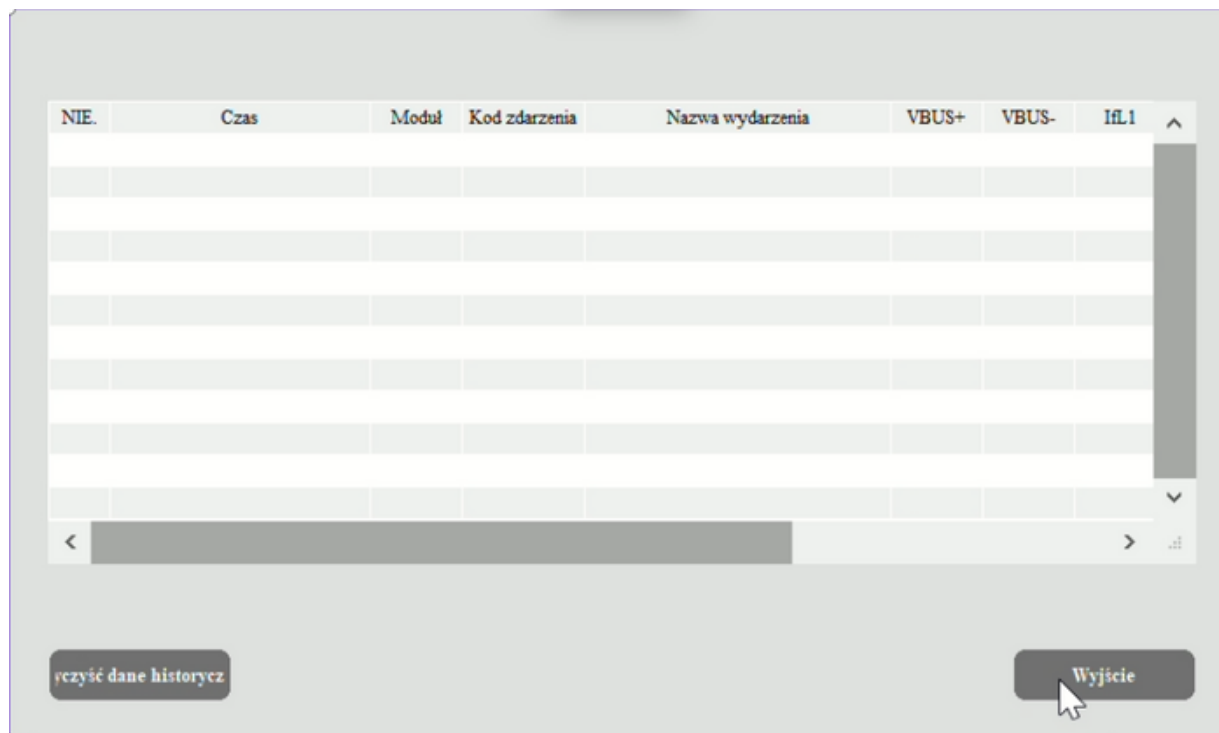
- Awarii i Błędy Krytyczne:
- Zaniki i powroty napięcia zasilającego oraz krytyczne podnapięcia/przepięcia.
- Przekroczenia prądowe i przeciążenia (np. na wyjściu AHF/SVG).
- Błędy sprzętowe (np. awaria modułu mocy, błędy komunikacji).

Zmiany Statusu i Operacje:

- Uruchomienie/Zatrzymanie urządzenia (zapis momentu przejścia w stan pracy).
- Zmiana trybu pracy (np. AUTO, Ręczny, Master/Slave).

Ostrzeżenia Systemowe:

- Przegrzanie (osiągnięcie wysokiej temperatury wewnętrznej).
- Ostrzeżenia dotyczące nieprawidłowej konfiguracji (np. orientacja przekładnika prądowego).



Ekran 12 Dziennik zdarzeń.

5. Eksploatacja kompensatora

Kompensatory AHF/SVG nie mają wielu ruchomych części, a ich konserwacja jest prostsza niż w przypadku tradycyjnych baterii kondensatorów, nadal wymagają regularnych kontroli:

- **Tygodniowe kontrole:** Przynajmniej raz na tydzień sprawdź działanie urządzenia na ekranie głównym.
- **Okresowe pomiary:** Co najmniej raz w roku, po upływie okresu gwarancji, zaleca się przeprowadzenie pomiarów kontrolnych układu kompensacji, aby upewnić się, że pracuje on z optymalną wydajnością.
- **Czyszczenie:** W środowiskach o dużym zapyleniu, zaleca się regularne czyszczenie urządzenia, aby nie dopuścić do nagromadzenia się kurzu.
- Właściwe przestrzeganie tych procedur **minimalizuje ryzyko awarii i zapewnia długotrwałą oraz efektywną pracę** kompensatora AHF/SVG.

Procedura diagnostyczna i zgłaszanie usterki

Jeśli kompensator mocy bierniej sygnalizuje błąd lub zauważono nieprawidłowości w jego działaniu, w celu szybkiej diagnostyki prosimy o wykonanie poniższych kroków:

Dokumentacja danych z ekranu głównego

- Wykonaj zdjęcia ekranów: 1, 2.
- W przypadku tych zdjęć, upewnij się, że dokumentujesz je zarówno, gdy urządzenie pracuje (tryb pracy), jak i gdy jest w stanie oczekiwania (tryb czuwania).

Opis problemu

- Sporządź dokładny opis awarii, uwzględniając szczegóły dotyczące jej objawów.
- Dołącz wszelkie pomiary lub obserwacje, które mogą pomóc w identyfikacji usterki.

Właściwe przygotowanie tych informacji znacząco skraca czas potrzebny na diagnozę i rozwiązanie problemu.

