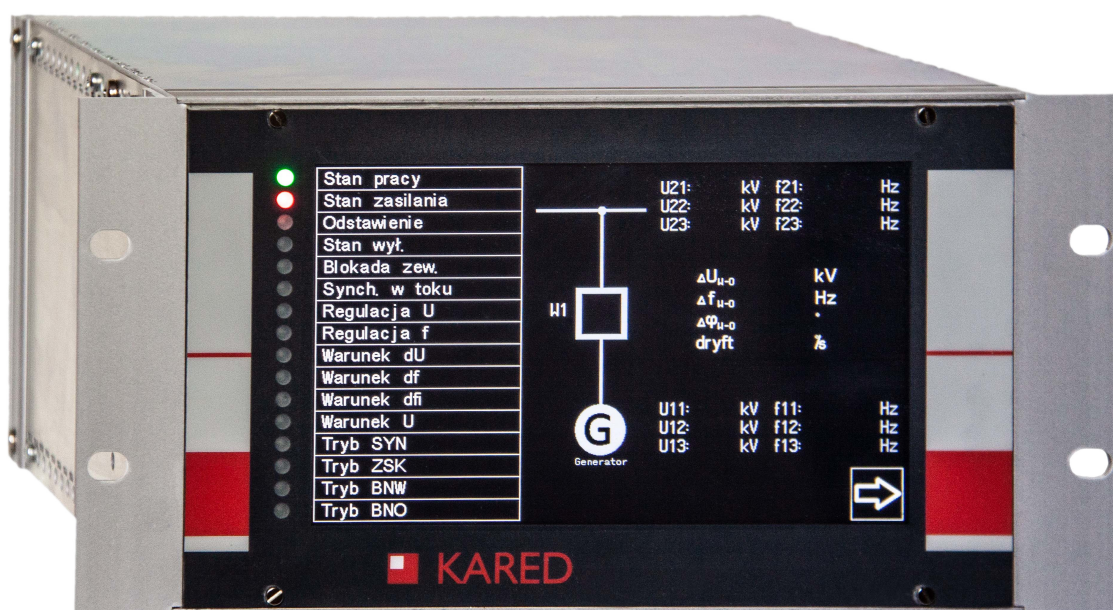


Synchronizator SM-07



Instrukcja użytkownika

(wersja 1.01)



Copyright 2022-2024 by PUP Kared. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejszy dokument jest przeznaczony do wyłącznego korzystania przez Klienta. Nie może być reprodukowany, kopiowany lub publikowany w całości lub jakiegokolwiek jego części bez pisemnej zgody KARED.

	imię i nazwisko	data	podpis
opracował	Łukasz Błażejowski	12.2021	ŁB
sprawił	Marek Ostrowski	01.2022	MO
zatwierdził	Adam Redlarski	02.2022	AR
Plik źródłowy: IU_SM-07-v1.01_PL.odt		data mod.: 3.04.2024 godz.:15:12:59	

Karta zmian

Nr	Wersja IU	Data	Opis zmiany	Podpis
1	1.00	26.01.2022	- Wersja wyjściowa dokumentu IU	MO
2	1.01	3.04.2024	- Aktualizacja nazw interfejsów komunikacyjnych - Dodano objaśnienie sposobu kodowania wersji (rozdział 12.) - Poprawki redakcyjne	MO

PUP **KARED** Sp. z o.o. zastrzega sobie prawo wprowadzania zmian w swoich produktach polegających na doskonaleniu ich cech technicznych. Zmiany te nie zawsze mogą być na bieżąco uwzględniane w dokumentacji.

Marki i nazwy produktów wymienione w niniejszej instrukcji stanowią znaki towarowe lub zarejestrowane znaki towarowe, należące odpowiednio do ich właścicieli.

Tak można się z nami skontaktować:

PUP **KARED** Sp. z o.o

ul. Kwiatowa 3/1

80-180 Kowale

Telefon

+48-58-322-82-31

Telefon komórkowy

+48-602-152-740

Fax

+48-58-322-82-33

Poczta elektroniczna

kared@kared.com.pl

Internet

<http://www.kared.com.pl/>

ZNACZENIE INSTRUKCJI UŻYTKOWANIA

W razie wątpliwości co do właściwej interpretacji treści instrukcji prosimy koniecznie zwracać się o wyjaśnienie do producenta.

Będziemy wdzięczni za wszelkiego rodzaju sugestie, opinie i krytyczne uwagi użytkowników i prosimy o ich ustne lub pisemne przekazywanie. Pomoże nam to uczynić instrukcję jeszcze łatwiejszą w użyciu oraz uwzględnić życzenia i wymagania użytkowników.

Urządzenie, do którego została dołączona niniejsza instrukcja, zawiera niemożliwe do wyeliminowania, potencjalne zagrożenie dla osób i wartości materialnych. Dlatego każda osoba, pracująca przy urządzeniu lub wykonująca jakiegokolwiek czynności związane z obsługiwaniem i konserwowaniem urządzenia, musi zostać uprzednio przeszkolona i znać potencjalne zagrożenie. Wymaga to starannego przeczytania, zrozumienia i przestrzegania instrukcji użytkowania, w szczególności wskazówek dotyczących bezpieczeństwa.



Copyright 2022-2024 by PUP Kared. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejszy dokument jest przeznaczony do wyłącznego korzystania przez Klienta. Nie może być reprodukowany, kopiowany lub publikowany w całości lub jakiegokolwiek jego części bez pisemnej zgody KARED.



Spis treści

ZNACZENIE INSTRUKCJI UŻYTKOWANIA.....	3
INFORMACJA O ZGODNOŚCI.....	6
1. Zastosowanie urządzenia.....	7
1.1. Łączenie w trybach napięciowych.....	8
1.1.1. Synchronizacja automatyczna ze stałym czasem wyprzedzenia (SYN).....	8
1.1.2. Załączanie w zadanym sektorze kątowym (ZSK).....	8
1.2. Łączenie w trybach beznapięciowych.....	8
1.2.1. Łączenie bez napięcia własnego (BNW).....	8
1.2.2. Łączenie bez napięcia odniesienia (BNO).....	8
1.2.3. Łączenie bez napięcia własnego i odniesienia (BNWO).....	8
1.3. Synchronizacja dwukanałowa.....	9
2. Zasady bezpieczeństwa.....	9
3. Opis techniczny i działanie urządzenia.....	11
3.1. Opis ogólny.....	11
3.2. Obudowa.....	11
3.3. Panel diod LED.....	12
3.4. Opis działania.....	13
3.4.1. Wprowadzenie – definicje i oznaczenia.....	13
3.4.2. Podłączenie napięć pomiarowych.....	15
3.4.2.1. Napięcia pomiarowe synchronizatora SM-07A.....	15
3.4.2.2. Napięcia pomiarowe synchronizatora SM-07B.....	19
3.4.3. Wybór aktywnego banku nastaw.....	23
3.4.4. Kontrola napięcia trójfazowego.....	23
3.4.5. Filtracja napięć pomiarowych.....	23
3.4.6. Napięcie strony pierwotnej przekładników.....	23
3.4.7. Wybór trybu pracy.....	23
3.4.8. Uruchamianie i wyłączanie.....	26
3.4.9. Odstawienie synchronizatora.....	26
3.4.10. Tryby pracy.....	26
3.4.10.1. Synchronizacja automatyczna ze stałym czasem wyprzedzenia – tryb SYN.....	26
3.4.10.1.1. Start procesu łączenia w trybie SYN.....	26
3.4.10.1.2. Regulacja napięcia.....	27
3.4.10.1.3. Regulacja prędkości obrotowej generatora.....	27
3.4.10.1.4. Zapobieganie pracy synchronicznej niesynfazowej.....	27
3.4.10.1.5. Załączanie wyłącznika w trybie SYN.....	28
3.4.10.1.6. Przerwanie procesu łączenia w trybie SYN.....	29
3.4.10.2. Łączenie w zadanym sektorze kąta – tryb ZSK.....	30
3.4.10.2.1. Start procesu łączenia w trybie ZSK.....	30
3.4.10.2.2. Załączenie wyłącznika w trybie ZSK.....	30
3.4.10.2.3. Przerwanie procesu łączenia w trybie ZSK.....	32
3.4.10.3. Łączenie przy braku napięcia własnego – tryb BNW.....	33
3.4.10.3.1. Start procesu łączenia w trybie BNW.....	33

3.4.10.3.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNW.....	33
3.4.10.4. Łączenie przy braku napięcia odniesienia – tryb BNO.....	34
3.4.10.4.1. Start procesu łączenia w trybie BNO.....	34
3.4.10.4.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNO.....	35
3.4.10.5. Łączenie przy braku obydwóch napięć – tryb BNWO.....	36
3.4.10.5.1. Start procesu łączenia w trybie BNWO.....	36
3.4.10.5.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNWO.....	36
3.4.10.6. Kody błędów i przyczyn niezłączenia.....	37
3.4.11. Nastawy.....	38
3.4.12. Pomiar czasu tw.....	41
3.4.13. Pomiar kąta fi.....	42
4. Dane techniczne.....	42
5. Dane o kompletności.....	49
6. Instalacja i uruchomienie.....	49
7. Monitorowanie procesu synchronizacji.....	49
7.1. Łącza komunikacyjne.....	49
7.2. Wizualizacja procesu synchronizacji.....	50
7.3. Komunikacja z systemem nadrzędnym.....	50
7.4. Dziennik zdarzeń.....	50
8. Eksploatacja.....	52
8.1. Badania okresowe.....	52
8.2. Wykrywanie i usuwanie uszkodzeń.....	52
9. Transport i magazynowanie.....	52
10. Utylizacja.....	52
11. Gwarancja i serwis.....	52
12. Kodowanie wersji synchronizatora.....	53

INFORMACJA O ZGODNOŚCI

Urządzenie będące przedmiotem niniejszej instrukcji zostało przeznaczone dla zastosowań w środowisku przemysłowym. Przy konstruowaniu i produkcji niniejszego urządzenia zastosowano takie normy, których spełnienie zapewnia realizację założonych zasad i środków bezpieczeństwa, pod warunkiem przestrzegania przez użytkownika podanych dalej wytycznych instalowania i uruchomienia oraz prowadzenia eksploatacji.



Urządzenie to jest urządzeniem klasy A. W środowisku mieszkalnym może ono powodować zakłócenia radioelektryczne. W takich przypadkach można żądać od jego użytkownika zastosowania odpowiednich środków zaradczych.

Urządzenie to jest zgodne z postanowieniami dyrektyw UE:

- | | |
|-------------------|---|
| 2014/35/UE | LVD - Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia - wprowadzona na terytorium RP Rozporządzeniem Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz.U. 2016, poz. 806). |
| 2014/30/UE | EMC - Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw Państw Członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej – wprowadzona na terytorium RP Ustawą z dnia 13 kwietnia 2007 r. o kompatybilności elektromagnetycznej (Dz.U. Nr 82, poz. 556). |

Zgodność z dyrektywami została potwierdzona badaniami wykonanymi w niezależnych od producenta laboratoriach pomiarowych i badawczych.

Urządzenie spełnia wymagania zasadnicze określone w dyrektywach: niskonapięciowej (**2014/35/UE**) i kompatybilności elektromagnetycznej (**2014/30/UE**), poprzez zgodność z normami:

Norma zharmonizowana z dyrektywą LVD 2014/35/UE

- ◆ **PN-EN 60255-27:2014-06** - Przekazniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe -- Część 27: Wymagania bezpieczeństwa wyrobu.

Norma zharmonizowana z dyrektywą EMC 2014/30/UE

- ◆ **PN-EN 60255-26:2014-01** - Przekazniki pomiarowe i urządzenia zabezpieczeniowe -- Część 26: Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej

1. Zastosowanie urządzenia

Mikroprocesorowy Synchronizator typu SM-07 przeznaczony jest do automatycznego łączenia obiektów elektroenergetycznych prądu przemiennego. Synchronizator pracuje w kilku trybach, wybieranych na podstawie wejść binarnych bądź w sposób automatyczny, w zależności od poziomów napięć, zdefiniowanych nastaw i konfiguracji oraz wybranych banków nastaw.

Synchronizator SM-07 realizuje automatycznie wybór następujących rodzajów pracy:

- synchronizacja automatyczna ze stałym czasem wyprzedzenia,
- spinanie wydzielonych systemów elektroenergetycznych,
- zamykanie wyłącznika przy braku napięcia po jednej lub obu stronach wyłącznika.

W synchronizatorze typu SM-07 szczególny nacisk położono na niezawodność i dokładność łączenia. Zastosowano w nim unikalną metodę realizacji stałego czasu wyprzedzenia opartą na zaawansowanej technice obróbki sygnałów, zapewniającą łączenie z uchybami nie większymi 1° .

Unikalnymi cechami synchronizatora SM-07 są:

- możliwość wyboru pomiędzy synchronizacją jednofazową lub trójfazową,
- możliwość synchronizacji dwukanałowej,
- obsługa do czterech wyłączników i dwóch generatorów,
- redundantny zasilacz,
- wyrównywanie częstotliwości z uwzględnieniem parametrów dynamiki układu napędowego, umożliwiające załączenie w czasie kilkudziesięciu sekund (w układach generacyjnych),
- wyrównywanie napięć z uwzględnieniem parametrów dynamiki układu regulacji napięcia (w układach generacyjnych),
- prezentacja za pomocą konfigurowalnych diod LED spełnienia warunków kryterialnych synchronizacji jeszcze przed uruchomieniem procesu łączenia,
- opcjonalna, dodatkowa karta komunikacyjna z dwoma portami Ethernetowymi 100Base-Tx lub 100Base-Fx,
- opcjonalny 7" wyświetlacz LCD.

1.1. Łączenie w trybach napięciowych

Tryby napięciowe służą do łączenia obiektów elektroenergetycznych w sytuacji gdy obie strony zamykanego wyłącznika znajdują się pod napięciem.

1.1.1. Synchronizacja automatyczna ze stałym czasem wyprzedzenia (SYN)

Tryb SYN służy do łączenia obiektów pracujących asynchronicznie. W tym trybie synchronizator może, o ile jest taka możliwość, wysłać impulsy regulacyjne, zmniejszając w ten sposób dopuszczalne różnice napięć i częstotliwości do poziomów nastawionych przez użytkownika.

W rozwiązaniu stacyjnym, gdy synchronizator nie ma wpływu na stan łączonych obiektów energetycznych i regulacja jest niemożliwa, nastawione warunki dopuszczalne różnic napięcia i częstotliwości muszą być spełnione w momencie wystąpienia sygnału „Start” uruchamiającego proces łączenia.

1.1.2. Załączanie w zadanym sektorze kątowym (ZSK)

Tryb ZSK służy do łączenia obiektów, gdy synchronizator nie ma wpływu na napięcia i częstotliwości łączonych obiektów a ma je połączyć, gdy spełnione są określone w nastawach warunki łączenia. Po podaniu sygnału „Start” synchronizator wygeneruje impuls zamykający wyłącznik tylko wtedy, gdy różnica napięć, różnica faz i dryft fazy w nastawionym czasie granicznym nie przekroczą nastawionych wartości dopuszczalnych.

1.2. Łączenie w trybach beznapięciowych

Tryby beznapięciowe służą do łączenia obiektów elektroenergetycznych w sytuacji gdy przynajmniej jedna strona zamykanego wyłącznika znajduje się w stanie beznapięciowym.

1.2.1. Łączenie bez napięcia własnego (BNW)

Tryb BNO służy do zamykania wyłącznika, gdy wartość skuteczna napięcia i częstotliwość napięcia pola odniesienia mieszczą się w wymaganym zakresie, a napięcie pola własnego zawiera się w zakresie szczytkowym. Kontrola napięcia szczytkowego ma na celu wykrycie sytuacji, gdy szyny pola własnego są zwarte.

1.2.2. Łączenie bez napięcia odniesienia (BNO)

Tryb BNO służy do zamykania wyłącznika, gdy wartość skuteczna napięcia i częstotliwość napięcia pola własnego mieszczą się w wymaganym zakresie, a napięcie pola odniesienia zawiera się w zakresie szczytkowym. Kontrola napięcia szczytkowego ma na celu wykrycie sytuacji, gdy szyny pola odniesienia są zwarte.

1.2.3. Łączenie bez napięcia własnego i odniesienia (BNWO)

Tryb BNWO służy do kontrolowanego przez synchronizator zamykania wyłącznika, gdy po obydwu jego stronach nie ma napięcia zasilającego. Po obu stronach wyłącznika kontrolowane jest napięcie szczytkowe. Kontrola napięcia szczytkowego ma na celu wykrycie, czy któreś z szyn nie są zwarte.

1.3. Synchronizacja dwukanałowa

Synchronizator SM-07 oferuje możliwość synchronizacji dwukanałowej. Taki rodzaj synchronizacji polega na tym, że urządzenie bierze pod uwagę dwie pary napięć pomiarowych (kanał synchronizacji **główny** oraz **dodatkowy**) i dla każdej z nich wykonuje niezależnie algorytm obliczeniowy. Sygnał zamknięcia wyłącznika **ZW** wysyłany jest tylko wtedy, gdy oba niezależnie pracujące algorytmy wskażą ten sam moment zamknięcia wyłącznika.

Dopuszczalna jest pewna różnica we wskazaniu momentu zamknięcia wyłącznika między kanałami. Wartość ta wynosi równowartość czasu, który jest potrzebny, aby przesunięcie fazowe obliczane dla danego kanału synchronizacji zmieniło się o więcej niż określono w nastawie **2k_dfi** (tablica 3.1; lp. 30). Dla większych różnic częstotliwości dopuszczalna więc będzie mniejsza różnica we wskazaniu momentu zamknięcia wyłącznika pomiędzy dwoma kanałami.

Sposób podłączenia i oznaczenie napięć pomiarowych dla synchronizacji dwukanałowej zostało opisane w rozdziale 3.4.2. [Podłączenie napięć pomiarowych](#).

2. Zasady bezpieczeństwa

Informacje znajdujące się w tym rozdziale mają na celu zaznajomienie użytkownika z właściwą instalacją i obsługą wyrobu. Zakłada się, że personel instalujący, uruchamiający i eksploatujący to urządzenie posiada właściwe kwalifikacje i jest świadomy o istnieniu potencjalnego niebezpieczeństwa związanego z pracą przy urządzeniach elektrycznych.

Urządzenie spełnia wymagania obowiązujących przepisów i norm w zakresie bezpieczeństwa. W jego konstrukcji zwrócono szczególną uwagę na bezpieczeństwo użytkowników.

Instalacja urządzenia

Urządzenie powinno być zainstalowane w miejscu, które zapewnia odpowiednie warunki środowiskowe określone w danych technicznych. Urządzenie powinno być właściwie zamocowane, zabezpieczone przed uszkodzeniami mechanicznymi i przed przypadkowym dostępem osób nieuprawnionych. Synchronizator jest przystosowany do montażu zatablicowego w rozdzielniach wewnętrznych. Synchronizator należy podłączyć zgodnie ze schematem elektrycznym. Podłączenia zewnętrzne doprowadza się poprzez rozłączalne złącza sprężynowe lub śrubowe. Do podłączeń synchronizatora zaleca się stosować przewody typu LY o przekroju $1,0 \div 2,5 \text{ mm}^2$.

Synchronizator SM-07 jest wykonywany w I klasie ochronności i wymaga podłączenia przewodu ochronnego instalacji do odpowiednio oznakowanego zacisku na obudowie.

Uruchomienie urządzenia

Po zainstalowaniu synchronizatora należy przeprowadzić jego uruchomienie zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami dotyczącymi urządzeń zabezpieczeniowych, automatyki i sterowania.



Próba izolacji może spowodować naładowanie się pojemności rozproszonych do niebezpiecznego napięcia. Po zakończeniu każdej części próby należy pojemności te rozładować.

Eksploatacja urządzenia



Urządzenie powinno pracować w warunkach określonych w danych technicznych. Osoby obsługujące urządzenie powinny być upoważnione i zaznajomione z instrukcją użytkowania.

Zdejmowanie obudowy



Przed przystąpieniem do wykonywania jakichkolwiek prac związanych z koniecznością zdjęcia obudowy należy bezwzględnie odłączyć wszystkie napięcia zasilające i pomiarowe, a następnie odłączyć synchronizator od obwodów zewnętrznych przez wycięcie wszystkich wtyków.

Zastosowane podzespoły są czułe na wyładowania elektrostatyczne, dlatego otwieranie urządzenia bez właściwego wyposażenia antyelektrostatycznego, może spowodować jego uszkodzenie.

Obsługa

Po zainstalowaniu urządzenie nie wymaga dodatkowej obsługi poza okresowymi sprawdzeniami wymaganymi przez odpowiednie przepisy. W razie wykrycia usterki należy zwrócić się do producenta.

Producent świadczy usługi serwisowe gwarancyjne i pogwarancyjne. Warunki gwarancji określone są w karcie gwarancyjnej.

Przeróbki i zmiany

Ze względu na bezpieczeństwo, wszelkie przeróbki i zmiany funkcji urządzenia, którego dotyczy niniejsza instrukcja są niedozwolone. Przeróbki urządzenia, na które producent nie udzielił pisemnej zgody powodują utratę wszelkich roszczeń z tytułu odpowiedzialności przeciwko firmie PUP Kared Spółka z o.o.

Wymiana elementów i podzespołów wchodzących w skład urządzenia pochodzących od innych producentów niż zastosowane, może naruszyć bezpieczeństwo jego użytkowników i spowodować nieprawidłowe działanie urządzenia.

Firma PUP KARED Sp. z o.o. nie odpowiada za szkody spowodowane przez zastosowanie niewłaściwych elementów i podzespołów.

Zakłócenia

O ewentualnych zauważonych zakłóceniach w pracy urządzenia i innych szkodach należy niezwłocznie poinformować kompetentną osobę.

Naprawy mogą być wykonywane wyłącznie przez wykwalifikowanych specjalistów.

Tabliczki znamionowe, informacyjne i naklejki

Należy bezwzględnie przestrzegać wskazówek podanych w formie opisów na urządzeniu, tabliczkach informacyjnych i naklejkach oraz utrzymywać je w stanie zapewniającym dobrą czytelność. Tabliczki i naklejki, które zostały uszkodzone lub stały się nieczytelne, należy wymienić.





Rys 2.1. Wzór tabliczki znamionowej

Zagrożenia niemożliwe do wyeliminowania



W warunkach normalnej eksploatacji urządzenia nie należy dotykać jego zacisków ze względu na występowanie napięć o wartościach niebezpiecznych dla człowieka.

3. Opis techniczny i działanie urządzenia

3.1. Opis ogólny

Synchronizator SM-07 zbudowano w oparciu o technikę mikroprocesorową. Podzespoły urządzenia umieszczono w obudowie systemu 19" o szerokości 42T.

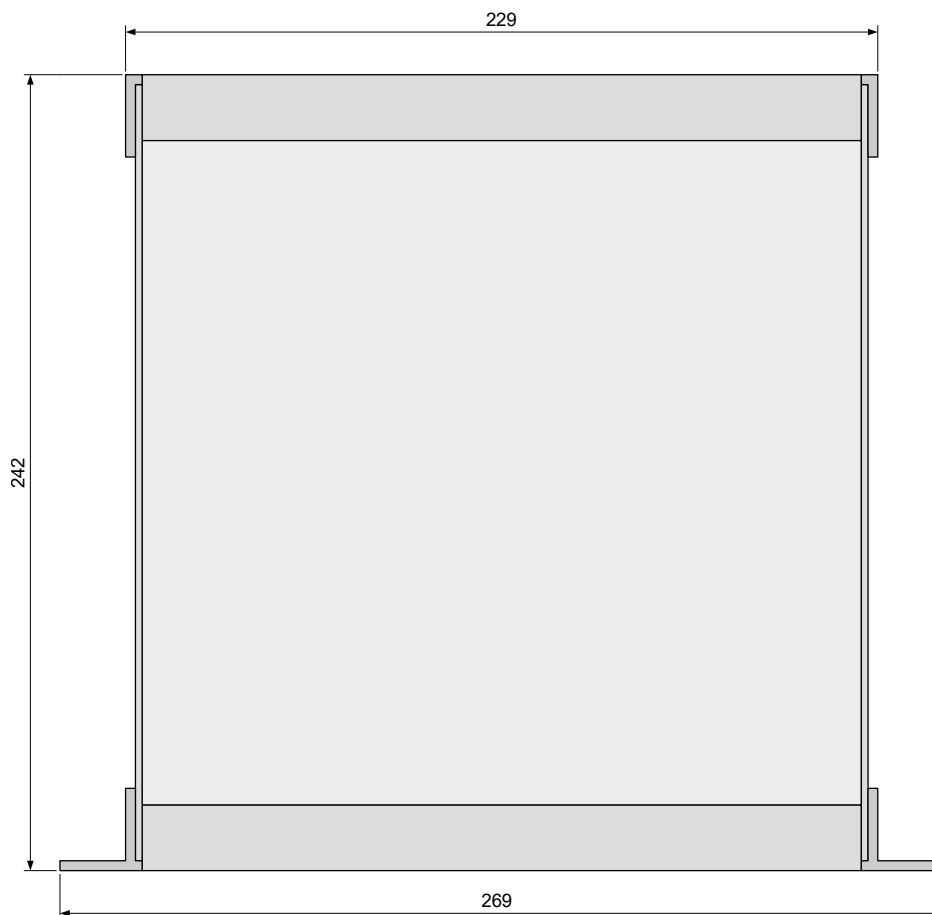
Do synchronizatora doprowadza się napięcia pomiarowe, trójfazowe lub jednofazowe i sygnały dwustanowe (pobudzane napięciem stałym, typowo o wartości 220 V) blokady, startu, położenia wyłączników i wyboru trybu pracy, na podstawie których synchronizator stwierdza warunki do działania i automatycznie realizuje wybrany rodzaj łączenia.

Znamionowa częstotliwość sieci oraz wartość skuteczna napięcia po stronie wtórnej przekładników pomiarowych jest w synchronizatorze konfigurowalna.

3.2. Obudowa

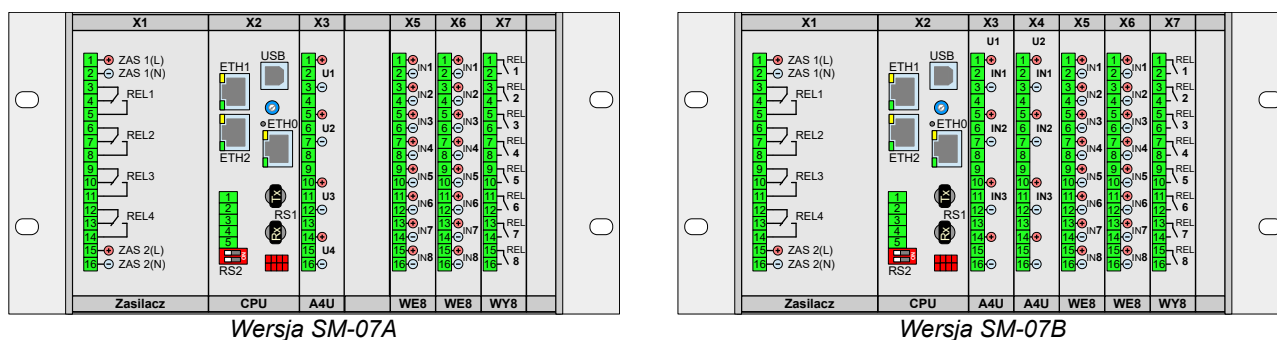
Synchronizatory SM-07 produkowane są w obudowach APRA serii „245” o szerokości 42T.

Rysunek 3.1 przedstawia typową obudowę.



Rys. 3.1 Rysunek obudowy wraz z wymiarami

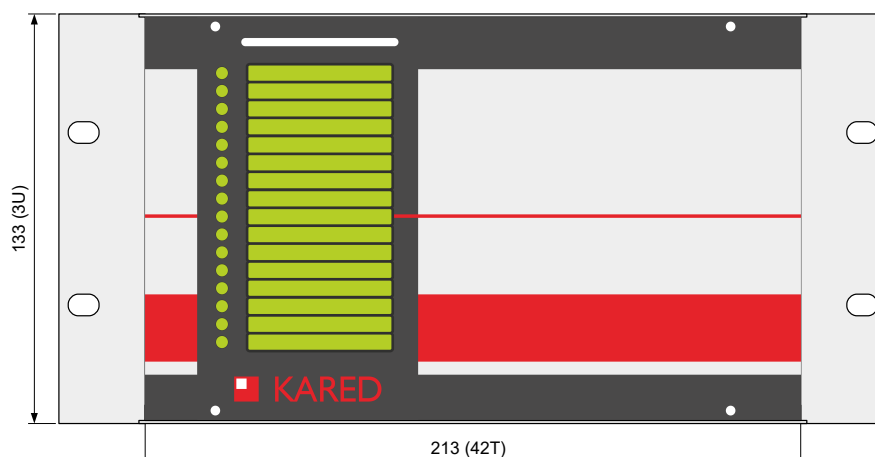
Na rysunku 3.2 przedstawiono rozmieszczenie złączy w zależności od wersji synchronizatora.



Rys. 3.2 Rysunek rozmieszczenia złączy

3.3. Panel diod LED

Synchronizator SM-07 wyposażono w tablicę z panelem diod LED, które informują o aktualnym stanie urządzenia oraz przebiegu procesu synchronizacji. Widok płyty czołowej synchronizatora przedstawia rysunek 3.3.



Rys. 3.3. Widok płyty czołowej synchronizatora SM-07, wersja bez wyświetlacza

Na tablicy z lewej strony umieszczono diody świecące (LED) sygnalizujące m. in. stan pracy urządzenia, poprawność napięcia zasilającego, wybrany tryb pracy oraz warunki synchronizacji. Kolejność diod LED i przypisaną im funkcję informacyjną można konfigurować za pomocą programu na komputerze PC.

3.4. Opis działania

Niniejszy rozdział omawia szczegółowo działanie SM-07 począwszy od uruchomienia urządzenia, postępowania z nieprawidłowościami i wreszcie realizacją procesu synchronizacji.

3.4.1. Wprowadzenie – definicje i oznaczenia

Zasilanie synchronizatora

1. **Zas1** – Napięcie zasilające (podstawowe) o wartości znamionowej 220 V DC lub 230 V AC.
2. **Zas2** – Napięcie zasilające (rezerwowe) o wartości znamionowej 220 V DC lub 230 V AC.

Analogowe sygnały wejściowe SM-07A

1. **U1** – Wejście pomiarowe jednofazowe.
2. **U2** – Wejście pomiarowe jednofazowe.
3. **U3** – Wejście pomiarowe jednofazowe, odpowiednik U1 dla kanału dodatkowego synchronizacji. Tylko dla synchronizacji dwukanałowej.
4. **U4** – Wejście pomiarowe jednofazowe, odpowiednik U2 dla kanału dodatkowego synchronizacji. Tylko dla synchronizacji dwukanałowej.

Analogowe sygnały wejściowe SM-07B

1. **U1** – IN1, IN2, IN3: Wejścia pomiarowe trójfazowe lub jednofazowe (zależy od nastawy *laczenie_3f* (tablica 3.3; lp. 5),

2. **U2** – IN1, IN2, IN3: Wejścia pomiarowe trójfazowe lub jednofazowe (zależy od nastawy *laczenie_3f* (tablica 3.3; lp. 5),

Mierzone napięcia z punktu widzenia logiki łączenia

1. **Uw** – Napięcie własne kanału głównego synchronizacji;
2. **Uo** – Napięcie odniesienia kanału głównego synchronizacji;
3. **Uw_dod** – *Napięcie własne kanału dodatkowego synchronizacji,
4. **Uo_dod** – *Napięcie odniesienia kanału dodatkowego synchronizacji

* Wykorzystywane tylko dla synchronizacji dwukanałowej (tablica 3.3; lp. 4)

Opis tego, które z napięć traktowane są jako napięcie własne lub odniesienia dla obu kanałów synchronizacji znajduje się w rozdziale 3.4.2. [Podłączenie napięć pomiarowych](#).

Mierzone częstotliwości z punktu widzenia logiki łączenia

1. **fw** – Częstotliwość napięcia własnego,
2. **fo** – Częstotliwość napięcia odniesienia.

Dyskretne sygnały wejściowe

A. Sygnały wyboru rodzaju pracy:

1. **SYN** – Wybór trybu pracy SYN, jeśli nastawa Auto = 2 (tablica 3.3; lp. 3),
2. **ZSK** – Wybór trybu pracy ZSK, jeśli nastawa Auto = 2 (tablica 3.3; lp.3),
3. **BNW** – Wybór trybu pracy BNW, jeśli nastawa Auto = 2 (tablica 3.3; lp.3),
4. **BNO** – Wybór trybu pracy BNO, jeśli nastawa Auto = 2 (tablica 3.3; lp.3),
5. **BNWO** – Wybór trybu pracy BNWO, jeśli nastawa Auto = 2 (tablica 3.3; lp.3).
6. **GEN** – Wybór trybu banku nastaw generatora:
(GEN = 0 → Bank nastaw 1, GEN = 1 → Bank nastaw 2)

B. Sygnały sterujące:

1. **START** – Start procesu łączenia,
2. **BLKZ** – Blokada sygnału załączającego wyłącznik,

C. Sygnały stanu wyłącznika:

1. **W1o** – Wyłącznik W1 otwarty,
2. **W1z** – Wyłącznik W1 zamknięty,
3. **W2o** – Wyłącznik W2 otwarty,
4. **W2z** – Wyłącznik W2 zamknięty,
5. **W3o** – Wyłącznik W3 otwarty,
6. **W3z** – Wyłącznik W3 zamknięty,
7. **W4o** – Wyłącznik W4 otwarty,
8. **W4z** – Wyłącznik W4 zamknięty,

Dyskretne sygnały wyjściowe (styki przekaźnika)

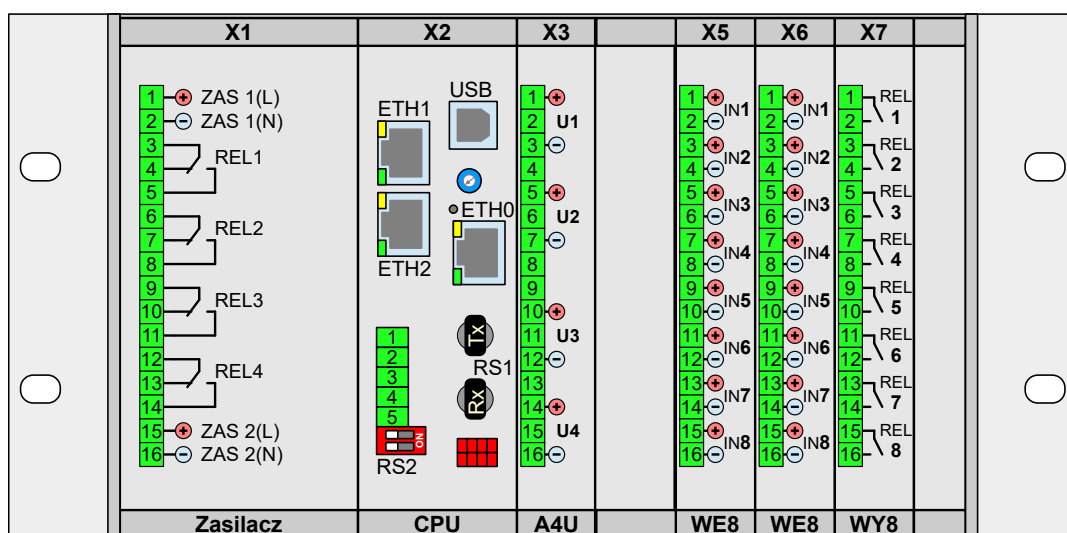
1. **ZW** – Impuls **Z**ałączający **W**yłącznik,
2. **BL** – Sygnalizacja **B**łędu lub **B**Lokady,
3. **GP** – **G**otowość do **P**raci („Live contact”),
4. **NG** – Regulacja **N**apięcia w **G**órze, jeśli nastawa reg = 1 (tablica 3.3; lp. 8),
5. **ND** – Regulacja **N**apięcia w **D**ół, jeśli nastawa reg = 1 (tablica 3.3; lp. 8),
6. **OG** – Regulacja prędkości **O**bsobowej w **G**órze, jeśli nastawa reg = 1 (tablica 3.3; lp. 8),
7. **OD** – Regulacja prędkości **O**bsobowej w **D**ół, jeśli nastawa reg = 1 (tablica 3.3; lp. 8),
8. **ST** – **S**ynchronizacja w **T**oku

3.4.2. Podłączenie napięć pomiarowych

Synchronizator SM-07 dopuszcza możliwość synchronizacji jedno- lub trójfazowej, w zależności od wprowadzonej nastawy (tablica 3.3; lp. 5).

3.4.2.1. Napięcia pomiarowe synchronizatora SM-07A

Synchronizator SM-07A jest synchronizatorem jednofazowym, jedno- lub dwu-kanalowym. Dopuszczalna jest synchronizacja w oparciu o napięcia fazowe (L-N 57,7 V) lub międzyfazowe (L-L 100V). Poniżej opisano przyłączania napięć pomiarowych synchronizatora SM-07 w wersji „A”.



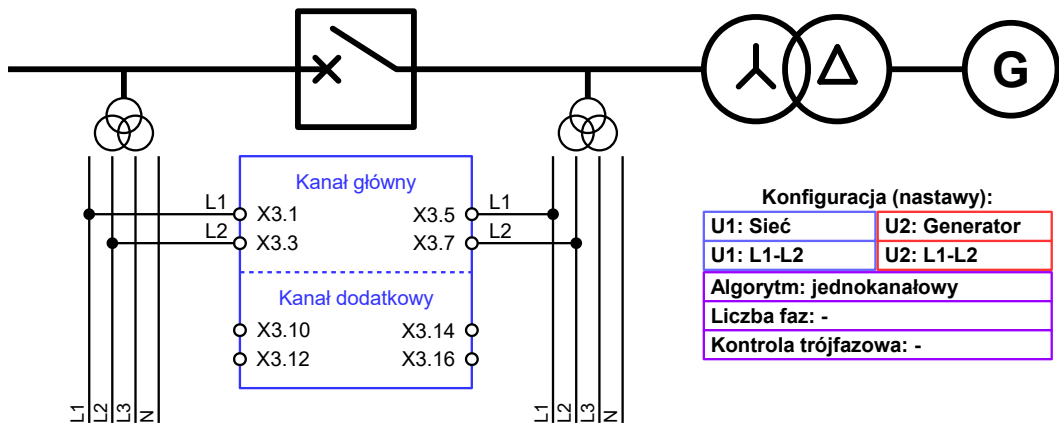
Rys. 3.4: Zaciski synchronizatora SM-07A

Napięcia U1 (X3.1-X3.2) i U2 (X3.5-X3.7) są wejściami pomiarowymi głównego kanału synchronizacji, natomiast napięcia U3 (X3.10-X3.12) i U4 (X3.14-X3.16) służą za wejścia pomiarowe dodatkowego kanału synchronizacji. Napięcia U3 i U4 wykorzystywane są tylko w przypadku synchronizacji dwukanałowej. Wejścia drugiej karty pomiarów analogowych nie są wówczas brane pod uwagę.

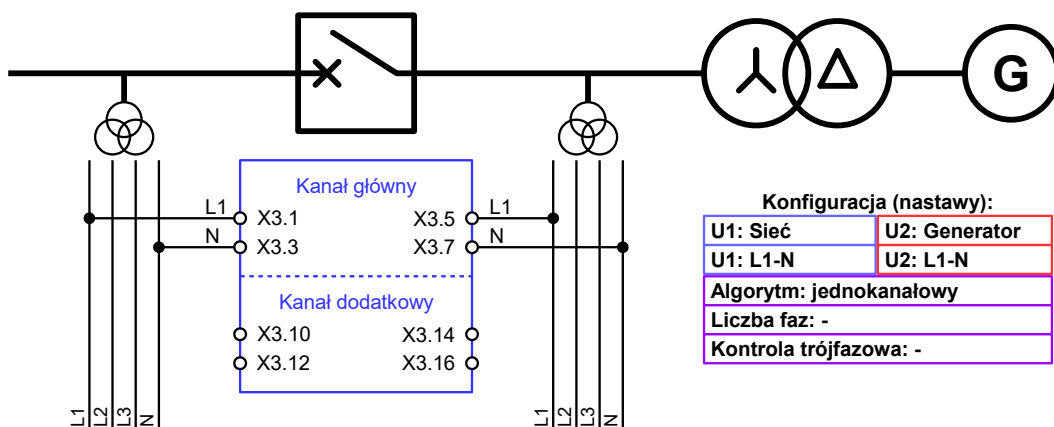
Synchronizator SM-07 daje również możliwość określenia za pośrednictwem nastaw, czy dane napięcie jest napięciem sieci czy generatora ([tablica 3.1; lp. 35 i 36](#)). Jako napięcie własne **Uw** traktowane jest to z napięć (U1 lub U2), które zostało określone w nastawach jako „Generator”. Napięcie odniesienia **Uo** to napięcie, które zostało określone w nastawach jako „Sieć”. Jeśli oba napięcia nastawione są jako „Sieć”, wówczas U2 traktowane jest jako napięcie własne **Uw**, a U1 jest napięciem odniesienia **Uo**.

Dla kanału dodatkowego synchronizacji wejście U3 jest odpowiednikiem wejścia U1, a wejście U4 odpowiednikiem wejścia U2. Jeśli napięcie własne **Uw** to napięcie wejścia U1, a napięcie odniesienia **Uo** to napięcie wejścia U2, wówczas dla kanału dodatkowego synchronizacji napięcie własne **Uw_dod** to napięcie U3, a napięcie odniesienia **Uo_dod** to napięcie U4.

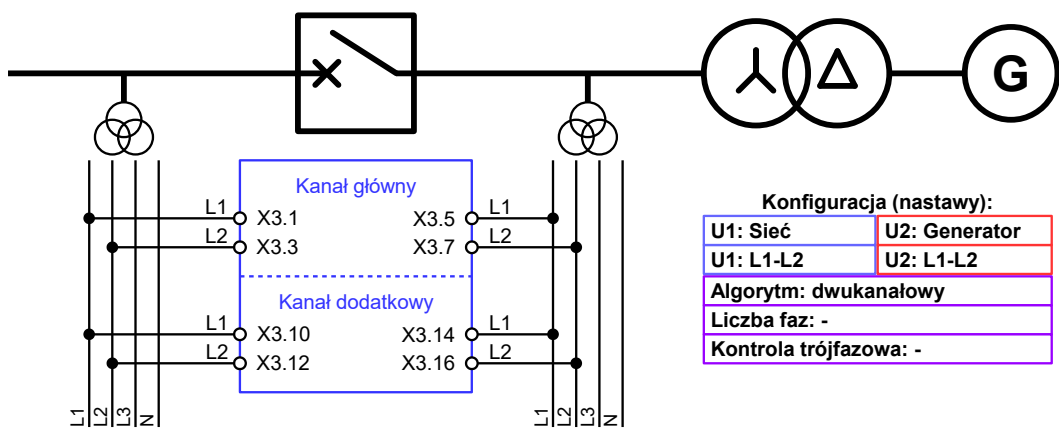
Na rysunkach 3.5 - 3.11 przedstawiono różne sposoby podłączenia napięć pomiarowych wraz z konfiguracją.



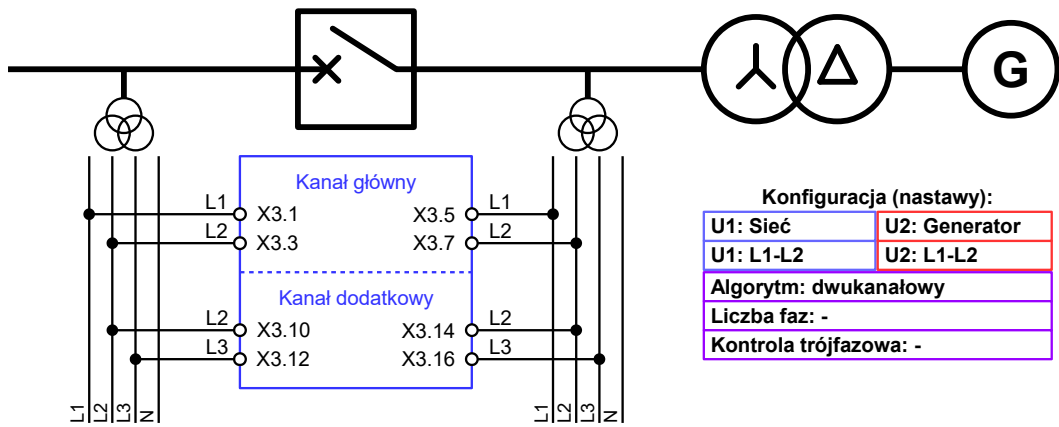
Rys. 3.5: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



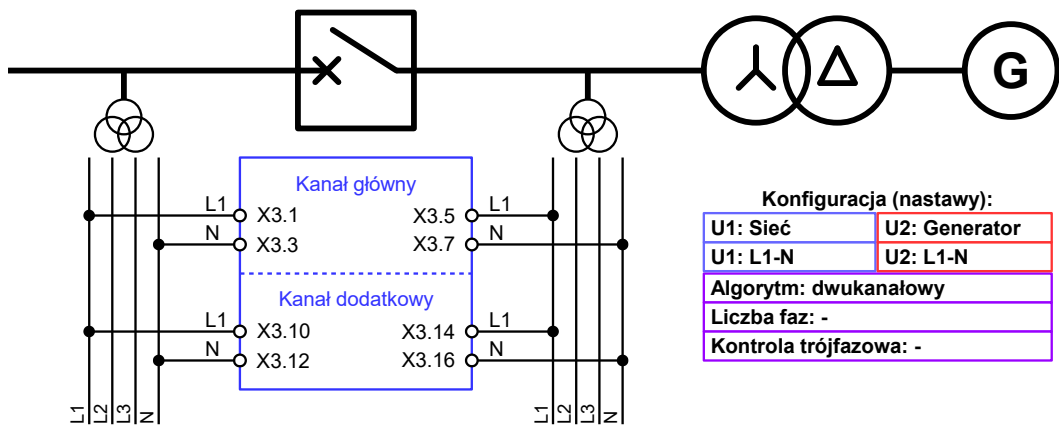
Rys. 3.6: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



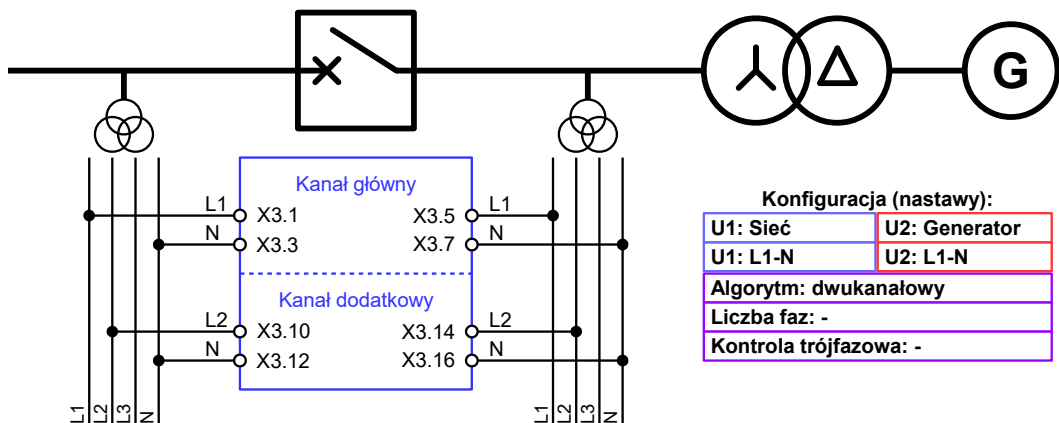
Rys. 3.7: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



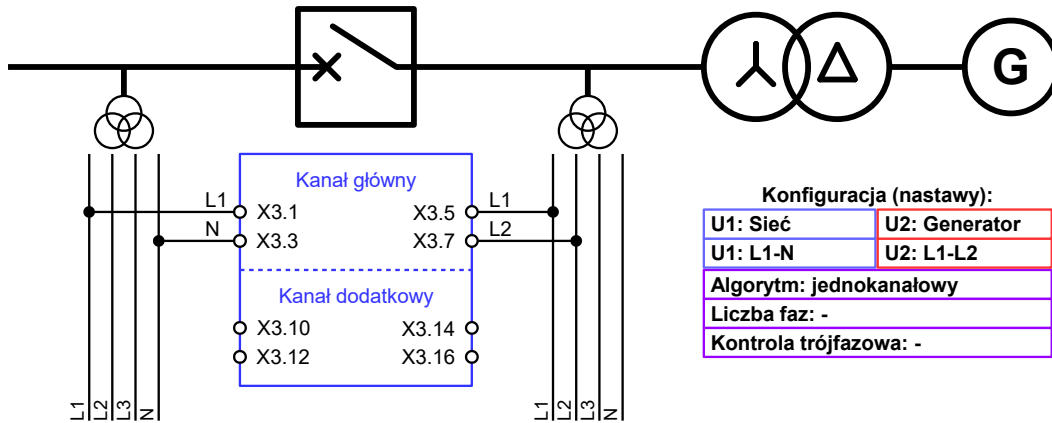
Rys. 3.8: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



Rys. 3.9: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



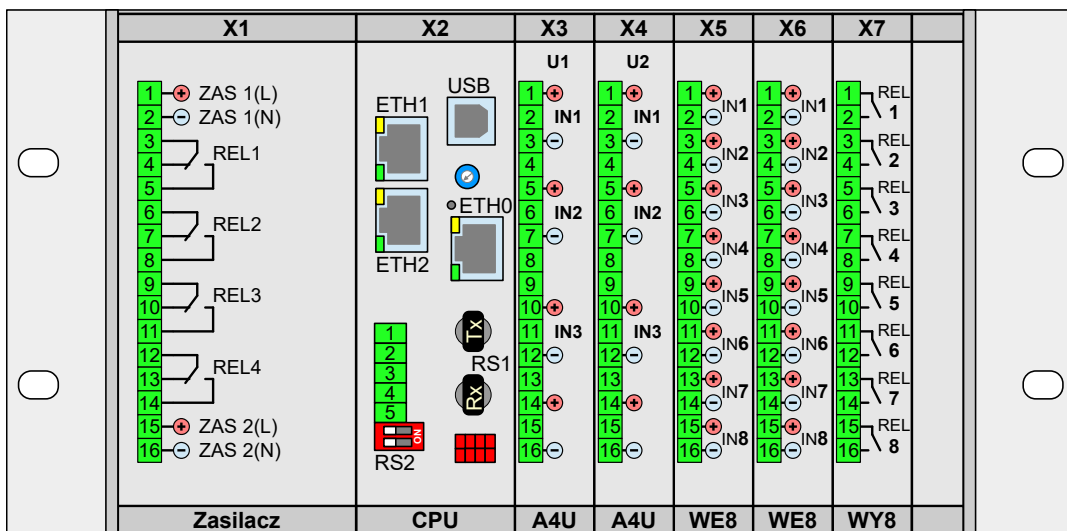
Rys. 3.10: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A



Rys. 3.11: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07A

3.4.2.2. Napięcia pomiarowe synchronizatora SM-07B

Synchronizator SM-07B jest z założenia synchronizatorem trójfazowym, jedno- lub dwukanałowym. Synchronizacja trójfazowa wykonywana jest w oparciu o napięcia fazowe (L-N 57,7 V). Opcjonalnie synchronizator SM-07B dopuszcza możliwość synchronizacji jednofazowej, w zależności od wprowadzonej nastawy (tablica 3.3; lp. 5). Jednakże w przypadku wykorzystania synchronizatora w układach bez pełnego pomiaru trzech faz zaleca się stosowanie wersji SM-07A. Poniżej opisano przyłączania napięć pomiarowych synchronizatora SM-07 w wersji „B”.



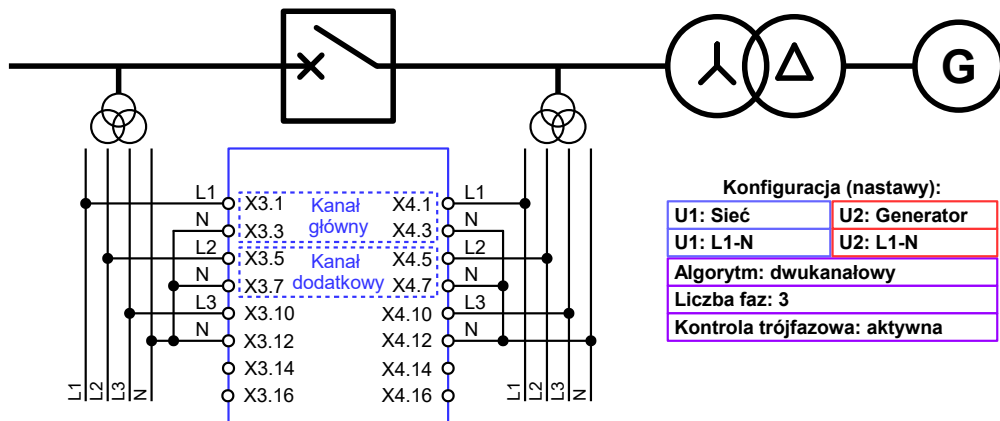
Rys. 3.12: Zaciski synchronizatora SM-07B

Jako napięcie U1 traktowane jest napięcie trójfazowe doprowadzone do pierwszej karty pomiarowej, natomiast jako U2 napięcie doprowadzone do drugiej karty pomiarowej. Kanał główny synchronizacji bierze pod uwagę parę napięć podłączoną do zacisków IN1 z obu kart, a kanał dodatkowy parę napięć IN2 na obu kartach. Napięcie znamionowe dla każdego z kanałów jest wówczas przyjmowane jako $U_n / \sqrt{3}$, gdzie U_n oznacza wartość nastawy (tablica 3.3; lp. 1) czyli typowo dla $U_n = 100 \text{ V}$: $U_n / \sqrt{3} = 57,7 \text{ V}$.

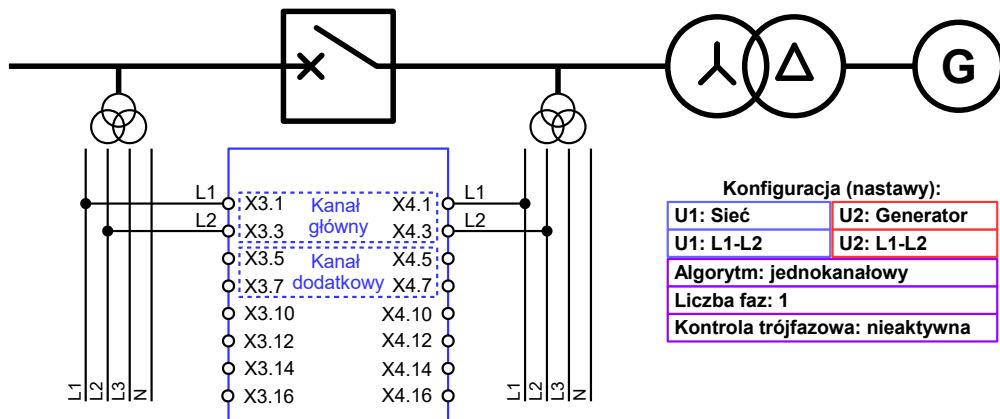
Jako napięcie własne **U_w** traktowane jest napięcie IN1 doprowadzone do tej karty (U1 lub U2), które zostało określone w nastawach jako „Generator” (*tablica 3.1; lp. 35 i 36*). Napięcie odniesienia **U_o** to napięcie IN1 karty, która została określona w nastawach jako „Sieć”. Jeśli oba napięcia są ustawione jako „Sieć”, wówczas napięcie IN1 doprowadzone do karty U2 traktowane jest jako napięcie własne **U_w**, a napięcie IN1 doprowadzone do karty U1 jest napięciem odniesienia **U_o**.

Napięcie własne kanału dodatkowego **U_{w_dod}** jest napięciem IN2 na tej samej karcie co napięcie własne **U_w**, natomiast napięcie odniesienia kanału dodatkowego **U_{o_dod}** jest napięciem IN2 na tej samej karcie co napięcie odniesienia **U_o**.

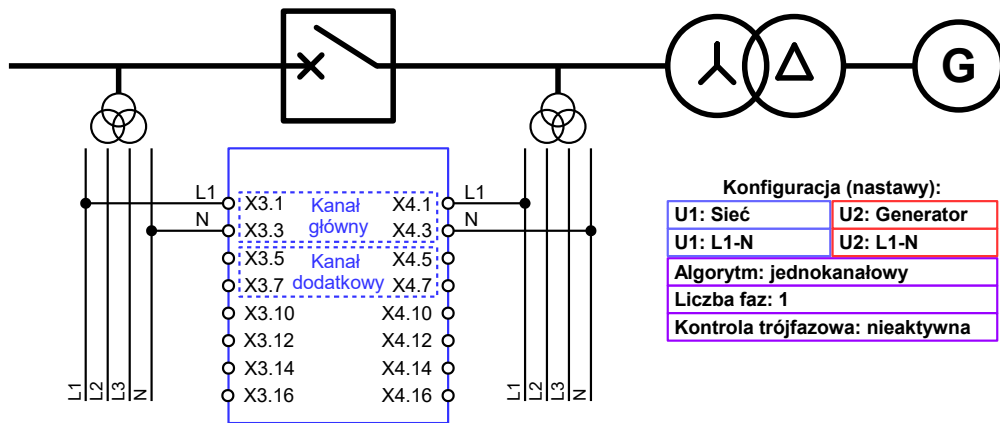
Na rysunkach 3.13 - 3.20 przedstawiono różne sposoby podłączenia napięć pomiarowych wraz z konfiguracją.



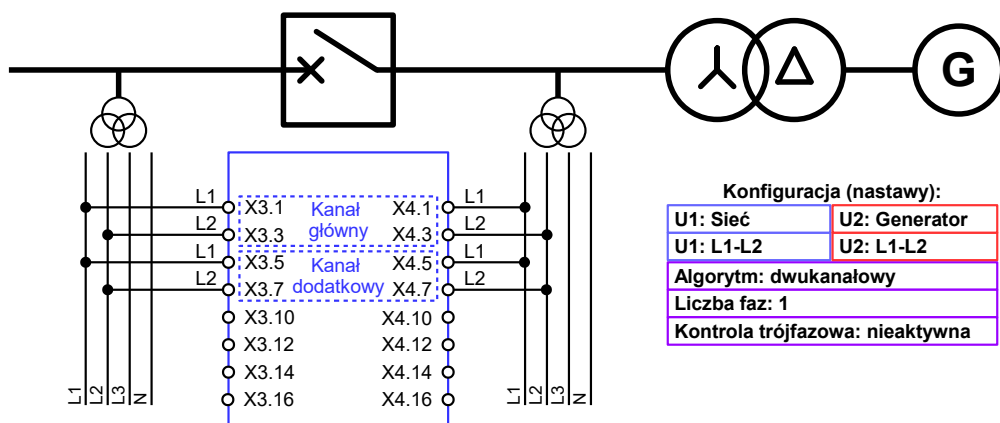
Rys. 3.13: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



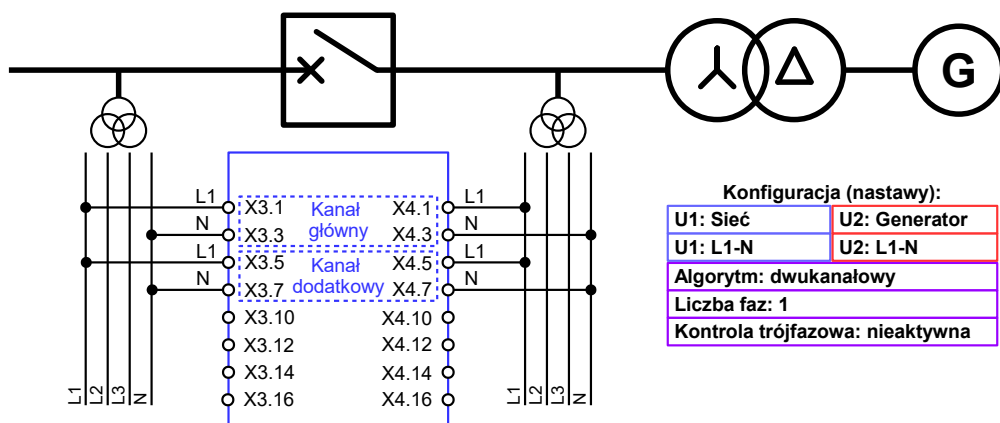
Rys. 3.14: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



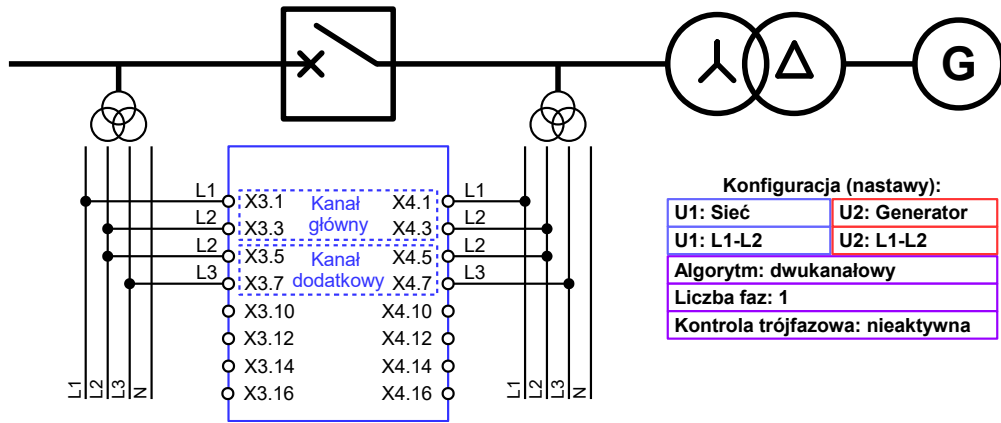
Rys. 3.15: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



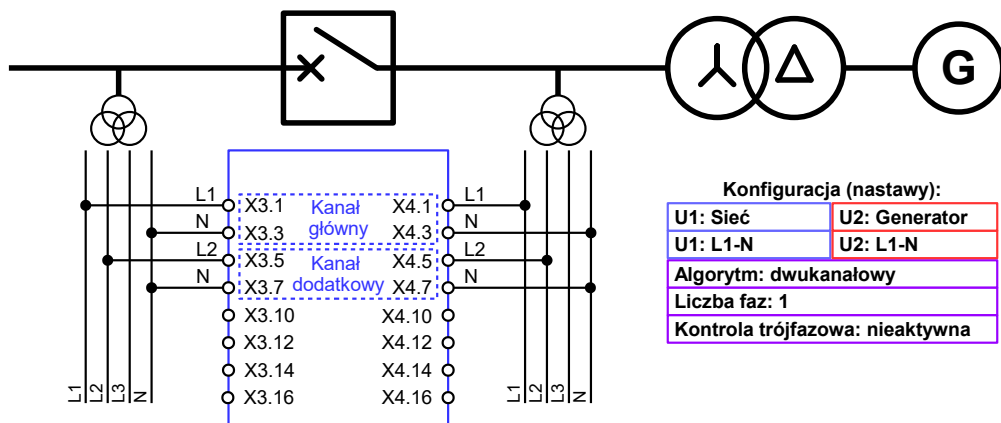
Rys. 3.16: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



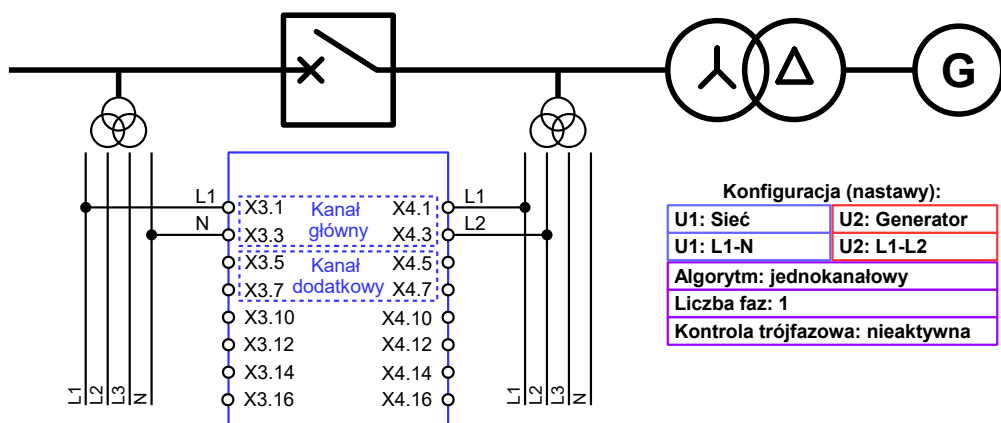
Rys. 3.17: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



Rys. 3.18: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



Rys. 3.19: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B



Rys. 3.20: Przykład konfiguracji i podłączenia napięć pomiarowych – SM-07B

3.4.3. Wybór aktywnego banku nastaw

Bank nastaw wybierany jest poprzez aktywny sygnał na jednym z wejść W1o...W4o lub W1z...W4z. Napięcie podane musi być tylko na wejścia dotyczące jednego wyłącznika, w przeciwnym razie synchronizator uzna to za błąd i nie przyjmie żadnego banku nastaw.

3.4.4. Kontrola napięcia trójfazowego

Rozróżnia się dwa przypadki kontroli napięć trójfazowych:

Pierwszy przypadek dotyczy sytuacji, gdy napięcie traktowane jest jako „zdrowe”, czyli wartość skuteczna napięcia powinna być zbliżona do wartości znamionowej. W takiej sytuacji kontrolowane są warunki:

- Kierunek wirowania;
- Wartość skuteczna poszczególnych napięć - wszystkie wartości napięć muszą mieścić się w zakresie określonym przez nastawy Uwd i Uwg (tablica 3.1; lp. 16 i 17) lub Uod i Uog (tablica 3.1; lp. 22 i 23);
- Przesunięcia fazowe (kąty) między poszczególnymi wektorami napięcia trójfazowego (dopuszczalne przesunięcie musi mieścić się w zakresie $120^\circ \pm 10^\circ$).

Drugi przypadek dotyczy sytuacji, gdy napięcie traktowane jest jako napięcie „szczątkowe” (np. napięcie indukowane w niezasilanej linii). W takiej sytuacji kontrolowany jest jeden warunek:

- Wartość skuteczna poszczególnych napięć - wszystkie wartości napięć muszą mieścić się w zakresie określonym przez nastawy Uswd i Uswg (tablica 3.1; lp. 20 i 21) lub Usod i Usog (tablica 3.1; lp. 26 i 27);

W zależności od wybranego trybu łączenia, napięcia Uw i Uo traktowane są jako zdrowe lub szczątkowe.

Trójfazową kontrolę napięcia można włączyć lub wyłączyć za pomocą nastawy *kontrola_3f* (tablica 3.3; lp. 6). Aby kontrola trójfazowa była aktywna, w nastawach musi być również wybrane łączenie trójfazowe – nastawa *laczenie_3f* = 2 (tablica 3.3; lp. 5).

3.4.5. Filtracja napięć pomiarowych

Użytkownik ma możliwość zmiany sposobu filtracji napięć pomiarowych za pomocą nastawy *Typ filtracji* (tablica 3.1; lp. 41). Dopuszczalne typy filtracji to filtracja dolnoprzepustowa (FIR LPF) oraz filtracja pasmowoprzepustowa (FIR BPF). Filtracja typu BPF zalecana jest w przypadku, gdy z pewnych powodów sygnał pomiarowy jest silnie zakłócony składową stałą lub częstotliwościami subharmonicznymi. Z nastawą *Typ filtracji* (tablica 3.1; lp. 41) powiązana jest nastawa *gd_dfi* (tablica 3.1; lp. 29) która określa dopuszczalną różnicę fazy pomiędzy wynikami równoległych prac algorytmów obliczeniowych bazujących na przejściach napięcia pomiarowego przez „zero” w górę i w dół. W warunkach normalnych wartość nastawy *gd_dfi* (tablica 3.1; lp. 29) na poziomie 1° przy ustawionej filtracji typu LPF powinna umożliwić sprawny proces synchronizacji. Jednocześnie eliminując przypadki załączenia synchronizowanego wyłącznika w momentach przejściowych zakłóceń.

3.4.6. Napięcie strony pierwotnej przekładników

Użytkownik ma możliwość określenia napięć stron pierwotnych przekładników za pomocą odpowiednich nastaw (tablica 3.1; lp. 37 i 38). Nastawy te nie wpływają na proces synchronizacji i mają znaczenie jedynie z punktu widzenia wizualizacji procesu synchronizacji np. za pomocą Wirtualnej Kolumny Synchronizacyjnej (7.2. Wizualizacja procesu synchronizacji).

3.4.7. Wybór trybu pracy

Wybór trybu pracy może następować automatycznie, jeśli nastawa Auto = 1 (tablica 3.3; lp. 3).



W takim przypadku wybór trybu pracy zależy od spełnionych warunków, przyjętych nastaw i wybranego banku nastaw. Jeśli nastawa Auto = 2 ([tablica 3.3; lp. 3](#)) wybór trybu pracy dokonywany jest za pomocą wejść binarnych SYN, ZSK, BNW, BNO i BNWO.

Przyjęcie danego trybu pracy w trybie automatycznym jest związane ze spełnieniem pewnych, charakterystycznych dla danego trybu pracy, warunków kryterialnych. Nie oznacza to, że będzie możliwe zamknięcie wyłącznika, gdyż nie wszystkie warunki kryterialne są brane pod uwagę podczas ustalania trybu pracy.

Proces synchronizacji opiera się na porównaniu napięcia **U_w** oraz napięcia **U_o** (a także **U_{w_dod}** i **U_{o_dod}** dla synchronizacji dwukanałowej - [tablica 3.3; lp. 4](#)). W przypadku napięć trójfazowych pozostałe dwie fazy napięć są kontrolowane w sposób opisany w rozdziale: [3.4.4. Kontrola napięcia trójfazowego](#).

Warunki przyjęcia trybu ZSK:

$$U_w \geq 60\% U_n \quad (3.1)$$

$$U_o \geq 60\% U_n \quad (3.2)$$

$$|df| \leq A_{synchr}(\cdot) \quad (3.3)$$

gdzie:

- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia własnego U_w;
- U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia odniesienia U_o;
- U_n – znamionowe napięcie wejść pomiarowych synchronizatora;
- df – zmierzona różnica częstotliwości;
- A_{synchr}(.) – dopuszczalny dryft różnicy faz ([tablica 3.1; lp. 15](#));
- (.) – zależy od wybranego banku nastaw.

Warunki przyjęcia trybu SYN:

$$U_w \geq 60\% U_n \quad (3.4)$$

$$U_o \geq 60\% U_n \quad (3.5)$$

$$|df| > A_{synchr}(\cdot) \quad (3.6)$$

gdzie:

- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia własnego U_w;
- U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia odniesienia U_o;
- U_n – znamionowe napięcie wejść pomiarowych synchronizatora;
- df – zmierzona różnica częstotliwości;
- A_{synchr}(.) – dopuszczalny dryft różnicy faz ([tablica 3.1; lp. 15](#));
- (.) – zależy od wybranego banku nastaw.

Warunki przyjęcia trybu BNWO:

$$U_w \leq 30\% U_n \quad (3.7)$$

$$U_o \leq 30\% U_n \quad (3.8)$$

gdzie:



- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia własnego U_w;
 U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia odniesienia U_o;
 U_n – znamionowe napięcie wejść pomiarowych synchronizatora;

Warunki przyjęcia trybu BNW:**przypadek 1:**

$$U_w < 60 \% U_n \quad (3.9)$$

$$U_o > 60 \% U_n \quad (3.10)$$

Przypadek 2:

$$U_w \leq 60 \% U_n \quad (3.11)$$

$$U_o \leq 60 \% U_n \quad (3.12)$$

$$U_o > 30 \% U_n \quad (3.13)$$

$$U_o > U_w \quad (3.14)$$

gdzie:

- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia własnego U_w;
 U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia odniesienia U_o;
 U_n – znamionowe napięcie wejść pomiarowych synchronizatora;

Warunki przyjęcia trybu BNO:**przypadek 1:**

$$U_w > 60 \% U_n \quad (3.15)$$

$$U_o < 60 \% U_n \quad (3.16)$$

Przypadek 2:

$$U_w \leq 60 \% U_n \quad (3.17)$$

$$U_o \leq 60 \% U_n \quad (3.18)$$

$$U_w > 30 \% U_n \quad (3.19)$$

$$U_w \geq U_o \quad (3.20)$$

gdzie:

- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia własnego U_w;
 U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia odniesienia U_o;
 U_n – znamionowe napięcie wejść pomiarowych synchronizatora;

W synchronizatorze zastosowano niewielką histerezę dla wartości napięć i różnicy częstotliwości, które powodują zmianę trybu pracy. Ma to na celu wykluczenie częstych zmian trybu pracy w sytuacji, gdy zmierzone wartości są na granicy dwóch trybów pracy.

3.4.8. Uruchamianie i wyłączanie

Synchronizator jest uruchamiany przez załączenie napięcia zasilania. Po załączeniu zasilania synchronizator wykonuje procedurę autotestowania. Jeżeli nie zostaną wykryte żadne błędy wewnętrzne, synchronizator przechodzi do trybu oczekiwania.

Synchronizator można wyłączyć w każdej chwili poprzez zdjęcie napięcia zasilającego.

3.4.9. Odstawienie synchronizatora

Odstawienie awaryjne ma miejsce wtedy, gdy synchronizator wykryje błąd uniemożliwiający prawidłowe wykonanie zadanego łączenia.

Odstawienie awaryjne powoduje:

1. Sygnalizację błędu - zwarcie +BL z BL (styki przekaźnika),
2. Wygenerowanie zdarzenia protokołem IEC 60870-5-103,
3. Zapalenie diody LED sygnalizującej błąd.

Jeżeli **odstawienie awaryjne** było spowodowane spadkiem napięcia zasilania synchronizatora poniżej minimalnego progu wymaganego do poprawnej pracy, to synchronizator pozostanie w stanie odstawienia do momentu powrotu poziomu zasilania do wymaganej wartości minimalnej.

Innym rodzajem odstawienia jest **odstawienie po przełączeniu**. Synchronizator SM-07 przechodzi do tego stanu po poprawnie przeprowadzonym procesie synchronizacji, który skutkuje zamknięciem wyłącznika.

Synchronizator po przejściu w stan **odstawienia awaryjnego** lub **odstawienia po przełączeniu** może zostać w tym stanie zablokowany aż do ponownego uruchomienia, lub powrócić do stanu **oczekiwania** po kilku sekundach. Zależy to od nastawy *blokada* (tablica 3.3; lp. 7).

Jeśli synchronizator jest odstawiony, to nie można zapisać w nim żadnych nastaw. Dane z synchronizatora można wówczas jedynie odczytywać. Wyjątkiem jest sytuacja, w której odstawienie nastąpiło z powodu błędnych nastaw lub z powodu błędnej wartości napięcia zasilającego.

W stanie odstawienia synchronizator ignoruje impulsy startu synchronizacji.

3.4.10. Tryby pracy

W tym rozdziale omówione zostanie działanie poszczególnych trybów pracy synchronizatora.

3.4.10.1. Synchronizacja automatyczna ze stałym czasem wyprzedzenia – tryb SYN

Tryb SYN służy do łączenia obiektów prądu przemiennego do pracy równoległej z zadanym czasem wyprzedzenia. Urządzenie wyznacza moment, w którym dojdzie do zgodności fazowej napięć U_w i U_o , a następnie z nastawionym czasem wyprzedzenia tw (tablica 3.1; lp. 6) wysyła sygnał zamknięcia wyłącznika **ZW**.

3.4.10.1.1. Start procesu łączenia w trybie SYN

Warunkiem koniecznym rozpoczęcia procesu synchronizacji jest podanie napięcia (stanu aktywnego) na wejście wybierające tryb pracy SYN (tylko jeśli nastawa Auto = 2; tablica 3.3; lp. 3). Jeśli nastawiony jest automatyczny wybór trybu pracy, muszą być spełnione warunki opisane w rozdziale 3.4.7. Wybór trybu pracy dla trybu SYN. Oprócz tego musi być wybrany tylko jeden wyłącznik, a synchronizator musi znajdować się w stanie **oczekiwania**. Sygnał blokady zewnętrznej **BLKZ** musi być nieaktywny w momencie przyścia sygnału start, w przeciwnym wypadku urządzenie

przejdzie do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W przypadku, gdy SM-07 nawiązał połączenie z programem konfiguracyjnym PC, sygnały startu synchronizacji są ignorowane.

Jeśli warunki będą spełnione, po podaniu impulsu na wejście start synchronizator przechodzi do stanu **w trakcie synchronizacji**. W tym stanie porównuje mierzone wartości z wartościami zadanymi (nastawami), reguluje napięcie i prędkość kątową generatora (o ile ma taką możliwość) i załącza wyłącznik z zadanym czasem wyprzedzenia.

3.4.10.1.2. Regulacja napięcia

Sygnal regulacji napięcia jest ciągiem impulsów o konfigurowalnym czasie trwania stanu wysokiego (tablica 3.2; lp. 1) i niskiego (tablica 3.2; lp. 2). Synchronizator reguluje napięcie przy różnicy częstotliwości $|df| < df_u$ (tablica 3.2; lp. 5).

Jeśli napięcie regulatora nie zależy od jego prędkości kątowej (tablica 3.2; lp. 6, nastawa C = 0) i $dU > (SYN_pdU/2)$ (tablica 3.1; lp. 2) to synchronizator generuje impulsy ND zmniejszające napięcie generatora. Jeśli $dU < (-SYN_mdU/2)$ (tablica 3.1; lp. 1) to synchronizator generuje impulsy NG zwiększające napięcie generatora. Jeśli w trakcie trwania impulsu ND, warunek $dU > (SYN_pdU/2)$ przestaje być spełniony, to sygnał regulacyjny jest przerywany. Podobnie, jeśli w trakcie trwania impulsu NG, warunek $dU < (-SYN_mdU/2)$ przestaje być spełniony, sygnał NG jest też przerywany. Impulsy NG i ND są również przerywane po zamknięciu wyłącznika.

W przypadku, gdy napięcie generatora zależy od jego prędkości obrotowej (tablica 3.2 lp. 6, nastawa C \neq 0) regulacja napięcia jest skojarzona z regulacją częstotliwości. Impulsy regulacji napięcia są modyfikowane w taki sposób, by w chwili spełnienia warunków częstotliwościowych jednocześnie były spełnione warunki napięciowe.



W synchronizacji sieciowej regulacja napięcia nie jest wykorzystywana ze względu na brak możliwości oddziaływania synchronizatora na łączone obiekty energetyczne. Algorytm regulacji może być wyłączony nastawą reg (tablica 3.3; lp. 8).

3.4.10.1.3. Regulacja prędkości obrotowej generatora

Synchronizator reguluje prędkość obrotową generatora przez zmianę zadanej wartości tej prędkości w regulatorze turbiny napędzającej generator. Regulacja odbywa się za pomocą impulsów o nastawionym czasie trwania TrF (tablica 3.2; lp. 3). Przerwa między impulsami, czyli częstotliwość wysyłania impulsów regulacji zależy od odległości aktualnej różnicy częstotliwości do poprawnego zakresu. Impulsy wysyłane są częściej, gdy różnica częstotliwości jest daleko od poprawnej wartości, a rzadziej gdy różnica częstotliwości jest zbliżona do wartości dopuszczalnej.



W synchronizacji sieciowej regulacja częstotliwości (poprzez regulację prędkości obrotowej generatora) nie jest wykorzystywana ze względu na brak możliwości oddziaływania synchronizatora na łączone obiekty energetyczne. Algorytm regulacji może być wyłączony w nastawą reg (tablica 3.3; lp. 8).

3.4.10.1.4. Zapobieganie pracy synchronicznej niesynfazowej

Jeśli różnica częstotliwości jest bliska zeru i spełniony jest warunek $|df| < \min_df_u$ (tablica 3.2; lp. 4), to synchronizator będzie wysyłał sygnały regulujące prędkość obrotową generatora. Ma to na celu zapobiegnięcie pracy synchronicznej niesynfazowej. Kierunek zmiany prędkości obrotowej urządzenie wybiera tak, aby szybciej przekroczyć granicę niepoprawnych wartości. Synchronizator kończy regulację po przekroczeniu wartości granicznej w niewielkim stopniu, aby uniknąć wysyłania krótkich, chwilowych sygnałów regulacyjnych dla wartości na granicy poprawności.

3.4.10.1.5. Załączanie wyłącznika w trybie SYN

Synchronizator wysyła z czasem wyprzedzenia wybranego wyłącznika t_w (tablica 3.1; lp. 6), impuls **ZW** załączający wyłącznik wtedy, i tylko wtedy, gdy jednocześnie są spełnione niżej podane warunki synchronizacji dokładnej (3.21, 3.22 i 3.23):

$$-SYN_mdU(.) \leq dU \leq SYN_pdU(.) \quad (3.21)$$

$$-SYN_mdf(.) \leq df \leq SYN_pdf(.) \quad (3.22)$$

$$|dfi| \leq fia \quad (3.23)$$

Spełnione muszą być również warunki dodatkowe (3.24, 3.25 i 3.26) :

$$BLKZ = 0 \quad (3.24)$$

$$\text{Upłynęło min. 2 s czasu od zakończenia ostatniego impulsu regulacji obrotów i nie został rozpoczęty następny impuls.} \quad (3.25)$$

$$\text{Stan wyłącznika jednoznacznie otwarty} \quad (3.26)$$

gdzie:

- SYN_mdU(.) – dolna wartość graniczna różnicy napięć przy synchronizacji (tablica 3.1; lp. 1);
- SYN_pdU(.) – górna wartość graniczna różnicy napięć przy synchronizacji (tablica 3.1; lp. 2);
- SYN_mdf(.) – dopuszczalna różnica częstotliwości przy łączeniu „od dołu” (tablica 3.1; lp. 3);
- SYN_pdf(.) – dopuszczalna różnica częstotliwości przy łączeniu „od góry” (tablica 3.1; lp. 4);
- fia – dopuszczalny uchyb kątowy (tablica 3.1; lp. 5);
- dU – mierzona różnica napięć;
- df – mierzona różnica częstotliwości;
- dfi – przewidywana różnica faz (uchyb fazowy) w chwili zamykania styków wyłącznika;
- (.) – zależy od wybranego banku nastaw;

Jeśli wyżej wymienione warunki synchronizacji ze stałym czasem wyprzedzenia nie są spełnione w bieżącym okresie napięcia dudnień, to synchronizator czeka na ich spełnienie w następnym, aż do skutku, chyba że upłynie dopuszczalny czas **Tmax** oczekiwania na synchronizację (tablica 3.1; lp. 31).

Sygnal blokady zewnętrznej BLKZ blokuje sygnał załączający wyłącznik, jeśli pojawi się przed sygnałem ZW. Jeśli jest odwrotnie, to rozpoczęty impuls załączający trwa przez czas:

$$t_{zw} \leq t_w + 300 \text{ ms} \quad (3.27)$$

gdzie:

- t_{zw} – czas trwania impulsu ZW;
- t_w – nastawiony czas wyprzedzenia (tablica 3.1; lp. 6);

i jest przerywany w momencie potwierdzenia stanu „jednoznacznie zamkniętego”, na podstawie sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika.

Impuls załączający wyłącznik może być jednokrotny, gdy nastawa $L_p = 1$ (tablica 3.1; lp. 32), lub wielokrotny, gdy $L_p > 1$ i brak jest sygnału potwierdzającego załączenie wyłącznika.

Jeżeli $L_p > 1$ i po rozpoczęciu impulsu **ZW** załączającego wyłącznik, przez czas **tzw** brak jest sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika potwierdzających stan jednoznacznie zamknięty, to synchronizator będzie ponawiał próby łączenia, aż do wyczerpania nastawionej liczby łączeń. Po nieudanej próbie załączenia, przed kolejną próbą muszą minąć minimum 2 sekundy.

Jeśli w kolejnej próbie nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Jeżeli $L_p = n$ i w czasie trwania n-tego impulsu **ZW**, brak jest sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika, potwierdzających stan jednoznacznie zamknięty, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie awaryjne**.

Nastawa **kkf** (tablica 3.1, lp.28) umożliwia korektę stałego przesunięcia fazowego, jakie synchronizator "widzi" pomiędzy wejściami pomiarowymi. Jest to przydatne, w sytuacji, gdy na skutek przesunięć fazy powodowanych przez przekładniki lub transformatory, różnica faz na zaciskach pomiarowych, nie jest równa różnicy faz po obu stronach wyłącznika. Dla sytuacji, gdy przesunięcie fazowych nie ma, nastawa ta powinna być ustawiona na 0.

3.4.10.1.6. Przerwanie procesu łączenia w trybie SYN

Synchronizator samoczynnie przejdzie do stanu **odstawienie awaryjne**, jeżeli w stanie procesu łączenia w dowolnej chwili nie będzie spełniony którykolwiek z poniższych warunków:

$$U_{wd}(\cdot) \leq U_w \leq U_{wg}(\cdot) \quad (3.28)$$

$$U_{od}(\cdot) \leq U_o \leq U_{og}(\cdot) \quad (3.29)$$

$$f_{wd}(\cdot) \leq f_w \leq f_{wg}(\cdot) \quad (3.30)$$

$$f_{od}(\cdot) \leq f_o \leq f_{og}(\cdot) \quad (3.31)$$

$$-15\% < df < +15\% \quad (3.32)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_w^* \quad (3.33)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_o^* \quad (3.34)$$

$$t < T_{max}(\cdot) \quad (3.35)$$

* Tylko w przypadku łączenia trójfazowego i włączonej kontroli trójfazowej gdzie:

- $U_{wd}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 16);
- $U_{wg}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 17);
- $U_{od}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 22);
- $U_{og}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 23);
- $f_{wd}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 18);
- $f_{wg}(\cdot)$ – górna wartość graniczna częstotliwości napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 19);
- $f_{od}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 24);
- $f_{og}(\cdot)$ – górna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 25);
- f_w – mierzona częstotliwość napięcia własnego;
- f_o – mierzona częstotliwość napięcia odniesienia;
- df – mierzona różnica częstotliwości wyrażona w wielkości względnej;

- Uw – wartość skuteczna mierzonego napięcia Uw;
 Uo – wartość skuteczna mierzonego napięcia Uo;
 t – czas, który upłynął od startu procesu łączenia;
 Tmax(.) – maksymalny czas procesu łączenia (tablica 3.1; lp. 31);
 (.) – zależy od wybranego banku nastaw;

Synchronizator również samoczynnie przejdzie do stanu **odstawienie awaryjne**, jeżeli w stanie procesu łączenia:

- Zmieniony zostanie wybrany wyłącznik (pojawi się napięcie na wejściu W1o,...,W4o lub W1z,...,W4z innym niż aktualnie synchronizowany)
- W przypadku nastawy Auto = 2 (tablica 3.3; lp. 3), jeśli zmieniony zostanie wybrany tryb pracy.

3.4.10.2. Łączenie w zadanym sektorze kąta – tryb ZSK

W celu zamknięcia łącznika w trybie ZSK synchronizator musi wykonać pomiary maksymalnego dryftu oraz maksymalnej i minimalnej różnicy częstotliwości w zadanym czasie Tg (tablica 3.1; lp. 14). Synchronizator stale zapamiętuje pomiary i na bieżąco wyznacza maksymalne i minimalne wartości z zadanego okresu. Wybór, czy kryterium stabilności ma być maksymalny dryft lub maksymalna/minimalna różnica częstotliwości dokonywany jest za pomocą nastawy Kryterium (tablica 3.1; lp. 40).

3.4.10.2.1. Start procesu łączenia w trybie ZSK

Warunkiem koniecznym rozpoczęcia procesu synchronizacji jest podanie napięcia (stanu aktywnego) na wejście wybierające tryb pracy ZSK (tylko jeśli nastawa Auto = 2; tablica 3.3; lp. 3). Jeśli nastawiony jest automatyczny wybór trybu pracy, muszą być spełnione warunki opisane w rozdziale 3.4.7. Wybór trybu pracy dla trybu ZSK. Oprócz tego musi być wybrany tylko jeden wyłącznik, a synchronizator musi znajdować się w stanie **oczekiwanie**. Sygnał blokady zewnętrznej **BLKZ** musi być nieaktywny w momencie przyjscia sygnału start, w przeciwnym wypadku urządzenie przejdzie do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W przypadku, gdy SM-07 nawiązał połączenie z programem konfiguracyjnym PC, sygnały startu synchronizacji są ignorowane.

Jeśli warunki będą spełnione, po podaniu impulsu na wejście start synchronizator przechodzi do stanu **w trakcie synchronizacji**. W tym stanie porównuje mierzone wartości z wartościami zadanymi (nastawami) i załącza wyłącznik w odpowiednim momencie.

3.4.10.2.2. Załączenie wyłącznika w trybie ZSK

Synchronizator wysyła impuls **ZW** załączający wyłącznik wtedy, i tylko wtedy, gdy jednocześnie są spełnione niżej podane warunki synchronizacji dokładnej (3.36, 3.37 i 3.38):

$$-ZSK_mdU(.) \leq dU \leq ZSK_pdU(.) \quad (3.36)$$

$$-mdfi(.) \leq dfi \leq pdfi(.) \quad (3.37)$$

$$\begin{aligned} &|dmx| \leq dr(.) \\ &\text{lub}^* \\ &-ZSK_mdf(.) \leq df_{min} \wedge df_{max} \leq ZSK_pdf(.) \end{aligned} \quad (3.38)$$

Spełnione muszą być również warunki dodatkowe (3.39, i 3.40) :

$$BLKZ = 0 \quad (3.39)$$

$$\text{Stan wyłącznika jednoznacznie otwarty} \quad (3.40)$$

* W zależności od nastawy Kryterium (tablica 3.1; lp. 40),

gdzie:

ZSK_mdU(.)	– dopuszczalna różnica częstotliwości przy łączeniu „od dołu” (tablica 3.1; lp. 7);
ZSKL_pdU(.)	– dopuszczalna różnica częstotliwości przy łączeniu „od góry” (tablica 3.1; lp. 8);
mdfi(.)	– dolna granica różnicy faz napięć (tablica 3.1; lp. 9);
pdfi(.)	– górna granica różnicy faz napięć (tablica 3.1; lp. 10);
ZSK_mdf	– dolna granica różnicy częstotliwości w czasie Tg(.) (tablica 3.1; lp. 11);
ZSK_pdf	– górna granica różnicy częstotliwości w czasie Tg(.) (tablica 3.1; lp. 12);
df _{min}	– minimalna wartość różnicy częstotliwości zmierzona w przedziale czasu Tg(.);
df _{max}	– maksymalna wartość różnicy częstotliwości zmierzona w przedziale czasu Tg(.);
dr(.)	– dopuszczalny dryft różnicy faz (tablica 3.1; lp. 13);
dmx	– maksymalna wartość dryftu różnicy faz zmierzona w przedziale czasu Tg(.);
Tg	– czas graniczny pomiaru stabilności (tablica 3.1; lp. 14)
dfi	– mierzona różnica faz;
dU	– mierzona różnica napięć;
BLKZ	– stan wejścia binarnego „blokada zewnętrzna”;
(.)	– zależy od wybranego banku nastaw;

Jeśli wszystkie warunki są spełnione, to synchronizator wysyła sygnał zamknięcia wyłącznika. Jeśli nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Sygnał blokady zewnętrznej BLKZ blokuje sygnał załączający wyłącznik, jeśli pojawi się przed sygnałem ZW. Jeśli jest odwrotnie, to rozpoczęty impuls załączający trwa przez czas:

$$t_{zw} \leq t_w + 300 \text{ ms} \quad (3.41)$$

gdzie:

t _{zw}	– czas trwania impulsu ZW;
t _w	– nastawiony czas wyprzedzenia (tablica 3.1; lp. 6);

i jest przerywany w momencie potwierdzenia stanu „jednoznacznie zamkniętego”, na podstawie sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika.

Jeżeli którykolwiek z warunków 3.36, 3.37, 3.38 nie jest spełniony po naliczeniu czasu Tg, to synchronizator zaczyna czekać na spełnienie warunków. Maksymalny czas oczekiwania na spełnienie warunków wyznacza nastawa T_{max} (tablica 3.1; lp. 31). Czas Tg może być liczony dopiero po rozpoczęciu procesu łączenia, lub stale również przed otrzymaniem sygnału start. Konfigurować to można nastawą TgTryb (tablica 3.1; lp. 39).

Jeżeli w czasie T_{max} nie zostaną spełnione wszystkie warunki, synchronizator przechodzi do

stanu **odstawienia awaryjnego**. Podobne zachowanie ma miejsce, gdy przy próbie zamknięcia wyłącznika brak jest sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika, potwierdzających stan jednoznacznie zamknięty.

Impuls załączający wyłącznik może być jednokrotny, gdy nastawa $L_p = 1$ (tablica 3.1; lp. 32), lub wielokrotny, gdy $L_p > 1$ i brak jest sygnału potwierdzającego załączenie wyłącznika.

Jeżeli $L_p > 1$ i po rozpoczęciu impulsu **ZW** załączającego wyłącznik, przez czas **tw** brak jest sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika potwierdzających stan jednoznacznie zamknięty, to synchronizator będzie ponawiał próby łączenia, aż do wyczerpania nastawionej liczby łączeń. Po nieudanej próbie załączenia, przed kolejną próbą muszą minąć minimum 2 sekundy.

Jeśli w kolejnej próbie nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Jeżeli $L_p = n$ i w czasie trwania n-tego impulsu **ZW**, brak jest sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika, potwierdzających stan jednoznacznie zamknięty, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie awaryjne**.

Nastawa kkf (tablica 3.1, lp.28) umożliwia korektę stałego przesunięcia fazowego, jakie synchronizator "widzi" pomiędzy wejściami pomiarowymi. Jest to przydatne, w sytuacji, gdy na skutek przesunięć fazy powodowanych przez przekładniki lub transformatory, różnica faz na zaciskach pomiarowych, nie jest równa różnicy faz po obu stronach wyłącznika. Dla sytuacji, gdy przesunięć fazowych nie ma, nastawa ta powinna być ustawiona na 0.

3.4.10.2.3. Przerwanie procesu łączenia w trybie ZSK

Synchronizator samoczynnie przejdzie do stanu **odstawienie awaryjne**, jeżeli w stanie procesu łączenia w dowolnej chwili nie będzie spełniony którykolwiek z poniższych warunków:

$$U_{wd}(\cdot) \leq U_w \leq U_{wg}(\cdot) \quad (3.42)$$

$$U_{od}(\cdot) \leq U_o \leq U_{og}(\cdot) \quad (3.43)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_w^* \quad (3.44)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_o^* \quad (3.45)$$

$$t < T_{max}(\cdot) \quad (3.46)$$

* Tylko w przypadku łączenia trójfazowego i włączonej kontroli trójfazowej

gdzie:

- $U_{wd}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 16);
- $U_{wg}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia własnego (tablica 3.1; lp. 17);
- $U_{od}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 22);
- $U_{og}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 23);
- U_w – wartość skuteczna mierzonego napięcia U_w ;
- U_o – wartość skuteczna mierzonego napięcia U_o ;
- t – czas, który upłynął od startu procesu łączenia;
- $T_{max}(\cdot)$ – maksymalny czas procesu łączenia (tablica 3.1; lp. 31);
- (\cdot) – zależy od wybranego banku nastaw;

Synchronizator również samoczynnie przejdzie do stanu **odstawienie awaryjne**, jeżeli w stanie procesu łączenia:

- Zmieniony zostanie wybrany wyłącznik (pojawi się napięcie na wejściu W1o,...,W4o lub W1z,...,W4z innym niż aktualnie synchronizowany)
- W przypadku nastawy Auto = 2 (tablica 3.3; lp. 3), jeśli zmieniony zostanie wybrany tryb pracy.

3.4.10.3. Łączenie przy braku napięcia własnego – tryb BNW

Tryb łączenia BNW jest jednym z trybów beznapięciowych. Tryb ten służy zamknięciu wyłącznika w sytuacji, w której napięcie własne **Uw** jest bliskie zeru.

3.4.10.3.1. Start procesu łączenia w trybie BNW

Warunkiem koniecznym rozpoczęcia procesu synchronizacji jest podanie napięcia (stanu aktywnego) na wejście wybierające tryb pracy BNW (tylko jeśli nastawa Auto = 2; tablica 3.3; lp. 3). Jeśli nastawiony jest automatyczny wybór trybu pracy, muszą być spełnione warunki opisane w rozdziale 3.4.7. Wybór trybu pracy dla trybu BNW. Oprócz tego musi być wybrany tylko jeden wyłącznik, a synchronizator musi znajdować się w stanie **oczekiwanie**. Sygnał blokady zewnętrznej **BLKZ** musi być nieaktywny w momencie przyjścia sygnału start, w przeciwnym wypadku urządzenie przejdzie do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W przypadku, gdy SM-07 nawiązał połączenie z programem konfiguracyjnym PC, sygnały startu synchronizacji są ignorowane.

Jeśli warunki będą spełnione, po podaniu impulsu na wejście start synchronizator przechodzi do stanu **w trakcie synchronizacji**. W tym stanie porównuje mierzone wartości z wartościami zadanymi (nastawami) i załącza wyłącznik lub przechodzi do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W trybie tym urządzenie **nie czeka na spełnienie warunków** tylko decyduje o zamknięciu wyłącznika podejmując **natychmiast po starcie** synchronizacji.

3.4.10.3.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNW

Synchronizator wysyła impuls **ZW** załączający wyłącznik wtedy, i tylko wtedy, gdy jednocześnie są spełnione niżej podane warunki synchronizacji dokładnej (3.47, 3.48, 3.49, 3.50, 3.51):

$$\text{Napięcie odniesienia: } U_{od}(\cdot) \leq U_o \leq U_{og}(\cdot) \quad (3.47)$$

$$\text{Częstotliwość odniesienia: } f_{od}(\cdot) \leq f_o \leq f_{og}(\cdot) \quad (3.48)$$

$$\text{Napięcie własne (szczątkowe): } U_{swd}(\cdot) \leq U_w \leq U_{swg}(\cdot) \quad (3.49)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_w^* \quad (3.50)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_o^* \quad (3.51)$$

Spełnione muszą być również warunki dodatkowe (3.52, i 3.53) :

$$BLKZ = 0 \quad (3.52)$$

$$\text{Stan wyłącznika jednoznacznie otwarty} \quad (3.53)$$

* Tylko w przypadku łączenia trójfazowego i włączonej kontroli trójfazowej

gdzie:

U_{swd}(.) – dolna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 20);

U_{swg}(.) – górna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 21);

U_{od}(.) – dolna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 22);

Uog(.)	– górna wartość graniczna napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 23);
fod(.)	– dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 24);
fog(.)	– górna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 25);
Uw	– mierzona wartość skuteczna napięcia własnego;
Uo	– mierzona wartość skuteczna napięcia odniesienia;
fo	– mierzona częstotliwość napięcia odniesienia;
BLKZ	– stan wejścia binarnego „blokada zewnętrzna”;
(.)	– zależy od wybranego banku nastaw;

Jeśli wszystkie warunki są spełnione, to synchronizator wysyła sygnał zamknięcia wyłącznika. Jeśli nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Sygnał blokady zewnętrznej BLKZ blokuje sygnał załączający wyłącznik, jeśli pojawi się przed sygnałem ZW. Jeśli jest odwrotnie, to rozpoczęty impuls załączający trwa przez czas:

$$t_{zw} \leq t_w + 300 \text{ ms} \quad (3.54)$$

gdzie:

t_{zw}	– czas trwania impulsu ZW;
t_w	– nastawiony czas wyprzedzenia (tablica 3.1; lp. 6);

i jest przerywany w momencie potwierdzenia stanu „jednoznacznie zamkniętego”, na podstawie sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika.

3.4.10.4. Łączenie przy braku napięcia odniesienia – tryb BNO

Tryb łączenia BNO jest jednym z trybów beznapięciowych. Tryb ten służy zamknięciu wyłącznika w sytuacji, w której napięcie odniesienia **Uo** jest bliskie zeru.

3.4.10.4.1. Start procesu łączenia w trybie BNO

Warunkiem koniecznym rozpoczęcia procesu synchronizacji jest podanie napięcia (stanu aktywnego) na wejście wybierające tryb pracy BNO (tylko jeśli nastawa Auto = 2; tablica 3.3; lp. 3). Jeśli nastawiony jest automatyczny wybór trybu pracy, muszą być spełnione warunki opisane w rozdziale 3.4.7. Wybór trybu pracy dla trybu BNO. Oprócz tego musi być wybrany tylko jeden wyłącznik, a synchronizator musi znajdować się w stanie **oczekiwanie**. Sygnał blokady zewnętrznej **BLKZ** musi być nieaktywny w momencie przyjęcia sygnału start, w przeciwnym wypadku urządzenie przejdzie do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W przypadku, gdy SM-07 nawiązał połączenie z programem konfiguracyjnym PC, sygnały startu synchronizacji są ignorowane.

Jeśli warunki będą spełnione, po podaniu impulsu na wejście start synchronizator przechodzi do stanu **w trakcie synchronizacji**. W tym stanie porównuje mierzone wartości z wartościami zadanymi (nastawami) i załącza wyłącznik lub przechodzi do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W trybie tym urządzenie **nie czeka na spełnienie warunków** tylko decyzję o zamknięciu wyłącznika podejmuje **natychmiast po starcie** synchronizacji.

3.4.10.4.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNO

Synchronizator wysyła impuls **ZW** załączający wyłącznik wtedy, i tylko wtedy, gdy jednocześnie są spełnione niżej podane warunki synchronizacji dokładnej (3.55, 3.56, 3.57, 3.58, 3.59):

$$\text{Napięcie odniesienia: } U_{wd}(\cdot) \leq U_w \leq U_{wg}(\cdot) \quad (3.55)$$

$$\text{Częstotliwość odniesienia: } f_{wd}(\cdot) \leq f_w \leq f_{wg}(\cdot) \quad (3.56)$$

$$\text{Napięcie własne (szczątkowe): } U_{sod}(\cdot) \leq U_o \leq U_{sog}(\cdot) \quad (3.57)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_w^* \quad (3.58)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_o^* \quad (3.59)$$

Spełnione muszą być również warunki dodatkowe (3.60, i 3.61) :

$$BLKZ = 0 \quad (3.60)$$

$$\text{Stan wyłącznika jednoznacznie otwarty} \quad (3.61)$$

* Tylko w przypadku łączenia trójfazowego i włączonej kontroli trójfazowej gdzie:

$U_{sod}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 26);

$U_{sog}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 27);

$U_{swd}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 20);

$U_{swg}(\cdot)$ – górna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) (tablica 3.1; lp. 21);

$f_{wd}(\cdot)$ – dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 18);

$f_{wg}(\cdot)$ – górna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia (tablica 3.1; lp. 19);

U_o – mierzona wartość skuteczna napięcia odniesienia;

U_w – mierzona wartość skuteczna napięcia własnego;

f_w – mierzona częstotliwość napięcia własnego;

$BLKZ$ – stan wejścia binarnego „blokada zewnętrzna”;

(\cdot) – zależy od wybranego banku nastaw;

Jeśli wszystkie warunki są spełnione, to synchronizator wysyła sygnał zamknięcia wyłącznika. Jeśli nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Sygnał blokady zewnętrznej $BLKZ$ blokuje sygnał załączający wyłącznik, jeśli pojawi się przed sygnałem ZW . Jeśli jest odwrotnie, to rozpoczęty impuls załączający trwa przez czas:

$$t_{zw} \leq t_w + 300 \text{ ms} \quad (3.62)$$

gdzie:

t_{zw} – czas trwania impulsu ZW ;

t_w – nastawiony czas wyprzedzenia (tablica 3.1; lp. 6);

i jest przerywany w momencie potwierdzenia stanu „jednoznacznie zamkniętego”, na podstawie sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika.

3.4.10.5. Łączenie przy braku obydwóch napięć – tryb BNWO

Tryb łączenia BNO jest jednym z trybów beznapięciowych. Tryb ten służy zamknięciu wyłącznika w sytuacji, w której zarówno napięcie odniesienia **U_o** jak i napięcie własne **U_w** są bliskie zeru.

3.4.10.5.1. Start procesu łączenia w trybie BNWO

Warunkiem koniecznym rozpoczęcia procesu synchronizacji jest podanie napięcia (stanu aktywnego) na wejście wybierające tryb pracy BNWO (tylko jeśli nastawa Auto = 2; [tablica 3.3](#); [lp. 3](#)). Jeśli nastawiony jest automatyczny wybór trybu pracy, muszą być spełnione warunki opisane w rozdziale [3.4.7. Wybór trybu pracy](#) dla trybu BNWO. Oprócz tego musi być wybrany tylko jeden wyłącznik, a synchronizator musi znajdować się w stanie **oczekiwanie**. Sygnał blokady zewnętrznej **BLKZ** musi być nieaktywny w momencie przyjścia sygnału start, w przeciwnym wypadku urządzenie przejdzie do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W przypadku, gdy SM-07 nawiązał połączenie z programem konfiguracyjnym PC, sygnały startu synchronizacji są ignorowane.

Jeśli warunki będą spełnione, po podaniu impulsu na wejście start synchronizator przechodzi do stanu **w trakcie synchronizacji**. W tym stanie porównuje mierzone wartości z wartościami zadanymi (nastawami) i załącza wyłącznik lub przechodzi do stanu **odstawienia awaryjnego**.

W trybie tym urządzenie **nie czeka na spełnienie warunków** tylko decyzję o zamknięciu wyłącznika podejmuje **natychmiast po starcie** synchronizacji.

3.4.10.5.2. Załączenie wyłącznika w trybie BNWO

Synchronizator wysyła impuls **ZW** załączający wyłącznik wtedy, i tylko wtedy, gdy jednocześnie są spełnione niżej podane warunki synchronizacji dokładnej ([3.63](#), [3.64](#), [3.65](#), [3.66](#)):

$$\text{Napięcie odniesienia: (szczątkowe): } U_{swd}(\cdot) \leq U_w \leq U_{swg}(\cdot) \quad (3.63)$$

$$\text{Napięcie własne (szczątkowe): } U_{sod}(\cdot) \leq U_o \leq U_{sog}(\cdot) \quad (3.64)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_w^* \quad (3.65)$$

$$\text{Poprawne napięcie trójfazowe } U_o^* \quad (3.66)$$

Spełnione muszą być również warunki dodatkowe ([3.67](#), i [3.68](#)) :

$$BLKZ = 0 \quad (3.67)$$

$$\text{Stan wyłącznika jednoznacznie otwarty} \quad (3.68)$$

* Tylko w przypadku łączenia trójfazowego i włączonej kontroli trójfazowej gdzie:

Usod(.) – dolna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) ([tablica 3.1](#); [lp. 26](#));

Usog(.) – górna wartość graniczna napięcia własnego (szczątkowego) ([tablica 3.1](#); [lp. 27](#));

Uswd(.) – dolna wartość graniczna napięcia odniesienia ([tablica 3.1](#); [lp. 16](#));

Uswg(.) – górna wartość graniczna napięcia odniesienia ([tablica 3.1](#); [lp. 17](#));

U_o – mierzona wartość skuteczna napięcia odniesienia;

U_w – mierzona wartość skuteczna napięcia własnego;

BLKZ – stan wejścia binarnego „blokada zewnętrzna”;

(.) – zależy od wybranego banku nastaw;

Jeśli wszystkie warunki są spełnione, to synchronizator wysyła sygnał zamknięcia wyłącznika. Jeśli nastąpiło połączenie, potwierdzone sygnałami z wyłącznika, to synchronizator przechodzi do stanu **odstawienie po przełączeniu**.

Sygnał blokady zewnętrznej BLKZ blokuje sygnał załączający wyłącznik, jeśli pojawi się przed sygnałem ZW. Jeśli jest odwrotnie, to rozpoczęty impuls załączający trwa przez czas:

$$t_{zw} \leq t_w + 300 \text{ ms} \quad (3.69)$$

gdzie:

t_{zw} – czas trwania impulsu ZW;

t_w – nastawiony czas wyprzedzenia (tablica 3.1; lp. 6);

i jest przerywany w momencie potwierdzenia stanu „jednoznacznie zamkniętego”, na podstawie sygnałów ze styków pomocniczych wyłącznika.

3.4.10.6. Kody błędów i przyczyn niezłączenia

Przyczyny odstawienia:

Kod	Opis
0:	Brak błędu
1:	Brak wybranego trybu pracy
2:	Wybrane kilka trybów pracy
3:	Inny błąd trybu pracy
4:	Błędnie wybrany wyłącznik
5:	Zmieniony tryb pracy w trakcie synchronizacji
6:	Zmieniony wyłącznik w trakcie synchronizacji
7:	Przekroczony dopuszczalny czas łączenia
8:	Uo poniżej wartości dopuszczalnej
9:	Uw poniżej wartości dopuszczalnej
10:	Uo powyżej wartości dopuszczalnej
11:	Uw powyżej wartości dopuszczalnej
12:	fw poniżej wartości dopuszczalnej
13:	fo poniżej wartości dopuszczalnej
14:	fw powyżej wartości dopuszczalnej
15:	fo powyżej wartości dopuszczalnej
16:	df powyżej 15%
17:	Brak potwierdzenia zamknięcia wyłącznika
18:	Sygnał BLKZ aktywny w momencie otrzymania sygnału START
19:	Brak warunków załączenia (dla trybów beznapięciowych)
20:	Błędne nastawy

<i>Kod</i>	<i>Opis</i>
21:	Niepoprawne napięcie zasilające
22:	Błąd pakietów analogowych
23:	Błąd odczytu ustawień analogowych
24:	Błąd pakietów wejść binarnych izolowanych
25:	Błąd pakietów wejść binarnych nieizolowanych
26:	Błąd pakietów wyjść przekaźnikowych
27:	Błąd pakietów zasilacza
28:	Uszkodzenie procesora ARM
29:	Uszkodzenie procesora DSP
30:	Nieznany stan USM
31:	Kontrola trójfazowa: niepoprawne napięcie zdrowe
32:	Kontrola trójfazowa: niepoprawne napięcie szczytkowe
33:	Kontrola trójfazowa: przesunięcie fazowe poza zakresem
34:	Kontrola trójfazowa: Błąd wirowania
35:	Kontrola trójfazowa: Wewnętrzny błąd kontroli trójfazowej

Przyczyny niezłączenia:

<i>Kod</i>	<i>Opis</i>
0:	Załączenie udane
1:	Błędny stan wyłącznika
2:	Aktywny sygnał Blokady Zewnętrznej - BLKZ
3:	Generator nieustabilizowany po regulacji częstotliwości
4:	Błędny kąt
5:	Uw poza zakresem
6:	Uo poza zakresem
7:	fw poza zakresem
8:	fo poza zakresem
9:	dU poza zakresem
10:	df poza zakresem
11:	df maksymalne poza zakresem
12:	dryft maksymalny poza zakresem
13:	Pomiar dryftu/max df w toku
14:	Przerwa po poprzedniej próbie załączenia

3.4.11. Nastawy

Synchronizator jest dostarczany przez producenta z nastawami fabrycznymi. Po zainstalowaniu synchronizatora należy nastawy te odpowiednio zmodyfikować, aby określały warunki łączenia, właściwe dla danego obiektu. Opis programu komputerowego umożliwiającego zmianę nastaw umieszczono w oddzielnym dokumencie.

Nastawy zgrupowane są w 4 bankach bankach nastaw: B1, B2, B3, B4. Wykaz nastaw

pojedynczego banku zamieszczono w [tablicy 3.1](#).

Oprócz tego w synchronizatorze SM-07 zawarta są 2 banki nastaw generatora G1, G2, które związane definiują pracę synchronizatora z układami generacyjnymi. Wykaz nastaw pojedynczego banku generatora zamieszczono w [tablicy 3.2](#).



Brak wyboru jednego (i tylko jednego) banku nastaw z grupy B1, B2, B3 i B4 oraz jednego banku z grupy G1, G2 skutkuje blokadą możliwości synchronizacji.

Oprócz sześciu powyższych grup nastaw, synchronizator wymaga podania dodatkowych nastaw jak np. sposób wyboru trybu pracy, kontrola trójfazowa, regulacja generatora itp. Nastawy te są wyszczególnione w [tablicy 3.3](#).

Tabela 3.1. Bank nastaw przełączalnych (jeden z czterech, wybierany wejściami W1o, ..., W4o)

Lp	Opis	Oznaczenie	Granica dolna	Granica górna	Rozdzielczość	Jednostka	Uwagi
1	Dolna (ujemna) wartość graniczna różnicy napięć	SYN_mdU	0	20	0.01	%Un	
2	Górna (dodatnia) wartość graniczna różnicy napięć	SYN_pdU	0	20	0.01	%Un	
3	Dolna (ujemna) wartość graniczna różnicy częstotliwości	SYN_mdf	0	2	0.01	Hz	
4	Górna (dodatnia) wartość graniczna różnicy częstotliwości	SYN_pdf	0	2	0.01	Hz	
5	Dopuszczalny hipotetyczny uchyb kątowy	fia	2	20	0.01	°	
6	Czas własny wyłącznika	tw	1	400	0.01	ms	
7	Dolna (ujemna) wartość graniczna różnicy napięć	ZSK_mdU	0	20	0.01	%Un	
8	Górna (dodatnia) wartość graniczna różnicy napięć	ZSK_pdU	0	20	0.01	%Un	
9	Dolna (ujemna) wartość graniczna różnicy faz	mdfi	0	60	0.01	°	
10	Górna (dodatnia) wartość graniczna różnicy faz	pdfi	0	60	0.01	°	
11	Dolna (ujemna) wartość graniczna różnicy częstotliwości w czasie Tg	ZSK_mdf	0	60	0.1	mHz	
12	Górna (dodatnia) wartość graniczna różnicy częstotliwości w czasie Tg	ZSK_pdf	0	60	0.1	mHz	
13	Maksymalny dopuszczalny dryft różnicy faz w czasie Tg	dr	0.1	20	0.1	°/s	
14	Czas graniczny pomiaru stabilności	Tg	1	10	0.1	s	
15	Graniczna różnica częstotliwości między trybami SYN i ZSK	Asynchr	1	100	0.1	mHz	
16	Dolna wartość graniczna napięcia własnego	Uwd	65	100	0.01	%Un	
17	Górna wartość graniczna napięcia własnego	Uwg	100	120	0.01	%Un	
18	Dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia własnego	fwd	90	100	0.01	%fn	
19	Górna wartość graniczna częstotliwości napięcia własnego	fwg	100	110	0.01	%fn	
20	Dolna wartość graniczna szczytkowego napięcia własnego	Uswd	0	5	0.01	%Un	
21	Górna wartość graniczna szczytkowego napięcia własnego	Uswg	0	30	0.01	%Un	
22	Dolna wartość graniczna napięcia odniesienia	Uod	65	100	0.01	%Un	
23	Górna wartość graniczna napięcia odniesienia	Uog	100	120	0.01	%Un	
24	Dolna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia	fod	90	100	0.01	%fn	
25	Górna wartość graniczna częstotliwości napięcia odniesienia	fog	100	110	0.01	%fn	
26	Dolna wartość graniczna szczytkowego napięcia odniesienia	Usod	0	5	0.01	%Un	
27	Górna wartość graniczna szczytkowego napięcia odniesienia	Usog	0	30	0.01	%Un	

Lp	Opis	Oznaczenie	Granica dolna	Granica górna	Rozdzielczość	Jednostka	Uwagi
28	Dodatkowa korekta kąta fazowego	kkf	-180	180	0.001	°	
29	Dopuszczalna różnica fazy up-down	gd_dfi	0.1	10	0.1	°	
30	Dopuszczalna różnica kąta synchronizacji dwukanałowej	2k_dfi	0.1	20	0.1	°	
31	Maksymalny czas procesu łączenia	Tmax	1	1800	1	s	
32	Liczba powtórzeń sygnału załączającego wyłącznik w trybach SYN i ZSK	Lp	1	100	1	-	
33	Sposób podłączenia U1:	podl_U1	1	6	1	-	1 – L1-N, 2 – L2-N, 3 – L3-N, 4 – L1-L2, 5 – L2-L3, 6 – L3-L1;
34	Sposób podłączenia U2:	podl_U2	1	6	1	-	1 – L1-N, 2 – L2-N, 3 – L3-N, 4 – L1-L2, 5 – L2-L3, 6 – L3-L1;
35	Typ napięcia U1:	typ_U1	1	2	1	-	1 – sieć, 2 – generator
36	Typ napięcia U2:	typ_U2	1	2	1	-	1 – sieć, 2 – generator
37	Napięcie znamionowe strony pierwotnej U1:	pierw_U1	0	1000	0.01	kV	
38	Napięcie znamionowe strony pierwotnej U2:	pierw_U2	0	1000	0.01	kV	
39	Tryb pomiaru czasu stabilności	TgTryb	1	2	1	-	1 – pomiar przed startem, 2 – pomiar po starcie
40	Kryterium stabilności w trybie ZSK	Kryterium	1	2	1	-	1 – różnica częstotliwości, 2 – dryft;
41	Typ filtracji	Filtr	2	3	1	-	1 – brak, 2 – FIR LPF, 3 – FIR BPF;

Tabela 3.2. Bank nastaw generatora (jeden z dwóch, wybierany stanem wejścia GEN)

Lp	Opis	Oznaczenie	Granica dolna	Granica górna	Rozdzielczość	Jednostka	Uwagi
1	Czas trwania stanu wysokiego impulsu regulacji napięcia	TW	50	1000	1	ms	
2	Czas trwania stanu niskiego impulsu regulacji napięcia	TN	50	1000	1	ms	
3	Czas trwania impulsu regulującego obroty generatora	Trf	20	1000	1	ms	
4	Różnica częstotliwości, poniżej której wysyłane są sygnały zwiększające różnicę częstotliwości	min_dfu	0	50	1	mHz	
5	Różnica częstotliwości, od której rozpoczyna się regulacja napięcia generatora	dfu	0.1	5.00	0.1	Hz	
6	Współczynnik charakterystyki napięciowej generatora	C	0	2	0.1	-	

Tabela 3.3. Nastawy ogólne (nieprzełączalne)

Lp	Opis	Oznaczenie	Granica dolna	Granica górna	Rozdzielczość	Jednostka	Uwagi
1	Napięcie znamionowe międzyfazowe po stronie wtórnej przekładnika	Un	20	200	0.1	V	
2	Częstotliwość znamionowa	fn	50	60	10	Hz	
3	Wybór trybu łączenia	Auto	1	2	1	-	1 – wybór automatyczny; 2 – wybór ręczny
4	Algorytm jedno- lub dwukanałowy	DwuKanal	1	2	1	-	1 – algorytm jednokanałowy; 2 – algorytm dwukanałowy
5	Łączenie jedno- lub trójfazowe	laczenie_3f	1	2	1	-	1- jednofazowe 2 - trójfazowe

Lp	Opis	Oznaczenie	Granica dolna	Granica górna	Rozdzielczość	Jednostka	Uwagi
6	Kontrola trójfazowa	kontrola_3f	1	2	1	-	1 – kontrola nieaktywna; 2 – kontrola aktywna
7	Blokada synchronizatora po odstawieniu (synchronizator zostanie w stanie odstawienia do resetu zasilania)	blokada	1	2	1	-	1 – blokada nieaktywna; 2 – blokada aktywna
8	Regulacja generatora	reg	1	2	1	-	1 – regulacja aktywna; 2 – regulacja nieaktywna;
9	Sposób przypisania zdarzeń zmian stanów IO w protokole IEC103	zdarz_IO	1	3	1	-	1 – numery IO; 2 – funkcjonalność IO; 3 – Oba powyższe

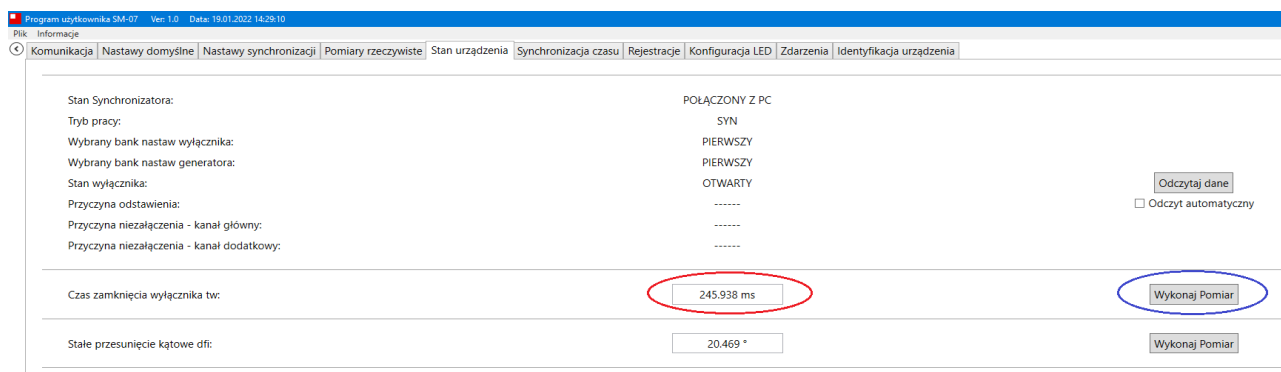
Oprócz powyższych nastaw istnieje również możliwość przypisania wszystkim wejściom binarym i przekaźnikom odpowiedniej funkcji. Nastawy te, nazwane nastawami IO, nie są wyszczególnione w żadnej tabeli powyżej, ponieważ służą tylko konfiguracji numeru karty wejścia lub karty przekaźnikowej oraz numeru wejścia/przekaźnika na danej karcie. Nastawy IO można znaleźć w tabelach służących odczytowi danych protokołem Modbus lub IEC103, w dokumencie opisującym komunikację SM-07. Dla każdego wejścia i wyjścia konfiguracja jest taka sama, wyjątkiem są jedynie przekaźniki poprawności zasilania podstawowego i awaryjnego, ponieważ są one opcjonalne. Opis konfiguracji IO zawarty jest w dokumencie dotyczącym obsługi programu konfiguracyjnego.

3.4.12. Pomiar czasu tw

Synchronizator SM-07 za pośrednictwem programu konfiguracyjnego daje możliwość pomiaru czasu zamykania wyłącznika. Pomiar polega na zmierzeniu czasu jaki upływa od chwili zamknięcia styków przekaźnika na wyjściu **ZW** synchronizatora do chwili zamknięcia styków pomocniczych **Wxz** wyłącznika, gdzie x – numer wybranego wyłącznika. Mierzony jest czas tego wyłącznika, którego stan synchronizator widzi jako jednoznacznie otwarty w chwili rozpoczęcia pomiaru.

Jeśli spełnione są warunki odpowiadające załączeniu w trybie **BNW**, **BNO** lub **BNWO** oraz wyłącznik jest jednoznacznie otwarty, wciśnięcie przycisku „Wykonaj pomiar” (zaznaczony kolorem niebieskim na rysunku) spowoduje generację impulsu **ZW** (o czasie trwania max. 700ms) załączającego wyłącznik oraz uruchomienie licznika pomiaru czasu własnego zamykania wyłącznika **tw**. Uruchomienie licznika następuje w momencie zamknięcia styków przekaźnika na wyjściu **ZW** synchronizatora. Zatrzymanie licznika następuje w chwili pojawienia się napięcia na wejściu **Wxz**, niezależnie od stanu wejścia **Wxo**, gdzie x – numer wybranego wyłącznika.

Wynik pomiaru pokaże się w okienku obok przycisku (zaznaczone kolorem czerwonym na rysunku). Widok okna pomiaru przedstawia [Rys. 3.21](#):



Rys. 3.21: Widok okna umożliwiającego pomiar czasu zamknięcia wyłącznika

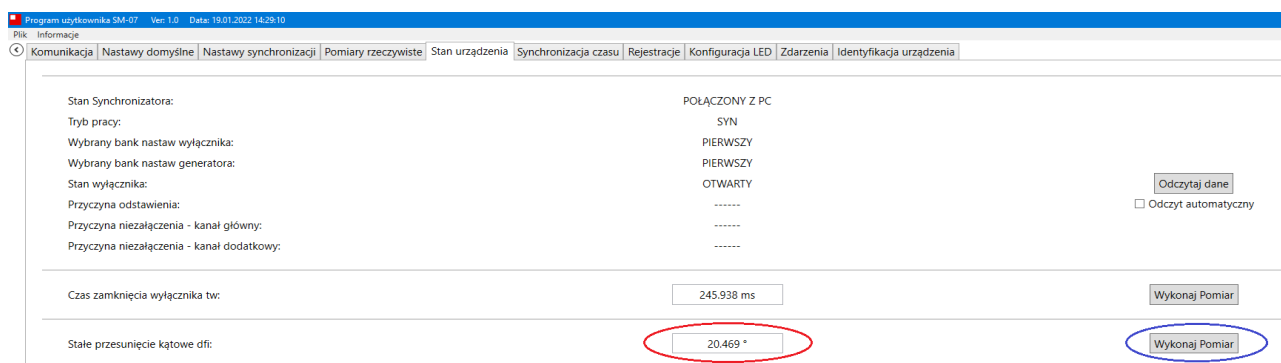
Jeśli od zamknięcia styków przekaźnika na wyjściu ZW upłynie czas 700ms, a stan sygnałów na stykach pomocniczych nie zmieni się lub będzie niejednoznaczny, to synchronizator przejdzie do stanu **odstawienie awaryjne**. W oknie zamiast wyniku pomiaru pokaże się napis „NA”. Podobnie będzie jeśli w chwili pobudzenia załączenia wyłącznika nie są spełnione warunki napięciowe dla jednego z trybów beznapięciowych.

3.4.13. Pomiar kąta ϕ_i

Urządzenie umożliwia pomiar i **kompensację stałego kąta przesunięcia fazowego** (oznaczonego przez „ ϕ_i ”), pomiędzy napięciami pomiarowymi **U_w** i **U_o**.

$$\phi_i = \phi_i(U_o) - \phi_i(U_w) \quad (3.70)$$

Stały kąt przesunięcia wynika z przesunięć fazowych na transformatorach i przekładniach napięciowych. Synchronizator umożliwia pomiar i kompensację tego kąta w zakresie $\pm 180^\circ$. Rys. 3.22 przedstawia widok okna pomiaru stałego przesunięcia fazowego. W celu pomiaru należy wcisnąć przycisk „Wykonaj pomiar” zaznaczony kolorem niebieskim na rysunku poniżej, a wynik pokaże się polu zaznaczonym kolorem czerwonym.



Rys. 3.22: Widok okna umożliwiającego pomiar stałego przesunięcia fazowego

Znak i wartość zmierzonego kąta stałego przesunięcia fazowego pomiędzy napięciami pomiarowymi należy zapamiętać i wprowadzić do nastaw (tablica 3.1, lp. 28).

4. Dane techniczne

Tabela 4.1. Charakterystyka wejść pomiarowych

Napięcie znamionowe U_n	100 V RMS
Moc tracona przy napięciu znamionowym na jedno wejście	< 0,2 VA
Zakres pomiarowy napięcia skutecznego	0...1,3 U_n
Maksymalne dopuszczalne napięcie ciągłe	2 U_n
Częstotliwość próbkowania	16 kHz

Tabela 4.2. Charakterystyka wejść binarnych

Napięcie znamionowe	220 V DC
Moc tracona przy napięciu znamionowym na jedno wejście	< 0,3 W
Typowe napięcie przełączania (progowe)	155...170 V DC
Maksymalne dopuszczalne napięcie ciągłe (polaryzacja dowolna)	300 V DC

Częstotliwość próbkowania	2 kHz
---------------------------	-------

Tabela 4.3. Charakterystyka wejścia zasilającego

Napięcie znamionowe	220 V DC
Minimalne napięcie wymagane do poprawnej pracy	154 V DC
Moc pobierana przy napięciu znamionowym	< 20 W
Maksymalne dopuszczalne napięcie ciągłe	300 V DC

Tabela 4.4. Charakterystyka wyjść przekaźnikowych

Rodzaj przekaźnika	Relpol RM12N
Maksymalny dopuszczalny prąd ciągły	1A
Moc tracona przy maksymalnym dopuszczalnym prądzie ciągłym	<0,15 W
Maksymalny dopuszczalny prąd 10-sekundowy	4A
Pozostałe parametry	Jak dla Relpol RM12N

Tabela 4.5. Złącze X1, SM-07A oraz SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Napięcie zasilania	+ ZAS 1 (L)	Zasilanie podstawowe DC lub AC	X1.1
2	Napięcie zasilania	- ZAS 1 (N)	Zasilanie podstawowe DC lub AC	X1.2
3	Przekaźnik	REL1-C	Kontrola napięcia podstawowego – styk wspólny	X1.3
4	Przekaźnik	REL1-NC	Kontrola napięcia podstawowego – styk NC	X1.4
5	Przekaźnik	REL1-NO	Kontrola napięcia podstawowego – styk NO	X1.5
6	Przekaźnik	REL2-C	Sygnal „Gotowość do pracy” – styk wspólny	X1.6
7	Przekaźnik	REL2-NC	Sygnal „Gotowość do pracy” – styk NC	X1.7
8	Przekaźnik	REL2-NO	Sygnal „Gotowość do pracy” – styk NO	X1.8
9	Przekaźnik	REL3-C	Rezerwa	X1.9
10	Przekaźnik	REL3-NC	Rezerwa	X1.10
11	Przekaźnik	REL3-NO	Rezerwa	X1.11
12	Przekaźnik	REL4-C	Kontrola napięcia rezerwowego – styk wspólny	X1.12
13	Przekaźnik	REL4-NC	Kontrola napięcia rezerwowego – styk NC	X1.13
14	Przekaźnik	REL4-NO	Kontrola napięcia rezerwowego – styk NO	X1.14
15	Napięcie zasilania	+ ZAS 2 (L)	Zasilanie rezerwowe DC lub AC	X1.15
16	Napięcie zasilania	- ZAS 2 (N)	Zasilanie rezerwowe DC lub AC	X1.16

Tabela 4.6. Złącze X3, SM-07A

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Napięcie pomiarowe	+ U1	Napięcie L1* sieci, kanał główny	X3.1
2			Nie używany	X3.2
3	Napięcie pomiarowe	- U1	Napięcie L2* sieci, kanał główny	X3.3

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
4			Nie używany	X3.4
5	Napięcie pomiarowe	+ U2	Napięcie L1* generatora, kanał główny	X3.5
6			Nie używany	X3.6
7	Napięcie pomiarowe	- U2	Napięcie L2* generatora, kanał główny	X3.7
8			Nie używany	X3.8
9			Nie używany	X3.9
10	Napięcie pomiarowe	+ U3	Napięcie L1* sieci, kanał dodatkowy	X3.10
11			Nie używany	X3.11
12	Napięcie pomiarowe	- U3	Napięcie L2* sieci, kanał dodatkowy	X3.12
13			Nie używany	X3.13
14	Napięcie pomiarowe	+ U4	Napięcie L1* generatora, kanał dodatkowy	X3.14
15			Nie używany	X3.15
16	Napięcie pomiarowe	- U4	Napięcie L2* generatora, kanał dodatkowy	X3.16

* Układ napięcia (fazowe, międzyfazowe) oraz numer fazy zależy od nastaw

Tabela 4.7. Złącze X3, SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Napięcie pomiarowe	+ U1	Napięcie L1* sieci, kanał główny	X3.1
2			Nie używany	X3.2
3	Napięcie pomiarowe	- U1	Punkt N* sieci, kanał główny	X3.3
4			Nie używany	X3.4
5	Napięcie pomiarowe	+ U2	Napięcie L2* sieci, kanał główny	X3.5
6			Nie używany	X3.6
7	Napięcie pomiarowe	- U2	Punkt N* sieci, kanał główny	X3.7
8			Nie używany	X3.8
9			Nie używany	X3.9
10	Napięcie pomiarowe	+ U3	Napięcie L3* sieci, kanał główny	X3.10
11			Nie używany	X3.11
12	Napięcie pomiarowe	- U3	Punkt N* sieci, kanał główny	X3.12
13			Nie używany	X3.13
14	Napięcie pomiarowe	+ U4	Rezerwa	X3.14
15			Nie używany	X3.15
16	Napięcie pomiarowe	- U4	Rezerwa	X3.16

* Układ napięcia (fazowe, międzyfazowe) oraz numer fazy zależy od nastaw

Tabela 4.8. Złącze X4, SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Napięcie pomiarowe	+ U1	Napięcie L1* generatora, kanał główny	X4.1
2			Nie używany	X4.2
3	Napięcie pomiarowe	- U1	Punkt N* generatora, kanał główny	X4.3

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
4			Nie używany	X4.4
5	Napięcie pomiarowe	+ U2	Napięcie L2* generatora, kanał główny	X4.5
6			Nie używany	X4.6
7	Napięcie pomiarowe	- U2	Punkt N* generatora, kanał główny	X4.7
8			Nie używany	X4.8
9			Nie używany	X4.9
10	Napięcie pomiarowe	+ U3	Napięcie L3* generatora, kanał główny	X4.10
11			Nie używany	X4.11
12	Napięcie pomiarowe	- U3	Punkt N* generatora, kanał główny	X4.12
13			Nie używany	X4.13
14	Napięcie pomiarowe	+ U4	Rezerwa	X4.14
15			Nie używany	X4.15
16	Napięcie pomiarowe	- U4	Rezerwa	X4.16

* Układ napięcia (fazowe, międzyfazowe) oraz numer fazy zależy od nastaw

Tabela 4.9. Złącze X5, SM-07A oraz SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Wejście binarne	+ IN1	Wybór trybu SYN (+)	X5.1
2	Wejście binarne	- IN1	Wybór trybu SYN (-)	X5.2
3	Wejście binarne	+ IN2	Wybór trybu ZSK (+)	X5.3
4	Wejście binarne	- IN2	Wybór trybu ZSK (-)	X5.4
5	Wejście binarne	+ IN3	Wybór trybu BNW (+)	X5.5
6	Wejście binarne	- IN3	Wybór trybu BNW (-)	X5.6
7	Wejście binarne	+ IN4	Wybór trybu BNO (+)	X5.7
8	Wejście binarne	- IN4	Wybór trybu BNO (-)	X5.8
9	Wejście binarne	+ IN5	Wybór trybu BNWO (+)	X5.9
10	Wejście binarne	- IN5	Wybór trybu BNWO (-)	X5.10
11	Wejście binarne	+ IN6	Sygnał blokady zewnętrznej (BLKZ) (+)	X5.11
12	Wejście binarne	- IN6	Sygnał blokady zewnętrznej (BLKZ) (-)	X5.12
13	Wejście binarne	+ IN7	Sygnał rozpoczęcia synchronizacji (START) (+)	X5.13
14	Wejście binarne	- IN7	Sygnał rozpoczęcia synchronizacji (START) (-)	X5.14
15	Wejście binarne	+ IN8	Sygnał wyboru generatora (GEN) (+)	X5.15
16	Wejście binarne	- IN8	Sygnał wyboru generatora (GEN) (-)	X5.16

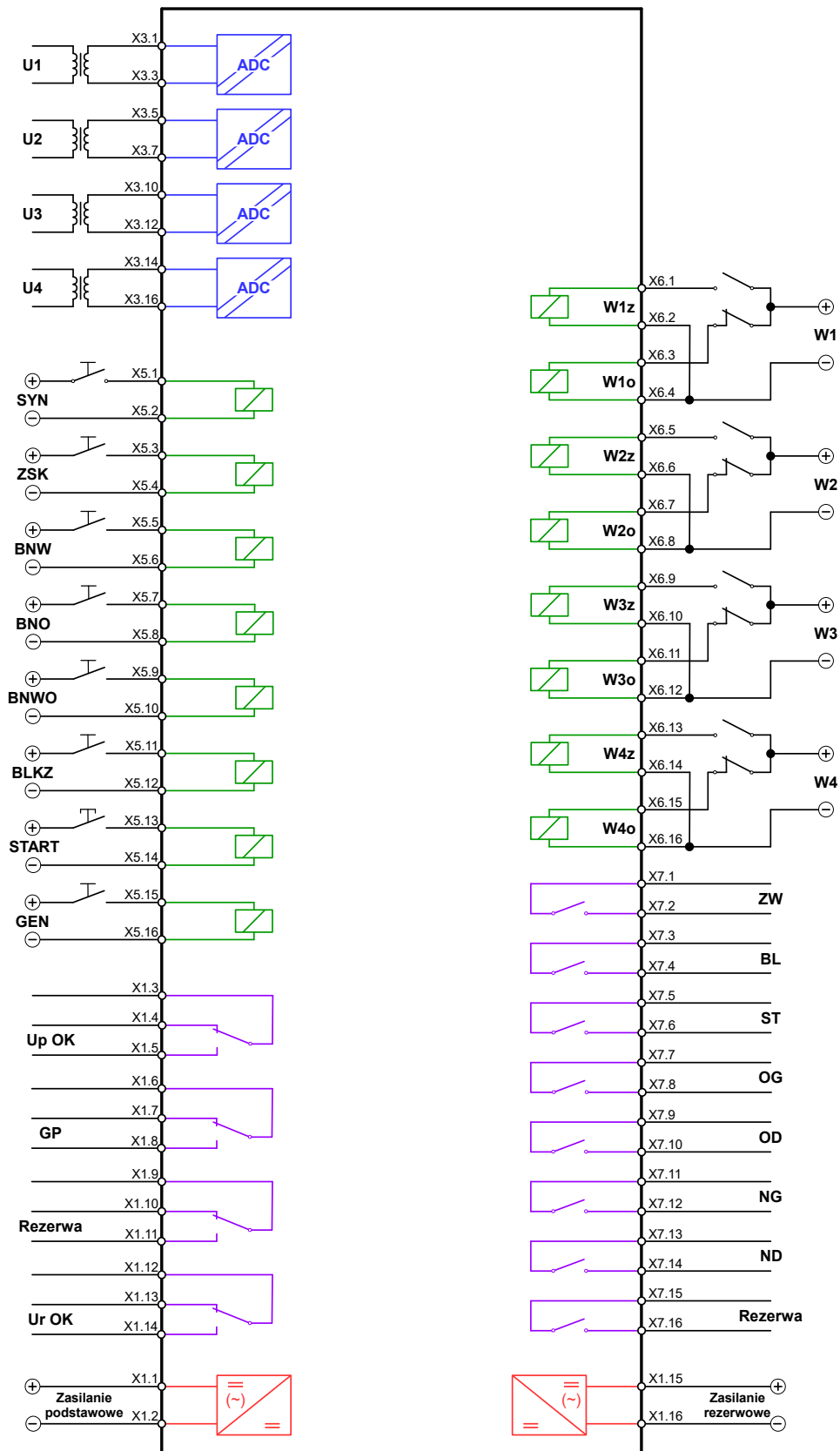
Tabela 4.10. Złącze X6, SM-07A oraz SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Wejście binarne	+ IN1	Stan „Wyłącznik 1 zamknięty” (W1z) (+)	X6.1
2	Wejście binarne	- IN1	Stan „Wyłącznik 1 zamknięty” (W1z) (-)	X6.2
3	Wejście binarne	+ IN2	Stan „Wyłącznik 1 otwarty” (W1o) (+)	X6.3

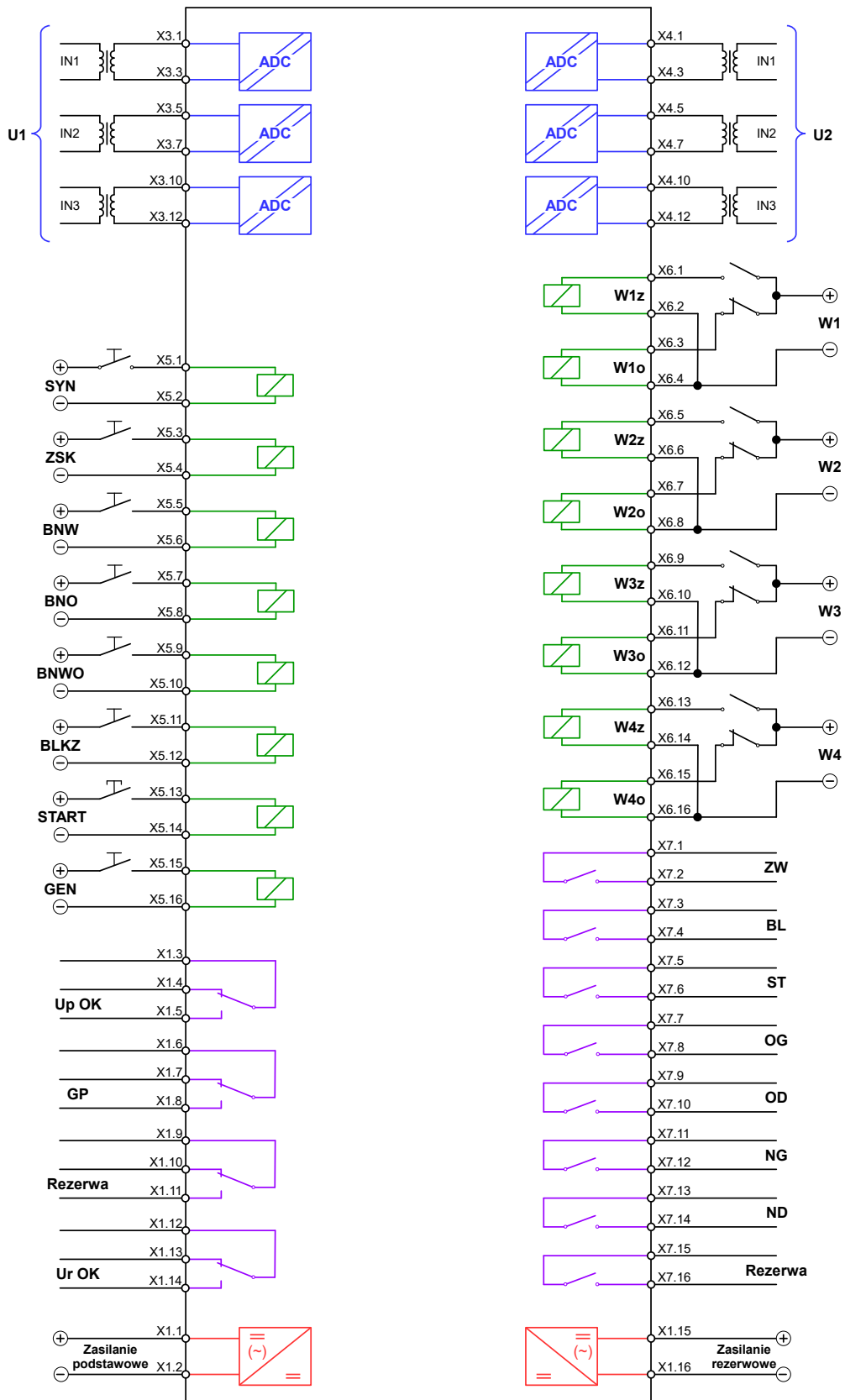
Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
4	Wejście binarne	- IN2	Stan „Wyłącznik 1 otwarty” (W1o) (-)	X6.4
5	Wejście binarne	+ IN3	Stan „Wyłącznik 2 zamknięty” (W2z) (+)	X6.5
6	Wejście binarne	- IN3	Stan „Wyłącznik 2 zamknięty” (W2z) (-)	X6.6
7	Wejście binarne	+ IN4	Stan „Wyłącznik 2 otwarty” (W2o) (+)	X6.7
8	Wejście binarne	- IN4	Stan „Wyłącznik 2 otwarty” (W2o) (-)	X6.8
9	Wejście binarne	+ IN5	Stan „Wyłącznik 3 zamknięty” (W3z) (+)	X6.9
10	Wejście binarne	- IN5	Stan „Wyłącznik 3 zamknięty” (W3z) (-)	X6.10
11	Wejście binarne	+ IN6	Stan „Wyłącznik 3 otwarty” (W3o) (+)	X6.11
12	Wejście binarne	- IN6	Stan „Wyłącznik 3 otwarty” (W3o) (-)	X6.12
13	Wejście binarne	+ IN7	Stan „Wyłącznik 4 zamknięty” (W4z) (+)	X6.13
14	Wejście binarne	- IN7	Stan „Wyłącznik 4 zamknięty” (W4z) (-)	X6.14
15	Wejście binarne	+ IN8	Stan „Wyłącznik 4 otwarty” (W4o) (+)	X6.15
16	Wejście binarne	- IN8	Stan „Wyłącznik 4 otwarty” (W4o) (-)	X6.16

Tabela 4.11. Złącze X7, SM-07A oraz SM-07B

Lp.	Typ zacisku	Symbol	Opis / domyślna funkcjonalność	Zacisk
1	Przełącznik	REL1-NO	Sygnal „Załącz Wyłącznik” (ZW) – styk NO	X7.1
2	Przełącznik	REL1-C	Sygnal „Załącz Wyłącznik” (ZW) – C	X7.2
3	Przełącznik	REL2-NO	Sygnal „Blokada” (BL) – styk NO	X7.3
4	Przełącznik	REL2-C	Sygnal „Blokada” (BL) – C	X7.4
5	Przełącznik	REL3-NO	Sygnal „Synchronizacja w toku” (ST) – styk NO	X7.5
6	Przełącznik	REL3-C	Sygnal „Synchronizacja w toku” (ST) – C	X7.6
7	Przełącznik	REL4-NO	Sygnal „Obroty w górę” (OG) – styk NO	X7.7
8	Przełącznik	REL4-C	Sygnal „Obroty w górę” (OG) – C	X7.8
9	Przełącznik	REL5-NO	Sygnal „Obroty w dół” (OD) – styk NO	X7.9
10	Przełącznik	REL5-C	Sygnal „Obroty w dół” (OD) – C	X7.10
11	Przełącznik	REL6-NO	Sygnal „Napięcie w górę” (NG) – styk NO	X7.11
12	Przełącznik	REL6-C	Sygnal „Napięcie w górę” (NG) – C	X7.12
13	Przełącznik	REL7-NO	Sygnal „Napięcie w dół” (ND) – styk NO	X7.13
14	Przełącznik	REL7-C	Sygnal „Napięcie w dół” (ND) – C	X7.14
15	Przełącznik	REL8-NO	Rezerwa	X7.15
16	Przełącznik	REL8-C	Rezerwa	X7.16



Rys. 4.1: Schemat SM-07A (bez uwzględnienia łącz komunikacyjnych)



Rys. 4.2: Schemat SM-07B (bez uwzględnienia łącz komunikacyjnych)

5. Dane o kompletności

W skład kompletnej dostawy dla odbiorcy wchodzi:

- Synchronizator SM-07
- Komplet złączy wtykowych

6. Instalacja i uruchomienie

Instalację synchronizatora należy przeprowadzić zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami, dotyczącymi urządzeń zabezpieczeniowych, automatyki i sterowania. Podczas instalacji, należy sprawdzić zgodność projektu układu automatyki z dokumentacją synchronizatora i jego tabliczkę znamionową, zwracając szczególną uwagę na:

- wartość znamionową napięcia zasilającego i jego biegunowość,
- wartość znamionową napięcia pomiarowego,
- prawidłowość stosowanych zabezpieczeń obwodów napięciowych (wartości znamionowe wkładek bezpiecznikowych lub prądy znamionowe i charakterystyki wyłączników samoczynnych),
- dopuszczalną obciążalność wyjść przekaźnikowych,
- poprawność montażu,
- ciągłość przewodu ochronnego,
- odpowiednią do danego obiektu modyfikację nastaw synchronizatora.

Przed pierwszym włączeniem pod napięcie urządzenie powinno co najmniej dwie godziny przebywać w pomieszczeniu, w którym będzie instalowane, w celu wyrównania temperatur i zapobieżenia zawilgoceniu.

Uruchomienie należy zakończyć wykonaniem prób funkcjonalnych działania synchronizatora wraz z ewentualnymi korektami w zakresie nastaw.

7. Monitorowanie procesu synchronizacji

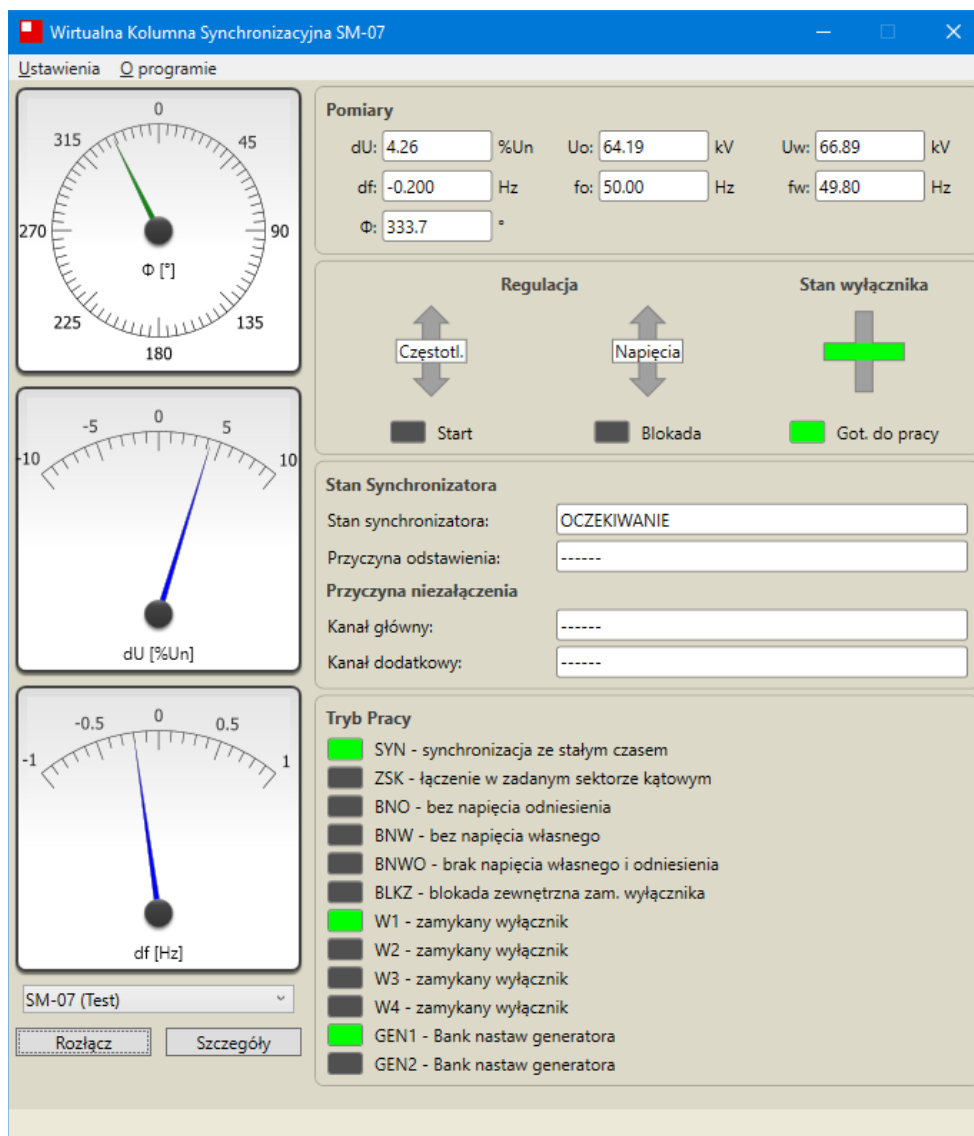
7.1. Łącza komunikacyjne

Tabela 7.1. Zestawienie złączy komunikacyjnych SM-07

Lp	Typ	Złącze	Protokół	Funkcjonalność
1	RS optyczny	X2.RS1 (ST)	IEC 60870-5-103	<ul style="list-style-type: none"> • Udostępnianie aktualnych pomiarów, stanu wejść, stanu pracy urządzenia, przesyłanie zdarzeń itd. • Współpraca z systemem nadrzędnym
2	Ethernet	X2.ETH0 (RJ45)	Modbus TCP / Modbus RTU over TCP	<ul style="list-style-type: none"> • Udostępnianie aktualnych pomiarów, stanu wejść, stanu pracy urządzenia, przesyłanie zdarzeń itd. • Współpraca z systemem nadrzędnym • Konfiguracja synchronizatora • Współpraca z wirtualną kolumną synchronizacyjną
3	USB	X2.USB	producenta	<ul style="list-style-type: none"> • Złącze serwisowe producenta
4	Ethernet	X2.ETH1 (RJ45)	IEC 61850	<ul style="list-style-type: none"> • Opcja: IEC 61850 + PRP
5	Ethernet	X2.ETH2 (RJ45)	IEC 61850	<ul style="list-style-type: none"> • Opcja: IEC 61850 + PRP
6	RS485	X2.RS2	-	<ul style="list-style-type: none"> • Rezerwa

7.2. Wizualizacja procesu synchronizacji

Oprogramowanie Wirtualnej Kolumny Synchronizacyjnej umożliwia wizualizację on-line na monitorze komputera PC procesu synchronizacji.



Rys. 7.1. Przykładowy ekran Wirtualnej Kolumny Synchronizacyjnej

7.3. Komunikacja z systemem nadrzędnym

Komunikacja z systemem nadrzędnym za pomocą łączy komunikacyjnych SM-07 została opisana w odrębnym dokumencie.

7.4. Dziennik zdarzeń

W dzienniku zdarzeń rejestrowana jest każda zmiana sygnału dwustanowego w synchronizatorze. Są to sygnały:

Wejścia binarne:

- Start

- Blokada zewnętrzna
- SYN
- ZSK
- BNW
- BNO
- BNWO
- stan położenia wyłącznika W1
- stan położenia wyłącznika W2
- stan położenia wyłącznika W3
- stan położenia wyłącznika W4

Wyjścia przekaźnikowe:

- Gotowość do Pracy
- ZW
- Blokada
- NG
- ND
- OG
- OD
- Poprawność zasilania podstawowego (opcjonalnie)
- Poprawność zasilania rezerwowego (opcjonalnie)

Oprócz tego rejestrowane są zdarzenia:

- zmiana stanu synchronizatora,
- zmiana trybu pracy,
- zmiana nastaw,
- zmiana przyczyny odstawienia,
- zmiana przyczyny niezałączenia (po zakończonej synchronizacji),
- po nieudanej synchronizacji – przyczyna braku synchronizacji,
- niepoprawne napięcie zasilające podstawowe lub rezerwowe (opcjonalnie),
- błąd wewnętrzny synchronizatora.



Sygnaly nieuzywane moga sie zarejestrowac jesli sie pojawia na wejsciu, chociaz ich pojawienie sie jest ignorowane przez synchronizator.

Do obsługi dziennika zdarzeń przeznaczony jest oprogramowanie iKar-SYN. Umożliwia ono między innymi pobieranie zarejestrowanych zdarzeń i ich prezentację na monitorze komputera PC.

8. Eksploatacja

Synchronizatory typu SM-07 produkcji PUP KARED Sp. z o.o. konstruowane są w taki sposób, żeby od obsługującego nie wymagały specjalnych zabiegów eksploatacyjnych.

8.1. Badania okresowe

Zaleca się wykonanie badania w zakresie próby wyrobu przed końcem okresu gwarancyjnego. Do wykonania badań zaleca się stosować specjalistyczny tester, badający synchronizator w stanach dynamicznych. Wyniki badań są podstawą do ewentualnego przedłużenia okresu gwarancyjnego na kolejny okres.

8.2. Wykrywanie i usuwanie uszkodzeń

W przypadku stwierdzenia jakichkolwiek nieprawidłowości w działaniu urządzenia, należy skontaktować się z przedstawicielem producenta, który wskaże dalszy tryb postępowania.

W trakcie zgłaszania uszkodzenia należy podać:

- typ synchronizatora,
- numer fabryczny,
- miejsce zainstalowania,
- objawy uszkodzenia,
- nazwisko osoby prowadzącej sprawę,
- e-mail i telefon kontaktowy.

9. Transport i magazynowanie

Opakowanie transportowe powinno posiadać taki sam stopień odporności na wibracje i udary, jak określono w normach PN-EN 60255-21-1:1999 i PN-EN 60255-21-2:2000 dla klasy ostrożności 1.

Dostarczone przez producenta urządzenie należy ostrożnie rozpakować, nie używając nadmiernej siły i nieodpowiednich narzędzi. Po rozpakowaniu należy sprawdzić wizualnie, czy urządzenie nie nosi śladów uszkodzeń zewnętrznych.

Urządzenie powinno być magazynowane w pomieszczeniu suchym i czystym, w którym temperatura składowania mieści się w zakresie od -25°C do $+70^{\circ}\text{C}$.

Wilgotność względna powinna być w takich granicach, aby nie występowało zjawisko kondensacji lub szronienia.

10. Utylizacja

Jeżeli w wyniku uszkodzenia lub zakończenia użytkowania zachodzi potrzeba demontażu (i ewentualnie likwidacji) urządzenia, to należy uprzednio odłączyć wszelkie wielkości zasilające, pomiarowe i inne połączenia.

Zdemontowane urządzenie należy traktować jako złom elektroniczny, z którym należy postępować zgodnie z przepisami regulującymi gospodarkę odpadami.

11. Gwarancja i serwis

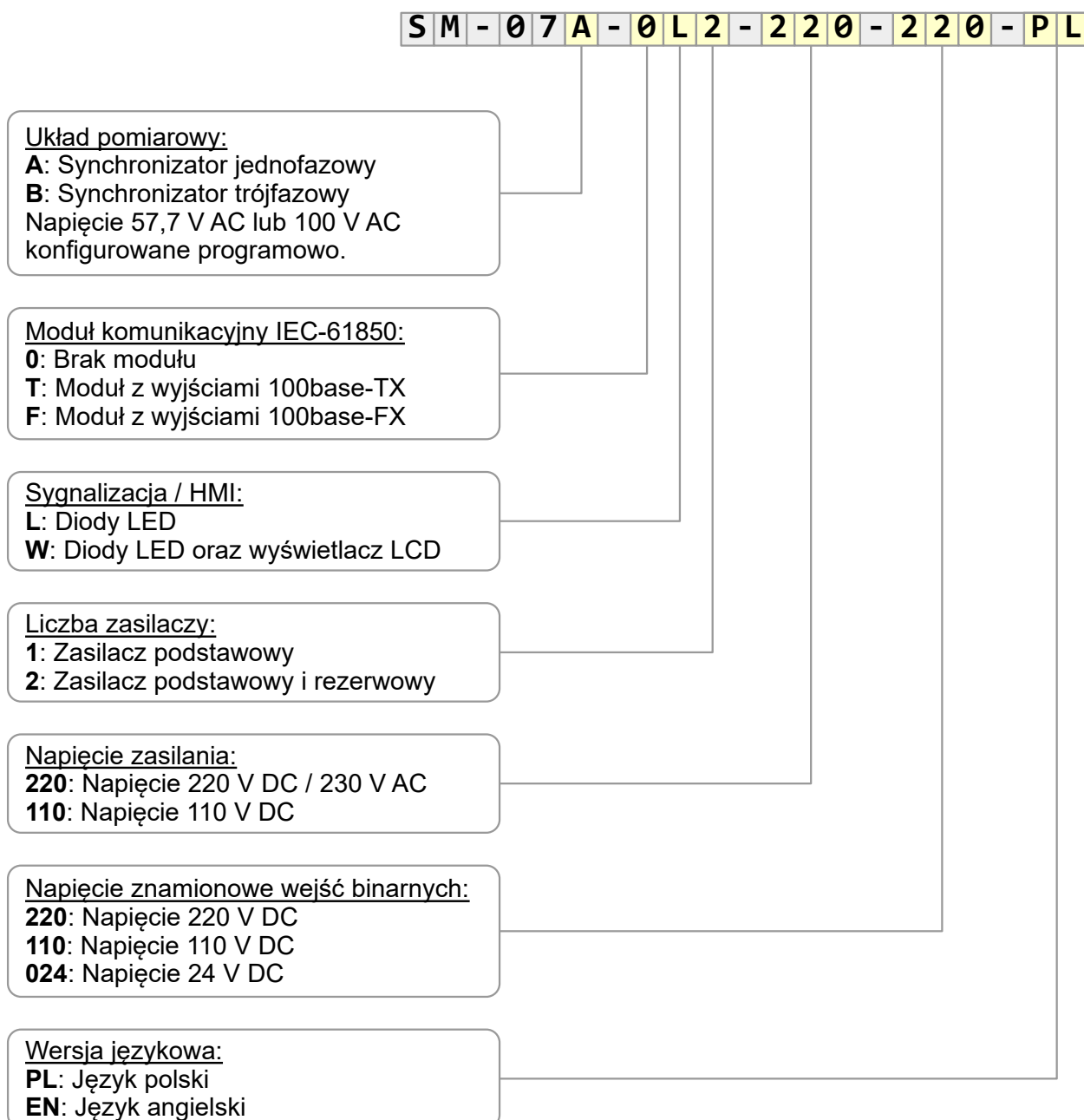
1. Na dostarczone urządzenie PUP KARED Sp. z o.o. udziela 2 letniej gwarancji od daty sprzedaży (chyba, że zapisy oddzielnej umowy stanowią inaczej), na zasadach określonych w karcie gwarancyjnej.



2. Wytwórca udziela pomocy technicznej przy uruchamianiu urządzenia oraz świadczy usługi serwisowe gwarancyjne oraz pogwarancyjne na warunkach określonych w umowie na tę usługę.
3. Nie stosowanie się do zasad niniejszej instrukcji powoduje utratę praw z tytułu gwarancji.

12. Kodowanie wersji synchronizatora

Sposób kodowania wersji synchronizatora SM-07 przedstawiono na rysunku 12.1.



Rys. 12.1. Sposób kodowania wersji SM-07