

Dodatek: obsługa karty STO

Instrukcja dla opcji przemiennika częstotliwości z funkcją bezpieczeństwa STO (opcja przemiennika częstotliwości U8).

1. Funkcja bezpieczeństwa STO (Safe Torque Off), bezpieczne wyłączanie momentu

1.1. Definicja

Funkcja bezpieczeństwa STO (IEC61800-5-2): Funkcja bezpieczeństwa STO (Safe Torque Off), bezpieczne wyłączanie momentu to funkcja, która bezpiecznie wyłącza moment obrotowy poprzez odłączenie zasilania od silnika, bez odłączania zasilania od przemiennika, niemniej funkcja nie monitoruje zatrzymania silnika (wybieg).

Zatrzymanie typu „0” (IEC60204-1): zatrzymuje urządzenie, odcinając zasilanie elementu napędowego co skutkuje niekontrolowanym zatrzymaniem.

1.2. Funkcja

Realizuje „zatrzymanie awaryjne” (IEC60204-1), jako tryb zatrzymania typu „0” poprzez moduł bezpieczeństwa STO.

Zasada działania: moduł bezpieczeństwa STO jest sterowany przez dwa zaciski wejściowe SR1 i SR2.

Należy podłączyć te dwa zaciski wejściowe osobno, aby uzyskać charakter dwukanałowego sterowania.

Zwarcie i rozwarcie obwodów dwóch zacisków wejściowych SR1, SR2 musi być przeprowadzone w tym samym czasie. Rozwarcie któregośkolwiek obwodu zacisków SR1, SR2 wywołuje komunikat o awarii, zostaje odcięte zasilanie silnika który przestaje wytwarzać moment obrotowy, a następnie zatrzymuje się wybiegiem. Silnik nie może się zrestartować, dopóki obwody bezpieczeństwa nie będą zwarte i nie nastąpi reset awarii.

1.3. Podstawowe informacje

Zagrożenia 
Porażenie prądem elektrycznym spowodowane niewłaściwym użytkowaniem. Funkcja STO (Safe Torque Off) nie powoduje izolacji elektrycznej, napięcie szyny DC nadal jest aktywne. Aby odciąć zasilanie należy przerwać obwód zasilający przemiennika i poczekać na rozładowanie kondensatorów szyny DC. Postępowanie niezgodne z zaleceniami grozi śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

Ostrzeżenia 
Uwagi dotyczące funkcji bezpieczeństwa STO. 1. Przed włączeniem zewnętrznego układu bezpieczeństwa sprawdzić podłączenie do zacisków SR1 i SR2 oraz podłączenie samej karty do urządzenia. 2. Niewłaściwe korzystanie z funkcji bezpieczeństwa grozi uszkodzeniami, oraz zagraża zdrowiu i życiu. Uwaga na wytyczne dotyczące systemów bezpieczeństwa. Nieprzestrzeganie tych wytycznych grozi śmiercią lub poważnymi obrażeniami.

1.3.1. Tryb zatrzymania: funkcja bezpieczeństwa STO jest to tryb zatrzymania „0”. Urządzenie sterowane (silnik) zatrzymuje się w sposób niekontrolowany. Użytkownik musi podjąć dodatkowe środki ostrożności, jeśli zbliżanie się do zatrzymywanej w tym trybie maszyny jest niebezpieczne.

1.3.2. Siła grawitacji, bezwładność itp.: jeśli istnieje możliwość oddziaływania zewnętrznej siły na układ napędowy, która to może powodować wprowadzanie go w ruch np. na skutek działania grawitacji, bezwładności itp., to użytkownik nie może uruchomić urządzenia sterującego, nie biorąc pod uwagę skutków restartu na układ w ruchu, zabezpieczenia przed upadkiem itp.. Należy aktywować odpowiednie funkcje zabezpieczające (np. lotny start) lub/i zastosować zewnętrzne zabezpieczenie układu (np. hamulec postojowy).

1.3.3. Zabezpieczenie przed przypadkowym zatrzymaniem: aby uniknąć niepożądanego zatrzymania silnika, upewnij się, że połączenia karty STO i falownika, oraz połączenia portu STO SR1, SR2 i 24 V z obwodami zewnętrznymi są pewne.

1.3.4. Poziomo ochrony: należy upewnić się że układ nie będzie narażony na działanie czynników zewnętrznych np. pył, opary itp. (2 stopień zabezpieczenia PCB). Działanie czynników zewnętrznych może spowodować niepożądane działanie układu bezpieczeństwa.

1.3.5. Okablowanie systemu bezpieczeństwa: okablowanie obwodu bezpieczeństwa musi być wykonane zgodnie z normą ISO13489-2. Obwód bezpieczeństwa musi składać się z dwóch równoległych linii. Ich zwarcie (potwierdzenie) pozwoli na odblokowanie napędu.

Uwaga: stosowanie odpowiedniego okablowania izoluje od zewnętrznego napięcia które może spowodować uszkodzenie modułu bezpieczeństwa.

1.3.6. Aby zapewnić sobie szacowany wskaźnik awaryjności, należy spełnić wymagania środowiskowe funkcji STO znajdując się w instrukcji obsługi falownika.

Miejsce instalacji	W pomieszczeniach zamkniętych, należy unikać narażenia na bezpośrednie działanie promieni słonecznych, wolne od zapylenia, szkodliwych gazów żrących, łatwopalnych gazów, pary wodnej lub soli itp.
Temperatura otoczenie	-10°C ~ +50°C
Wilgotność	Poniżej 90% (bez skraplania)
Wibracje	Poniżej 0.5g (przyspieszenie)
Wysokość pracy n.p.m.	Poniżej 1000m nad poziomem morza
Obudowa	IP 20

1.4. Parametry bezpieczeństwa

Żywotność	lata	10
Wskaźnik uszkodzeń bezpiecznych SFF(IEC61508)	[%]	67
Tolerancja na uszkodzenia HFT(IEC61508)		1
Poziom nienaruszalności bezpieczeństwa IEC61508		SIL2
Prawdopodobieństwo błędu PFH(IEC61508)	[1/h]	7.7×10^{-7}
Poziom zapewnienia nienaruszalności PL(ISO13849-1)		d

Analiza zagrożeń i ryzyka: producenci muszą przeprowadzić analizę zagrożeń i ryzyka w całym systemie, a wyniki analizy należy wziąć pod uwagę podczas korzystania z funkcji bezpieczeństwa.

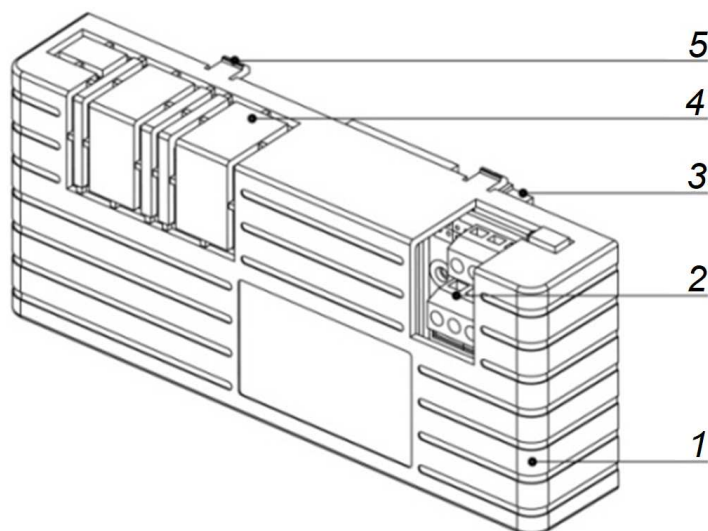
2. Karty rozszerzeń

2.1. Tabela z możliwą rozbudową o karty rozszerzeń

Wielkość obudowy przemiennika	Nazwa karty	Typ	Uwagi
E7, C51 ~ C8	Karta STO	EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8	Karta rozszerzeń wejść/wyjść + karta STO	EDR02	Wbudowana
E2 ~ E6		EDR04	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8		EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna

E7, C51 ~ C8	Karta enkoderowa TTL różnicowa + karta STO	EPG01	Wbudowana
E2 ~ E6		EPG03	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8		EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8	Karta enkoderowa HTL nieróżnicowa + karta STO	EPG02	Wbudowana
E2 ~ E6		EPG04	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8		EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8	Karta enkoderowa TTL różnicowa + karta rozszerzeń wejść/wyjść + karta STO	EPGDR01	Wbudowana
E2 ~ E6		EPGDR03	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8		EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8	Karta enkoderowa HTL nieróżnicowa + Karta rozszerzeń wejść/wyjść + karta STO	EPGDR02	Wbudowana
E2 ~ E6		EPGDR04	Zewnętrzna
E7, C51 ~ C8		EST001	Wbudowana
E2 ~ E6		EST002	Zewnętrzna

2.2. Zewnętrzna karta STO w obudowie



Budowa zewnętrznej karty STO:

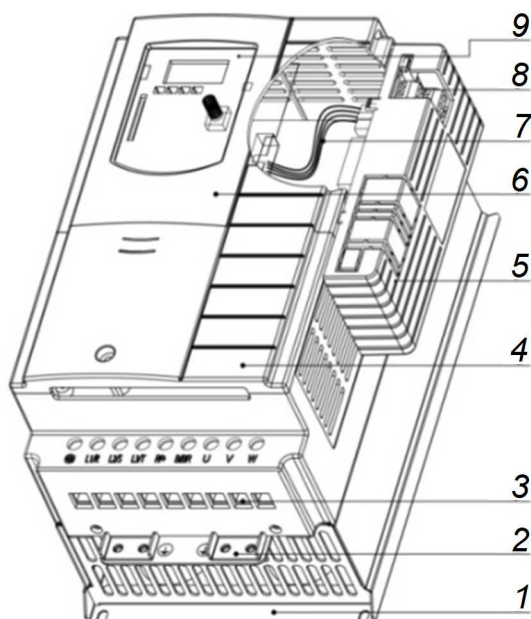
- 1- obudowa karty STO
- 2- zewnętrzna listwa karty STO
- 3- sztywne złącze karty STO
- 4- zarezerwowana zaślepka
- 5- zatrzask obudowy

2.3. Sposoby podłączenia zewnętrznej karty STO z przemiennikiem częstotliwości

Mamy dwa sposoby połączenia karty STO z przemiennikiem częstotliwości które zależą od wielkości obudowy:

- połączenie sztywne
- połączenie elastyczne

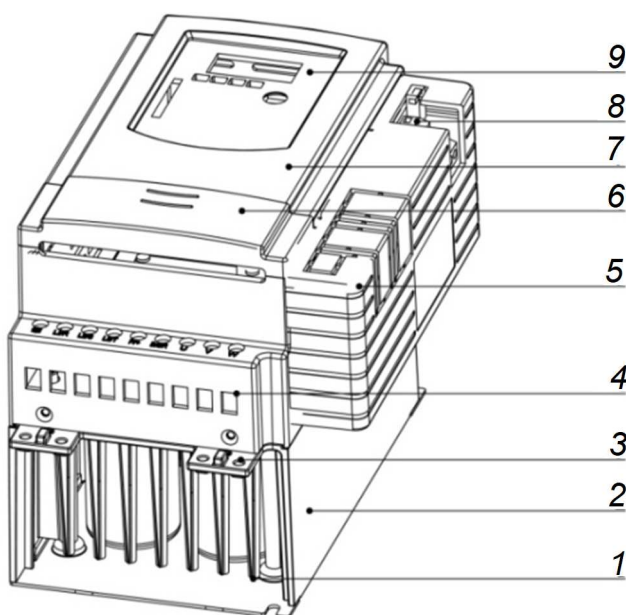
2.3.1. Połączenie elastyczne pomiędzy zewnętrzną kartą w obudowie, a przemiennikiem częstotliwości



Budowa przemiennika z zewnętrzną kartą na połączeniu elastycznym:

- 1- metalowa obudowa
- 2- zaciski uziemienia
- 3- listwa zasilająca
- 4- zaślepka listwy sterującej
- 5- zatrzaskowa obudowa karty STO
- 6- górna część obudowy
- 7- elastyczna taśma
- 8- zewnętrzna listwa karty STO
- 9- klawiatura

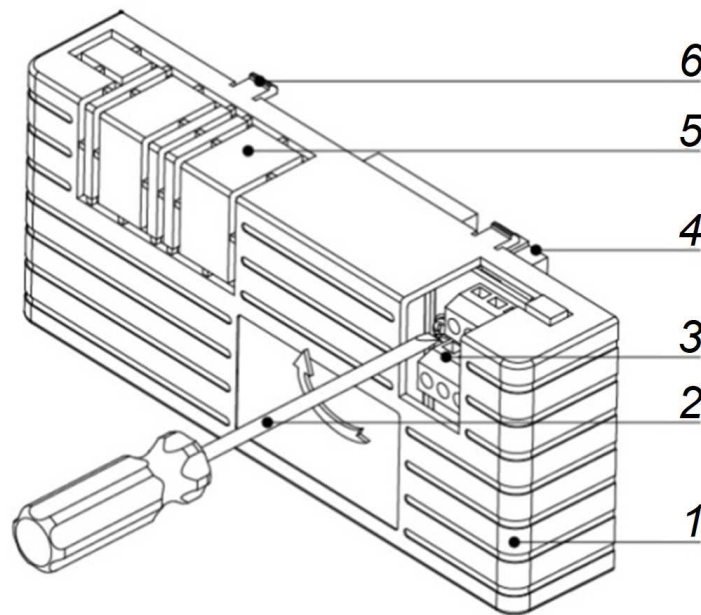
2.3.2. Połączenie sztywne pomiędzy zewnętrzną kartą w obudowie, a przemiennikiem częstotliwości



Budowa przemiennika z zewnętrzną kartą na połączeniu sztywnym:

- 1- metalowa obudowa
- 2- radiator
- 3- zaciski uziemienia
- 4- listwa zasilająca
- 5- zaślepka listwy sterującej
- 6- zatrzaskowa obudowa karty STO
- 7- górna część obudowy
- 8- zewnętrzna listwa karty STO
- 9- klawiatura

2.4. Zewnętrzna karta STO w obudowie zatrzaskowej



Budowa zewnętrznej karty STO w obudowie zatrzaskowej:

- 1- obudowa karty STO
- 2- śrubokręt
- 3- zewnętrzna listwa karty STO
- 4- sztywne złącze karty STO
- 5- zarezerwowana zaślepka
- 6- zatrzask

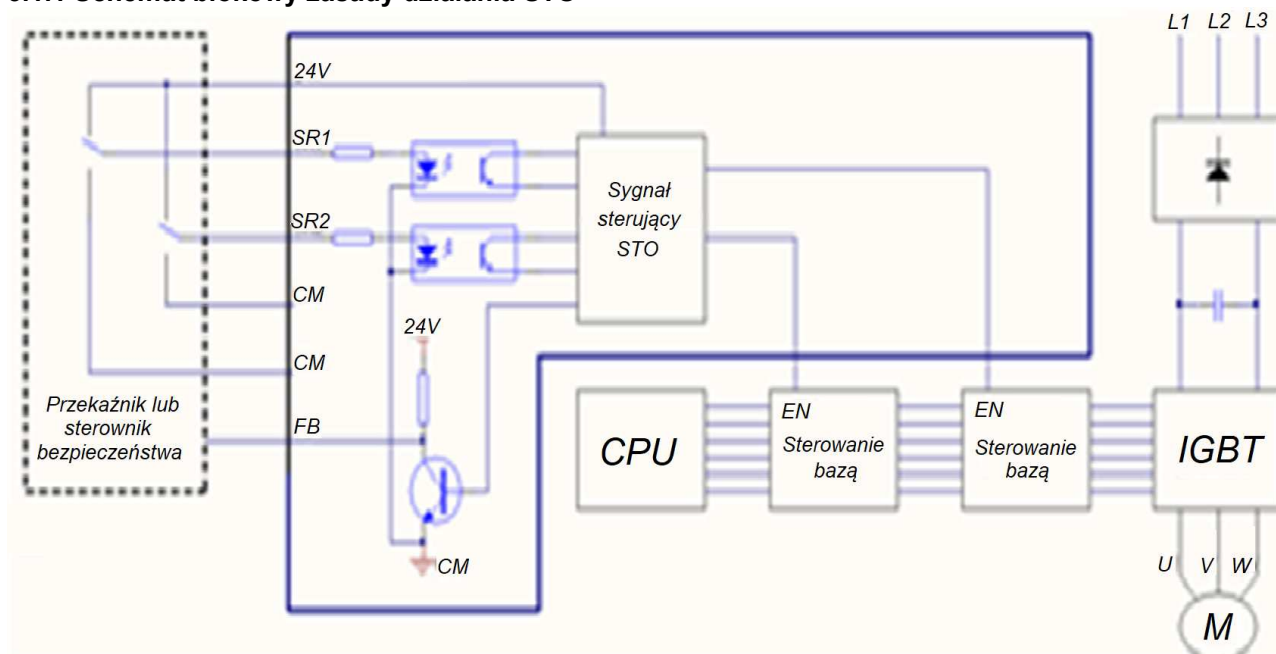
3. Zasada działania funkcji STO i jej realizacja

3.1 Zasada działania funkcji STO

Funkcja STO jest generowana przez "odcięcie" sygnału sterującego przemiennika częstotliwości, czego skutkiem jest brak zasilania silnika i ograniczenia momentu obrotowego, (bezpieczne wyłączenie momentu obrotowego: IEC61800-5-2).

Obwód STO kontroluje zasilanie portu sterownika baz tranzystorów wyjściowych, tak aby odciąć 6-kanalowe impulsy PWM, które sterują IGBT, co powoduje bezpieczne zatrzymanie silnika.

3.1.1 Schemat blokowy zasady działania STO



3.1.2. Podłączenie obwodu bezpieczeństwa karty STO:

- należy usunąć zworkę z pomiędzy 24V – SR1, oraz 24V - SR2,
- dla opcji obwodu bezpieczeństwa bezpotencjałowego (sterowanie stykiem), podłączyć wejściowy obwód bezpieczeństwa który połączy wewnętrzne 24V karty STO z SR1, i 24V z SR2 (dwa kanały),
- dla opcji obwodu bezpieczeństwa potencjałowego (sterowanie potencjałem 24V DC), łączymy masę obwodu bezpieczeństwa z CM karty STO, a potencjały podajemy na kanały SR1 i SR2 karty STO

3.1.2 Podłączenie wyjścia karty STO: wyjście sprzężenia karty STO (FB) służy jako sygnał zwrotny do monitorowania stanu karty STO.

Uwaga: Nie wolno używać wyjścia FB w obwodzie bezpieczeństwa, a jedynie do monitorowania stanu zadziałania karty STO. Wyjście FB nie jest wyjściem bezpieczeństwa!

3.2. Zaciski listwy karty STO

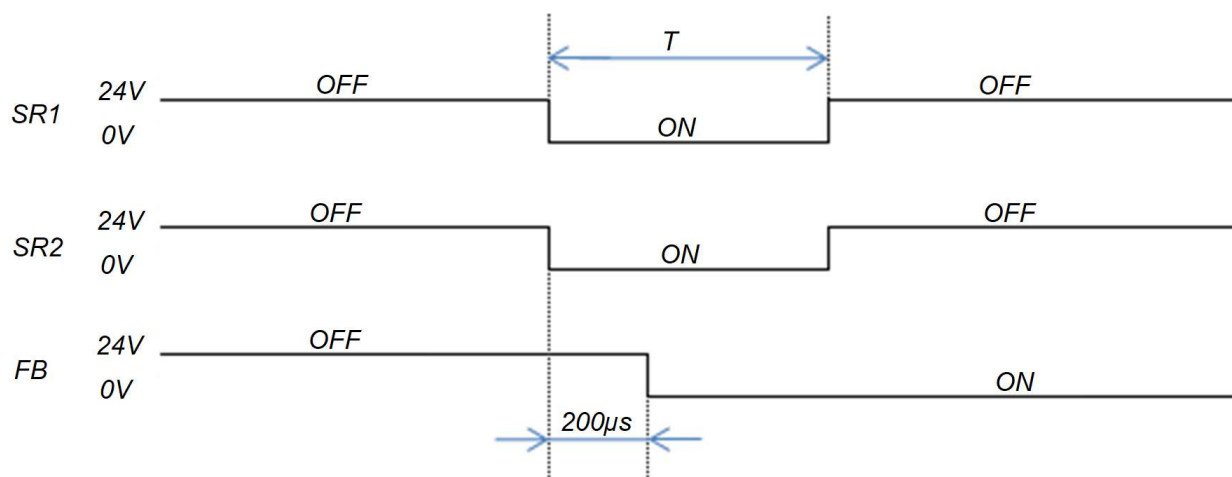
Oznaczenie	Funkcja
SR1	Rekomendowane wejście bezpieczeństwa STO: pierwszy kanał wejścia dwukanałowego STO
SR2	Rekomendowane wejście bezpieczeństwa STO: drugi kanał wejścia dwukanałowego STO
24V	Zasilanie obwodu sterowania 24V DC
CM	Potencjał odniesienia układu zasilania 24 V DC: Potencjał odniesienia STO
FB	Wyjście sprzężenia zwrotnego STO

3.3. Logika działania karty STO

SR1	SR2	FB	Wyświetlacz	Błąd obwodu STO	Status sterowania bazą	Opis
0V	0V	0V	STo	Nie	PWM OFF	Odcięcie sterowania 6-kanalowego PWM, wyjście U,V,W zablokowane, silnik nie pracuje.
0V	24V	24V	STo1	Tak	PWM OFF	
24V	0V	24V	STo1	Tak	PWM OFF	
24V	24V	24V	Normalna praca	Blokada STO wyłączona	PWM ON	Aktywne sterowanie 6-kanalowego PWM, wyjście U,V,W aktywne, silnik może pracować.

Uwaga: Jeśli w układzie nie ma potrzeby stosowania obwodu bezpieczeństwa, to należy wejścia SR1 i SR2 zewrzeć do 24V, wówczas falownik będzie normalnie pracował.

3.4. Sekwencja działania w zależności od stanu wejść



SR1 i SR2:

- zakres napięcia dla niskiego poziomu: 0~3V,
- zakres napięcia dla wysokiego poziomu: 21~24V.

W przypadku przerwania obwodu bezpieczeństwa falownik wyświetla „STo” po czasie opóźnienia wynoszącym 0,1s.

Uwaga: różnica czasu pomiędzy sygnałami SR1 i SR2 nie powinna być większa niż 1ms. W przeciwnym razie pojawi się alarm błędu „STo1”. Czas “T”, szerokości impulsu STO powinien być większy niż 2 ms, w przeciwnym razie procesor może nie wykryć zamknięcia obwodu bezpieczeństwa.

3.5. Sprawdzenie, testy i schemat działania STO

3.5.1. Aby zagwarantować bezpieczne działanie funkcji bezpieczeństwa, uruchomienie, inspekcja i sprawdzenie muszą zostać wykonane przez wykwalifikowanego monter w celu przetestowania działania funkcji bezpieczeństwa.

A: Testy działania i odbiory należy przeprowadzać w następujących sytuacjach:

- Pierwsze uruchomienie systemu bezpieczeństwa
- Wszelkiego rodzaju modyfikacje związane z funkcją bezpieczeństwa (np. wymiana karty STO, okablowania, elementów, zmiana ustawień itp.)
- Wszelkiego rodzaju czynności konserwacyjne związane z funkcją bezpieczeństwa

Upoważniony personel: Testy sprawdzające i zaakceptowanie działania funkcji bezpieczeństwa musi być przeprowadzony przez upoważnionego monter, który posiada wiedzę i umiejętności w zakresie instalacji, uruchomienia i weryfikacji działania systemu bezpieczeństwa potwierdzone szkoleniami. Przeprowadzony test musi być zarejestrowany w dzienniku maszyny i podpisany przez upoważniony personel.

Raport z testu akceptacyjnego: raport z testu akceptacyjnego z podpisem musi zostać zapisany w dzienniku maszyny. Raport z testu akceptacyjnego zawiera powiązane dokumenty dotyczące pierwszego uruchomienia, wyniki testów, odniesienia do raportów o awariach i sposobach ich rozwiązania. Każdy nowy test akceptacyjny wynikający z modyfikacji lub konserwacji powinien być odnotowany w dzienniku maszyny.

B: Testy działania i odbiory należy przeprowadzić zgodnie z następującymi wymogami:

- Sprawdź stan wyjścia FB, dla SR1, SR2=0V i 24V, i zweryfikować z podaną w instrukcji sekwencją działania w zależności od stanu wejść.

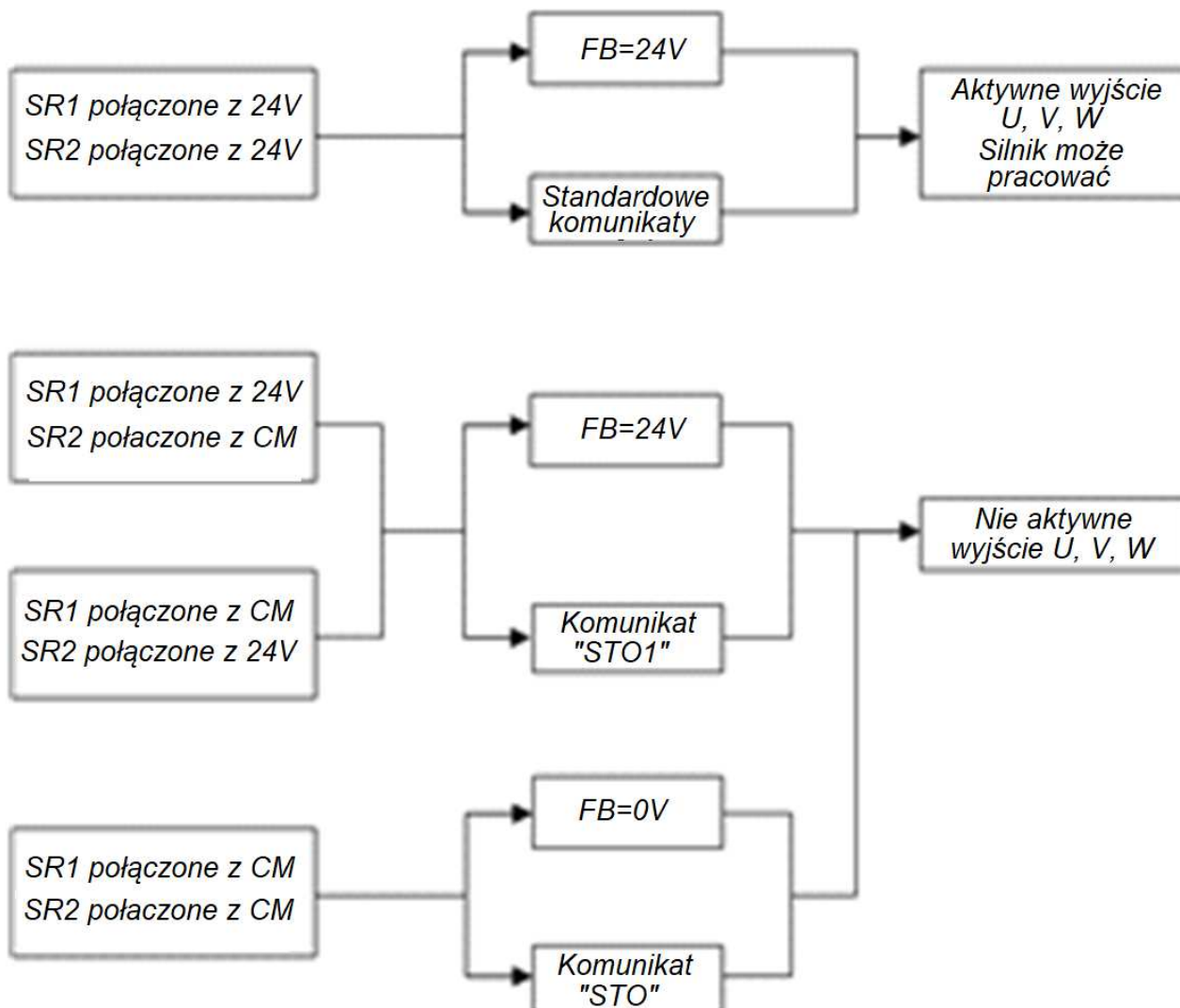
W przypadku niezgodności ze specyfikacją logiczną świadczy to o awarii obwodu lub okablowania STO i zaakceptowanie takiego układu jest niemożliwe.

Należy przetestować działanie systemu, aktywując przycisk zatrzymania awaryjnego lub za pośrednictwem zewnętrznego układu bezpieczeństwa, jeśli jest to zgodne ze specyfikacją logiczną.

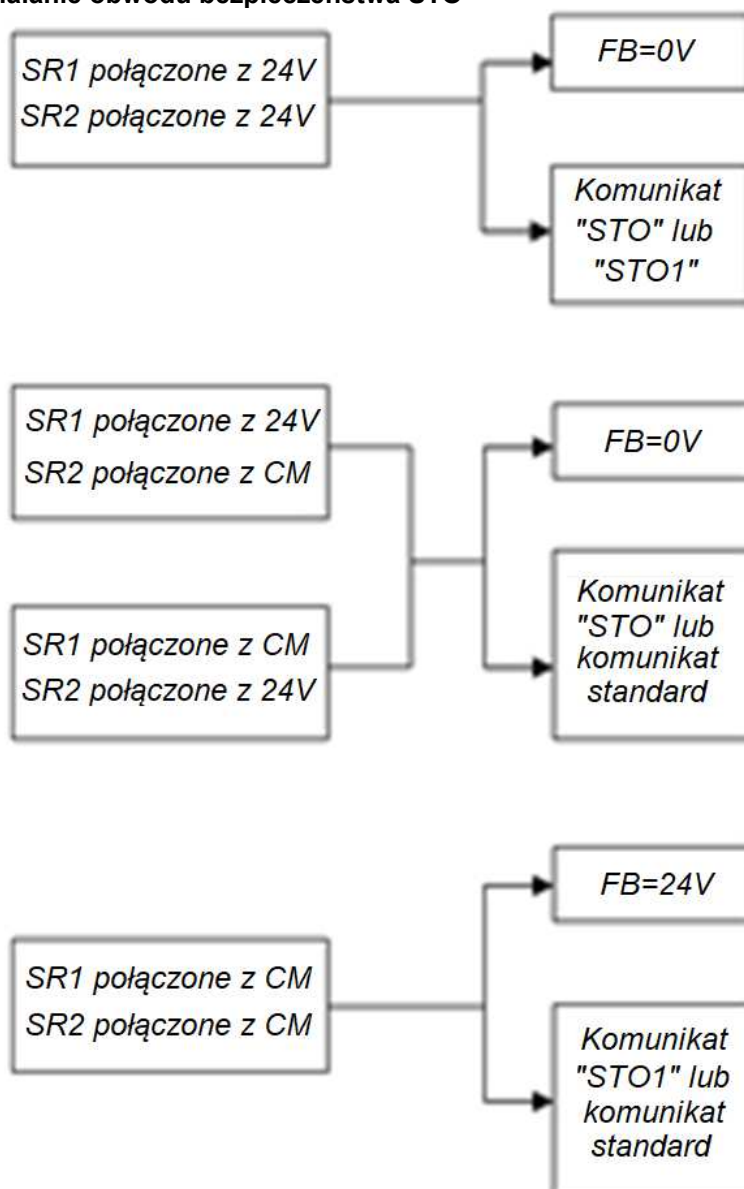
- „STo” wyświetla się, gdy działa funkcja bezpieczeństwa.

3.5.2. Schemat sprawdzenia i akceptacji w systemie bezpieczeństwa

A. Prawidłowe działanie obwodu bezpieczeństwa STO



B. Nieprawidłowe działanie obwodu bezpieczeństwa STO



W przypadku błędu związanego z funkcją STO należy najpierw sprawdzić okablowanie, a dopiero w kolejnym kroku obwody elektroniczne. Do chwili wykrycia i rozwiązania problemu funkcja STO nie może być używana.

3.6. Zewnętrzny przewód i listwa przyłączeniowa

3.5.1 Specyfikacja przewodu wejściowego obwodu bezpieczeństwa

Ekran	Tak
Jeden przewód wielożyłowy w izolacji	Zalecany
PELV	Tak
Minimalny przekrój	0.75mm ²
Max. długość przewodu	100m

3.6.2 Zewnętrzna listwa przyłączeniowa

Maksymalny prąd okablowania	12A
Przekrój portu	0.5 ~ 1.5mm ²
Odizolowana ześć przewodu	6 ~ 7mm

Należy zwrócić uwagę na maksymalny dopuszczalny prąd na zaciskach podczas podłączania do kilku urządzeń.

Należy zwrócić uwagę na maksymalny dozwolony przekrój portu, właściwie zainstalować przewód, tak aby nie przekroczyć maksymalnej obciążalności prądowej i odporności na wibracje.

3.7. Konserwacja, sprawdzenie i utylizacja

Zaleca się normalną kontrolę wzrokową i test działania zgodnie z następującymi zasadami:

- sprawdzić, czy moduł jest poprawnie zainstalowany
- regularnie sprawdzać wszystkie przewody obwodów bezpieczeństwa i złącza pod kątem uszkodzeń
- sprawdzić funkcje elektryczne

Zgodnie z przepisami dotyczącymi bezpieczeństwa i higieny pracy urządzenie musi być regularnie kontrolowane, przynajmniej raz w roku. Należy postępować zgodnie wytycznymi dotyczącymi wymagań związanych z sprawdzeniem i akceptacją działania STO oraz wypełnić dziennik maszyny.

Niesprawne lub uszkodzone części należy wymienić, a zdemontowane utylizować zgodnie z lokalnymi przepisami.

Demontaż:

Zdemontować moduł bezpieczeństwa STO można tylko pod warunkiem odłączenia zasilania falownika.

Szczegóły postępowania w instrukcji obsługi falownika, gdzie jest podany czas po jakim można przystąpić do prac po odcięciu zasilania.

Demontaż karty zewnętrznej: naciśnij dolną część obudowy i popchnij ją do góry, a następnie pochyl lekko do przodu, aby rozłączyć obudowę karty od obudowy falownika.

Postępowanie w przypadku deaktywacji/demontażu funkcji bezpieczeństwa STO:

Gdy funkcja STO musi zostać deaktywowana lub poproszono o jej wyłączenie, należy przeprowadzić analizę ryzyka i zagrożeń które należy opisać, oraz sporządzić raport. Wszystkie prace i zmiany powinny być udokumentowane. Oprócz tego należy dopisać ewentualne konsekwencje i zalecenia dla przeprowadzonych zmian.

W przypadku całkowitej rezygnacji z funkcji bezpieczeństwa STO lub braku potrzeby jej stosowania w układzie maszyny uprawniony monter musi to odnotować w dokumentacji i podać przyczyny takiego działania.