

Sprzęt sterujący do dystrybucji mocy (edycja z elektromagnetycznym stycznikiem rozruchowym)

Niniejszy dokument przeznaczony jest dla użytkowników sprzętu sterującego do dystrybucji mocy firmy Mitsubishi i zawiera opis ogólny elektromagnetycznych styczników rozruchowych oraz informacje szkoleniowe zawierające podstawową wiedzę na ich temat.

Celem niniejszego kursu jest zrozumienie przez uczestnika każdego z elementów istotnych dla stosowania urządzeń sterujących i systemów rozdziału mocy firmy Mitsubishi Electric.

Niniejszy kurs jest częścią szerszej serii kursów i koncentruje się na sprzęcie sterującym do rozdziału mocy.

Struktura rozdziałów niniejszego kursu jest następująca:
Zalecamy przestrzeganie kolejności podczas realizowania kursu.

Rozdział 1 Opis ogólny elektromagnetycznego stycznika rozruchowego

Zawiera podstawowe wiadomości wspólne dla wszystkich elektromagnetycznych styczników rozruchowych.

Rozdział 2 Budowa styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych

Zawiera wiadomości na temat budowy, działania, danych technicznych oraz parametrów pracy styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych.

Rozdział 3 Dobór styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych

Zawiera wskazówki dotyczące sposobu doboru i podłączania styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych oraz sposobu uruchamiania ich obciążeń.

Rozdział 4 Konserwacja i modernizacja elektromagnetycznych styczników rozruchowych

Zawiera wiadomości dotyczące konserwacji i sposobu modernizacji elektromagnetycznych styczników rozruchowych.

Rozdział 5 Spełnianie norm

Zawiera wiadomości dotyczące spełniania podstawowych norm i wartości znamionowej prądu zwarcowego (SCCR).

Poniżej przedstawiamy wyjaśnienie sposobu korzystania z graficznego interfejsu użytkownika.

Przejdź do następnej strony		Przejdź do następnej strony.
Wróć do poprzedniej strony		Wróć do poprzedniej strony.
Przejdź do żądanej strony		Wyświetli się „Spis treści” umożliwiający przejście do żądanej strony.
Zakończ naukę		Zakończ naukę. Okna, takie jak ekran „Zawartość” zostaną zamknięte i nauka zostanie zakończona.

Zalecenia dotyczące bezpieczeństwa

Jeśli uczysz się, korzystając z rzeczywistych produktów, prosimy o dokładne przeczytanie zasad bezpieczeństwa zawartych w odpowiednich instrukcjach obsługi.

Rozdział 1 Opis ogólny elektromagnetycznego stycznika rozruchowego



Spis treści rozdziału 1

Rozdział zawiera ogólne wiadomości dotyczące elektromagnetycznych styczników rozruchowych stosowanych w obwodach niskiego napięcia.

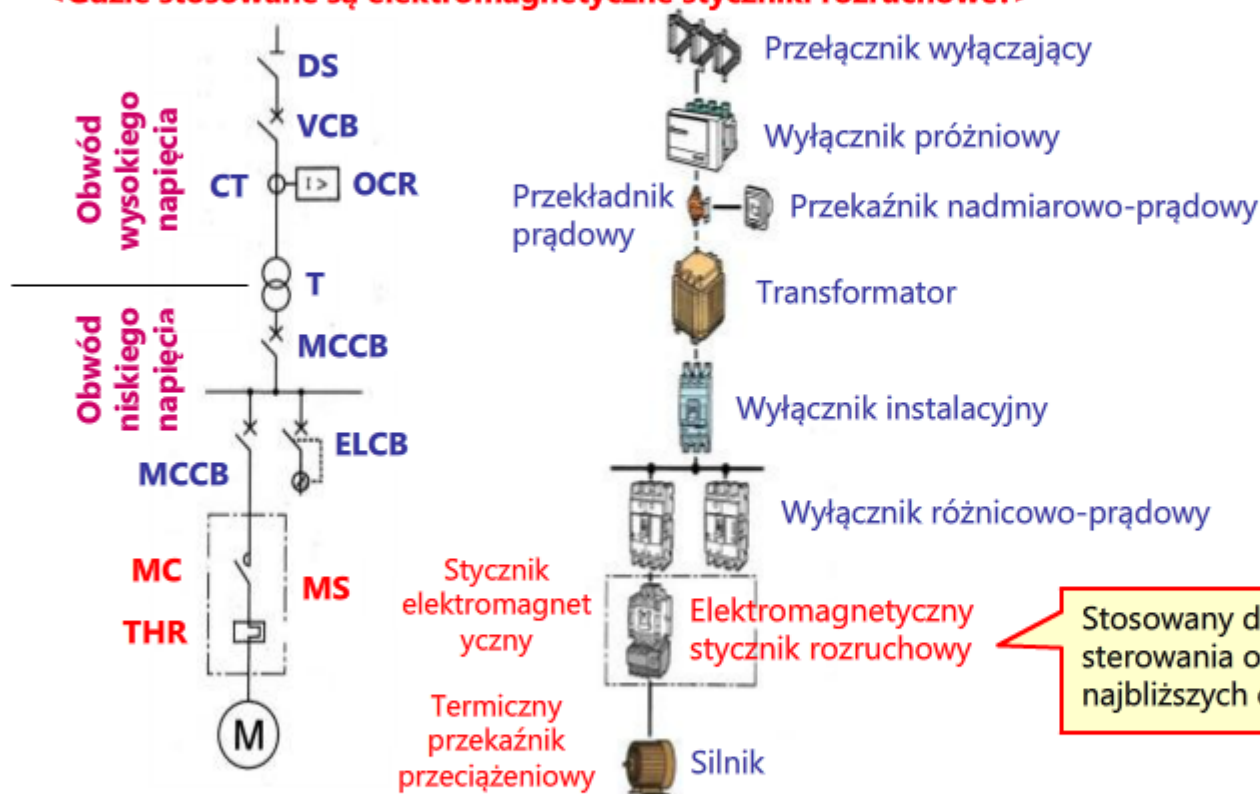
- 1.1 Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy
- 1.2 Typy elektromagnetycznych styczników rozruchowych i styczników elektromagnetycznych
- 1.3 Różnice między wyłącznikami instalacyjnymi a elektromagnetycznymi stycznikami rozruchowymi
- 1.4 Środowisko pracy i montaż
- 1.5 Podsumowanie

1.1

Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe są stosowane do rozruchu i zatrzymywania silników, operacji przesuwu w przód i w tył, kontroli i ochrony przed przepaleniem elementów elektrycznych w miejscach takich, jak fabryki, budynki, urządzenia klimatyzacyjne i obrabiarki.

<Gdzie stosowane są elektromagnetyczne styczniki rozruchowe?>



Stosowany do bezpośredniego sterowania odbiornikami w miejscach najbliższych odbiornikom

* Przykłady w Japonii

1.1

Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe są przełącznikami stanowiącymi połączenie stycznika elektromagnetycznego i termicznego przekaźnika przeciążeniowego.

Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy umożliwia zdalną kontrolę odbiorników typu silnik i **ochronę silników przed przepaleniem elementów**.

Stycznik elektromagnetyczny: umożliwia zdalną kontrolę innych odbiorników niż silnik, takich jak grzejniki (rezystory) i odbiorniki oświetleniowe.



**Elektromagnetyczny
stycznik rozruchowy
(przełącznik
elektromagnetyczny)
MS**

**Stycznik elektromagnetyczny
(stycznik)
MC**

**Termiczny przekaźnik
przeciążeniowy
(przełącznik zabezpieczający
typu termicznego)
THR**

Otwiera/zamyka styki siłą elektromagnesu włączając/wyłączając odbiorniki

Wykrywa przeciążenia silnika oraz utratę fazy i zapobiega przepaleniom

1.1

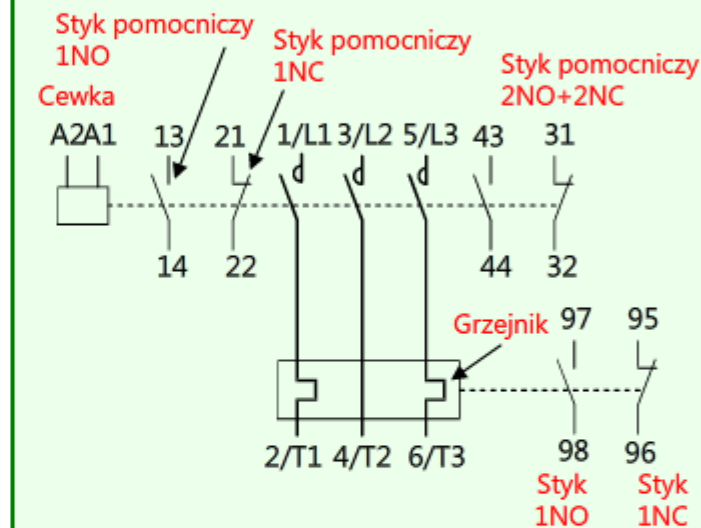
Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy

Umożliwia zdalną kontrolę obciążeń i częste otwieranie/zamykanie obwodów rozrusznika przy zachowaniu zwiększonego potencjału przełączania.

<Zalety stosowania elektromagnetycznych styczników rozruchowych>

- Umożliwia aktywną zdalną kontrolę niektórych silników za pomocą elektromagnetycznego stycznika rozruchowego z przyciskiem.
- Umożliwia wykonywanie automatycznych operacji przy wykorzystaniu urządzeń sterujących, w tym sterowników programowalnych PLC.
- Doskonała trwałość przełączania i zdolność częstego otwierania/zamykania elektromagnetycznych styczników rozruchowych
- Pozwala zapobiegać przepaleniom spowodowanym przeciążeniem silnika, zablokowaniem wirników i utratą fazy.

Symbole graficzne elektromagnetycznych styczników rozruchowych



1.2 Typy elektromagnetycznych styczników rozruchowych i styczników elektromagnetycznych

Występuje duże zróżnicowanie typów elektromagnetycznych styczników rozruchowych i styczników elektromagnetycznych dla każdego z zastosowań, co pozwala na dobór odpowiedniego.

Kliknij nazwę produktu, aby potwierdzić jego wygląd.

Nazwa produktu	Zastosowanie
Standardowy elektromagnetyczny stycznik rozruchowy/stycznik elektromagnetyczny	Sterowanie elektromagnetycznego stycznika rozruchowego z zasilaniem AC
Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy/stycznik elektromagnetyczny na prąd stały (DC)	Sterowanie elektromagnetycznego stycznika rozruchowego z zasilaniem DC
Odwracalny elektromagnetyczny stycznik rozruchowy/stycznik elektromagnetyczny	Umożliwia uruchomienie silników w kierunku do przodu/do tyłu i chroni silniki przy użyciu dwóch styczników elektromagnetycznych
Stycznik interfejsu DC	Może bezpośrednio napędzać za pomocą wyjścia tranzystorowego (24 V DC, 0,1 A) w tym sterownika programowalnego PL
Stycznik z zatraskiem mechanicznym	Utrzymuje stan włączenia stycznika elektromagnetycznego i nie zwalnia styku w przypadku wyłączenia zasilania i spadku napięcia
Stycznik półprzewodnikowy	Bezstykowy stycznik wykorzystujący element półprzewodnikowy i stosowany do otwierania/zamykania przy wysokich częstotliwościach
Wyłącznik obwodu silnika	Umożliwia wykrywanie stanu przeciążenia silnika, utraty fazy i zwarcia oraz wyłącza prąd

1.3 Różnice między wyłącznikami instalacyjnymi a elektromagnetycznymi stycznikami rozruchowymi

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe pełnią rolę urządzeń do uruchamiania i wyłączania silników oraz zapobiegania przepaleniom spowodowanym przeciążeniami, zablokowaniem wirników i utratą fazy, natomiast urządzenia do ochrony przeciwzwarciowej służą do reagowania na natężenie prądu przekraczające wartość przerywającą elektromagnetycznych styczników rozruchowych spowodowane zwarcie.

Tabela poniżej zawiera porównania parametrów elektromagnetycznych styczników rozruchowych w porównaniu do wyłączników instalacyjnych (przykłady).

Należy pamiętać, że same wyłączniki obwodu silnika mogą chronić silniki przed przeciążeniem, zablokowaniem wirnika, utratą fazy i zwarcie.

	Typ ochrony	Odłączenie prądu	Trwałość przełączeń elektrycznych	Cykl pracy	Operacja otwierania/zaamykania
Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy	Ochrona przed przeciążeniem (ochrona silnika)	Mniej więcej dziesięciokrotność prądu znamionowego	Okolo milion razy	1200 razy/godz.	Zdalna
Wyłącznik instalacyjny	Ochrona przeciwzwarciowa (ochrona instalacji elektrycznej)	500 do 1000-krotność prądu znamionowego	Okolo 6 tysięcy razy	6 razy/godz.	Ręczna
Wyłącznik obwodu silnika	Ochrona przeciwzwarciowa i przeciwprzeciążeniu (ochrona silnika)	Okolo 100 kA	Okolo 0,1 miliona razy	25 razy/godz.	Ręczna

Ochrona silnika



Ochrona instalacji elektrycznej



Stosowane środowisko pracy może wywierać ogromny wpływ na działanie i trwałość elektromagnetycznych styczników rozruchowych.

Tabela poniżej prezentuje przybliżone parametry środowiska pracy:

<Standardowy stan użytkowania>

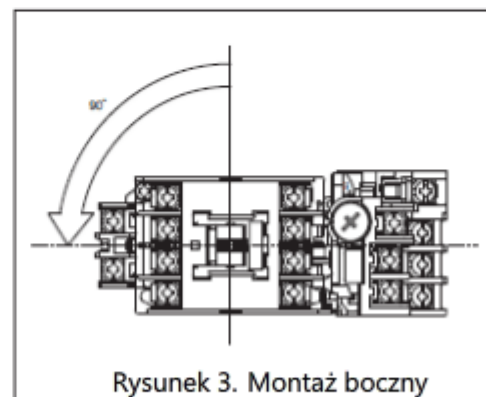
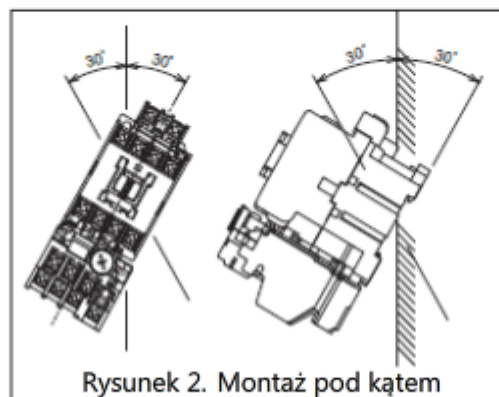
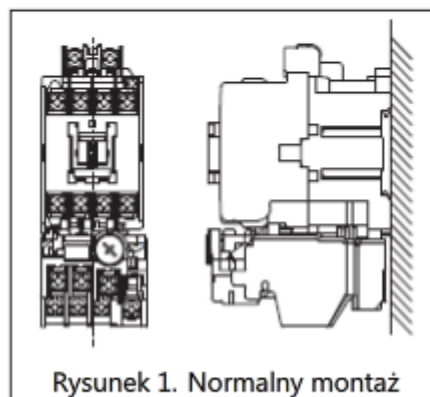
Temperatura otoczenia pracy	-10°C do 40°C (maksymalna średnia temperatura dzienna wynosi 35°C; maksymalna temperatura roczna wynosi 25°C)
Maksymalna temperatura panelu	55°C (jednak temperatura otoczenia 40°C dla typu MS w obudowie)
Wilgotność względna	45% do 85% RH (bez tworzenia lodu i bez wykraplania)
Wysokość nad poziomem morza	2000 m lub mniej
Wibracje	10 Hz do 55 Hz, 19,6 m/s ² lub mniej
Uderzenia	49 m/s ² lub mniej
Atmosfera	Stężenie pyłu, dymu, gazu korozyjnego, wilgoci i soli nie powinno być wysokie *Należy zachować ostrożność ze względu na możliwość wystąpienia problemów podczas dłuższej eksploatacji w warunkach hermetycznego zamknięcia. Nie eksploatować urządzeń w atmosferze zawierającej łatwopalny gaz.

1.4 Środowisko pracy i montaż

Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy można montować bezpośrednio (śrubami) lub na 35 mm szynie IEC.

<Mocowanie bezpośrednie>

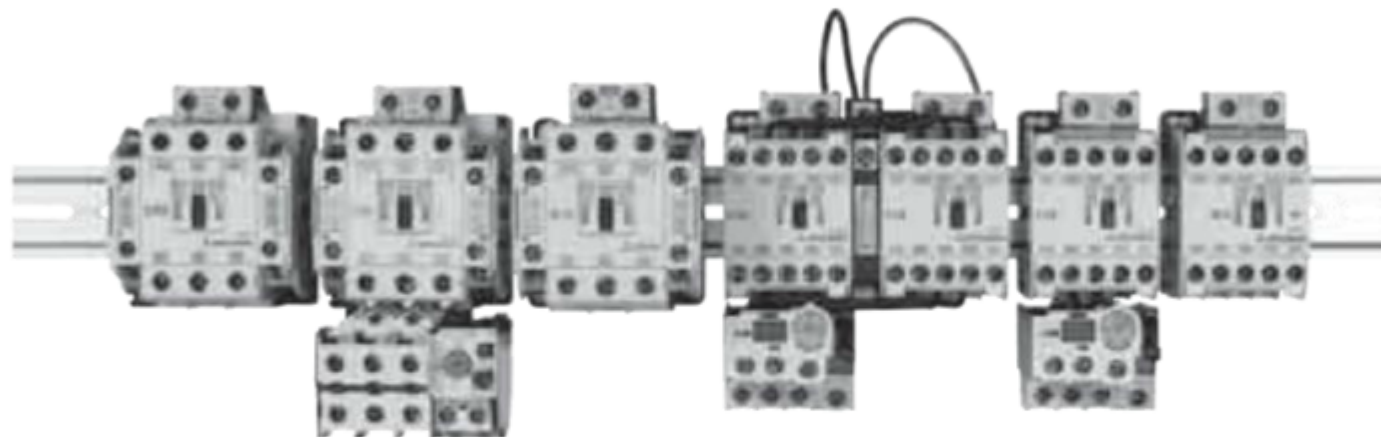
1. Należy pamiętać o konieczności montowania urządzeń w suchym miejscu pozbawionym pyłu i wibracji.
2. Urządzenie należy zazwyczaj montować w pionie i prostopadle do powierzchni w sposób przedstawiony na rysunku 1, dopuszczalny jest jednak montaż z nachyleniem do 30 stopni w każdym kierunku (rysunek 2).
3. Niedopuszczalne jest montowanie urządzeń bezpośrednio na podłodze lub suficie.
(Montaż na podłodze/suficie może wywierać wpływ na przewodność styków, efektywność działania, trwałość i inne parametry.)
4. Aby zamontować urządzenie na boku w sposób przedstawiony na rysunku 3, należy zamontować go poziomo (obrócony o 90 stopni w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara).
W przypadku montażu bocznego charakterystyka urządzenia może niemal nie ulec zmianie, osłabiona jednak może zostać trwałość mechaniczna.
Niedopuszczalne jest montowanie boczne typów odwracalnych, typów z zatraskiem mechanicznym i części modeli o dużych rozmiarach.



1.4 Środowisko pracy i montaż

<Montaż na 35 mm szynie IEC>

1. Zamontować urządzenie w pionie i prostopadle do powierzchni w sposób przedstawiony na rysunku poniżej.
2. Montaż boczny jest niedopuszczalny.
3. Ten rodzaj montażu jest dopuszczalny w przypadku modeli o małych rozmiarach z funkcją montażu na 35 mm szynie IEC.



Poniżej przedstawiamy podsumowanie rozdziału:

- Elektromagnetyczny stycznik rozruchowy stanowi połączenie stycznika elektromagnetycznego, który częściej włącza/wyłącza odbiorniki, i termicznego przekaźnika przeciążeniowego, który wykrywa i sygnalizuje na zewnątrz stany przeciążenia silnika i utraty faz.
- Niektóre elektromagnetyczne styczniki rozruchowe i styczniki elektromagnetyczne są wykonywane do celów specjalnych, takich jak styczniki do przełączania obwodów DC i styczniki elektroniczne półprzewodnikowe. Można je wybierać zgodnie z potrzebą.
- Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe zapobiegają przeciążeniom silników, a wyłączniki instalacyjne chronią instalacje przed przeciążeniem i zwarciami. Same wyłączniki obwodu silnika mogą chronić silniki przed przeciążeniem i zwarciami.
- Stosowane środowisko pracy może wywierać ogromny wpływ na działanie i trwałość elektromagnetycznych styczników rozruchowych (styczniki elektromagnetyczne).
- Montaż urządzeń możliwy jest bezpośrednio lub z wykorzystaniem 35 mm szyny montażowej IEC.

Kolejny rozdział zawiera opis budowy styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych.

Rozdział 2 Budowa styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych



Spis treści rozdziału 2

Niniejszy rozdział zawiera opis budowy i działania styczników elektromagnetycznych, które sterują rozruchem i wyłączeniem odbiorników, styczników elektronicznych półprzewodnikowych (styczników bezstykowych), które wykorzystują elementy półprzewodnikowe mocy, i termicznych przekaźników przeciążeniowych, najczęściej stosowanych do ochrony silników przed przeciążeniami i utratą faz:

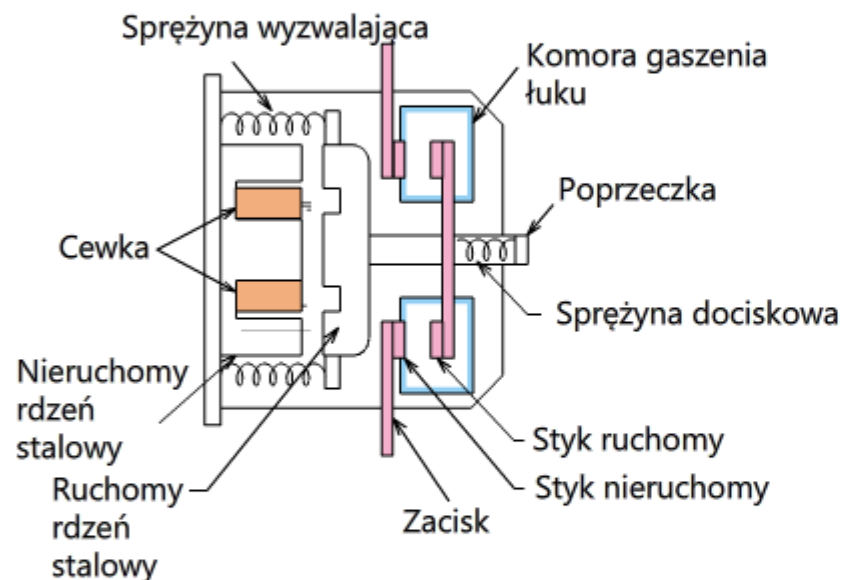
- 2.1 Budowa i działanie styczników elektromagnetycznych
- 2.2 Budowa i działanie termicznych przekaźników przeciążeniowych
- 2.3 Typy termicznych przekaźników przeciążeniowych
- 2.4 Opcjonalne moduły styczników elektromagnetycznych
- 2.5 Budowa i działanie styczników elektronicznych półprzewodnikowych
- 2.6 Podsumowanie

2.1

Budowa i działanie styczników elektromagnetycznych

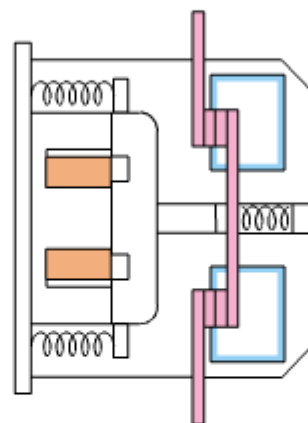
Styczniki elektromagnetyczne składają się z elektromagnesu złożonego z cewek i nieruchomych/ruchomych stalowych rdzeni, nieruchomych i ruchomych styków do włączania/wyłączania odbiorników prądu, komory gaszenia łuku występującego między stykami i sprężyny wyzwalającej.

WYŁ. stan (bez napięcia)



W stanie wyłączenia cewki (bez napięcia) ruchomy styk jest odłączony od styku nieruchomego przez sprężynę wyzwalającą.

WŁ. stan (pod napięciem)



Po podaniu napięcia do cewki ruchomy stalowy rdzeń jest przyciągany do stalowego rdzenia nieruchomego w celu zetknięcia styku ruchomego na ruchomym rdzeniu stalowym ze stykiem na styku nieruchomym w celu zamknięcia obwodu.

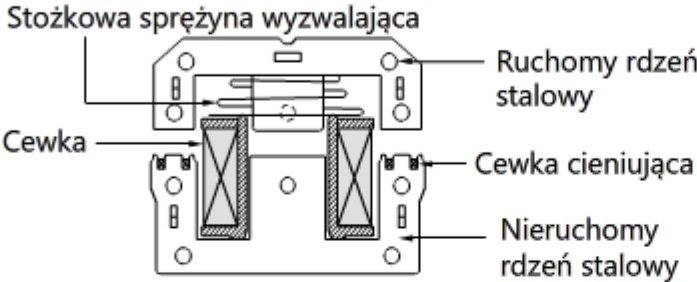
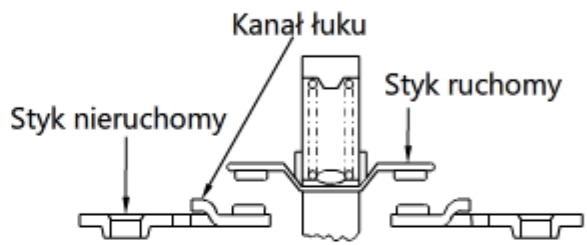
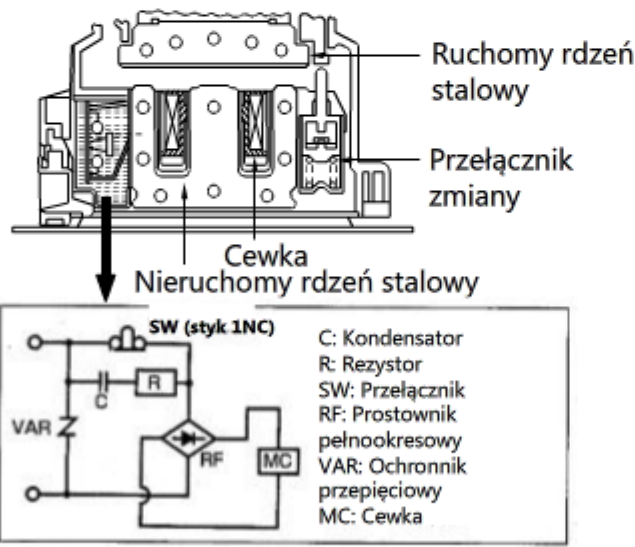
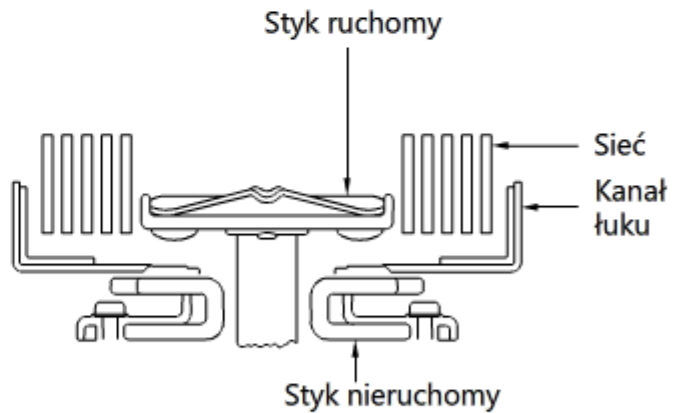
W przypadku wyłączenia cewki (napięcie wyłączone) ruchomy styk jest odłączony od styku nieruchomego przez sprężynę wyzwalającą.

-> **Powrót do stanu WYŁ. (bez napięcia)**

2.1

Budowa i działanie styczników elektromagnetycznych

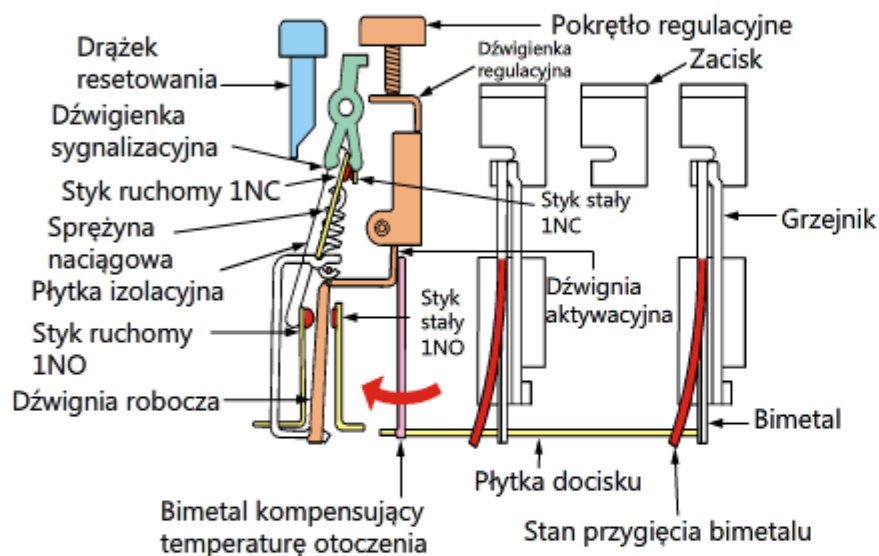
Poniższy rysunek przedstawia przykład styczników elektromagnetycznych produkowanych przez Mitsubishi Electric Corporation.

	Budowa elektromagnesu	Budowa styków i komory gaszenia łuku
Model o małym rozmiarze	 <p>Stożkowa sprężyna wyzwalająca</p> <p>Ruchomy rdzeń stalowy</p> <p>Cewka</p> <p>Cewka cieniująca</p> <p>Nieruchomy rdzeń stalowy</p>	 <p>Kanał łuku</p> <p>Styk nieruchomy</p> <p>Styk ruchomy</p>
Modele o średnim/dużym rozmiarze	 <p>Ruchomy rdzeń stalowy</p> <p>Przełącznik zmiany</p> <p>Cewka</p> <p>Nieruchomy rdzeń stalowy</p> <p>SW (styk 1NC)</p> <p>C: Kondensator R: Rezystor SW: Przełącznik RF: Prostownik pełnookresowy VAR: Ochronnik przepięciowy MC: Cewka</p>	 <p>Styk ruchomy</p> <p>Sieć</p> <p>Kanał łuku</p> <p>Styk nieruchomy</p>

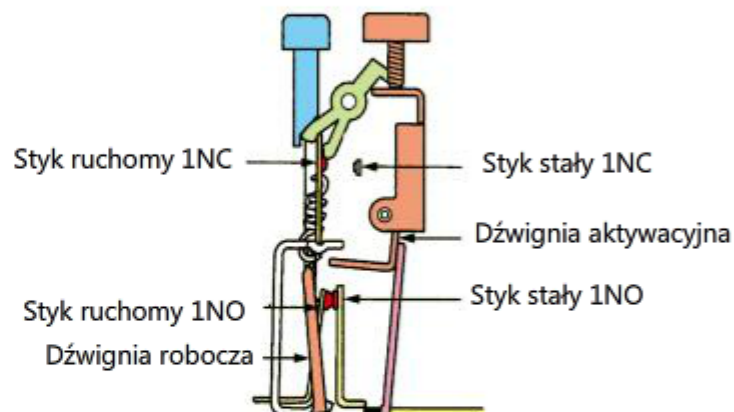
2.2 Budowa i działanie termicznych przekaźników przeciążeniowych

Termiczne przekaźniki przeciążeniowe składają się z modułu termicznego czujnika prądu przetężeniowego połączonego z podgrzewaczem i bimetalem, elementu mechanizmu aktywującego i styków do otwierania/zamykania obwodu sterowania.

Stan normalny



Stan uwolnienia



Po podaniu napięcia do termicznego przekaźnika przeciążeniowego, podgrzewacz wewnętrzny generuje ciepło. Gdy następuje przeciążenie silnika i prąd rośnie, ilość ciepła podgrzewacza wzrasta i następuje znaczne przygięcie bimetalu na tyle, aby płytkę dociskową przesunęła się tak, aby odwrócić elementy mechanizmu, zamykając styk ruchomy 1NO i otwierając styk ruchomy 1NC.

<Suplement: bimetal>

Po rozgrzaniu metalu elementy rozszerzają się zgodnie ze współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. Gdy dwie płytki metalowe o różnych współczynnikach rozszerzalności cieplnej zostaną zgrzane (połączone) i podgrzane, wyginają się w stronę płytki od niższym współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. Bimetal wykorzystuje tę charakterystykę.



Termiczny przekaźnik przeciążeniowy należy dobrać zgodnie z typem silników i do celów ochrony. Oprócz doboru zgodnego z charakterystyką silnika, należy wybrać typ 2-elementowy dla typowej ochrony przed przeciążeniem i zablokowanymi wirnikami i wybrać typ 2E (typ 3-elementowy) dla ochrony przed utratą fazy.

<Klasyfikacja przekaźników zabezpieczających silnik>

Klasyfikacja według ochrony	Ochrona przed przeciążeniem typu (1E)		Typ □ TH
	Ochrona przed przeciążeniem i utratą fazy typ (2E)		Typ □ TH-KP/KF
	Ochrona przed przeciążeniem, utratą fazy i odwróceniem fazy (zamiana faz) typ (3E)		Typ □ ET
Klasyfikacja według czasu pracy	Typ standard (klasa uwalniania: 10 A lub 10)		Typ □ TH/KP
	Typ szybko działający (klasa uwalniania: 5)		Typ TH-T □ FS/FSKP Typ □ TH-N FS/KF
	Typ długo działający (klasa uwalniania: 30 lub wyższa)	Metoda dławika sterowanego	Typ □ TH-SR
		Metoda sterowanego CT	-
Inne		-	
Klasyfikacja według liczby elementów grzejnych (elementów detekcyjnych)	Typ 2-elementowy		Typ □ TH
	Typ 3-elementowy		Typ TH-□ KP
Klasyfikacja według typu resetowania	Typ utrzymujący stan		-
	Typ ze sprężyną powrotną		-
	Typy utrzymujący stan i ze sprężyną powrotną		TH-□ wszystkie modele

* Klasa uwalniania: symbol wskazujący charakterystykę pracy zgodnie z normą IEC.

Styczniki elektromagnetyczne można przeznaczyć do wielu zastosowań poprzez łączenie ich z opcjonalnymi modułami. Poniższa tabela prezentuje kilka przykładów:

<Opcjonalne moduły styczników elektromagnetycznych>

Nazwa produktu	Typ	Specyfikacja i funkcja	Przykład zastosowania
Blok styków pomocniczych	UT/UN-AX2	Wbudowany z rozdwojonym stykiem, 2-biegunowy styk pomocniczy (2NO, 1NO, 1NC, 2NC)	Rozszerzony styk pomocniczy (obwód sterowania)
	UT/UN-AX4	Wbudowany z rozdwojonym stykiem, 4-biegunowy styk pomocniczy (4NO, 3NO, 1NC, 2NO+2NC)	
	UN-AX80	Wbudowany z rozdwojonym stykiem, 2-biegunowy styk pomocniczy (1NO+1NC)	
	UN-AX150	Wbudowany z rozdwojonym stykiem, 2-biegunowy styk pomocniczy (1NO+1NC)	
	UN-AX600	Wbudowany z rozdwojonym stykiem, 4-biegunowy styk pomocniczy (2NO+2NC)	
Pokrywa ochronna sekcji pod napięciem	UN-CZ□	Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe i styczniki elektromagnetyczne (N50 do N400)	Ochrona przed sekcją pod napięciem
	UN-CV□5	Dla termicznego przekaźnika przeciążeniowego	
Moduł interfejsu DC/AC do cewek roboczych	UT/UN-SY□	Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe i styczniki elektromagnetyczne do pracy w obwodach prądu zmiennego mogą pracować z napięciem 24 V DC.	Sterowanie z wyjściem sterownika PLC
Zestaw przewodu obwodu głównego	UT/UN-SD□	Przewód łączący dla styczników elektromagnetycznych typu odwracalnego	Zworka połączeniowa obwodu głównego lub odwracalnego
	UT/UN-SG□	Przewód łączący zworki dla styczników elektromagnetycznych typu odwracalnego	
	UN-YG□	Przewód połączeniowy dla 3-biegunowego układu zwarciovego	
	UN-YD□	Przewód połączeniowy dla 2-biegunowego układu zwarciovego	
Moduł blokady mechanicznej	UT/UN-ML□	Odwracalny typ jest zbudowany jako połączenie dwóch pojedynczych styczników elektromagnetycznych	Jednoczesne wejście jest blokowane podczas sterowania rozruchu odwrotnego
Moduł ochronnika przepięć dla cewek roboczych	UT/UN-SA□	Typ warystorowy, warystor + lampka kontrolna, typ CR i warystor + typ CR	Tłumienie przepięć przełączania

2.5 Budowa i działanie styczników elektronicznych półprzewodnikowych

Styczniki półprzewodnikowe (styczniki bezstykowe) są przełącznikami elektronicznymi do włączania/wyłączania prądu odbiornika za pomocą odwrotno-równoległego obwodu tyrystorowego lub triakowego.

<Przeciwieństwo styczników elektromagnetycznych>

Stycznik elektromagnetyczny

Styk obwodu głównego

Cewka

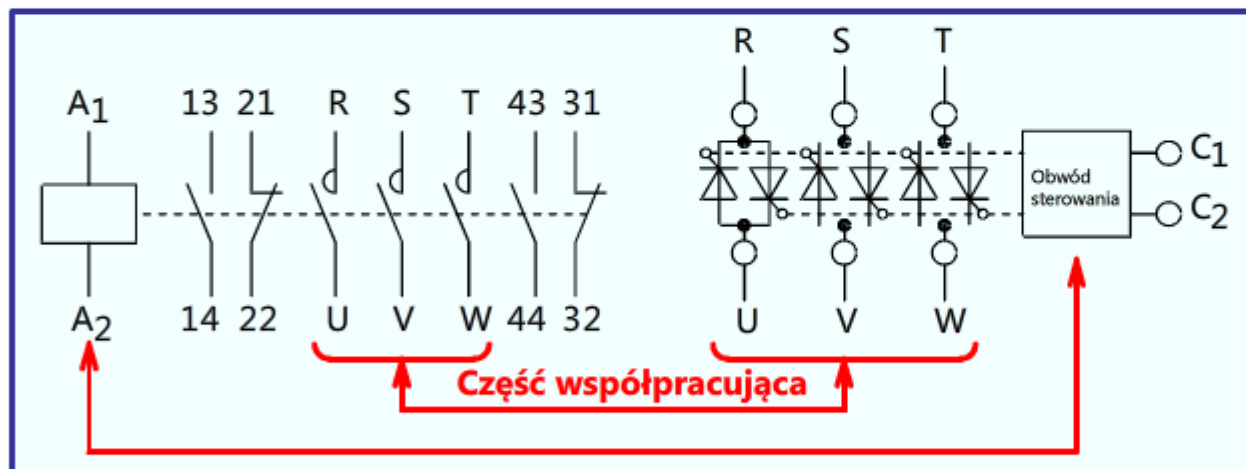
Styk pomocniczy

Stycznik półprzewodnikowy

Odwrotny-równoległy obwód tyrystorowy

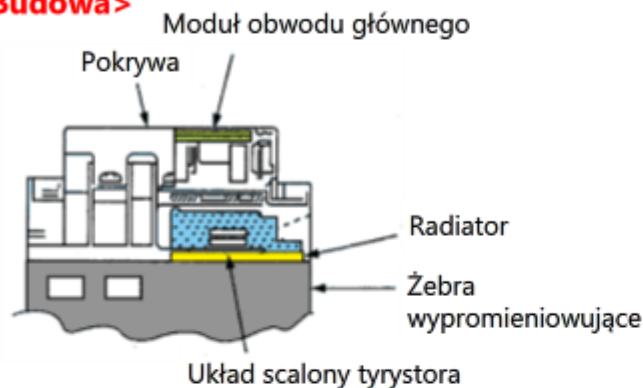
Obwód sterowania

Brak (opcja)



2.5 Budowa i działanie styczników elektronicznych półprzewodnikowych

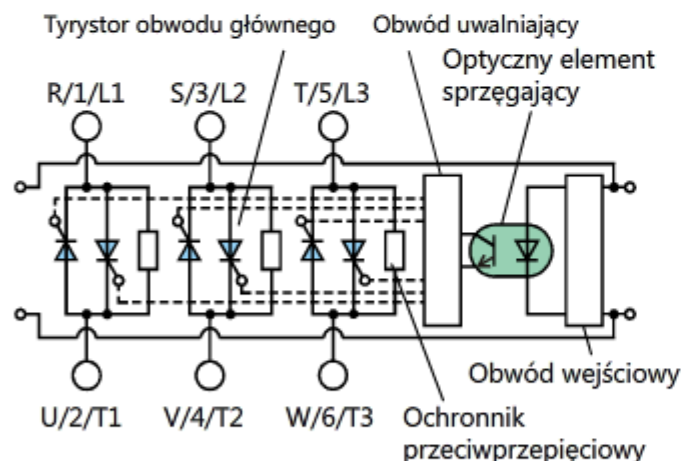
<Budowa>



Styczniki półprzewodnikowe składają się z modułu obwodu głównego i żeber wypromieniowujących.

Elementy tyrystora i podstawa (radiator) wbudowane w moduł obwodu głównego są izolowane elektrycznie.

<Konfiguracja i działanie obwodu>



Tyrystor obwodu głównego do włączania/wyłączania prądu obwodu głównego.

Składa się z ochronnika przepięć chroniącego ten tyrystor obwodu głównego przed przepięciem, obwodu uwalniającego zasilającego tyrystor obwodu głównego, optycznego elementu sprzęgającego (transoptora) izolującego elektrycznie obwód główny od obwodu roboczego i obwodu wejściowego zasilającego sprzęgający element optyczny.

Tyrystor obwodu głównego działa podając napięcie do zacisku wejściowego. Gdy wejście robocze jest wyłączone, tyrystor obwodu głównego jest również wyłączony i prąd nie jest podawany do odbiornika.

2.5 Budowa i działanie styczników elektronicznych półprzewodnikowych

<Cechy>

	Pozycja	Opis
Zalety	(1) Zdolność otwierania/zamykania przy wysokiej częstotliwości Wysoka trwałość Brak konieczności konserwacji	Ponieważ styczniki są otwierane/zamykane prądem obciążenia z półprzewodnikowego elementu przełączającego, brak jest zużycia mechanicznego części i dlatego liczba otwarć i zamknięć nie ma wpływu na trwałość.
	(2) Czysta praca	Ze względu na brak ruchomych części mechanicznych i części podlegających zużyciu, nie następuje wytwarzanie pyłu zużytych styków ani zużycia powodowanego stykaniem się części.
	(3) Brak hałasu	Ze względu na brak pracujących części mechanicznych, możliwa jest cicha praca bez odgłosu otwierania/zamykania.
	(4) Brak hałasu łuku	Ponieważ styczniki są otwierane/zamykane metodą uwalniania zerowym napięciem za pomocą półprzewodnikowego elementu przełączającego, łuk nie występuje, a operacje otwierania/zamykania generują niewielki hałas.
Wady	(1) W stanie wyłączenia płynie prąd upływu.	Prąd upływu płynie nawet w stanie wyłączenia w półprzewodnikowym elemencie przełączającym i obwodzie zabezpieczającym elementu, dlatego obwód nie wejdzie w stan idealnego otwarcia.
	(2) Mała zdolność do wytrzymywania prądu przetężenia	Ponieważ zdolność wytrzymywania prądu przetężenia półprzewodnikowego elementu przełączającego jest niska. prąd przetężenia może spowodować awarię w nawet krótkim okresie (10 ms lub mniej).
	(3) Nagrzewanie	Ponieważ półprzewodnikowy element przełączający mocno się nagrzewa, styczniki wymagają chłodzenia za pomocą żeber wypromieniowujących ciepło.

Poniżej przedstawiamy podsumowanie rozdziału:

- Styczniki elektromagnetyczne składają się z elektromagnesu wykonanego z cewki i innych elementów oraz części głównego styku otwierającego/zamykającej prąd odbiornika.
- Termiczny przekaźnik przeciążeniowy wykrywa prąd przetężenia za pomocą podgrzewacza oraz bimetalu i sygnalizuje ten fakt na zewnątrz przez wyjście styków.
- W celu ochrony przeciwporażeniowej styczniki elektromagnetyczne można wyposażyć w styki pomocnicze i pokrywę zacisków, stosując różne moduły opcjonalne.
- Ponieważ styczniki półprzewodnikowe wykorzystują elementy półprzewodnikowe, takie jak tyrystor lub triak do wytworzenia obwodu głównego, wykazują takie zalety jak brak hałasu i wysoka trwałość.

Kolejny rozdział zawiera opis doboru styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych oraz koordynacji ochronnej.

Rozdział 3 Dobór styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych



Spis treści rozdziału 3

Rozdział ten zawiera opis doboru styczników elektromagnetycznych i termicznych przekaźników przeciążeniowych, koordynacji ochronnej i ich zastosowań dla różnych odbiorników.

- 3.1 Sposób uruchamiania silników
- 3.2 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni)
- 3.3 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)
- 3.4 Ochronna koordynacja elektromagnetycznych styczników rozruchowych i wyłączników instalacyjnych
- 3.5 Zastosowanie dla różnych odbiorników
- 3.6 Podsumowanie

3.1 Sposób uruchamiania silników

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe i styczniki elektromagnetyczne służą głównie do sterowania silników w różnych urządzeniach i instalacjach przemysłowych.

Istnieją, na przykład, różne metody sterowania silników.

Metody sterowania dzielą się ogólnie na rozruch przy pełnym napięciu i przy zredukowanym napięciu.

<Sposób rozruchu silnika (3-fazowe klatkowe silniki indukcyjne)>

Rozruch przy pełnym napięciu (rozruch typu direct-on-line)	Praca nieodwracalna (silnik pracuje tylko w jednym kierunku)	W tej metodzie napięcie zasilania jest podawane do silników bezpośrednio i generuje wysoki moment rozruchowy.
	Praca odwracalna (silniki obracają się w przód i w tył)	
Rozruch przy zredukowanym napięciu	Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt	W tej metodzie do silników podawane jest niższe napięcie niż napięcie zasilania podawane w pierwszym przypadku i po wstępnej pracy silnika układ przełącza obwód do podania do silników pełnego napięcia zasilania. Mimo że obwód jest bardziej skomplikowany, wykazuje on kilka zalet, takich jak możliwość obniżenia prądu rozruchowego i udaru podczas rozruchu.
	Rozruch Korndorfera	
	Rozruch z dławikiem	

3.1 Sposób uruchamiania silników

Tabela poniżej prezentuje listę metod i obwodów, oraz charakterystyk i zastosowań każdego z silników:
Rozdział zawiera szczegółowy opis **rozruchu silnika przy pełnym napięciu i rozruchu w układzie gwiazda-trójkąt**.

Metoda rozruchu	Kategoria główna	Rozruch przy pełnym napięciu	Rozruch przy zredukowanym napięciu			
	Kategoria mała	Rozruch bezpośredni	Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt (otwarte przejście)	Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt (zamknięte przejście)	Rozruch z dławikiem (zamknięte przejście)	Rozruch Korndorfera (zamknięte przejście)
Budowa obwodu						
Charakterystyka	Prąd rozruchowy *1	100% Duży wpływ na obwód zasilania	33% Brak możliwości kontroli	33% Brak możliwości kontroli	50-60-70-80-90% Możliwość kontroli	*2 30-46-68% Możliwość kontroli dla mniejszych
	Moment rozruchowy *1	100%	33%	33%	25-36-49-64-81%	25-42-64%
	Przyspieszenie	Moment przyspieszający: maksymalny Udar podczas rozruchu: wysoki	Przyrost momentu: niski Moment maksymalny: niski	Przyrost momentu: niski Moment maksymalny: niski	Płynne przyspieszenie Przyrost momentu: największy Moment maksymalny: maksymalny	Płynne przyspieszenie Przyrost momentu: stosunkowo niewielki Moment maksymalny: stosunkowo niewielki
	Prąd udarowy podczas zmiany na pełne napięcie		Duży ze względu na otwarty obwód zasilania podczas zmiany Udar: wysoki	Brak otwartego obwodu zasilania podczas zmiany Udar: mały	Niewielki spadek napięcia dzięki dławikowi Udar: mały	Bardzo małe, ponieważ nie jest zwalniane do obwodu zasilania
Zastosowanie		Stosowana we wszystkich (zależy od parametrów obwodu zasilania)	Silniki uruchamiane bez obciążenia lub przy małym obciążeniu. Obrabiarki, maszyny do transportu towarów wyposażone w sprzęgło	Takie same, jak w lewo Sprzęt przeciwpożarowy taki jak pompy pożarnicze	Obciążenia z momentem kwadratowym przy niskich prędkościach Do płynnego rozruchu wentylatorów, pomp, dmuchaw	Rozruch przy stłumionym prądzie rozruchowym Pompa, wentylator, dmuchawa, wirówka

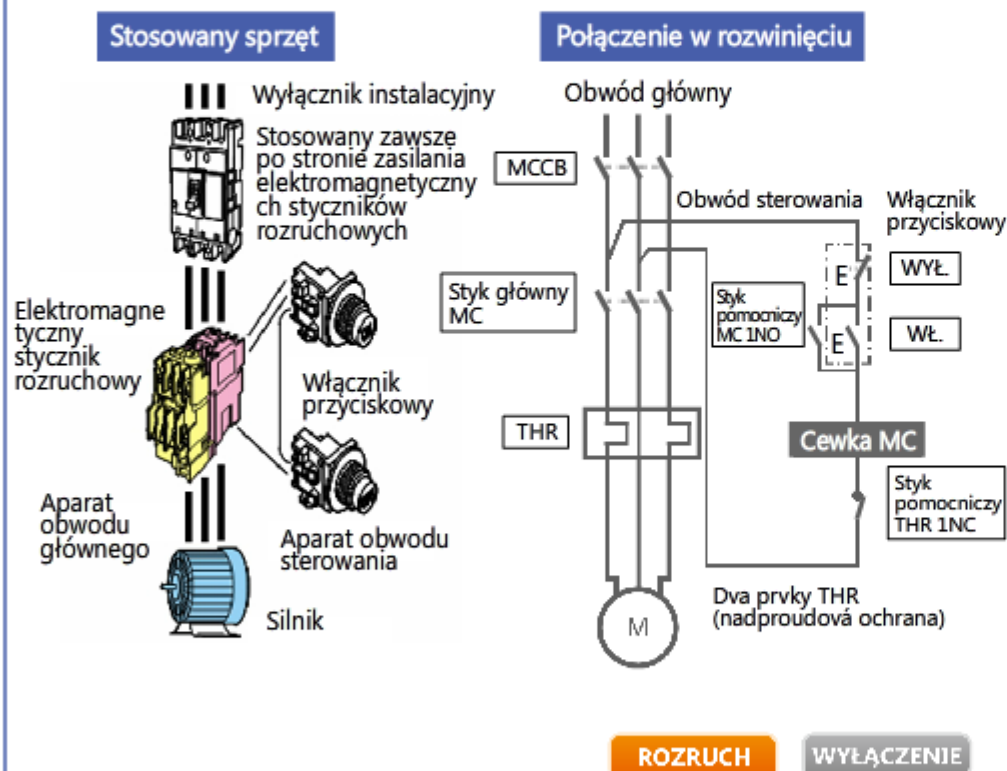
* 1: Prąd rozruchowy i moment rozruchowy stanowią procent wartości dla rozruchu bezpośredniego, która wynosi 100%. Prąd rozruchowy podczas rozruchu bezpośredniego może być pięć do ośmiu razy wyższy niż prąd pełnego obciążenia.

* 2: Prąd wzbudzenia transformatora o jednym uzwojeniu jest uwzględniony. (wartość wyprowadzeń transformatora: 50-65-80%)

3.2 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni)

Jak już opisywaliśmy powyżej, występują dwa typy uruchamiania przy pełnym napięciu: dla nieodwracalnych silników pracujących tylko w jednym kierunku i odwracalnych silników pracujących w kierunkach do przodu/do tyłu. Rozdział ten zawiera opis połączeń obwodów i operacji obu typów silników.

◆ Typ nieodwracalny



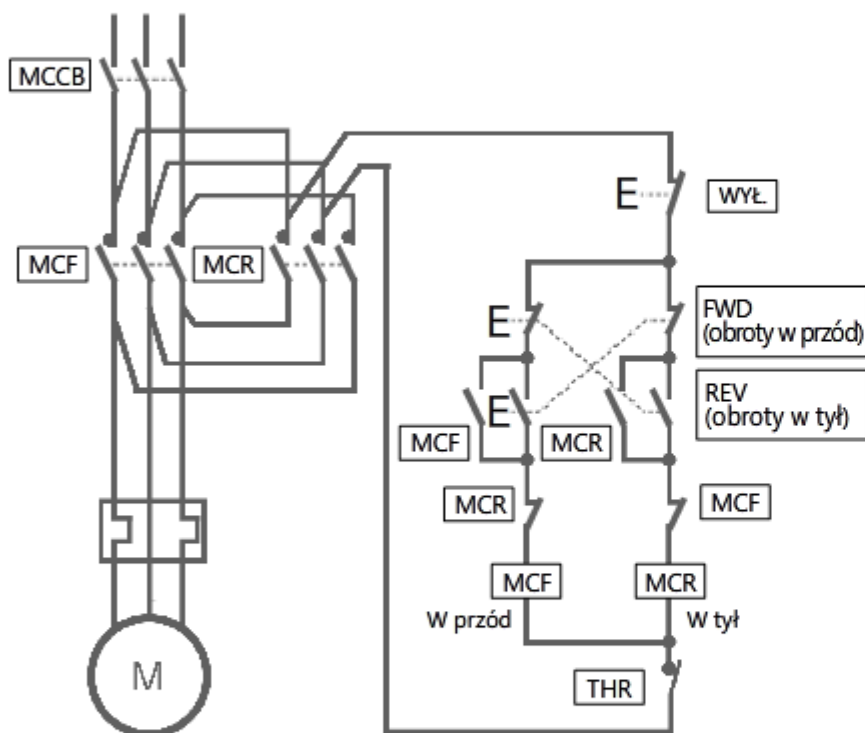
◆ Praca

1. Włączenie wyłącznika instalacyjnego
2. Włączenie przełącznika przyciskowego
 - ① Wzbudzenie cewki MC stycznika elektromagnetycznego
 - ② Zamknięcie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MC i pomocniczego styku 1NO stycznika MC
 - ③ Rozruch silnika i utrzymanie stanu cewki stycznika MC
3. Wyłączenie przełącznika przyciskowego (wyłączenie silnika)
 - ① Wyłączenie cewki MC stycznika elektromagnetycznego
 - ② Otwieranie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MC i pomocniczego styku 1NO stycznika MC
 - ③ Zatrzymanie silnika
4. Włączenie termicznego przekaźnika przeciążeniowego THR (przeciążenie silnika)
 - ① Otwarcie styku pomocniczego 1NC termicznego przekaźnika przeciążeniowego THR
 - ② Wyłączenie cewki stycznika MC
 - ③ Otwieranie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MC i pomocniczego styku 1NO stycznika MC
 - ④ Zatrzymanie silnika

3.2 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni)

◆ Typ nieodwracalny

Stosowany sprzęt



MCF: Strona obrotów w przód stycznika elektromagnetycznego

MCR: Strona obrotów w tył stycznika elektromagnetycznego

ROZRUCH

WYŁĄCZENIE

◆ Praca

1. Włączenie wyłącznika instalacyjnego
 2. Włączenie przełącznika przyciskowego FWD (obroty w przód)
 - ① Wzbudzenie cewki stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód)
 - ② Zamknięcie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód) i pomocniczego styku 1NO; otwarcie pomocniczego styku 1NC
 - ③ Uruchomienie silnika w kierunku obrotów w przód
 - ④ Utrzymanie stanu cewki stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód), uniemożliwienie włączenia stycznika elektromagnetycznego MCR (obroty w tył) (blokada elektryczna)
 3. Wyłączenie przełącznika przyciskowego
 - ① Wyłączenie cewki stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód)
 - ② Otwarcie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód) i pomocniczego styku 1NO; zamknięcie pomocniczego styku 1NC (zwolnienie utrzymania stanu, zwolnienie blokady elektrycznej)
 - ③ Zatrzymanie silnika
 4. Włączenie przełącznika przyciskowego REV (obroty w tył)
 - ① Wzbudzenie cewki stycznika elektromagnetycznego MCR (obroty w tył)
 - ② Zamknięcie głównego styku stycznika elektromagnetycznego MCR (w tył) i pomocniczego styku 1NO; otwarcie pomocniczego styku 1NC
 - ③ Uruchomienie silnika w kierunku obrotów w tył
 - ④ Utrzymanie stanu cewki stycznika elektromagnetycznego MCR (obroty w tył), uniemożliwienie włączenia stycznika elektromagnetycznego MCF (obroty w przód) (blokada elektryczna)
- ※ Czynności z kroku 4 są dodawane dla typu odwracalnego. Tutaj, następuje wzajemna zamiana dwóch faz w celu uruchomienia silnika z obrotami w tył. Działanie termicznego przekaźnika przeciążeniowego spowodowane przeciążeniem silnika jest takie samo jak w przypadku typu odwracalnego.

3.2 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni)

<Blokada elektryczna i mechaniczna>

W odwracalnych silnikach według opisu podanego powyżej, praca w przód i w tył są włączane stycznikami elektromagnetycznymi i następuje w nich zamiana dwóch faz uzwojenia silnika.

Ze względu jednak **na występowanie zwarć międzyfazowych w obwodzie zasilania po włączeniu obu styczników, instalowana jest blokada**, aby dwa styczniki nie stykały się ze sobą w tym samym czasie. Stosowane są **blokada elektryczna i mechaniczna**.

<Blokada mechaniczna>

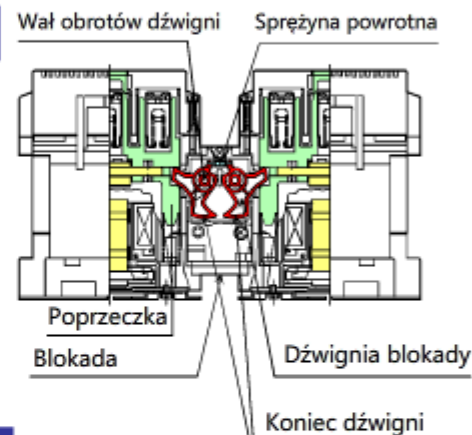
Do cewki napięcie jest podawane po stronie pracy w odwrotnym kierunku (obroty w przód), podczas gdy stycznik jest włączony po stronie kierunku obrotów do przodu (obroty w tył).

Operacja nosi nazwę mechanicznej blokady, która blokuje stycznik po stronie obrotów w tył (w przód) na wypadek, gdyby został włączony wskutek wibracji, uderzenia i nieprawidłowego działania (jak prezentuje rysunek po prawej).

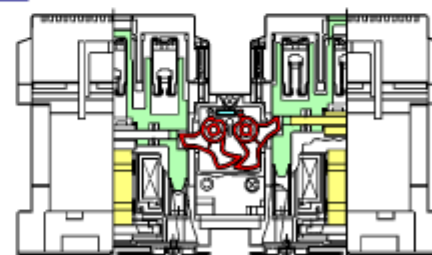
<Blokada elektryczna>

Operacja nosi nazwę blokady elektrycznej, która, gdy stycznik jest włączony po stronie obrotów w przód (w tył), blokuje stycznik w obwodzie sekwencji po stronie obrotów w tył (w przód), na wypadek gdyby do cewki zostało podane napięcie przez styk pomocniczy 1NC po stronie obrotów w przód (tył).

Zwolnienie



Praca w toku



3.2 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni)

<Dobór>

Dobór elektromagnetycznych styczników rozruchowych to wybór produktu o żądanych parametrach pracy, charakterystyce i cenie z katalogu producenta.

Dlatego też, aby nabyć produkt konieczne jest ustalenie następujących danych:

1. Nazwa typu
2. Ustawienie amperażu termicznego przekaźnika przeciążeniowego (lub mocy i napięcia silników)
3. Napięcie i częstotliwość cewki roboczej

Nazwa typu	Typ obciążenia	Silnik klatkowy? Grzejnik? itp.
	Wielkość obciążenia	Napięcie, częstotliwość, kW, prąd itd.
	Wykorzystanie	Typy obciążeń: • Silniki: Ogólna operacja rozruchu i wyłączenia? Praca odwracalna? Czy konieczne będą praca impulsowa lub rwanie? • Inne odbiorniki: Ogólny odbiornik oporowy? Czy odbiornik generuje prąd udarowy, jak np. kondensatory? Cykl pracy: Rozmiar stycznika elektromagnetycznego i obciążenia silnika (klasa AC-3 lub klasa AC-4?)
Ustawienie amperażu termicznego przekaźnika przeciążeniowego	<ul style="list-style-type: none"> • Dopasować ustawienie amperażu termicznego przekaźnika przeciążeniowego do prądu znamionowego (prąd pełnego obciążenia). Gdy ustawienie amperażu jest bliskie dwukrotnej wartości znamionowej, należy wybrać bliższą wartość. • W przypadku silników, które wymagają ochrony przed odwróceniem faz, należy zastosować przekaźniki przeciążeniowe typu półprzewodnikowego. 	
Cewka robocza	Określić parametry znamionowe cewki dostosowane do napięcia i częstotliwości stosowanego obwodu sterowania.	

Mimo że styczniki elektromagnetyczne można dobrać w powyższy sposób, w praktyce jednak, ze względu na fakt, że wszystkie odbiorniki to silniki, producenci decydują się na stosowanie zgodnych z nimi standardowych specyfikacji.

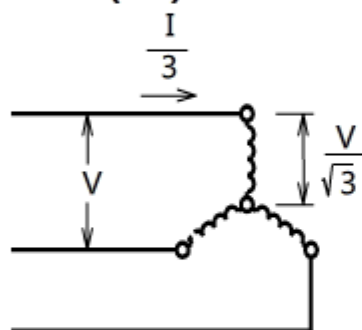
3.3 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

Ponieważ rozruch bezpośredni silnika może wymagać prądu o wartości od pięciu do ośmiu razy wyższego od prądu znamionowego silnika, podczas rozruchu mogą wystąpić takie problemy, jak spadek napięcia w obwodzie zasilania i udar mechaniczny.

W celu wyeliminowania powyższych problemów można zastosować rozruch przy zredukowanym napięciu, podając do uzwojenia silnika podczas rozruchu napięcie niższe niż obwodu zasilania i podając pełne napięcie obwodu zasilania po wstępnej fazie przyspieszania.

Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt jest jedną z najczęściej stosowanych metod.

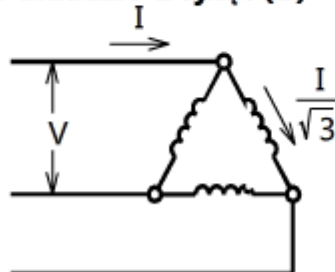
• Połączenie gwiazda (\star)



Na czym polega rozruch w układzie gwiazda-trójkąt?


Ten rodzaj rozruchu przy zredukowanym napięciu uruchamia uzwojenie silnika w układzie gwiazdy (\star) i zmienia z gwiazdy (\star) na trójkąt (Δ) po zakończeniu przyspieszenia.

• Połączenie w układzie trójkąt (Δ)



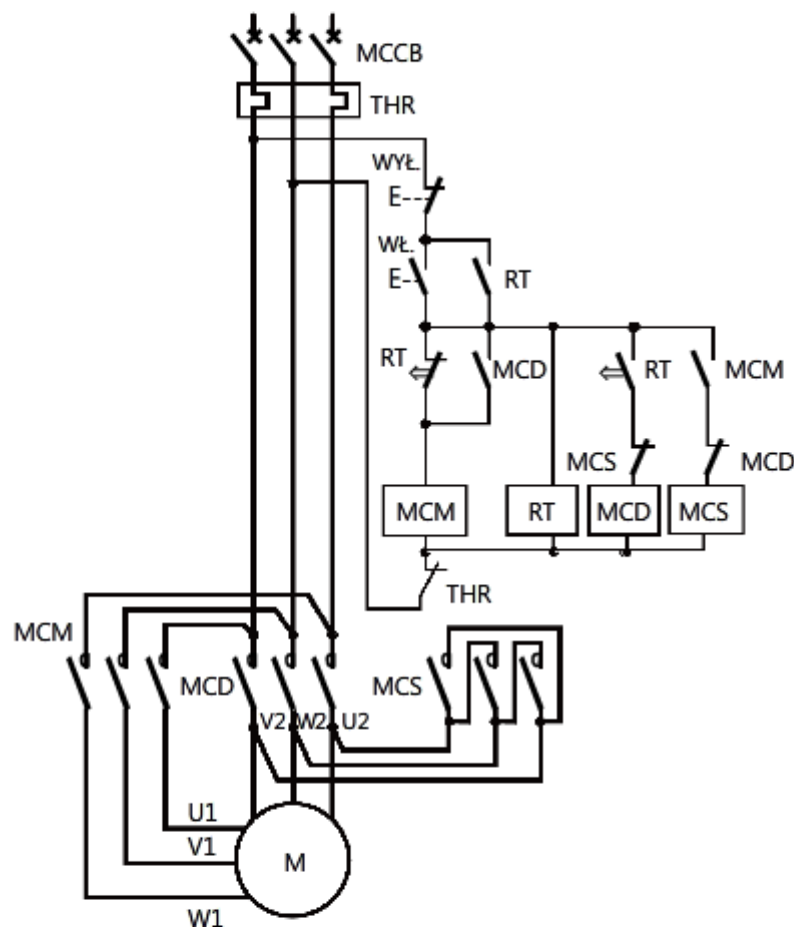
Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt

- Niskie napięcie jest podawane podczas rozruchu (napięcie obwodu zasilania $\times 1/\sqrt{3}$)
- Niski prąd rozruchowy (jedna trzecia prądu rozruchu bezpośredniego)
Niski moment rozruchowy (jedna trzecia prądu rozruchu bezpośredniego)
- Po uzyskaniu wysokiej prędkości obrotowej silnika po określonym czasie (ustawionym na timerze) podawane jest pełne napięcie.

* Symbol () na rysunku powyżej prezentuje uzwojenie silnika.

3.3 Podłączenie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

Poniższe rysunki przedstawiają schemat obwodu i operacje układu rozruchu gwiazda-trójkąt (typ z trzema stycznikami).



ROZRUCH

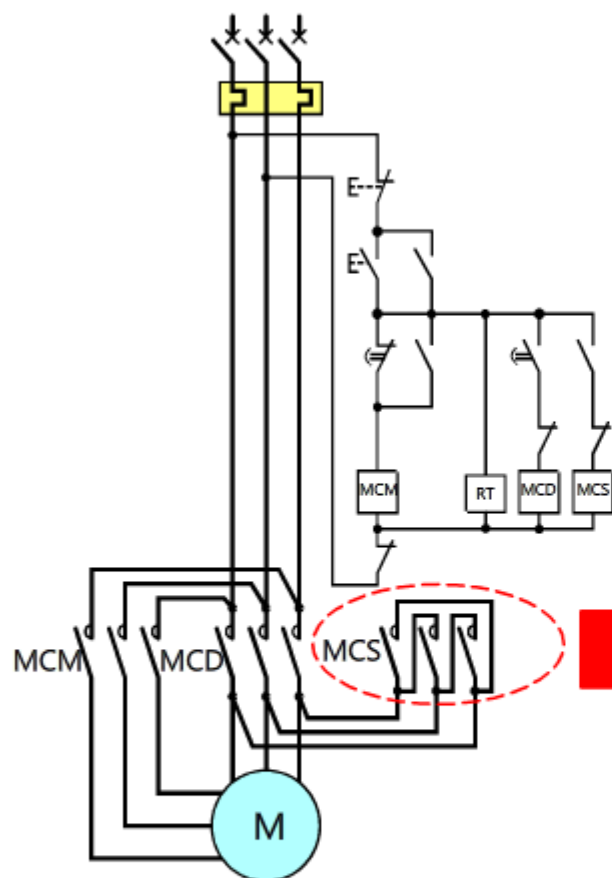
WYŁĄCZENIE

◆ Praca

1. Włączenie wyłącznika instalacyjnego
2. Włączenie przełącznika przyciskowego
 - ① Wzbudzenie timera RT; zamknięcie styku bezwłocznego 1NO (stan utrzymany) timera RT
 - ② Wzbudzenie cewki stycznika MCM
 - ③ Zamknięcie głównego styku stycznika MCM i pomocniczego styku 1NO stycznika MCM
 - ④ Wzbudzenie cewki MCS
 - ⑤ Zamknięcie głównego styku stycznika MCS i otwarcie pomocniczego styku 1NC stycznika MCS
 - ⑥ Uniemożliwienie wzbudzenia cewki MCD (blokada)
 - ⑦ Rozruch w układzie gwiazda (włączenie styczników MCM i MCS)
 - ⑧ Działanie ograniczającego styku timera RT: rozpoczęcia czasu fazy połączenia w gwiazdę
Otwarcie ograniczającego styku 1NC timera RT; zamknięcie ograniczającego styku 1NO timera RT
 - ⑨ Otwarcie styku pomocniczego 1NO stycznika MCM
 - ⑩ Otwarcie styku głównego stycznika MCM; zwolnienie rozruchu w układzie gwiazdy
 - ⑪ Zamknięcie styku pomocniczego 1NC stycznika MCS i otwarcie głównego styku stycznika MCS
 - ⑫ Wzbudzenie cewki stycznika MCD
 - ⑬ Otwarcie styku pomocniczego 1NC stycznika MCD
 - ⑭ Uniemożliwienie wzbudzenia cewki stycznika MCS (blokada)
 - ⑮ Zamknięcie styku pomocniczego 1NO MCD i zamknięcie głównego styku MCD
 - ⑯ Wzbudzenie cewki stycznika MCM
 - ⑰ Zamknięcie głównego styku stycznika MCM
 - ⑱ Praca w układzie trójkąta (włączenie styczników MCM i MCD)
3. Wyłączenie przełącznika przyciskowego
 - ① Otwarcie głównych styków styczników MCM i MCD
 - ② Zatrzymanie silnika

3.3 Podłączenie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

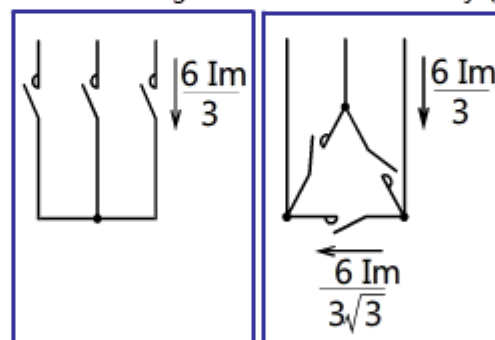
<Zwarcie w układzie trójkąta stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy>



Podczas operacji zmiany z pracy w układzie gwiazdy i trójkąta w rozruchu typu gwiazda-trójkąt z trzema stycznikami połączenie kablowe dla stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy można ustawić na obwód zwarcia trójkąta tak, aby można było zredukować moc podawaną na stycznik elektromagnetyczny dla układu gwiazdy.

Oznacza to, że należy ustawić zwarcie w układzie trójkąt na połączenie kablowe stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy, **aby zredukować natężenie prądu podawanego na styki o kolejne $1/\sqrt{3}$ raza wartości prądu układu gwiazdy tak, aby moc stycznika elektromagnetycznego można było zredukować do poziomu $1/\sqrt{3}$ raza wartości prądu (jak na rysunku poniżej).**

Zwarcie układu gwiazda Zwarcie układu trójkąt



I_m : prąd znamionowy silnika

W typie z dwoma stycznikami lub stycznikami elektromagnetycznymi dla obwodu głównego (MCM), **gdy obwód nie wyłącza prądu układu gwiazdy, system zwarcia układu trójkąt nie może zostać zastosowany do stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy.**

3.3 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

W przypadkach rozruchu w układzie gwiazda-trójkąt opisanych na poprzedniej stronie wymagane są trzy styczniki elektromagnetyczne:

1. Stycznik elektromagnetyczny dla układu gwiazda (MCS)
2. Stycznik elektromagnetyczny dla układu trójkąt (MCD)
3. Stycznik elektromagnetyczny dla obwodu głównego (MCM).

Tabela poniżej prezentuje sposób doboru każdego z tych typów.

<p>Stycznik elektromagnetyczny dla układu gwiazda (MCS)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ponieważ prąd podawany do stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy stanowi 1/3 wartości w porównaniu do prądu rozruchu bezpośredniego, wyrażenie prezentuje prąd rozruchowy w układzie gwiazdy, gdy prąd rozruchowy silnika ustawiony jest na $6 I_m$ (I_m: prąd znamionowy silnika). Prąd rozruchowy w układzie gwiazdy = $6 I_m \times 1/3 = 2 I_m$ ◆ Czas rozruchu w układzie gwiazdy wynosi około 15 sekund i impulsowanie oraz częste operacje otwierania/zamykania generalnie nie są wykonywane, dlatego rozmiar stycznika elektromagnetycznego dla układu gwiazdy można zmniejszyć do jednej trzeciej. ◆ W przypadku wykonania zmiany z układu gwiazda na układ trójkąt, gdy prędkość jeszcze w pełni nie wzrosła, prąd o dużym natężeniu zostanie wyłączony bez zmniejszania prądu rozruchowego tak, że czas trwania przełączania elektrycznego stycznika elektromagnetycznego można znacznie zredukować. ◆ Generalnie rzecz biorąc, ramkę styczników elektromagnetycznych należy dobrać zakładając, że zmiana z układu gwiazda na układ trójkąt jest wykonywana, gdy prędkość silnika osiągnie 80% lub więcej prędkości znamionowej (prąd rozruchowy jest na poziomie około połowy wartości wstępnej). Prąd po zakończeniu rozruchu w układzie gwiazdy = $0,8 \times I_m$
<p>Stycznik elektromagnetyczny dla układu trójkąt (MCD)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Ponieważ stycznik elektromagnetyczny dla układu trójkąt wchodzi w fazę trójkąta, prąd roboczy można ustawić na $1/\sqrt{3}$ wartości znamionowej. ◆ Ponieważ stycznik elektromagnetyczny dla układu trójkąt pracuje w układzie AC-3, a prąd w fazie trójkąta jest wyłączany, styki są ostatecznie zamykane jednofazowo. Realizacja tego wyłączenia jest trudniejsza niż w przypadku wyłączenia przy rozruchu bezpośrednim.
<p>Stycznik elektromagnetyczny dla obwodu głównego (MCM)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ◆ W przypadku stycznika elektromagnetycznego dla obwodu głównego występują połączenia fazy trójkąta i połączenia obwodu głównego (linia prądowa otwarta/zamknięta). Prąd dla fazy połączeń układu trójkąt można ustawić na $1/\sqrt{3}$ wartości znamionowej, ale prąd połączeń obwodu głównego jest równy prądowi znamionowemu silnika. ◆ Co do metod sterowania stycznika elektromagnetycznego dla obwodu głównego — dostępne są dwie: metoda, która otwiera jeden raz (wyłączanie prądu układu gwiazdy), a następnie zamyka stycznik elektromagnetyczny podczas zmiany z układu połączeń gwiazda na układ trójkąt, i metoda, która kontynuuje zamykanie stycznika elektromagnetycznego podczas rozruchu w celu zmiany na pracę w układzie trójkąt.

3.3 Podłączanie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

Tabela poniżej prezentuje koncepcję opisaną na poprzedniej stronie.

	Typ stycznika elektromagnetycznego	Krotność prądu znamionowego silnika				Moc stycznika elektromagnetycznego (AC-3)	Stycznik elektromagnetyczny Krotność prądu znamionowego		
		Prąd tworzący	Prąd przerywający	Prąd wzbudzający	Czas wzbudzenia		Prąd tworzący	Prąd przerywający	Prąd wzbudzający
Praca w układzie gwiazda	MCSS	2	0,8 (2)	2	Krótki czas	1/3	6	2,4 (6)	6
	MCSD	$2/\sqrt{3}$	-	$2/\sqrt{3}$		$1/3\sqrt{3}$			
	MCM	-	0,8 (2)	2		$1/\sqrt{3}$			
Praca w układzie trójkąt	MCM	$6/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$	$1/\sqrt{3}$	Ciągła	$1/\sqrt{3}$	6 (12)	1 (6)	1 (6)
	MCD	$(12/\sqrt{3})$	$(6/\sqrt{3})$	$(6/\sqrt{3})$					

Przykład: rozruch w układzie gwiazda-trójkąt silnika 200 V AC i 15 kW (prąd znamionowy silnika: 65 A):

MCM: $65 \text{ A} \times 1/\sqrt{3} \leq$ znamionowy prąd roboczy klasy AC-3 -> S-T50

MCD: $65 \text{ A} \times 1/\sqrt{3} \leq$ znamionowy prąd roboczy klasy AC-3 -> S-T50

MCSD: $65 \text{ A} \times 1/3\sqrt{3} \leq$ znamionowy prąd roboczy klasy AC-3 -> S-T12

3.3 Podłączenie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

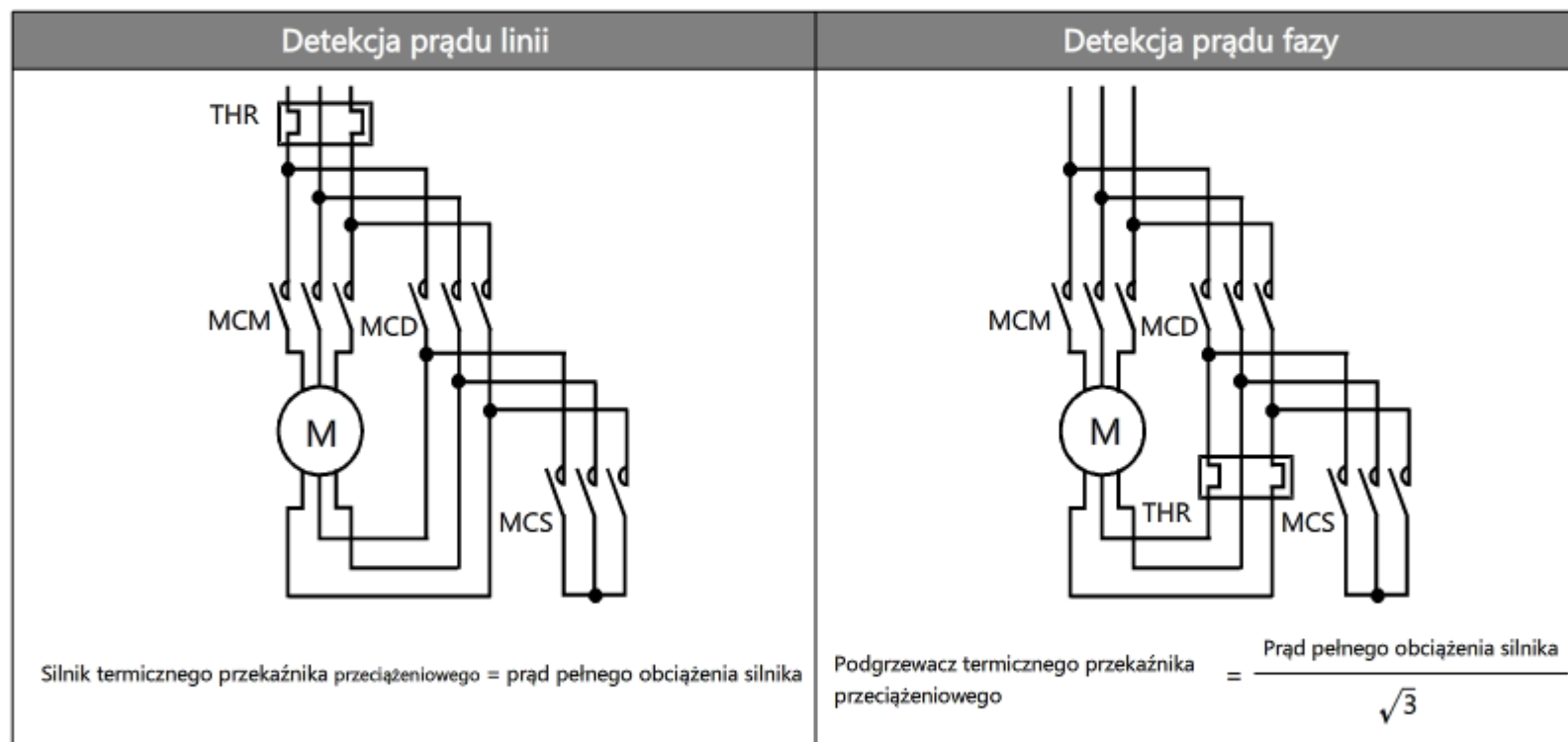
<Dobór termicznego przekaźnika przeciążeniowego>

Jako metody detekcji dla termicznego przekaźnika przeciążeniowego (THR) stosowane są **metoda detekcji prądu linii** i **detekcja prądu fazy** zgodnie z punktami połączeń.

Parametry znamionowe termicznego przekaźnika przeciążeniowego mogą różnić się w zależności od zastosowanej metody detekcji.

Detekcja prądu linii: należy dobrać podgrzewacz regulowany **do prądu znamionowego silnika (prąd pełnego obciążenia)**

Detekcja prądu fazy: należy dobrać podgrzewacz regulowany o wartości **$1/\sqrt{3}$ x wartość prądu znamionowego silnika (prąd pełnego obciążenia)**




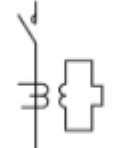



* Generalnie rzecz biorąc, częściej stosowana jest metoda detekcji prądu linii. W celu zapewnienia detekcji prądu fazy termiczny przekaźnik przeciążeniowy należy zawsze ustawić na natężenie $1/\sqrt{3}$ x wartość prądu linii.

Detekcja prądu fazy ma jednak zalety, do których należy fakt, że ramkę termicznego przekaźnika przeciążeniowego można zredukować, a stycznik elektromagnetyczny można zastosować jako elektromagnetyczny stycznik rozruchowy po połączeniu go z THR i MCM.

3.3 Podłączenie i dobór dla uruchamiania przy zredukowanym napięciu (rozruch typu gwiazda-trójkąt)

Należy pamiętać, że przy długim czasie rozruchu konieczne okazać się może sprawdzenie charakterystyki roboczej i rozważenie wprowadzenia opcji dławika sterowanego na wypadek gdyby urządzenie zostało uaktywnione podczas fazy pracy w układzie gwiazdy lub podczas zmiany na pracę w układzie trójkąta.

Czas rozruchu	Przyjęty termiczny przełącznik przeciążeniowy	Połączenie	Charakterystyka
 Długi	Termiczny przełącznik przeciążeniowy typu długo działającego		<ol style="list-style-type: none"> 1. Obwód jest prosty 2. Czas pracy jest przedłużony w przypadku zablokowania wirników
	Z dławikiem sterowanym lub ze sterowanym stycznikiem	 	
	Standardowy termiczny przełącznik przeciążeniowy (brak napięcia podczas rozruchu)	 <p>Do rozruchu Do pracy Do pracy Do rozruchu Przełączanie timerem</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Zapewniona ochrona podczas pracy; zdolność ochrony przed zablokowanymi wirnikami zgodnie z nastawą czasu 2. Obwód jest skomplikowany

* Dobór silników do długiego czasu rozruchu

Gdy bezwładność mechaniczna odbiorników silnika takich jak wentylator i maszyna napędzana jest duża, czas rozruchu szczególnie w układzie rozruchu gwiazda-trójkąt może się znacznie wydłużyć. Aby dobrać silniki do długiego czasu rozruchu, należy wybrać termiczny przełącznik przeciążeniowy typu długo działającego lub przyjąć brak napięcia podczas rozruchu ze względu na trudność jednoczesnego zaspokojenia wymogu zbędnej pracy układu rozruchu gwiazda-trójkąt i ochrony przeciwprzeciążeniowej podczas pracy.

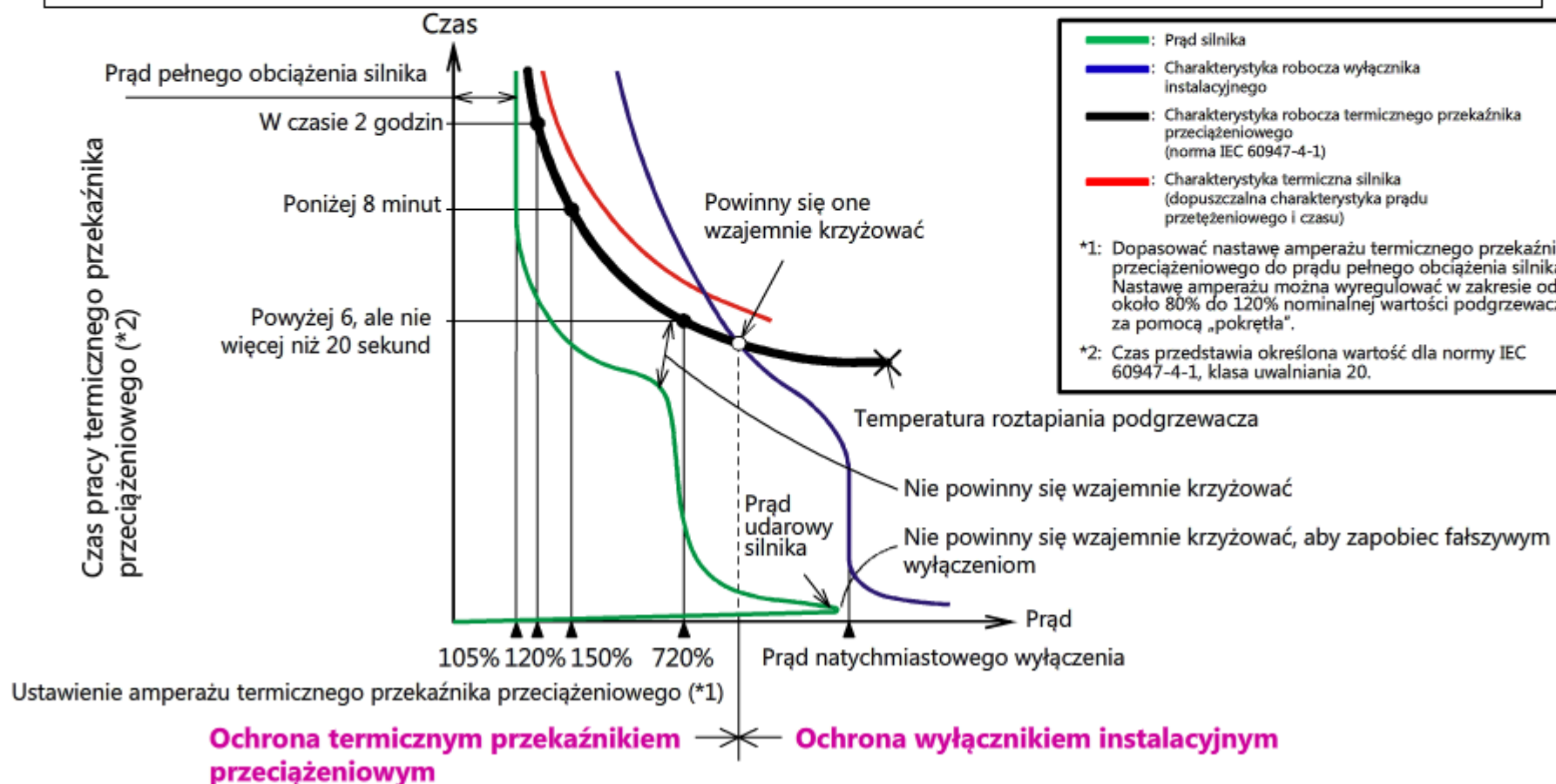
3.4 Ochronna koordynacja elektromagnetycznych styczników rozruchowych i wyłączników instalacyjnych

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe pełnią rolę układów rozruchu i wyłączania silników i zapobiegają przepaleniom spowodowanym przeciążeniem, zablokowanymi wirnikami oraz utratą fazy.

Sprzęt do ochrony przeciwzwarciowej, w tym wyłączniki instalacyjne mają obsługiwać natężenia prądu przekraczające zdolności rozłączające elektromagnetycznych styczników rozruchowych wywołane zwarcie.

Odpowiednie przydzielenie tych ról określane jest terminem koordynacji ochronnej, co przedstawia rysunek poniżej.

- (1) Należy dobrać wyłączniki instalacyjne na wypadek, gdyby pracowały z prądem uderowym silnika.
- (2) Należy dobrać termiczne przekaźniki przeciążeniowe, na wypadek gdyby pracowały z prądem rozruchowym silnika.
- (3) Należy wybrać te termiczne przekaźniki przeciążeniowe, których charakterystyka pracy jest szybsza niż charakterystyka termiczna silnika.



W poprzednich rozdziałach opisywaliśmy obciążenia silników. W praktyce, występują różne rodzaje obciążeń oprócz silników, a sposób doboru urządzeń do silników może się zmieniać w zależności od pracy obciążeń silnika. Niniejszy rozdział zawiera podsumowanie sposobu doboru dla typowych obciążeń i warunków pracy.

<Dobór według obciążenia silnika>

Typ obciążenia	Warunki pracy	Przegląd sposobu doboru
Zwykły klatkowy	Tylko rozruch i wyłączenie (rozruch typu direct-on-line)	Dobrać ramkę tak, aby moc silnika odpowiadała maks. poziomowi klasy AC-3 elektromagnetycznego stycznika rozruchowego i stycznika elektromagnetycznego. Dobrać ramkę o jedną lub dwa rzędy wyżej w stosunku do cyklu pracy i niezbędnej trwałości. Dopasować nastawę amperażu elektromagnetycznego stycznika rozruchowego tak, aby dobrać termiczny przekaźnik przeciążeniowy do prądu pełnego obciążenia silnika.
	Rozruch, wyłączenie i odwracanie obrotów	Dotyczy to samo oprócz tego, że należy wybrać typ odwracalny.
	Impulsowanie	Dobrać ramkę tak, aby moc silnika odpowiadała maks. poziomowi klasy AC-4 elektromagnetycznego stycznika rozruchowego i stycznika elektromagnetycznego. Dobrać ramkę dużych rozmiarów według cyklu pracy i niezbędnej trwałości.
Silnik prądu stałego	Rozruch i wyłączenie	Dobrać ramkę tak, aby moc silnika odpowiadała maks. poziomowi znamionowemu klasy DC-2 lub DC-4 stycznika elektromagnetycznego. Dobrać ramkę o jedną lub dwa rzędy wyżej w stosunku do cyklu pracy i niezbędnej trwałości.

3.5

Zastosowanie dla różnych odbiorników

<Dobór według innych obciążeń niż silnik>

Typ obciążenia	Warunki pracy	Przegląd sposobu doboru
Rezystor (piec elektryczny, grzejnik itd.)	Odbiornik oporowy prądu zmiennego	Dobrać ramkę zgodnie z poziomem znamionowym klasy AC-1 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego.
	Odbiornik oporowy prądu stałego	Dobrać ramkę zgodnie z poziomem znamionowym klasy DC-1 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego.
Kondensator	Z dławikiem szeregowym	Dobrać ramkę zgodnie z poziomem klasy AC-3 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego.
	Bez dławika szeregowego	Dobrać ramkę tak, aby prąd udarowy był 10-krotnie większy lub mniej niż poziom znamionowy klasy AC-3 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego.
Oświetlenie	Lampa fluorescencyjna, lampa rtęciowa i lampa żarowa	Dobrać ramkę tak, aby suma prądów znamionowych odpowiadała lub była niższa niż wartość znamionowa klasy AC-3 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego.
Transformator	Przełączanie obwodu pierwotnego	Dobrać ramkę tak, aby prąd znamionowy transformatora odpowiadał połowie lub był niższy niż wartość znamionowa klasy AC-3 prądu roboczego stycznika elektromagnetycznego (wzbudzenie prądu udarowego transformatora jest maks. 10-krotnością wartości znamionowej klasy AC-3 prądu roboczego).

Poniżej przedstawiamy podsumowanie rozdziału:

- Co do metod rozruchu silników, stosowany jest rozruch przy pełnym napięciu (rozruch bezpośredni) i przy zredukowanym napięciu. Typowym rozwiązaniem dla rozruchu przy zredukowanym napięciu jest rozruch w układzie gwiazda-trójkąt.
- Podczas uruchamiania silników w przód/w tył podczas rozruchu bezpośredniego silniki należy stosować razem z blokadą elektryczną lub mechaniczną.
- Rozruch w układzie gwiazda-trójkąt zmienia uzwojenie silnika z układu połączeń gwiazdy na układ połączeń trójkąta tak, aby napięcie o wartości niższej niż napięcie obwodu zasilania zostało podane do silników podczas rozruchu, a po krótkim rozpędzeniu silnika do silników podawane jest napięcie o wartości obwodu zasilania. Można w ten sposób uniknąć podczas rozruchu problemów, takich jak spadek napięcia w obwodzie zasilania i udary mechaniczne/elektryczne.
- Co do kwestii koordynacji ochronnej elektromagnetycznych styczników rozruchowych i wyłączników instalacyjnych, termiczny przekaźnik przeciążeniowy chroni obszary przeciążenia prądem, a wyłącznik instalacyjny chroni przed prądem przekraczającym zdolność wyłączania elektromagnetycznych styczników rozruchowych.
- Można skorzystać z list doboru opisanych w broszurach i dokumentach technicznych producentów, wybierając rozruch przy pełnym napięciu, rozruch przy zredukowanym napięciu, koordynację z wyłącznikami instalacyjnymi i w przypadku różnych odbiorników.

Poniższy rozdział zawiera opis sposobu konserwacji i modyfikacji elektromagnetycznych styczników rozruchowych.

Rozdział 4 Konserwacja i modernizacja elektromagnetycznych styczników rozruchowych



Spis treści rozdziału 4

Mimo że każdy elektromagnetyczny stycznik rozruchowy ma określoną trwałość, to jednak modele o dużych rozmiarach mogą praktycznie bez problemów pracować bez przerwy i bezpiecznie kontynuować działanie po wymianie elementów.

Niniejszy rozdział zawiera opis sposobu konserwacji i przeglądów elektromagnetycznych styczników rozruchowych oraz terminów modernizacji.

- 4.1 Kiedy należy zmodernizować elektromagnetyczne styczniki rozruchowe oraz przeprowadzić ich konserwację/przegląd
- 4.2 Wymiana elementów (styki i cewki)
- 4.3 Podsumowanie

4.1**Kiedy należy zmodernizować elektromagnetyczne styczniki rozruchowe oraz przeprowadzić ich konserwację/przegląd****<Zalecany czas modernizacji>**

Zalecany czas modernizacji elektromagnetycznych styczników rozruchowych (styczników elektromagnetycznych, termicznych przekaźników przeciążeniowych) wynosi **10 lat od daty rozpoczęcia użytkowania lub po osiągnięciu liczby otwarć i zamknięć określonych zgodnie z klasą podaną w normie**, w zależności od tego co nastąpi wcześniej.

Przy okazji należy dodać, że zalecany czas modernizacji nie oznacza czasu gwarantowanego normalnego działania i zachowania parametrów pracy. Jest to bardziej okres korzystny ze względu na kwestie ekonomiczne niż okres właściwy ze względu na konserwację i przegląd w normalnych warunkach pracy.

<Konserwacja i przegląd>

Konserwacja i przegląd stanowią nieodzowny element procesu utrzymania parametrów roboczych elektromagnetycznych styczników rozruchowych podczas długoterminowej eksploatacji.

Generalnie, ponieważ niemal wszystkie awarie mają miejsce podczas pierwszego podania napięcia, szczególnie ważny jest przegląd wstępny.

Tabela na następnej stronie podsumowuje szczegółowe dane i wytyczne dotyczące przeglądów.

<Informacje szczegółowe dotyczące konserwacji i przeglądów elektromagnetycznych styczników rozruchowych>

Kategoria	Pozycja przeglądu	Opis	
[Standardowy przegląd okresowy: co sześć miesięcy]	Przeгляд codzienny	Nieprawidłowy hałas	Sprawdzić, czy występuje nieprawidłowy hałas (spowodowany błędami lub uszkodzeniem elektromagnesów)
		Nieprawidłowy zapach	Sprawdzić, czy występuje nieprawidłowy zapach
		Wygląd	Sprawdzić, czy występują zanieczyszczenia spowodowane nagromadzeniem wody, oleju lub pyłu
		Uszkodzenie lub odbarwienie	Sprawdzić, czy odlew nie jest uszkodzony, odbarwiony lub zdeformowany
	Dokręcenie śrub	Sprawdzić, czy śruby nie są luźne (sprawdzić narzędziem do dokręcania)	
	Część metalowa	Sprawdzić, czy część metalowa nie jest zardzewiała Sprawdzić, czy część metalowa nie jest skorodowana	
	Ruchomość ruchomych części	Sprawdzić, czy części ruchome poruszają się płynnie ręcznie lub podczas pracy wymuszonej elektromagnesem	
	Mechanizm zatraskowy (zatrask mechaniczny)	Sprawdzić, czy mechanizm zatraskowy (tłok i ruchomy rdzeń stalowy) poruszają się płynnie ręcznie lub podczas pracy wymuszonej elektromagnesem	

Wykonać czynności konserwacyjne i przegląd zgodnie z tabelą powyżej. W razie wystąpienia awarii lub problemu, takiego jak „niewłączanie się”, „niezwalnianie (brak powrotu)”, „przepalenie styków”, należy podjąć kroki zgodnie z zaleceniami podanymi w instrukcji dostarczonej przez producenta.

4.2**Wymiana elementów**

W części modeli elektromagnetycznych styczników rozruchowych (styczników elektromagnetycznych) średnich/większych rozmiarów można wymieniać cewki dla styków i elektromagnesy.

Oczywiście nawet pomimo wymiany cewek dla styków i elektromagnesów nie można ich użytkować bez końca.

Styki i cewki można, na przykład, wymieniać awaryjnie po przeglądzie okresowym. Jednak ich dalsza eksploatacja doprowadzi do uszkodzenia izolacji i mechanicznego zużycia wskutek otwierania/zamykania w innych elementach odlewu niż wymienione, co może doprowadzić do zwarcia, pożaru i osłabionego działania. W takim przypadku należy wymienić cały produkt.

Na kolejnych stronach zamieszczamy opis czynności, które należy wykonać w każdym z przypadków.

4.2

Wymiana elementów

<Przykład wymiany styków: T65/T80>

● **Styki główne i nieruchome**

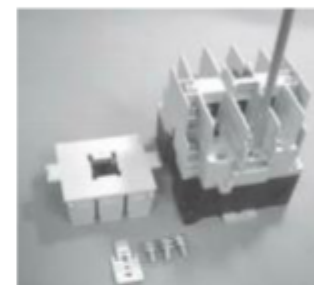
1. Włożyć śrubokręt płaski między krawędzie pokrywy gaszenia łuku w sposób przedstawiony na rysunku z prawej, aby zdjąć pokrywę gaszenia łuku (rysunek 1).
2. Odkręcić śruby zacisków zamocowane do nieruchomego styku. (rysunek 2).
3. Przytrzymać śrubokręt krzyżakowy na otworze do dokręcania śrub zacisku, aby wymontować nieruchomy styk (rysunek 3).



(Rysunek 1)



(Rysunek 2)



(Rysunek 3)

● **Styki główne i ruchome**

1. Wykonać te same czynności, jak w kroku 1 powyżej.
2. Wyjąć ruchomy styk posługując się szczypcami półokrągłymi (rysunek 4).



(Rysunek 4)

4.2

Wymiana elementów

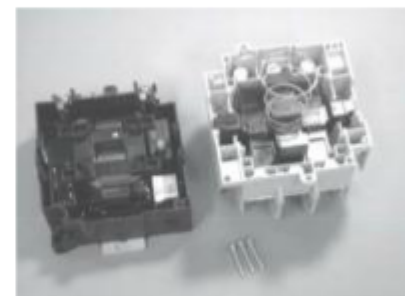


<Przykład wymiany cewek: T65/T80>

1. Odkręcić trzy śruby mocujące obudowę i cewkę w sposób przedstawiony na rysunku po prawej. (rysunek 1).
2. Ponieważ cewka jest integralnie połączona z podstawą montażową i nieruchomymi rdzeniami stalowymi, należy wymienić je jako całość. (rysunek 2).
3. Ustawić stożkową sprężynę zamontowaną do obudowy na górze cewki (integralnie połączoną z podstawą montażową i nieruchomymi rdzeniami stalowymi), aby zamontować obudowę i cewkę. (strona stożkowej sprężyny o większej średnicy styka się z cewką) (rysunek 3).
4. Dokręcić podstawę i podstawę montażową za pomocą śrub. (rysunek 3).



(Rysunek 1)



(Rysunek 2)



(Rysunek 3)

4.3

Podsumowanie

Poniżej przedstawiamy podsumowanie rozdziału:

- Zalecany czas modernizacji elektromagnetycznych styczników rozruchowych (styczników elektromagnetycznych) wynosi 10 lat od daty rozpoczęcia użytkowania lub po osiągnięciu liczby otwarć i zamknięć, w zależności od tego co nastąpi wcześniej.
- W części elektromagnetycznych styczników rozruchowych (styczników elektromagnetycznych) (średnich/większych rozmiarów) można wymieniać cewki i elektromagnesy. Jednak mimo wymiany, nie należy przekraczać zalecanego terminu modernizacji wynoszącego 10 lat od daty rozpoczęcia użytkowania.

Następny rozdział zawiera opis spełniania norm międzynarodowych.

Rozdział 5 Spełnianie norm

Spis treści rozdziału 5

Rozdział zawiera opis stosowania różnych norm międzynarodowych dla elektromagnetycznych styczników rozruchowych, termicznych przekaźników przeciążeniowych i wyłączników instalacyjnych obwodów silnika.

- 5.1 Różne normy i sposób ich stosowania
- 5.2 SCCR
- 5.3 Podsumowanie

5.1

Różne normy i sposób ich stosowania

Elektromagnetyczne styczniki rozruchowe, termiczne przekaźniki przeciążeniowe, przekaźniki elektromagnetyczne i wyłączniki instalacyjne obwodów silnika spełniają wymagania różnych norm i mają certyfikaty większości norm.








<Normy spełniane i stosowane>

Model	Norma NEMA	Norma IEC	Norma EN
Stycznik elektromagnetyczny Typ S-T/N	Dotyczy modeli standardowych. (napięcie 600 V lub niższe) Przeгляд doboru wygląda następująco: (Mimo że, moc stosowanego silnika różni się nieco od rozmiaru, należy wybrać urządzenia ze strony certyfikacji UL/CSA.) Rozmiar 00: S-T12/S-N11, N12 Rozmiar 3: S-N95 0: S-T20/S-N20, N21, N18 4: S-N150 1: S-T25/S-N25 5: S-N300 2: S-N50 6: S-N600		Dotyczy modeli standardowych, IEC/EN 60947-4-1
Termiczny przekaźnik przeciążeniowy Typ TH-T/N□KP	Dotyczy modeli standardowych, IEC/EN 60947-4-1		
Przekaźnik elektromagnetyczny Typ SR-T	Dotyczy modeli standardowych do A600 i R300		Dotyczy modeli standardowych, IEC/EN 60947-5-1
Wyłącznik obwodu silnika Typ MMP-T	Dotyczy modeli standardowych, IEC/EN 60947-2, IEC/EN 60947-4-1		

5.1 Różne normy i sposób ich stosowania

<Spełnianie norm>

Modele standardowe otrzymały certyfikaty głównych norm. Poniższa tabela prezentuje kilka przykładów:

Model	Uwierzytelnienie bezpieczeństwa		Dyrektywy UE	Certyfikacja stron trzecich	Uwierzytelnienie CCC	Certyfikat morski		
	UL	CSA	Oznakowanie CE	TUV	GB	KR	BV	LR
								
Stycznik elektromagnetyczny Typ S-T/N	⊙	⊙	○	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
Termiczny przekaźnik przeciążeniowy Typ TH-T/N□KP	⊙	⊙	○	⊙	⊙	*	⊙	⊙
Przekaźnik elektromagnetyczny Typ SR-T/N	⊙	⊙	○	⊙	⊙	*	⊙	⊙

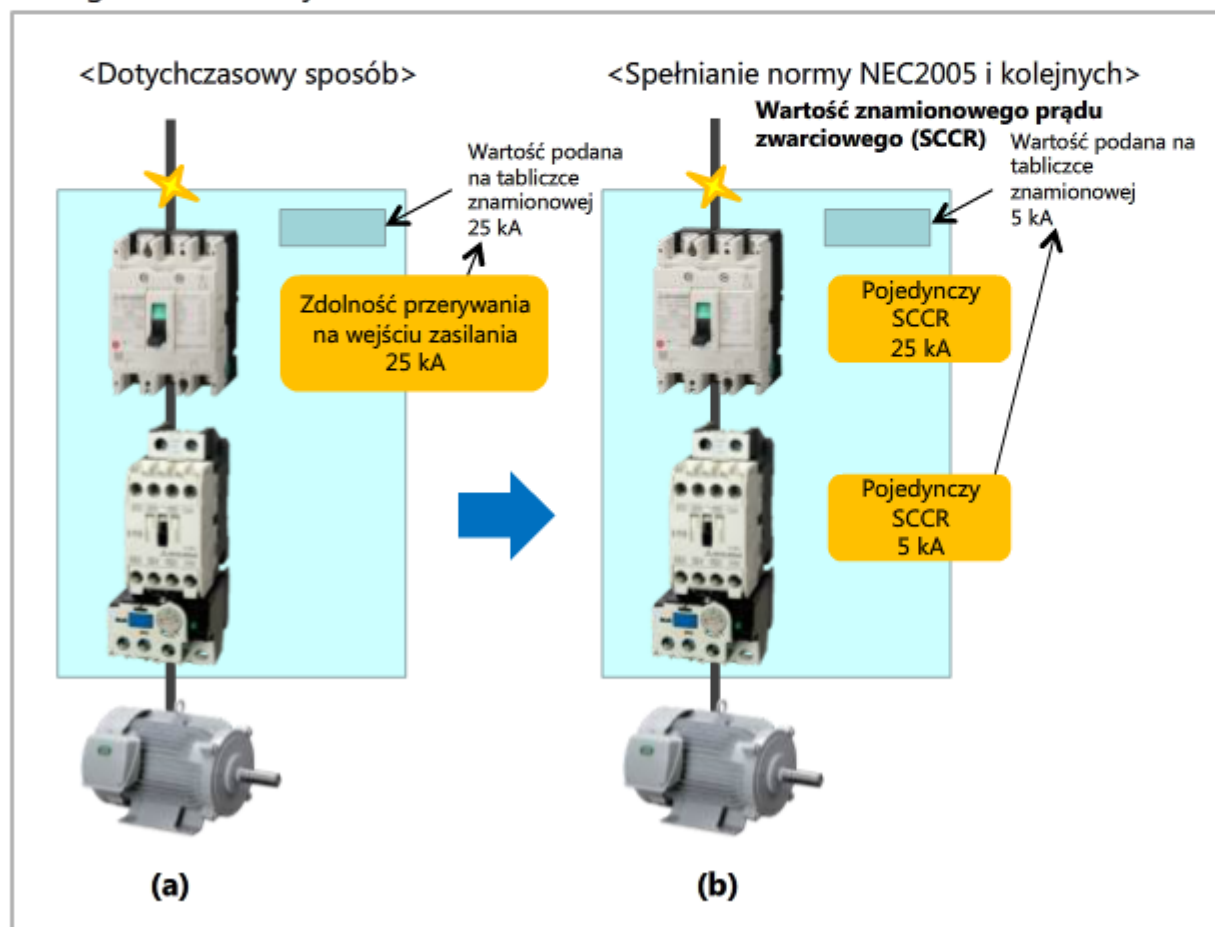
⊙: modele standardowe mają certyfikaty, ○: modele standardowe spełniają wymagania, *: nie dotyczy

Skrót SCCR oznacza znamionowy prąd zwarcia i odpowiada wartości znamionowego prądu zwarcia, który sprzęt lub element są w stanie wytrzymać.

Ogólnie rzecz biorąc, wartość ta jest wyznaczana według zaleceń normy UL508A Supplement S.

<Konieczność stosowania wartości SCCR>

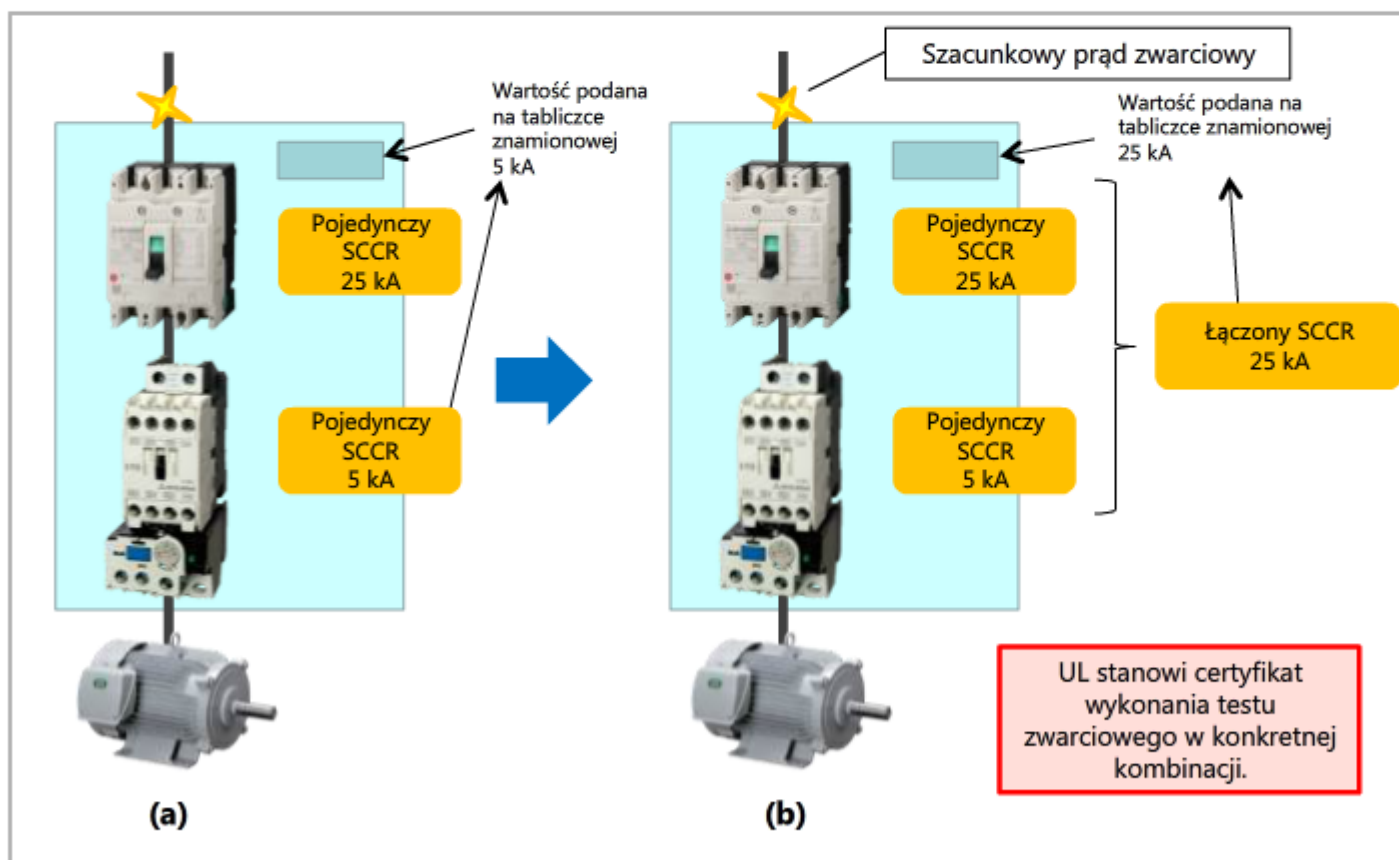
Według normy NEC dotyczącej instalacji elektrycznych w Stanach Zjednoczonych i NFPA79 stanowiącej normę elektryczną dla maszyn do ogólnych zastosowań w przemyśle, na panelach sterowania należy obowiązkowo podawać wartość SCCR. Artykuł 409 normy NEC2005 dotyczy tych definicji. Wartość SCCR do podawania na panelach sterowania należy wyznaczyć według zaleceń normy UL508A.



<Wartość SCCR całego panelu sterowania>

Minimalna wartość SCCR wszystkich obwodów i elementów, z których składa się panel sterowania stanowi wartość SCCR całego panelu sterowania.

Brak jest ogólnej zalecanej wartości SCCR dla paneli sterowania, jednak w celu poprawy stopnia swobody stosowania paneli sterowania, wymagana może być wysoka wartość parametru SCCR. W celu podjęcia kroków zmierzających do tego, sporządzono podwyższone certyfikaty SCCR dla instalacji ochrony przeciwzwarciowej o konkretnej wartości znamionowej i parametrach pracy. (rysunek (b) poniżej).



5.3**Podsumowanie**

Poniżej przedstawiamy podsumowanie rozdziału:

- Modele standardowe spełniają wymagania różnych norm i posiadają certyfikaty głównych norm.
- Podejmowane są kroki zmierzające do wyznaczenia wartości SCCR do podawania na panelach sterowania i w przypadkach, w których wymagane są wysokie wartości SCCR.

W tym miejscu kończy się pięć rozdziałów kursu.

Ukończyli Państwo kurs **Sprzęt sterujący do dystrybucji mocy**
(edycja ze elektromagnetycznym stycznikiem rozruchowym).

Dziękujemy za udział w kursie.

Mamy nadzieję, że spodobały się Państwu lekcje, a wiadomości nabyte
podczas kursu będą przydatne w przyszłości.

Kurs można przeglądać dowolną liczbę razy.

Sprawdź

Zamknij