




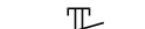
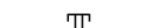




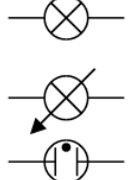


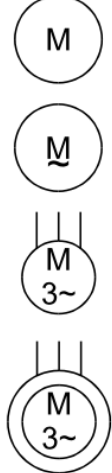
Diagnostyka układów sterowania maszyn elektrycznych.

I. Symbole graficzne stosowane w schematach układów zautomatyzowanych oraz podstawowych układów sterowania silników elektrycznych. Norma PN-EN 60617.

Zgodnie z ogólnie przyjętą zasadą symbole należy rysować w stanie bez napięciowym, w którym dany element nie jest pobudzony przez siłę zewnętrzną np. nacisk mechaniczny.

Lp.	Nazwa	Symbol
1.	Zestyk łącznika a) zwierny (normalnie otwarty) b) rozwierny (normalnie zamknięty) c) przełączany d) zwierny o napędzie ręcznym e) rozwierny o napędzie ręcznym f) zwierny o napędzie ręcznym z samoczynnym powrotem (przycisk) g) rozwierny o napędzie ręcznym z samoczynnym powrotem (przycisk)	      
2.	Zestyk przekaźnika o opóźnionym działaniu (zwłoczny) a) zwierny ze zwłoką przy zamykaniu	

	b) zwierny ze zwłoką przy otwieraniu c) zwierny ze zwłoką przy otwieraniu i zamykaniu d) rozwierny ze zwłoką przy zamykaniu e) rozwierny ze zwłoką przy otwieraniu f) rozwierny ze zwłoką przy otwieraniu i zamykaniu	
3.	Zestyk rozwierny przekaźnika cieplnego	
4.	Łącznik trójbiegunowy	
5.	Cewka przekaźnika, stycznika a) symbol ogólny (cewka stycznika narysowana jest grubszą linia niż cewka przekaźnika) b) cewka prądu przemiennego c) cewka prądowa d) cewka napięciowa e) cewka przekaźnika nadprądowego f) cewka przekaźnika podnapięciowego	
6.	Cewka przekaźnika zwłocznego a) ze zwłoką przy wzbudzeniu b) ze zwłoką przy odwzbudzeniu c) ze zwłoką przy wzbudzeniu i odwzbudzeniu	
7.	Cewka przekaźnika spolaryzowanego (biegunowego)	
8.	Organ napędowy przekaźnika cieplnego	
9.	Zabezpieczenie nadprądowo-cieplne	
10.	Bezpiecznik topikowy	

11.	Dzwonek	
12.	Lampka sygnalizacyjna a) symbol ogólny b) z regulowanym strumieniem świetlnym c) neonówka	
13.	Rezystor stały	
14.	Rezystor nastawny	
15.	Silnik a) symbol ogólny b) na prąd przemienny c) asynchroniczny trójfazowy o wirniku zwartym d) asynchroniczny trójfazowy o wirniku pierścieniowym	

II. Pojęcia podstawowe.

Sterowaniem nazywa się oddziaływanie na proces technologiczny, urządzenie lub część urządzenia w celu zmiany przebiegu tego procesu lub zmiany stanu pracy urządzenia. Sterowanie elektryczne realizuje te oddziaływanie za pomocą metod elektrycznych. Sterowanie elektryczne może oddziaływać bezpośrednio na obwód zasilający sterowane urządzenie, czyli na obwód pierwotny, lub oddziaływać za pomocą elektrycznych obwodów pomocniczych zwanych również obwodami wtórnymi. Za pomocą obwodów wtórnych realizuje się najczęściej określone funkcje inicjujące, przetwarzające, logiczne itp. W układach z regulacją, wartość sygnału sterowanego (wyjściowego) wpływa na wartość sygnału wejściowego. Wpływ taki nazywa się sprzężeniem zwrotnym. Rozróżnia się sterowanie dyspozycyjne (zwane często ręcznym), automatyczne i półautomatyczne. Sterowanie dyspozycyjne jest inicjowane przez obsługę przy użyciu przycisków, łączników itp. Sterowanie automatyczne jest inicjowane przez czujniki wielkości fizycznych lub chemicznych, przez przekaźniki, styczniki, podzespoły programujące itp. Umiejętność

prawidłowego odczytywania schematów elektrycznych jest zasadniczym czynnikiem prawidłowej eksploatacji urządzeń sterowniczych. W schematach odróżnia się obwody główne i pomocnicze.

Obwody główne - to obwody dużej mocy zasilające odbiorniki.

Obwody pomocnicze - zwane również wtórnymi, spełniają dodatkowe funkcje na rzecz obwodów głównych lub przewidziane są do wykonywania samodzielnych zadań w zakresie pomiarów, sygnalizacji, automatyki itp. Obwody pomocnicze zasilane są bądź z obwodów głównych, bądź z innych źródeł energii prądu przemiennego lub prądu stałego.

Schematy elektryczne dzieli się na dwie podstawowe grupy:

- a) schematy ideowe,
- b) schematy wykonawcze (montażowe).

Schemat ideowy prezentuje układ połączeń urządzenia elektrycznego przedstawiając przede wszystkim działanie funkcjonalne układu bez uwzględniania elementów spełniających funkcje pomocnicze i dodatkowe. W dokumentach urządzeń sterowniczych i sygnalizacyjnych stosuje się przeważnie trzy podstawowe rodzaje schematów ideowych:

- a) schemat funkcjonalny,
- b) schemat zasadniczy
- c) schemat blokowy

Schemat funkcjonalny określa funkcjonalne zależności technologiczne lub elektryczne między elementami lub członami układu. Schemat zasadniczy, zwany również schematem rozwiniętym, przedstawia powiązanie obwodów głównych z obwodami wtórnymi oraz pokazuje szczegółowe zasady działania układu elektrycznego.

Schemat blokowy zwany również schematem strukturalnym, przedstawia w sposób uproszczony funkcjonalne człony układu. Schemat blokowy rysowany jest w postaci bloków i torów sygnałowych bez wnikania w sposób rozwiązywania schematu elektrycznego.

Schemat wykonawczy zwany również schematem montażowym (lub roboczym) przedstawia graficznie układ połączeń wewnątrz lub na zewnątrz urządzenia. Na schematach wykonawczych wykazuje się konkretne połączenia między aparatami, z uwzględnieniem przybliżonego, przestrzennego rozmieszczenia tych aparatów.

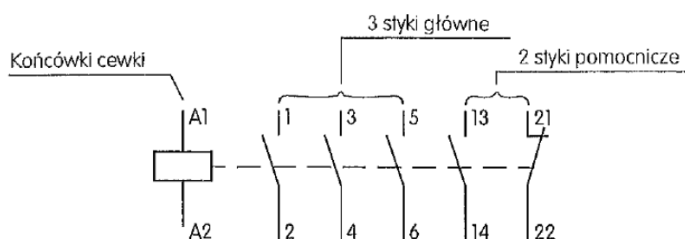
III. Układy połączeń ze stycznikami i przekaźnikami.

Najczęściej stosowanymi urządzeniami w układach sterowania są styczniki.



Styczniki wyposażone są w dwa rodzaje styków:

- a). Styki główne (1) zwane również roboczymi – stosuje się je do łączenia głównych torów prądowych urządzeń elektrycznych i silników. Włączanie i wyłączanie stycznika odbywa się w pomocniczym obwodzie sterowania.
 - b). Styki pomocnicze (2, 3): przynajmniej jeden styk zwierny (NO – normalnie otwarty) 13/14 i przynajmniej jeden styk rozwierny (NC – normalnie zamknięty) 21/22. Styki pomocnicze są często wykorzystywane w obwodzie sterowania.
- Oprócz ww. stycznik ma jeszcze dwa zaciski od cewki oznaczane jako A1/A2.



Oznaczenie końcówek stycznika z dwiema parami styków pomocniczych

Liczbę styków pomocniczych stycznika można zwiększyć przez dodanie specjalnej nakładki z dodatkowymi stykami pomocniczymi.



Stycznik z dodatkowymi stykami pomocniczymi

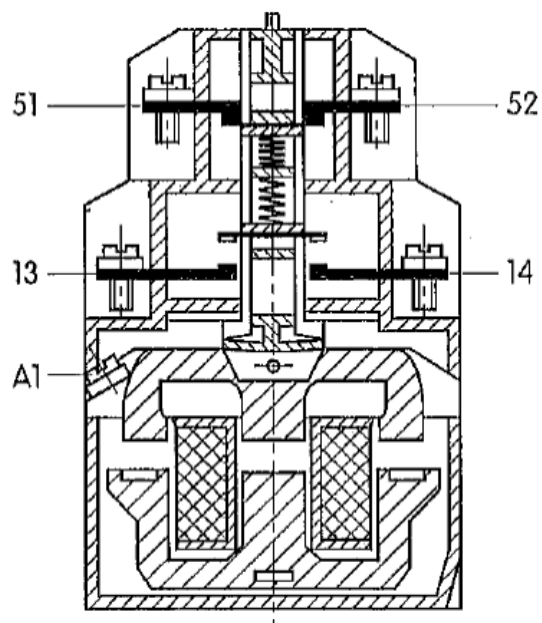
Styki pomocnicze mają dwucyfrowe oznaczenie:

Styki pomocnicze: 1 / 2 styki rozwierne
3 / 4 styki zwierne

Druga cyfra oznaczenia określa rodzaj styków (zwierne lub rozwierne), pierwsza – umiejscowienie styków w styczniku. Numery styków zwiększają się od lewej ku prawej stronie stycznika.



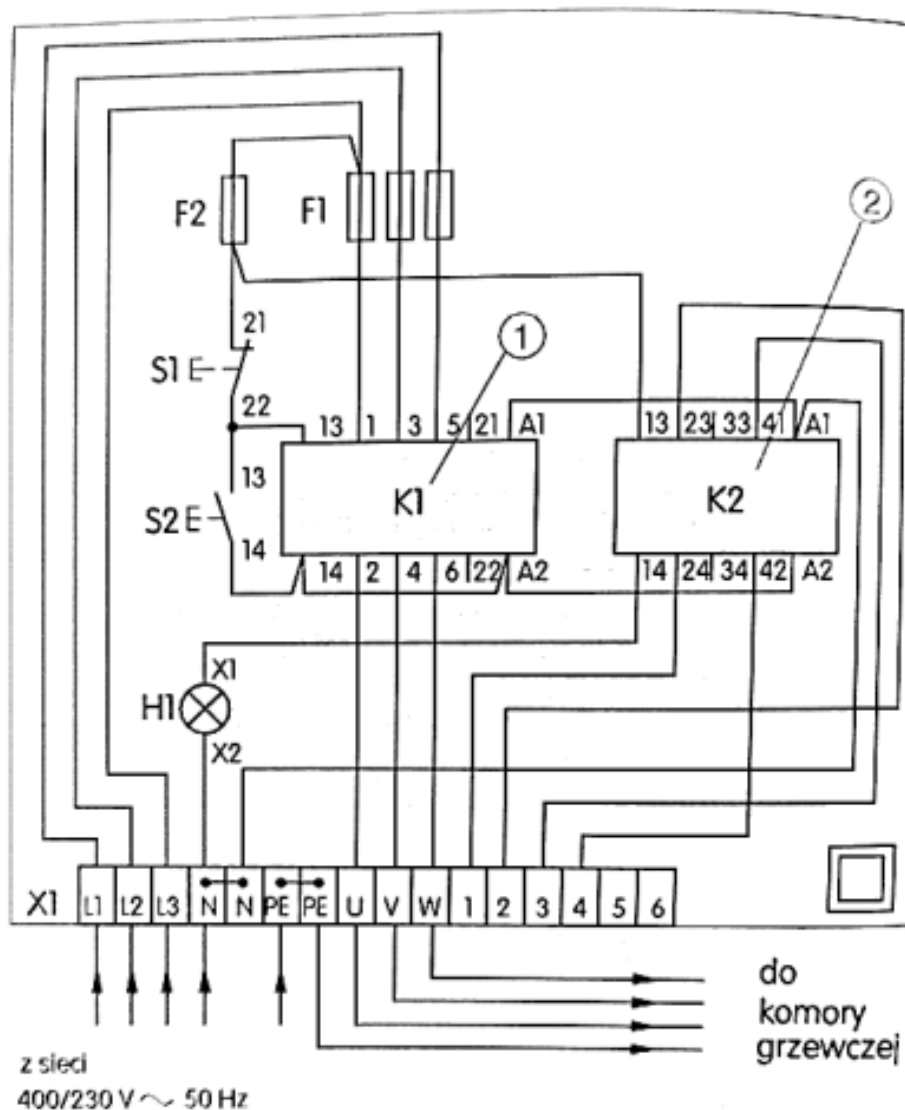
Oznaczenie dodatkowych styków pomocniczych



Przekrój stycznika

Przykład

W trakcie modernizacji zakładu cukierniczego zaszła potrzeba rozbudowy układu sterowania komory grzewczej. Niestety w zakładzie nie ma kompletnej dokumentacji technicznej i brakuje schematu elektrycznego sterowania. Można go jedynie próbować odtworzyć na podstawie połączeń w szafie rozdzielczej komory grzewczej.



Schemat montażowy układu zasilania komory grzewczej

1 – stycznik główny (roboczy)

2 – stycznik pomocniczy

Z analizy układu połączeń szafy rozdzielczej wynika, że do rozbudowy układu sterowania można wykorzystać:

Styk rozwierny K1: 21/22 nie przyłączony do listwy X1

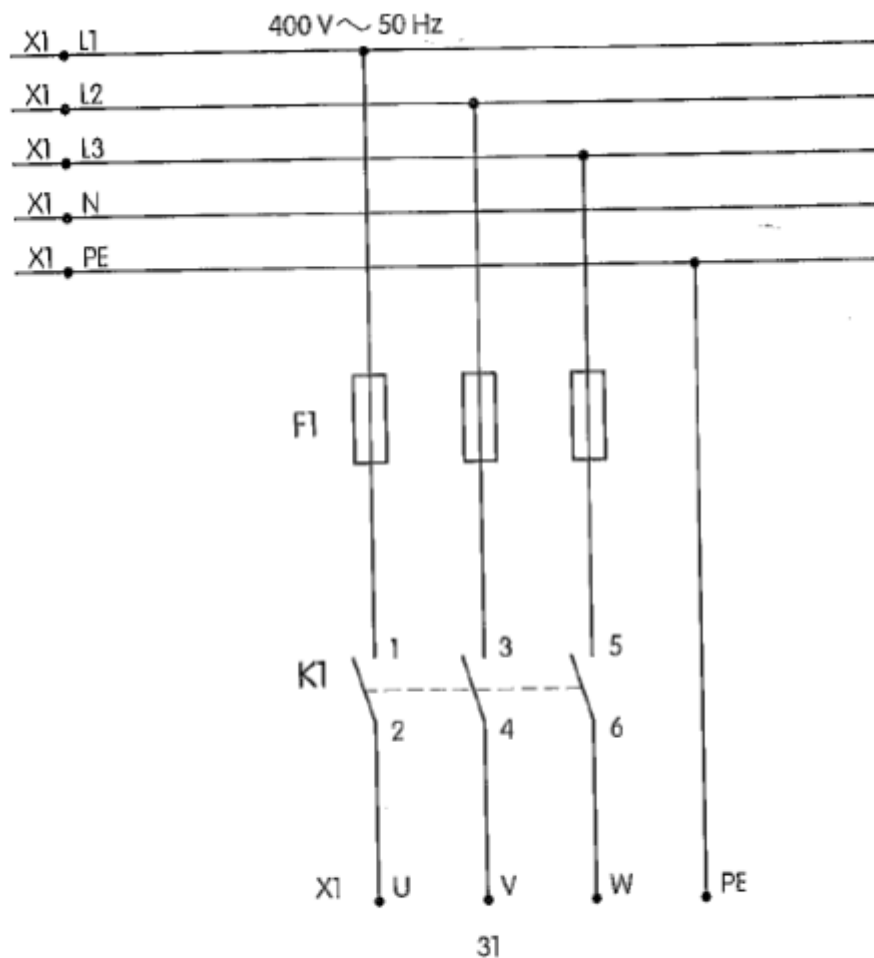
Styk zwierny K2: 23/24 przyłączony do X1: 2 i X1: 1

Styk zwierny K2: 33/34 nie przyłączony do listwy X1

Styk rozwierny K2: 41/42 przyłączony do X1:3 i X1:4

Włączenie komory grzewczej powinno być sygnalizowane nie tylko zaświeceniem się lampki sygnalizacyjnej H1 w szafie rozdzielczej, ale również dodatkowo lampki sygnalizacyjnej H2 w pomieszczeniu mistrza.

Korzystając ze schematu montażowego układu połączeń w szafie rozdzielczej należy narysować schemat obwodu prądowego i obwodu sterowania oraz wyjaśnić działanie układu sterowania.



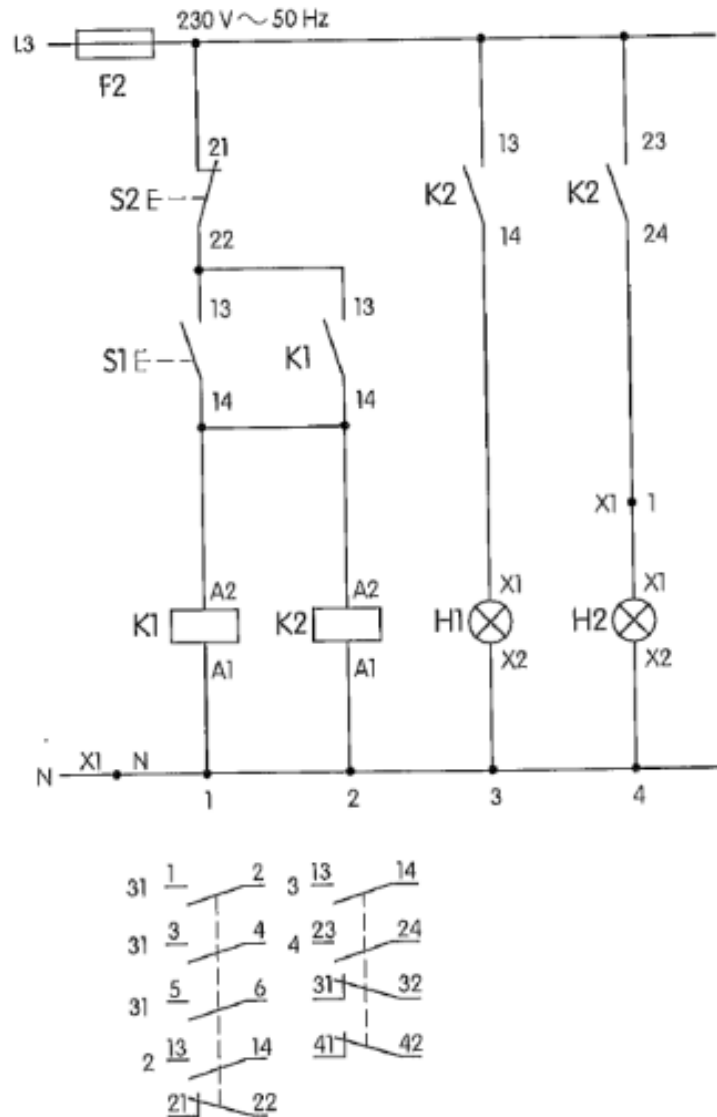
Schemat obwodu prądowego komory grzewczej

Schematy elektryczne przedstawia się przeważnie w postaci rozwiniętej. Schemat rozwinięty składa się z gałęzi, w których podane są wszystkie potrzebne informacje. W trakcie rysowania schematów elektrycznych należy kierować się następującymi zasadami:

- Obwód prądowy i pomocniczy rysuje się oddzielnie.
- Schematy elektryczne przedstawiają układ zawsze w stanie bezprądowym. Elementy mechaniczne są w stanie spoczynku.
- Poszczególne gałęzie schematu elektrycznego biegną prostopadle od jednego przewodu sieci do drugiego. Połączenia między gałęziami prowadzi się poziomo, unikając w miarę możliwości skrzyżowań przewodów.
- Symbole łączników należy w miarę możliwości rysować prostopadle.
- Oznaczenie elementu umieszcza się zwykle z jego lewej strony, oznaczenie zacisku – zawsze po jego prawej stronie.
- Poszczególne części danego urządzenia (np. cewka stycznika, styk zwierny, styk rozwierny)

mają takie same oznaczenia.

- W schemacie sterowania pod cewkami styczników podaje się dodatkowo symbole wszystkich styków danego stycznika z ich numerami oraz numer gałęzi, w której znajduje się dany styk.



Schemat rozbudowanego obwodu sterownia komory grzewczej

Analiza działania układu

A. Obwód prądowy:

- Układ jest zasilany z sieci trójfazowej prądu przemiennego 400/230 V (sieć pięcioprzewodowa) poprzez zaciski X1: L1, X2: L2, X3: L3.
- Bezpieczniki topikowe F1 zabezpieczają stycznik roboczy K1 i przewody zasilające komorę grzewczą przed skutkami zwarcia.
- Komora jest włączana do sieci poprzez stycznik K1.
- Komora jest przyłączona do zacisków X1: U, X1: V, X1: W.

- Połączenie obudowy komory z przewodem ochronnym PE zabezpiecza obsługę przed porażeniem prądem elektrycznym.

B. Obwód sterowania:

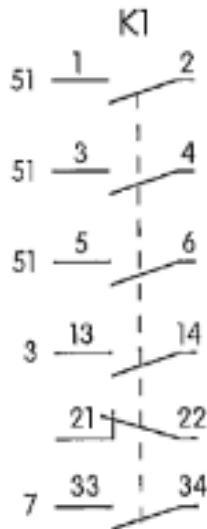
- Obwód sterowania jest zasilany przez bezpiecznik F2 napięciem 230 V (L3 – N).
- Komorę włącza się łącznikiem S1, a wyłącza łącznikiem S2 (gałąź 1).
- Równolegle włączone cewki styczników K1 i K2 mają wspólne samopodtrzymanie K1: 13/14 (gałąź 2).
- Napięcie zasilania lampki sygnalizacyjnej H1, znajdującej się w szafie rozdzielczej jest włączane przez styk zwierny K2: 13/14 – gałąź 3.
- Napięcie zasilania lampki sygnalizacyjnej H2, znajdującej się w pomieszczeniu mistrza jest włączane przez styk zwierny K2: 23/24 – gałąź 4.

IV. Zadania.

1. Narysuj schemat:

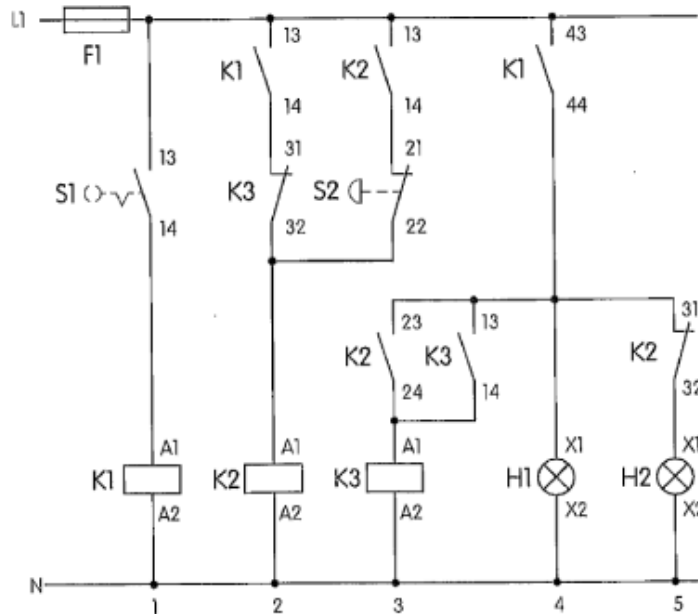
- stycznika roboczego z dwoma stykami zwiernymi (NO) i dwoma rozwiernymi (NC).
- przełącznika z czterema stykami przełączanymi.

W schemacie układu sterowania pod symbolem cewki stycznika jest umieszczony schemat styków. Określić, w których gałęziach schematu znajdują się poszczególne styki i opisać ich funkcje.



Należy opisać działanie poniższego układu dla następujących stanów:

- zamknięcie łącznika S1;
- krótkotrwałe otwarcie łącznika S2;
- otwarcie łącznika S1.



2. Wykonać układ rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego.

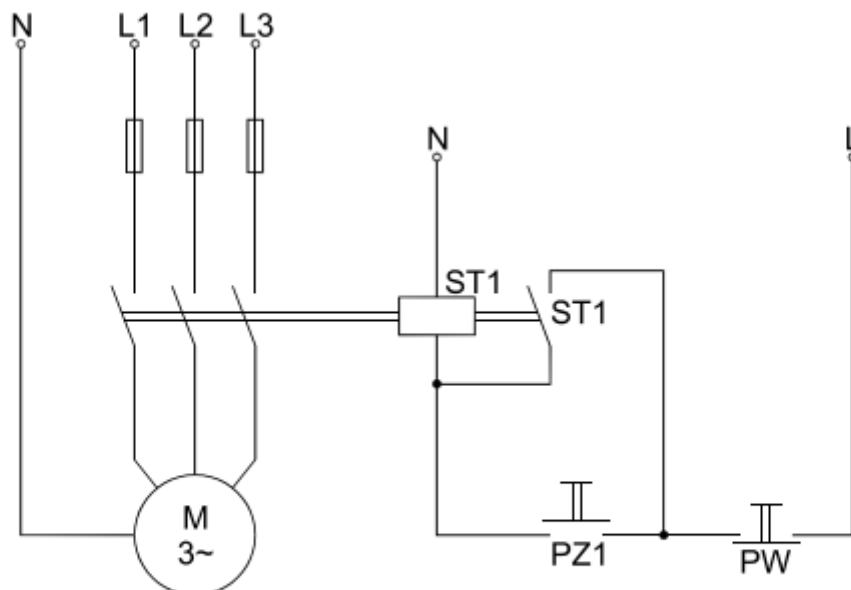
W obwodach wtórnych sterowania i rozruchu silników należy stosować podane niżej wytyczne, które są podyktowane względami bezpieczeństwa:

- w sieciach trójfazowych z uziemionym przewodem zerowym; cewki elektromagnesów styczników i przekaźników należy łączyć jednostronnie do przewodu zerowego,
- w sieciach trójfazowych bez przewodu zerowego, obwody sterownicze zewnętrzne należy zasilac za pośrednictwem transformatorów.

Opis działania układu

Na rys.12.3

pokazano schemat ideowy rozwinięty układu sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego. Po naciśnięciu przycisku załączającego PZ1 następuje przepływ prądu od przewodu L, przez zwarty zestyk przycisku PW, zwarty zestyk przycisku PZ1, uzwojenie cewki ST1 i zadziałanie stycznika, w wyniku czego następuje zwarcie zestyków głównych oraz zestyku pomocniczego ST1. Zwarcie zestyku pomocniczego ST1 zapewnia podtrzymanie przepływu prądu przez cewkę ST1 w momencie rozwarcia zestyku przycisku PZ1. Wyłączenie silnika nastąpi w momencie naciśnięcia przycisku PW. Wówczas przerwany zostaje obwód zasilający cewkę stycznika i otwierają się styki obwodu głównego.

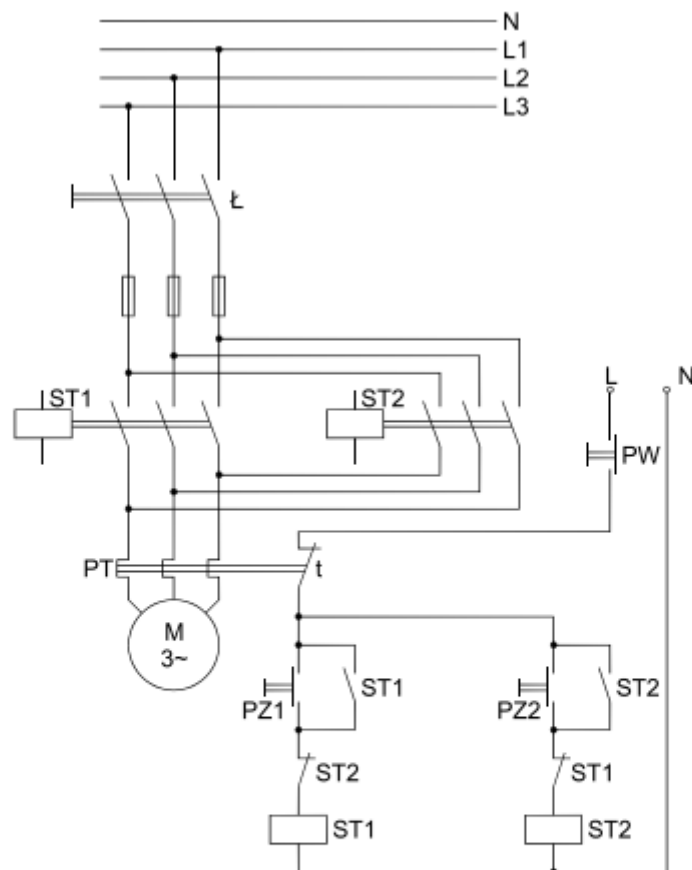


Rys.12.3 Schemat ideowy rozwinięty układu sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego. ST1 - cewka stycznika; ST1 - zestyk zwierny pomocniczy, PZ1 - przycisk załączający, PW - przycisk wyłączający ST1

Klasyczny układ sterowania silnika przy użyciu przycisków, spełnia jednocześnie rolę zabezpieczenia zanikowo-napięciowego, tzn. przy przerwie w zasilaniu silnika, zostaje on automatycznie wyłączony, a ponowne załączenie może nastąpić tylko przez obsługę. Ma to na celu niedopuszczenie do samoczynnego załączenia z chwilą powrotu napięcia, gdyż może zagrażać bezpieczeństwu obsługi. Ponadto, takie zabezpieczenie zanikowo-napięciowe zapobiega nagłemu jednoczesnemu załączeniu wszystkich silników, gdyż prąd rozruchu silników mógłby spowodować zadziałanie głównych zabezpieczeń zasilania.

Przed przystąpieniem do łączenia układu należy zapoznać się z danymi znamionowymi stosowanych maszyn (silnika) i aparatów (stycznika). Następnie należy poznać budowę i działanie stycznika elektromagnetycznego. Układ sterowania łączymy według schematu ideowego podanego na rys.12.3. Działanie układu sprawdzamy kolejno: czy obwód główny zasila silnik?, czy obwód sterowania realizuje funkcje: włączenia, samo podtrzymania i wyłączenia silnika.

III. Wykonać układ sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego.



Rys.12.4 Schemat ideowy rozwinięty układu sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego. ST1 - cewka stycznika załączającego silnik dla kierunku wirowania „w prawo” (kierunek obrotów zgodny z obrotem wskazówek zegara patrząc od strony wału); ST2 - cewka stycznika załączającego silnik do wirowania „w lewo”; Ł - trójbiegunowy łącznik o napędzie ręcznym; PW - przycisk wyłączający; PZ1 - przycisk załączający „w prawo”; PZ2 - przycisk załączający „w lewo”; ST2 - zestyk pomocniczy stycznika ST2; ST1 - zestyk pomocniczy stycznika ST1; PT - przekaźnik termiczny nadprądowy z zestykiem rozwiernym t

Opis działania układu

Układ sterowania nawrotnego silnika czyli układ do zmiany kierunku wirowania silnika wykorzystuje dwa styczniki ST1 i ST2 (rys.12.4). Po naciśnięciu przycisku załączającego np. dla kierunku wirowania w „prawy” (PZ1) zostaje włączony stycznik ST1 i silnik zaczyna się obracać w „prawy”. Styki pomocnicze zp2 zwierają się i realizują samopodtrzymanie pracy stycznika ST1 w chwili rozwarcia się zestyku PZ1. Jednocześnie rozwierają się styki pomocnicze rozwiernie St2, co uniemożliwia włączenie silnika dla biegu w „lewy”. Jest to blokada elektryczna niedopuszczająca do jednoczesnego włączania obu styczników i zabezpieczająca przed powstaniem zwarcia w układzie. Wyłączenie silnika następuje albo przez naciśnięcie przycisku wyłączającego PW, albo (w przypadku przeciążenia silnika) na skutek zadziałania przekaźnika termicznego PT i rozwarcia zestyku t. Po zatrzymaniu silnika naciskamy przycisk PZ2 i uruchamiamy silnik w „lewy”. Zostają wówczas zwarte styki pomocnicze ST2 stycznika ST2 zapewniając pracę silnika po rozwarciu zestyku PZ2. Jednocześnie zostają rozwarte styki pomocnicze rozwiernie ST1 uniemożliwiające włączenie stycznika ST1. Powyższy układ może być uzupełniony wyłącznikami krańcowymi, tak aby

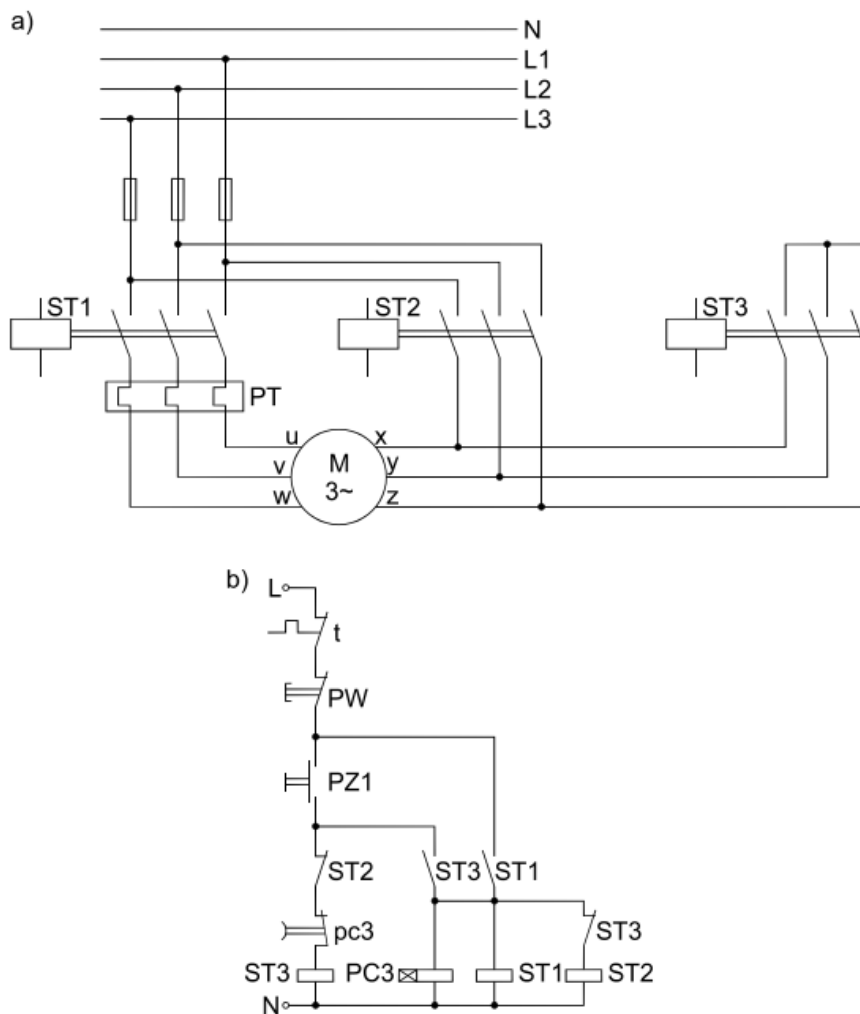
otrzymać samoczynne przełączenie silnika np. przy zastosowaniu do sterowania napędu walcarki (określony ruch w prawo i w lewo). Wyłączniki krańcowe byłyby umieszczone w obwodzie sterowania szeregowo z cewkami odpowiednich styczników. Układ sterowania „lewo” - „prawo” można też zastosować do hamowania przeciwwzględem silnika indukcyjnego zwartego.

W tym przypadku dodatkowo zapoznajemy się z budową i działaniem przekaźnika termicznego, stanowiącego zabezpieczenie silnika przed przeciążeniem. Po zmontowaniu układu, podanego na rys.12.4 kontrolujemy prawidłowość jego działania. W obwodzie głównym (zasilającym) sprawdzamy: czy układ pozwala włączyć silnik w prawo, a przy nawrocie czy silnik ma obroty przeciwne? W obwodzie sterowania sprawdzamy: czy zrealizowane jest samo podtrzymanie pracy przy obu kierunkach obrotów silnika i czy zrealizowana jest blokada włączenia silnika w kierunku przeciwnym do aktualnej pracy?

4. Wykonać układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem gwiazda - trójkąt w funkcji czasu.

Opis działania układu.

Sterowanie rozruchowe przełączające uzwojenie stojana silnika asynchronicznego zwartego z układu gwiazdy w układ trójkąta stosowane jest głównie do napędu silników mniejszej i średniej mocy przy rozruchu lekkim lub przy rozruchu bez obciążenia. Zalecane jest stosowanie określonego kryterium czasowego między załączeniem w gwiazdę a załączeniem w trójkąt. Czas odmierza najczęściej przekaźnik czasowy. Na rysunku 12.5 przedstawiono schemat układu sterowania rozruchowego gwiazda-trójkąt w funkcji czasu. Po załączeniu przycisku PZ1 zostaje włączony stycznik ST3, jednocześnie zwiera się zestyk pomocniczy ST3 i rozwiera zestyk ST3. Powoduje to zadziałanie przekaźnika czasowego PC3, który zaczyna odmierzać nastawiony czas opóźnienia. Równocześnie włączony zostaje stycznik ST1, który załącza zestyki w obwodzie głównym. Ponieważ wcześniej zostały zwarte zestyki stycznika ST3, uzwojenie stojana silnika było połączone w gwiazdę i następuje rozruch silnika. Rozwarty zestyk ST3 uniemożliwia włączenie w tym czasie stycznika ST2 co doprowadziłoby do zwarcia sieci zasilającej. Po upływie czasu nastawionego w przekaźniku czasowym rozwiera się zestyk pc3 i zostaje wyłączony stycznik ST3. Następuje zwarcie zestyku ST3 (który do tej pory był rozwarty), a ponieważ zwarty jest także zestyk ST1 zostaje włączony stycznik ST2. Uzwojenie stojana silnika połączone zostaje w trójkąt, równocześnie zakończył się proces rozruchu silnika. Należy zauważyć, że styczniki ST3 połączenia w gwiazdę i ST2 połączenia w trójkąt pracują w układzie blokady wykluczającej. Wyłączenie silnika nastąpi po naciśnięciu przycisku PW. Ponowne naciśnięcie przycisku PZ1 spowoduje automatyczny rozruch silnika wg opisanego powyżej programu.



Rys.12.5 Schemat ideowy układu sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem w układzie gwiazda-trójkąt w funkcji czasu: a) schemat układu obwodów głównych b) schemat układu obwodów wtórnych

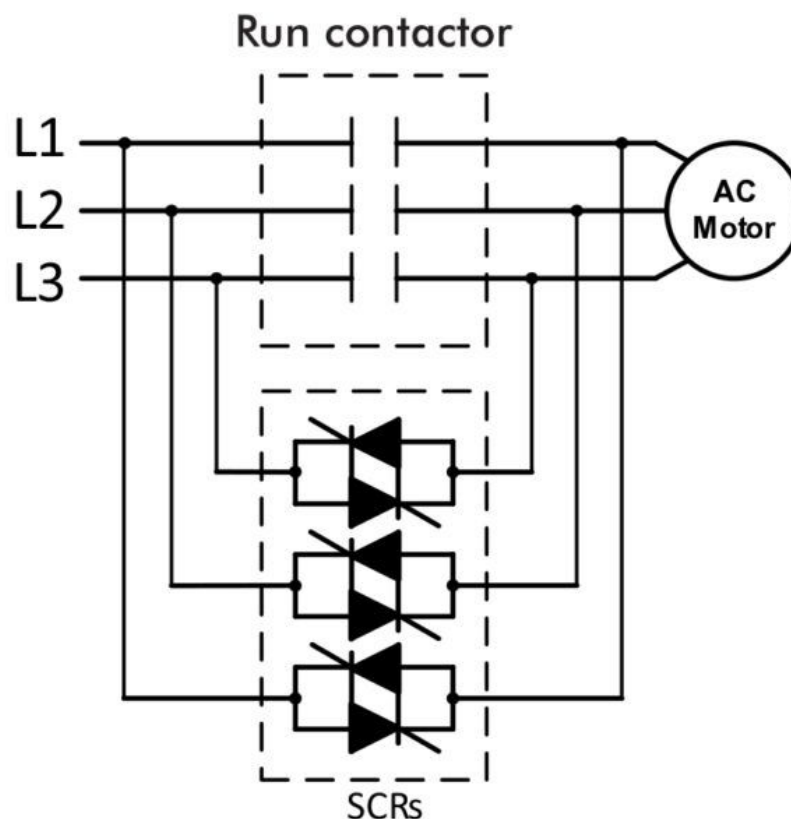
ST1 - cewka stycznika głównego zasilania; ST1 - zestyk pomocniczy zwierny stycznika ST1; ST3 - cewka stycznika połączenia w gwiazdę; ST3 - zestyk pomocniczy stycznika ST3; ST2 - cewka stycznika połączenia w trójkąt; ST2 - zestyk pomocniczy stycznika ST2; PC3 - cewka przekaźnika czasowego; pc3 - zestyk rozwierny ze zwłoką przy otwieraniu przekaźnika PC3. Pozostałe oznaczenia - jak na poprzednich rysunkach.

Zapoznajemy się dodatkowo z budową i działaniem przekaźnika czasowego. Łączymy układ podany na rys.12.5 i kontrolujemy jego działanie. W obwodzie głównym sprawdzamy: czy zespoły styczników łączą odpowiednio uzwojenia silnika w gwiazdę a następnie w trójkąt? W obwodzie sterowania sprawdzamy: czy po zadanym czasie od chwili uruchomienia układu następuje przełączenie silnika z gwiazdy w trójkąt?

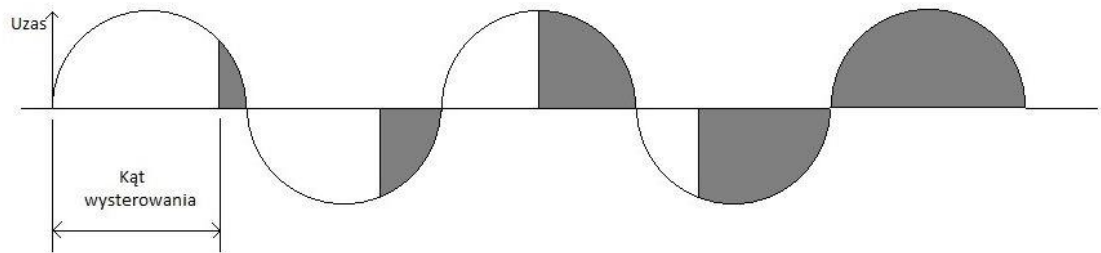
V. Softstarty.

Przy bezpośrednim rozruchu układów elektrycznych dużej mocy (głównie silników, ale także obwodów oświetleniowych) dochodzi do powstania niekorzystnych zjawisk udaru prądowego i udaru momentu. Udar prądowy charakteryzuje się nagłym wzrostem prądu (przy jednoczesnym spadku napięcia), który może doprowadzić do uszkodzenia instalacji i urządzeń elektrycznej zasilanych z tego obwodu. Udar mechaniczny dotyczy układów napędowych, gdzie dynamiczne szarpnięcie elementów ruchomych może spowodować ich uszkodzenie (np: zerwanie pasów transportowych). Urządzenia softstartu zapewniają łagodny rozruch i zatrzymanie tych układów z wyeliminowaniem występowania niekorzystnych zjawisk.

Miękki start odbywa się przez stopniowe zwiększanie napięcia zasilania. Pełne napięcie zasilania uzyskujemy po pewnym czasie, unikając skoku prądu i gwałtownego szarpnięcia układu mechanicznego. Analogicznie następuje łagodne zatrzymanie zmniejszając stopniowo napięcie. Softstart zbudowany jest z dwóch połączonych przeciwobnie tyrystorów na każdej fazie. Układ tyrystorowy sterowany jest przez mikroprocesor. Podczas rozruchu tyrystory są wysterowane tak, że przepuszczany jest ostatni fragment każdego półokresu napięcia zasilającego – kąt wysterowania. Następnie kąt wysterowania jest zmniejszany w każdym półokresie, przez wcześniejsze załączenie sygnału startowego tyrystorów, aż do momentu uzyskania pełnego napięcia zasilania. Analogicznie następuje proces softstopu. Napięcie zasilania jest zmniejszane o kąt wysterowania od 100% do zera.



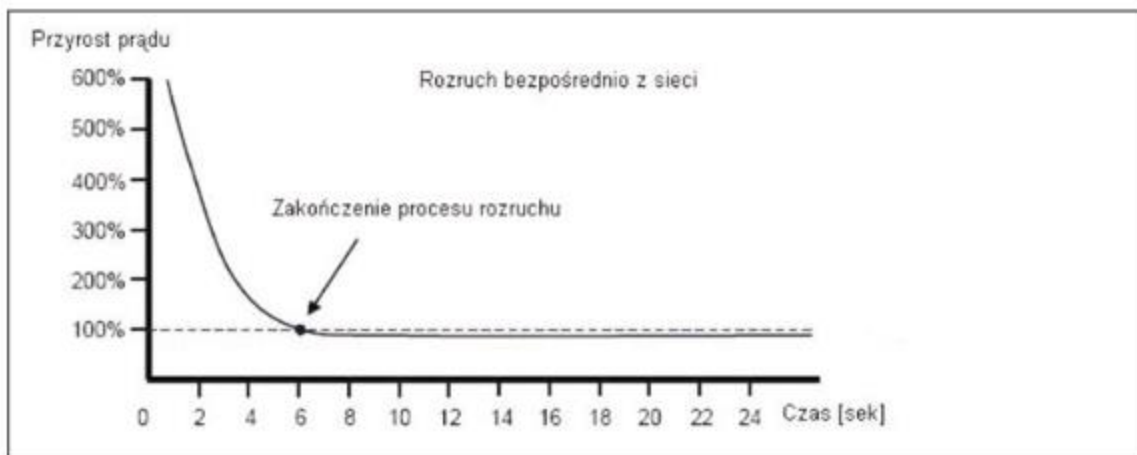
Sposób połączenia softstartu w układzie.



Przebieg napięcia zasilania układu podczas rozruchu.

Metod rozruchu istnieje kilka, jak więc dobrać optymalne rozwiązanie do danego układu? W zastosowaniach przemysłowych najczęściej zależy nam na najbardziej niezawodnym, bezpiecznym, a jednocześnie tanim rozwiązaniu. Rozróżniamy kilka metod rozruchu:

- Rozruch bezpośredni – załączenie napięcia zasilania odbywa się tu natychmiast, czego powodem jest bardzo duży prąd rozruchowy i udar mechaniczny. Jest to zdecydowanie najtańszy sposób, jednak nie jest on bezpieczny i niezawodny (zabezpieczony tylko wyłącznikiem silnikowym, generuje uszkodzenia mechaniczne układu, uszkodzenia sieci i innych urządzeń). Taki rodzaj rozruchu powinien być stosowany tylko w przypadku silników małej mocy np.: wentylatory.



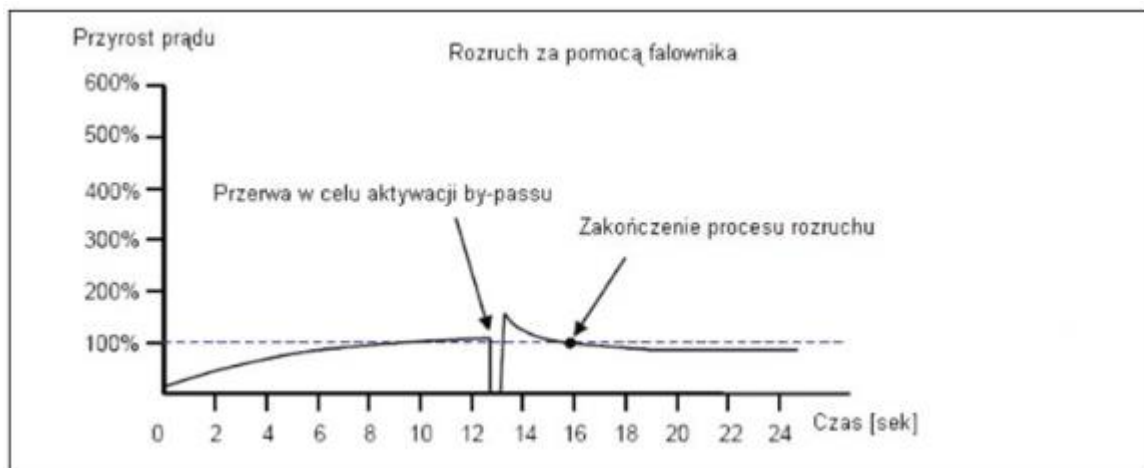
Charakterystyka prądu rozruchowego – rozruch bezpośredni.

- Rozruch gwiazda-trójkąt – układ zapewniający ograniczenie prądu rozruchowego. Wadą takiego rozwiązania jest jednak mniejszy moment obrotowy, przez co takie rozwiązanie może zostać zastosowane tylko w układach bez dużych obciążeń np.: układy transportowe.
- Softstart – układ prosty w montażu i konfiguracji z możliwością sterowania parametrami rozruchu jak np.: czas rozruchu i stromości narastania prądu. Daje możliwość bezpiecznego startu bez zjawiska udaru prądowego i mechanicznego. Stosunkowo niskie koszty zakupu urządzenia. Ograniczona jest jednak ilość rozruchów w krótkich odstępach czasu.



Charakterystyka prądu rozruchowego Softstart.

Falownik przekształca trójfazowe (bądź jednofazowe) zmienne napięcie sieciowe o stałej częstotliwości w napięcie stałe które służy do wytworzenia, na potrzeby regulacji prędkości silnika, trójfazowej sieci o zmiennym napięciu i zmiennej częstotliwości wyjściowej. Falownik pobiera z sieci zasilającej praktycznie tylko moc czynną. Wymaganą do pracy silnika moc bierną dostarcza obwód pośredni napięcia stałego. Dzięki temu można zrezygnować z urządzeń kompensacji współczynnika mocy.



Charakterystyka prądu rozruchowego falownik.

Główne cechy falowników skalarnych

- regulacja prędkości obrotowej silnika za pomocą sterowania skalarnego (U/f)
- wysoki moment
- charakterystyka o stałym i zmiennym momencie

Główne cechy falowników wektorowych

- sterowanie wektorowe bezczujnikowe, wektorowe w pętli zamkniętej
- wysoka dynamika sterowania duża stałość prędkości obrotowej silnika przy zmianach momentu obciążenia w szerokim zakresie
- duży moment przy częstotliwości bliskiej 0 Hz i równej 0 Hz

Jednym z najważniejszych zalet rozruchu silnika elektrycznego z falownikiem jest łagodny rozruch a przez co, brak udarów prądowych silnika i mechanicznych urządzenia napędzanego.

Dobór softstartu nie jest łatwy a jego zaprogramowanie wymaga wiedzy nie tylko na temat silnika ale musimy objąć w projekcie cały system elektryczno-mechaniczny aplikacji. Parametry silnika, takie jak prąd nominalny i napięcie pracy, są podstawowymi danymi uwzględnianymi w trakcie doboru softstartu. Parametry silnika można odnaleźć w danych katalogowych, bądź odczytać z tabliczki znamionowej umieszczonej na obudowie silnika. Następnym krokiem jest określenie z jaką aplikacją będziemy mieli do czynienia. Typowe urządzenia napędzane przez silniki elektryczne można podzielić z uwagi na przebieg momentu obciążenia w funkcji prędkości.

- Wentylatory i pompy posiadają moment obciążenia proporcjonalny do kwadratu prędkości.
- Sprężarki tłokowe, młyny, kruszarki mają moment stały w funkcji prędkości. Rozruch tych urządzeń softstartem możliwy jest pod pewnymi warunkami np.: zawory obejściowe w sprężarkach tłokowych muszą być otwarte do chwili zakończenia rozruchu
- Wirówki, niektóre rodzaje wentylatorów (osiowe) charakteryzują się dużym momentem bezwładności. Silnik napędzający takie urządzenie będzie rozpędzał się powoli.

Tabela nastaw

aplikacja	czas rozruchu [s]	napięcie początkowe [%]	czas zatrzymania [s]
standardowa	~10	~30	0
transporter precyzyjny	~25	~10	~30
transporter, przenośnik	~20	~30	0
wentylator	~15	~40	0
wentylator ciężki rozruch	~35	~50	0
wentylator osiowy	~15	~50	0
przenośnik kubełkowy	~10	~60	0
mieszadło	~10	~60	0

Każdy softstarter ma podany znamionowy cykl obciążenia, który określa m.in. dopuszczalną ilość rozruchów w ciągu godziny, dopuszczalny prąd rozruchowy oraz czas jego trwania. Parametrów tych nie można przekraczać w trakcie eksploatacji. Jeśli np. urządzenie sterowane softstarterem wymaga większej ilości rozruchów w ciągu godziny, to należy przewymiarować układ łagodnego rozruchu.

Falownik jest urządzeniem zmieniającym prąd stały na prąd zmienny o regulowanej częstotliwości wyjściowej. Powyższa definicja określa urządzenie które jest częścią przemiennika częstotliwości. Jak wiemy przemiennik składa się z prostownika, układu pośredniego, układu sterowania i nadzoru oraz z części mocy.

Przemiennik częstotliwości

przekształca napięcie przemienne sieci o stałej częstotliwości w napięcie stałe, napięcie to jest niezbędne do wytworzenia napięcia o regulowanej częstotliwości służącego do zasilania silników elektrycznych.

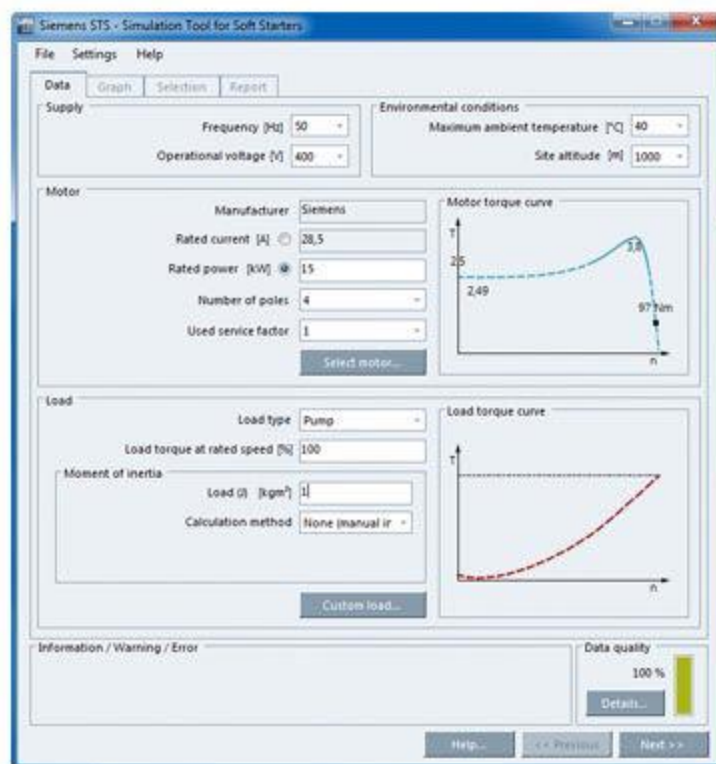
Rozpowszechnienie w Polsce, przetwornic częstotliwości szczególnie w przemyśle, spowodowało uproszczenie nazwy do określenia falownik. Określenie to jest bardzo rozpowszechnione wśród fachowców i takim to określeniem będziemy nazwać to urządzenie na naszym kursie.



Przykładowy softstarter firmy Siemens seria SIRIUS 3RW4.

Aplikacja do wyboru softstartu SiemensSTS – Simulation Tool for Soft Starters

Wybór i parametryzacja odpowiedniego softstartu jest łatwiejszy, gdy mamy możliwość skorzystania z specjalnych aplikacji. Jedną z lepszych aplikacji do tego celu jest Siemens STS – Simulation Tool for Soft Starters. Jest to narzędzie ułatwiające dobór odpowiedniego softstartu na podstawie danych układu w którym będzie on pracował. Podając parametry silnika i układu, a także ilość przewidywanych rozruchów uzyskamy dobrany softstarter wraz z nastawami odpowiadającymi naszemu zastosowaniu. Dodatkowo przedstawione zostaną wykresy obrazujące rozruch na tak dobranym softstarcie.



Przykładowe okno programu SiemensSTS

VI. Podsumowanie.

Softstarty to idealne układy w zastosowaniach niewymagających regulacji prędkości oraz częstego załączania. Zapewniają bezpieczną i ekonomiczną pracę układu oraz trwałość instalacji elektrycznej oraz układu mechanicznego. To także dobre rozwiązanie, jeśli jesteśmy ograniczeni miejscem w szafie elektrycznej. Mnogość różnego rodzaju układów softstartów i ich funkcji, a także niska cena za te układy (często zakup softstartu jest bardziej opłacalny niż zakup styczników do układu gwiazda-trójkąt) jest dużo tańszym rozwiązaniem od falowników.

Materiały opracował:

Nauczyciel zawodu

Mgr inż. Piotr Kowalczyk