

ĆWICZENIE 12

UKŁADY STEROWANIA PRZEKAŹNIKOWO-STYCZNIKOWEGO

Cel ćwiczenia

Poznanie symboli graficznych stosowanych w schematach układów zautomatyzowanych oraz podstawowych układów sterowania silników elektrycznych.

Program ćwiczenia

- 1 Wiadomości ogólne
 - 1.1 Pojęcia podstawowe
 - 1.2 Styczniki i przekaźniki
 - 1.3 Układ sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego
 - 1.4 Układ sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego
 - 1.5 Układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem gwiazda - trójkąt w funkcji czasu
 - 1.6 Układ sterowania silnika asynchronicznego pierścieniowego z rozrusznikiem stopniowym działającym w funkcji czasu.

- 2 Badania laboratoryjne
 - 2.1 Układ sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego
 - 2.2 Układ sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego
 - 2.3 Układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem gwiazda - trójkąt w funkcji czasu
 - 2.4 Układ sterowania silnika asynchronicznego pierścieniowego z rozrusznikiem stopniowym działającym w funkcji czasu.

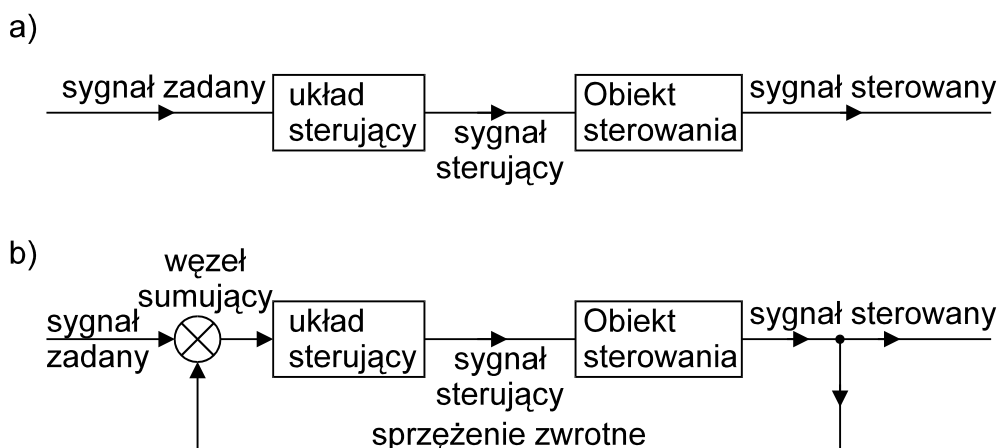
- 3 Uwagi i wnioski

1. Wiadomości ogólne

1.1 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.

Sterowanie przebiega w układzie otwartym (rys.12.1a), natomiast proces, który występuje w układach zamkniętych (rys.12.1b) nazywa się regulacją. 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.



Rys. 12.1. Schematy blokowe: a) sterowania w układzie otwartym; b) regulacji automatycznej w układzie zamkniętym

Działanie urządzenia i występujące zależności funkcjonalne między poszczególnymi elementami układów elektrycznych może być opisane trzema zasadniczymi metodami:

1. opisem słownym, który jest stosowany dla prostych układów,
2. opisem kolejnych działań poszczególnych obwodów przy użyciu symboli. Metoda ta jest wykorzystywana dla bardziej skomplikowanych układów,
3. diagramem przyczynowo-czasowym.

W metodzie ostatniej można stosunkowo precyzyjnie ustalić zależności nie tylko funkcjonalne, ale również czasowe. Metoda ta stosowana jest przy średnio i bardziej skomplikowanych zależnościach funkcjonalnych układu. Opis działania urządzenia zawiera zwykle jego schemat elektryczny.

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 oraz 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 (rys.12.1.) 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.

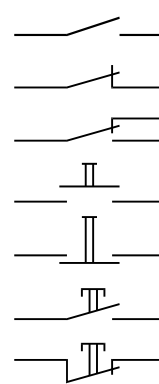

Schemat wykonawczy zwany również schematem montażowym (lub roboczym) przedstawia graficznie układ połączeń wewnątrz lub na zewnątrz urządzenia. Na schematach wykonawczych wykazuje się konkretne połączenia między aparatami, z uwzględnieniem przybliżonego, przestrzennego rozmieszczenia tych aparatów.

Zgodnie z ogólnie przyjętą zasadą symbole należy rysować w stanie:


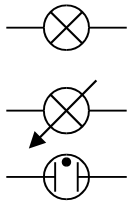
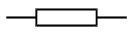
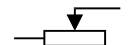
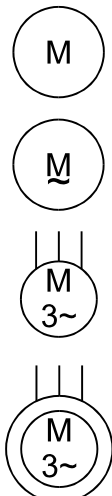
1. beznapięciowym,
2. w którym dany element nie jest pobudzony przez siłę zewnętrzną np. nacisk mechaniczny.

Symbole graficzne, najczęściej stosowane w schematach elektrycznych, urządzeń sterowniczych i sygnalizacyjnych podane są w tabelicy 12.1.

Tab. 12.1.

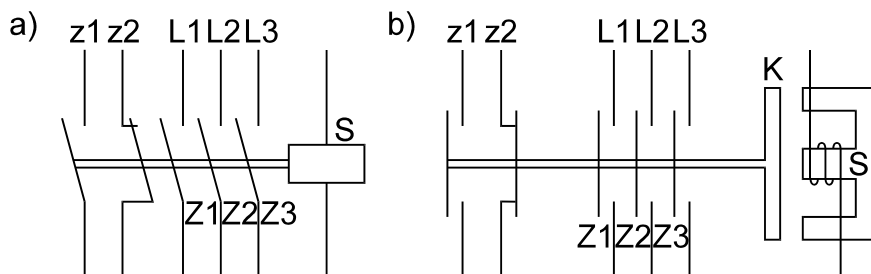
Lp.	Nazwa	Symbol
1.	Zestyk łącznika a) zwierny (normalnie otwarty) b) rozwierny (normalnie zamknięty) c) przełączany d) zwierny o napędzie ręcznym e) rozwierny o napędzie ręcznym f) zwierny o napędzie ręcznym z samoczynnym powrotem (przycisk) g) rozwierny o napędzie ręcznym z samoczynnym powrotem (przycisk)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

	<p>b) zwierny ze zwłoką przy otwieraniu</p> <p>c) zwierny ze zwłoką przy otwieraniu i zamykaniu</p> <p>d) rozwierny ze zwłoką przy zamykaniu</p> <p>e) rozwierny ze zwłoką przy otwieraniu</p> <p>f) rozwierny ze zwłoką przy otwieraniu i zamykaniu</p>	
3.	Zestyk rozwierny przekaźnika cieplnego	
4.	Łącznik trójbiegunowy	
5.	<p>Cewka przekaźnika, stycznika</p> <p>a) symbol ogólny (cewka stycznika narysowana jest grubszą linią niż cewka przekaźnika)</p> <p>b) cewka prądu przemiennego</p> <p>c) cewka prądowa</p> <p>d) cewka napięciowa</p> <p>e) cewka przekaźnika nadprądowego</p> <p>f) cewka przekaźnika podnapięciowego</p>	
6.	<p>Cewka przekaźnika zwłocznego</p> <p>a) ze zwłoką przy wzbudzeniu</p> <p>b) ze zwłoką przy odwzbudzeniu</p> <p>c) ze zwłoką przy wzbudzeniu i odwzbudzeniu</p>	
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	

1.2 Styczniki i przekaźniki

Styczniki są to łączniki wykonywane z napędem elektromagnesowym, przy czym zestyki główne tak długo są zwarte jak długo płynie prąd przez cewkę elektromagnesu stycznika. Styczniki budowane są na prądy do 400A. Dla większych prądów wykonywane są łączniki zapadkowe.



Rys.12.2 Symbol graficzny (a) oraz schematyczne przedstawienie budowy (b) stycznika o trzech zestykach zwiernych Z1, Z2, Z3 w obwodzie głównym i po jednym zestyku zwiernym z1 i rozwiernym z2 w obwodzie pomocnym.

Budowa i działanie styczników podobne są do budowy i działania przekaźników elektromagnetycznych. Różnią się one zasadami funkcjonalnymi: styczniki służą do łączenia

obwodów głównych (np. silników), natomiast przekaźniki elektromagnetyczne mają za zadanie łączenie obwodów pomocniczych (np. sterowniczych, sygnalizacyjnych). Styczniki mogą być wyposażone w przekaźniki cieplne bimetalowe przeznaczone do ochrony silników przed przeciążeniem. Styczniki oprócz styków głównych mają kilka par styków pomocniczych wykorzystywanych do sygnalizacji lub blokady. Sterowanie styczników odbywa się za pośrednictwem łączników pomocniczych (np. przekaźników) lub przycisków sterowniczych. Zasadę działania stycznika wyjaśnia rysunek 12.2b. Przepływ prądu przez uzwojenie cewki stycznika S powoduje przyciąganie zwory K, na której są osadzone styki ruchome obwodu głównego Z1, Z2, Z3 oraz styki pomocnicze z1, z2. Następuje zwarcie zestyków głównych i pomocniczych stycznika.

Oprócz styczników prądu przemiennego budowane są styczniki prądu stałego. Styczniki prądu stałego mają napęd elektromagnesowy lub pneumatyczny, przy czym zarówno elektromagnesy jak i elektrozawory sterowane są prądem stałym. Główne zastosowania tych styczników to trakcja kolejowa, tramwajowa i akumulatorowa (wózki). Oprócz styczników prądu stałego i prądu przemiennego buduje się styczniki uniwersalne przeznaczone do pracy w najcięższych warunkach ruchowych. Duża trwałość mechaniczna i łączeniowa sprawiają, że styczniki są stosowane praktycznie we wszystkich układach napędowych oraz w układach automatyki, blokad i uzależnień.

Przekaźnikami nazywamy przyrządy, które pod wpływem zmiany określonej wielkości fizycznej sterują obwodami elektrycznymi. Przekaźniki elektryczne mogą działać pod wpływem zmian natężenia prądu, napięcia, kierunku przepływu prądu, częstotliwości, przesunięcia fazowego itp.

W zależności od wykonywanych funkcji dzielimy przekaźniki na pomiarowe i pomocnicze. Przekaźnik pomiarowy reaguje na wartość wielkości oddziaływującej i ma podziałkę nastawień tej wielkości. Przekaźnik pomocniczy reaguje na pojawienie się, lub zanik wielkości oddziaływującej i nie ma podziałki nastawień. Przekaźniki pomocnicze dzielą się na pośredniczące, sygnałowe, czasowe i zwłoczne. Przekaźniki czasowe mają nastawiany czas działania, natomiast przekaźniki zwłoczne działają z określonym stałym opóźnieniem. Początkowy etap przejścia z położenia spoczynkowego w położenie pracy, nazywamy rozruchem przekaźnika, natomiast etap w odwrotnym kierunku - powrotem przekaźnika. Dość istotną cechą przekaźników jest czas rozruchu i czas powrotu przekaźnika. Dla przekaźników neutralnych typowy czas rozruchu wynosi (3...40)ms, dla kontaktronowych (0,5...2)ms, dla spolaryzowanych (1...15)ms. Czas powrotu wynosi odpowiednio dla przekaźników neutralnych (8...50)ms, kontaktronowych 0,5ms, spolaryzowanych (1...15)ms. Oprócz wymienionych przekaźników spotyka się także przekaźniki z podtrzymaniem magnetycznym oraz przekaźniki programowe i elektroniczne. Przekaźniki z podtrzymaniem magnetycznym mają rdzenie magnetyczne o dużym magnetyzmie szczątkowym (remanencji). Po odłączeniu napięcia zasilającego cewkę przekaźnika, zwora ferromagnetyczna jest podtrzymywana strumieniem remanencji magnetycznej. Powrót przekaźnika może nastąpić dopiero po wytworzeniu przeciwnego strumienia magnetycznego w dodatkowej cewce lub załączeniu napięcia przemiennego na cewkę napędową. Przekaźniki programowe mają za zadanie załączanie i wyłączanie szeregu obwodów elektrycznych według ustalonego programu, w określonej kolejności i w odstępach czasu z góry przewidzianych.

Przekaźniki elektroniczne wykonane są na bazie elementów elektronicznych takich jak: lampy elektronowe, tranzystory, układy scalone. Często współpracują one z przekaźnikiem elektromagnetycznym. Istnieje duża różnorodność układów i rozwiązań przekaźników elektronicznych, przy czym mogą one być wykonane jako stykowe lub bezstykowe. Najczęściej spotykanymi rozwiązaniami przekaźników elektronicznych są przekaźniki czasowe, instalatory bezstykowe (czujniki), podzespoły wzmacniające.

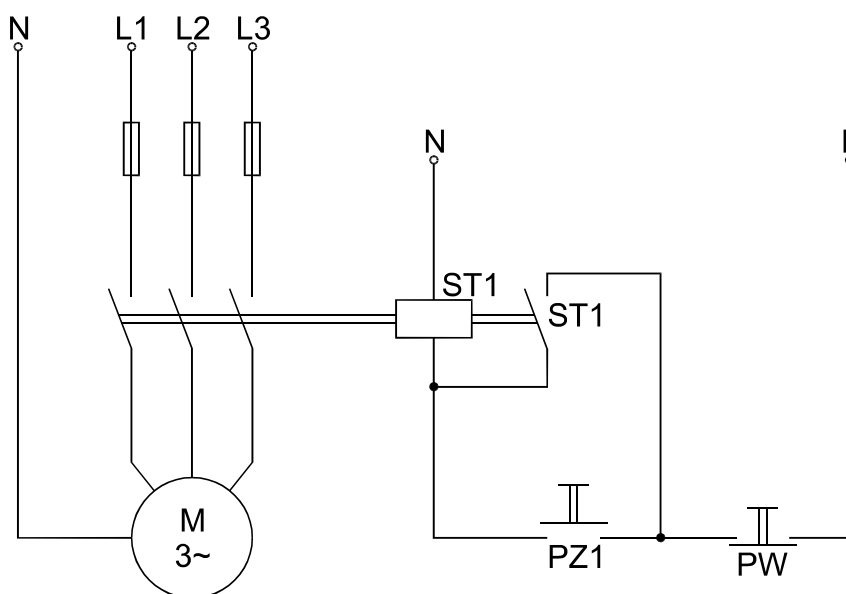
1.3 Układ sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego

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

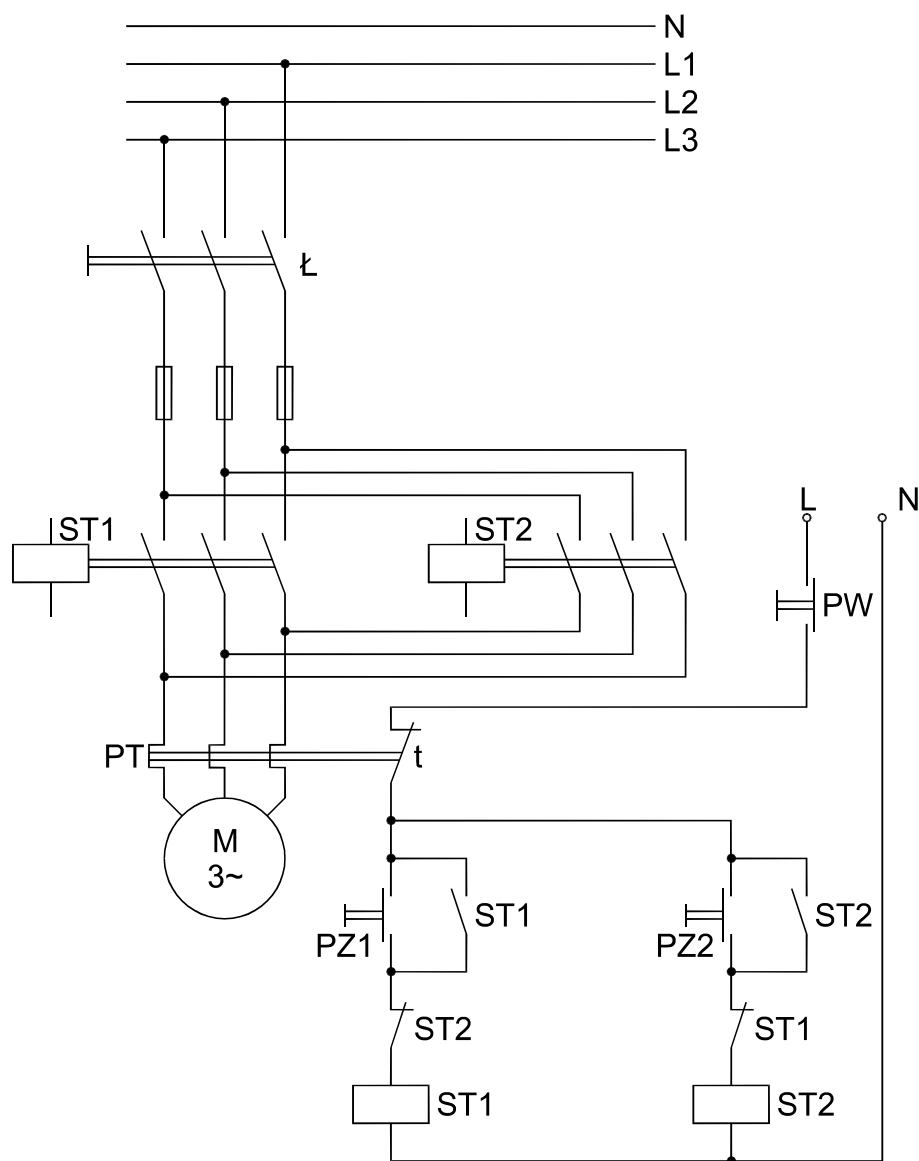
Na rys.12.3 pokazano schemat ideowy rozwinięty układu sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego. Po naciśnięciu przycisku załączającego PZ1 następuje przepływ prądu od przewodu L, przez zwarty zestyk przycisku PW, zwarty zestyk przycisku PZ1, uzwojenie cewki ST1 i zadziałanie 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.

1.4 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 „prawo” (PZ1) zostaje włączony stycznik ST1 i silnik zaczyna się obracać w „prawo”. 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 „lewo”. 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 „lewo”. 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.

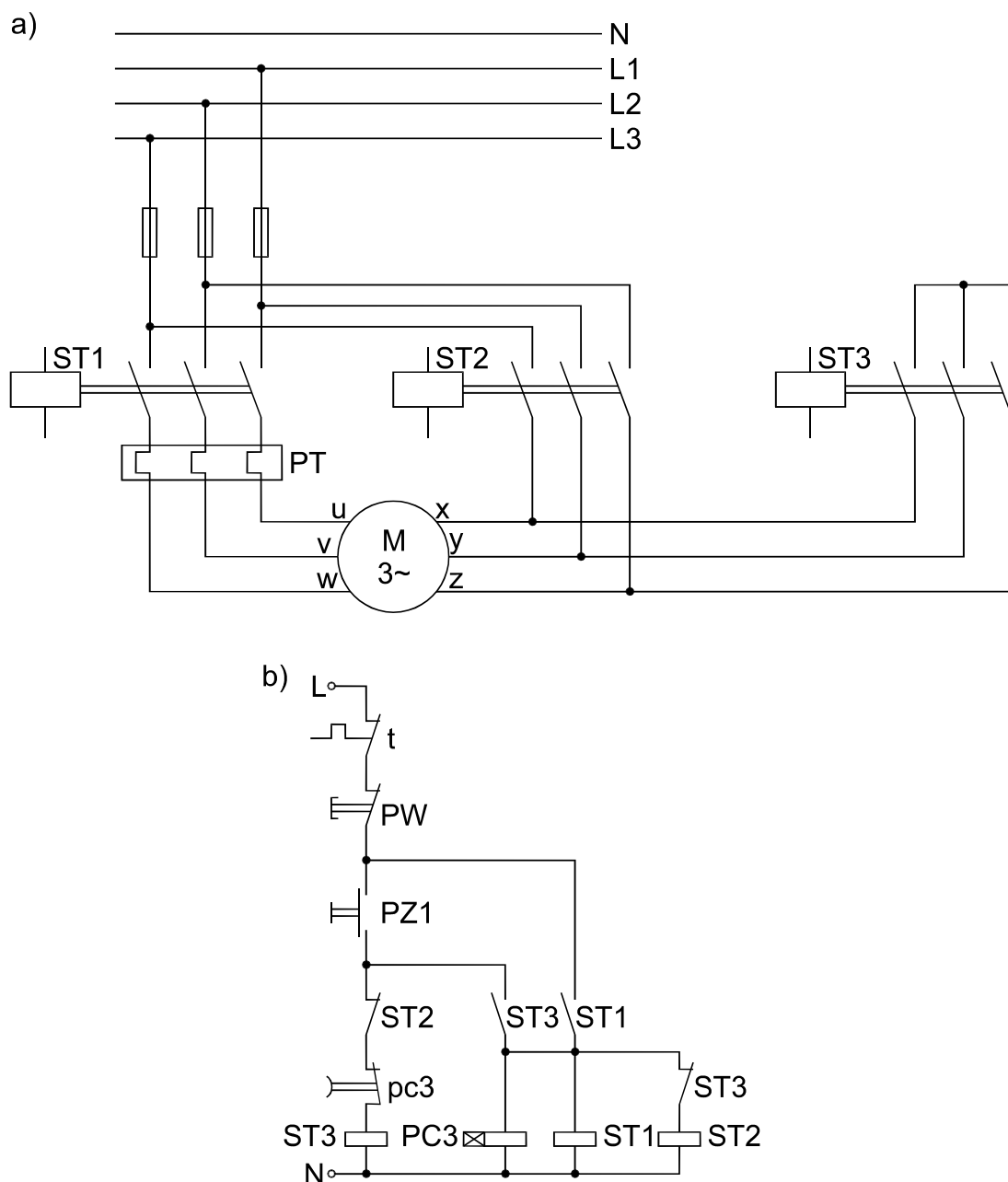
Powyższy układ może być uzupełniony wyłącznikami krańcowymi, tak aby otrzymać samoczynne przełączenie silnika np. przy zastosowaniu do sterowania napędu walcarki (określony ruch w prawo i w lewo). Wyłączniki krańcowe byłyby umieszczone w obwodzie sterowania szeregowo z cewkami odpowiednich styczników. Układ sterowania „lewo” - „prawo” można też zastosować do hamowania przeciwnie do kierunku wirowania silnika indukcyjnego zwartego.

1.5 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.

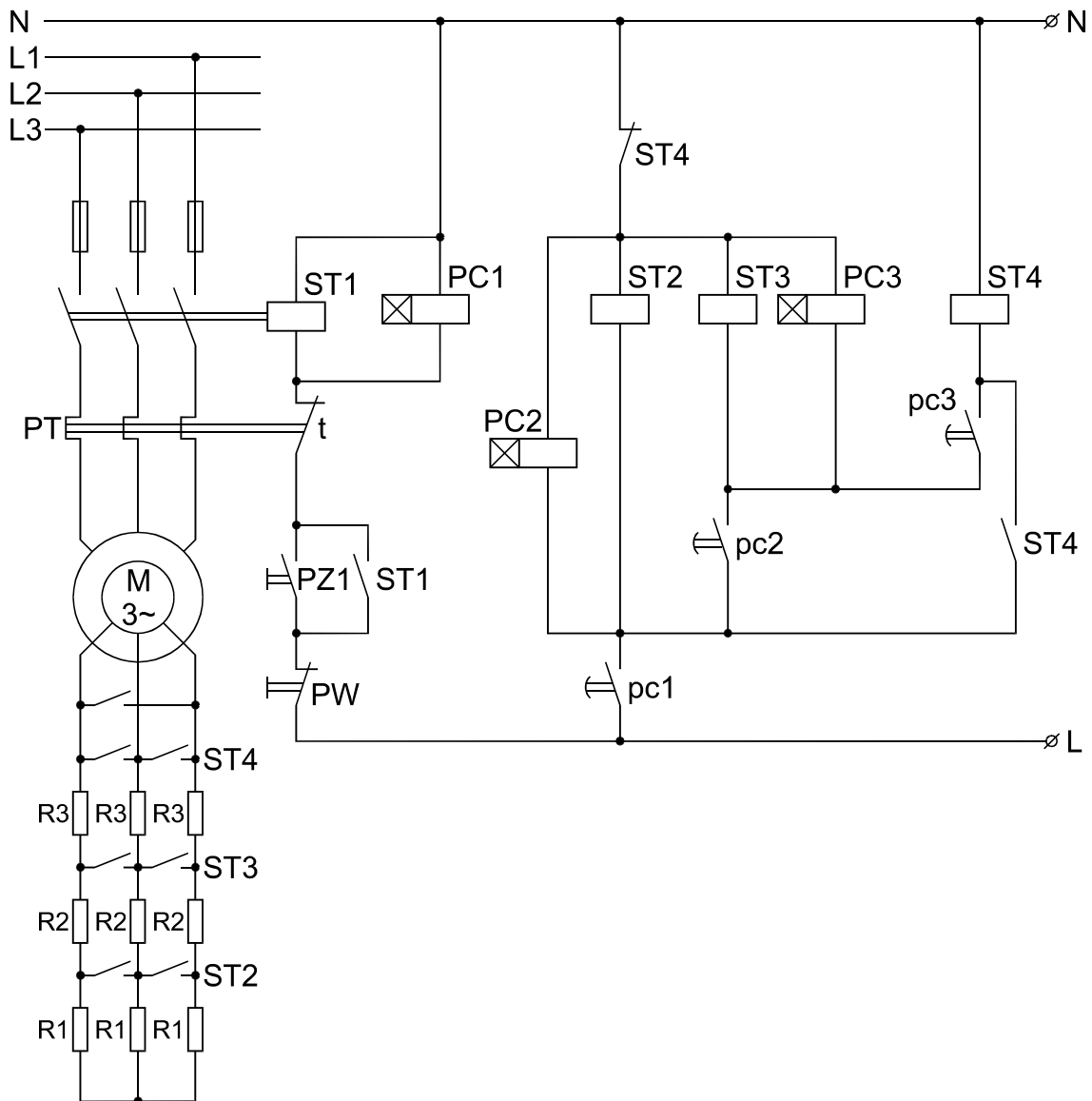
Na rysunku 12.5 przedstawiono schemat układu sterowania rozruchowego gwiazda-trójkąt w funkcji czasu. Po załączeniu przycisku PZ1 zostaje włączony stycznik ST3, jednocześnie zwierają się styki pomocnicze ST3 i rozwierają styki ST3. Powoduje to zadziałanie przekaźnika czasowego PC3, który zaczyna odmierzać nastawiony czas opóźnienia. Równocześnie włączony zostaje stycznik ST1, który załącza styki w obwodzie głównym. Ponieważ wcześniej zostały zwarte styki stycznika ST3, uzwojenie stojana silnika było połączone w gwiazdę i następuje rozruch silnika. Rozwarty styk ST3 uniemożliwia włączenie w tym czasie stycznika ST2 co doprowadziłoby do zwarcia sieci zasilającej. Po upływie czasu nastawionego w przekaźniku czasowym rozwierają się styki pc3 i zostaje wyłączony stycznik ST3. Następuje zwarcie zestyku ST3 (który do tej pory był rozwarty), a ponieważ zwarty jest także styk 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.

1.6 Układ sterowania silnika asynchronicznego pierścieniowego z rozrusznikiem stopniowym działającym w funkcji czasu



Rys.12.6 Schemat ideowy rozwinięty półautomatycznego rozruchu silnika asynchronicznego, pierścieniowego z rozrusznikiem stopniowym w obwodzie wirnika w funkcji czasu. ST1 - cewka stycznika załączającego; ST1 - styki pomocnicze stycznika ST1; PC1, PC2, PC3 - cewki przekaźników czasowych; pc1, pc2, pc3 - zestyki zwierne przekaźników PC1, PC2, PC3; R1, R2, R3 - rezystancje rozruchowe I, II i III stopnia; ST2, ST3, ST4 – cewki i zestyki główne styczników rozruchowych.

Opis działania układu

Stopniowy rozruch silnika asynchronicznego pierścieniowego polega na załączeniu napięcia zasilającego do uzwojenia stojana i kolejnym stopniowym zwieraniu oporników rozrusznika w obwodzie wirnika. Układ rozrusznika składa się z zespołu np. trzech stopni oporowych R1, R2, R3 wyłączanych kolejno w funkcji czasu przez przekaźniki czasowe PC1, PC2, PC3. Naciśnięcie przycisku PZ1 włącza stycznik główny ST1. Zestyk pomocniczy ST1 realizuje podtrzymanie działania stycznika ST1. Jednocześnie z włączeniem stycznika ST1

włączony zostaje przełącznik czasowy PC1. Zamknięcie styków głównych stycznika ST1 uruchamia silnik a w obwodzie wirnika są włączone wszystkie rezystory rozrusznika. Po pewnym czasie zamkną się styki pc1 przełącznika czasowego PC1 i zostaje załączony stycznik ST2 oraz przełącznik czasowy PC2. Zestyki główne stycznika ST2, zwierają pierwszy stopień rozrusznika w obwodzie wirnika. W dalszej kolejności zamykają się styki pc2 przełącznika PC2 włączając stycznik ST3 oraz przełącznik czasowy PC3. Zestyki główne stycznika ST3, zwierają drugi stopień rozrusznika. Następnie po upływie nastawionego czasu zwierają się styki pc3 i włączony zostaje stycznik ST4. Jego zestyki główne zwierają ostatni stopień rozrusznika i jednocześnie zostaje zakończony proces rozruchu silnika. Styk rozwierny ST4 stycznika ST4 wyłącza zasilanie styczników ST2 i ST3 oraz przełączników czasowych PC2 i PC3, których praca w tym momencie staje się zbędna. Samopodtrzymanie stycznika ST4 odbywa się poprzez jego zestyk zwierny ST4. Wyłączenie silnika następuje przez naciśnięcie przycisku wyłączającego PW.

Rozruch taki nazywa się rozruchem sterowanym w funkcji czasu, gdyż wyłączanie sekcji rozrusznika odbywa się w pewnych (nastawionych) odstępach czasu. Spotyka się układy, w których rozruch sterowany jest przełącznikami prądowymi (wyłączanie sekcji rozrusznika odbywa się wówczas gdy prąd rozruchu osiągnie pewną nastawioną wartość) lub przełącznikami prędkości obrotowej - gdy silnik osiągnie pewną prędkość obrotową.

2 Badania laboratoryjne

2.1 Układ sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego

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, samopodtrzymania i wyłączenia silnika.

2.2 Układ sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego

W tym przypadku dodatkowo zapoznajemy się z budową i działaniem przełącznika 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 samopodtrzymanie pracy przy obu kierunkach obrotów silnika i czy zrealizowana jest blokada włączenia silnika w kierunku przeciwnym do aktualnej pracy?

2.3 Układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem gwiazda-trójkąt w funkcji czasu

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?

2.4 Układ sterowania silnika asynchronicznego pierścieniowego z rozrusznikiem stopniowym działającym w funkcji czasu

Po zmontowaniu układu według schematu podanego na rys.12.6 kontrolujemy prawidłowość jego działania. W obwodzie głównym sprawdzamy: czy po włączeniu silnika sekcje rezystorów rozrusznika są zwierane w odpowiedniej kolejności? W obwodzie sterowania: analizujemy wpływ czasów zadziałania przekaźników czasowych na przebieg rozruchu silnika (prądu rozruchu).

3 Uwagi i wnioski

Podać uwagi i wnioski dotyczące budowy i działania poszczególnych układów.

Zaprojektować jeden z podanych niżej układów, podać jego schemat ideowy, dobrać aparaturę łączeniową z katalogu i opisać działanie układu:

1. układ sterowania nawrotnego i rozruchu silnika szeregowego prądu stałego,
2. układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem autotransformatorowym w funkcji czasu,
3. układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z hamowaniem dynamicznym,
4. układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego dwubiegowego ze zmianą prędkości obrotowej w stosunku 1:2.