

Zespół Szkół Technicznych im. J. i J. niadeckich w Grudzi dzu



Laboratorium Elektryczne . Pracownia Automatyki
i Robotyki (s.48)

Instrukcja Laboratoryjna: 7. UK/ ADY STEROWANIA PRZEKA NIKOWO-STYCZNIKOWEGO

Opracował mgr in . Marcin Jabło ski

Cel wiczenia

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

Program wiczenia

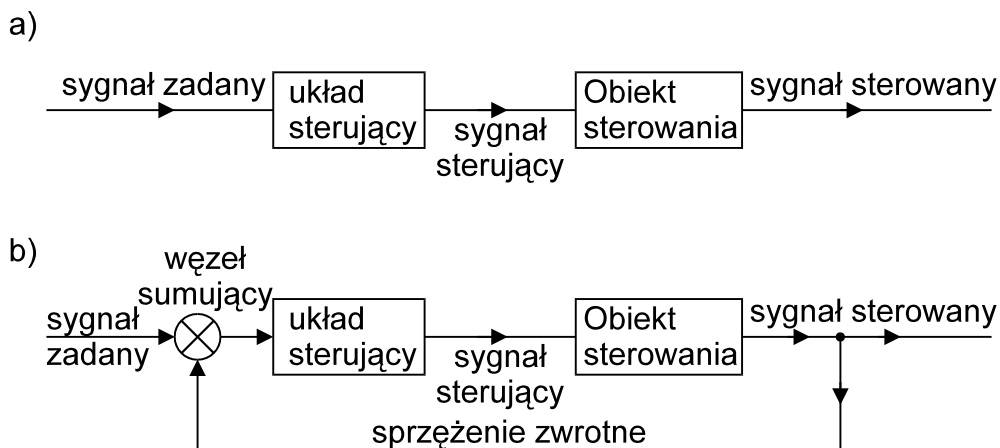
- 1 Wiadomości ogólne
 - 1.1 Pojęcia podstawowe
 - 1.2 Styczniki i przekaźniki
 - 1.3 Układ sterowania rozruchu bezpoziomego silnika asynchronicznego zwartego
 - 1.4 Układ sterowania nawrotnego silnika asynchronicznego zwartego
 - 1.5 Układ sterowania silnika asynchronicznego zwartego z rozruchem gwiazda - 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 bezpoziomego 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 czynność w celu zmiany przebiegu tego procesu lub zmiany stanu pracy urządzenia. Sterowanie elektryczne realizuje te oddziaływania 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 też sterowaniem ręcznym), automatyczne i półautomatyczne. Sterowanie dyspozycyjne jest inicjowane przez obsługę przy użyciu przycisków, czujników itp. Sterowanie automatyczne jest inicjowane przez czujniki wielkości fizycznych lub chemicznych, przez przekładniki, styczniki, podzespoły programowalne 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 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 rodzajów 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 uwzględnienia elementów specjalnych 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 częściami 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 części układu. Schemat blokowy rysowany jest w postaci bloków i torów sygnałowych bez wnikania w sposób rozwijania schematu elektrycznego.



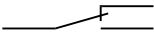
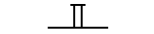
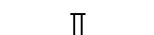
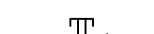
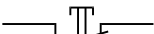
Schemat wykonawczy zwany również schematem montażowym (lub roboczym) przedstawia graficznie układ połączeń wewnątrz lub na zewnątrz urządzenia. Na schematach wykonawczych wykazuje się konkretne połączenia między aparatami, z uwzględnieniem przybliżonego, przestrzennego rozmieszczenia tych aparatów.

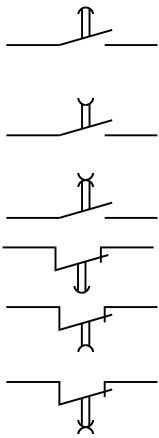

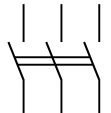
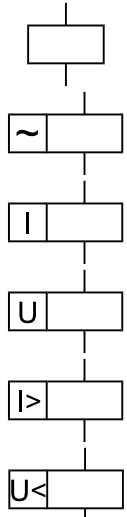
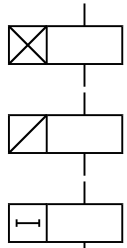
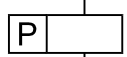


Zgodnie z ogólnie przyjętymi zasadami symbole należy rysować w stanie:



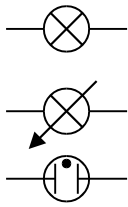
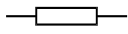
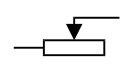
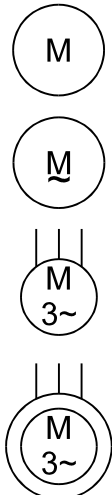
- 1. beznapięciowym,
- 2. w którym dany element nie jest pobudzony przez siebie z zewnątrz np. nacisk mechaniczny.

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

Tab. 12.1.

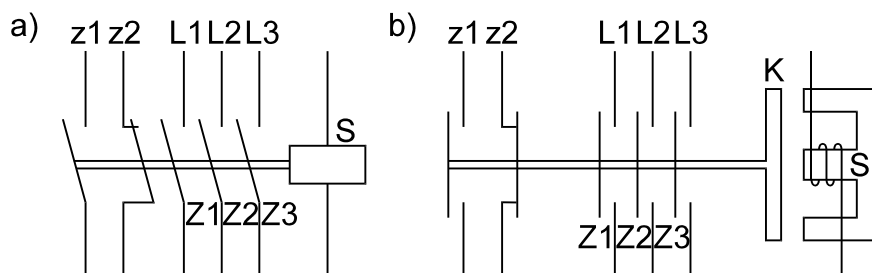
Lp.	Nazwa	Symbol
1.	Zestyk łącznika	
	a) zwierny (normalnie otwarty)	
	b) rozwierny (normalnie zamknięty)	
	c) przełączany	
	d) zwierny o napięciowym	
	e) rozwierny o napięciowym	
	f) zwierny o napięciowym z samoczynnym powrotem (przycisk)	
	g) rozwierny o napięciowym z samoczynnym powrotem (przycisk)	

2.	<p>Zestyk przekaźnika o opóźnionym działaniu (zwykły)</p> <p>a) zwrotny ze zwłok przy zamykaniu</p> <p>b) zwrotny ze zwłok przy otwieraniu</p> <p>c) zwrotny ze zwłok przy otwieraniu i zamykaniu</p> <p>d) rozwny ze zwłok przy zamykaniu</p> <p>e) rozwny ze zwłok przy otwieraniu</p> <p>f) rozwny ze zwłok przy otwieraniu i zamykaniu</p>	
3.	Zestyk rozwny przekaźnika cieplnego	
4.	/ cznik trójbiegunowy	
5.	<p>Cewka przekaźnika, stycznika</p> <p>a) symbol ogólny (cewka stycznika narysowana jest grubsza linia niż cewka przekaźnika)</p> <p>b) cewka prądu przemiennego</p> <p>c) cewka prądu</p> <p>d) cewka napięcia</p> <p>e) cewka przekaźnika nadprądowego</p> <p>f) cewka przekaźnika podnapięciowego</p>	
6.	<p>Cewka przekaźnika zwykłego</p> <p>a) ze zwłok przy wzbudzeniu</p> <p>b) ze zwłok przy odwzbudzeniu</p> <p>c) ze zwłok przy wzbudzeniu i odwzbudzeniu</p>	
7.	Cewka przekaźnika spolaryzowanego (biegunowego)	
8.	Organ napędowy przekaźnika cieplnego	
9.	Zabezpieczenie nadprądowo-ciepne	

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

Budowa i działanie styczników podobne są do budowy i działania przełączników elektromagnetycznych. Różnią się one zasadami funkcjonalnymi: styczniki służą do łączenia obwodów głównych (np. silników), natomiast przełączniki elektromagnetyczne mają za zadanie łączenie obwodów pomocniczych (np. sterowniczych, sygnalizacyjnych). Styczniki mogą być wyposażone w przełączniki cieplne bimetalowe przeznaczone do ochrony silników przed przeciążeniami. Styczniki oprócz styków głównych mają kilka par styków pomocniczych wykorzystywanych do sygnalizacji lub blokady. Sterowanie styczników odbywa się za pośrednictwem czujników pomocniczych (np. przełączników) lub przycisków sterowniczych. Zasada działania stycznika wyrażona jest na rysunku 12.2b. Przepływ prądu przez uzwojenie cewki stycznika S powoduje przyciągnięcie zwory K , na której są osadzone styki ruchome obwodu głównego $Z1, Z2, Z3$ oraz styki pomocnicze $z1, z2$. Następuje zwarcie styków 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. Dużą trwałość mechaniczną i łączeniową sprawiają, że styczniki są stosowane praktycznie we wszystkich układach napędowych oraz w układach automatyki, blokad i uzależnień.

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

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

Przełączniki elektroniczne wykonane są na bazie elementów elektronicznych takich jak: lampy elektronowe, tranzystory, układy scalone. Często współpracują one z przełącznikiem elektromagnetycznym. Istnieją również układy i rozwiązania dla przełączników elektronicznych, przy czym mogą one być wykonane jako stykowe lub bezstykowe.

Najczęściej spotykanymi rozwiązaniami przełącznikami elektronicznymi są przełączniki czasowe, instalatory bezstykowe (czujniki), podzespoły wzmacniające.

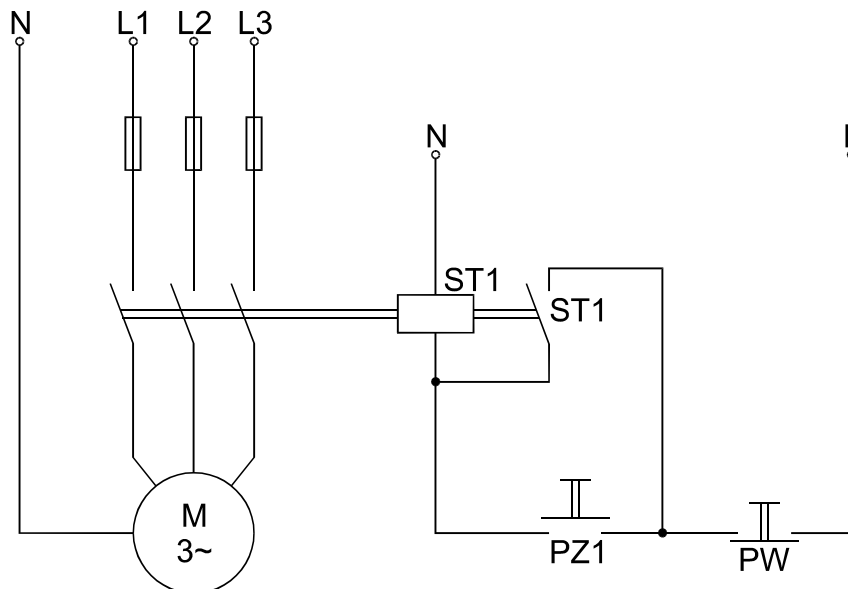
1.3 Układ sterowania rozruchem bezprądowego silnika asynchronicznego zwartego

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 przełączników należy łączyć jednostronnie do przewodu zerowego,
- w sieciach trójfazowych bez przewodu zerowego, obwody sterownicze zewnętrzne należy zasilają za pośrednictwem transformatorów.

Opis działania układu

Na rys.12.3 pokazano schemat ideowy rozwinięty układu sterowania rozruchem bezprądowego 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 następuje w momencie naciśnięcia przycisku PW. Wówczas przerwany zostaje obwód zasilający cewkę stycznika i otwierają się styki obwodu głównego.

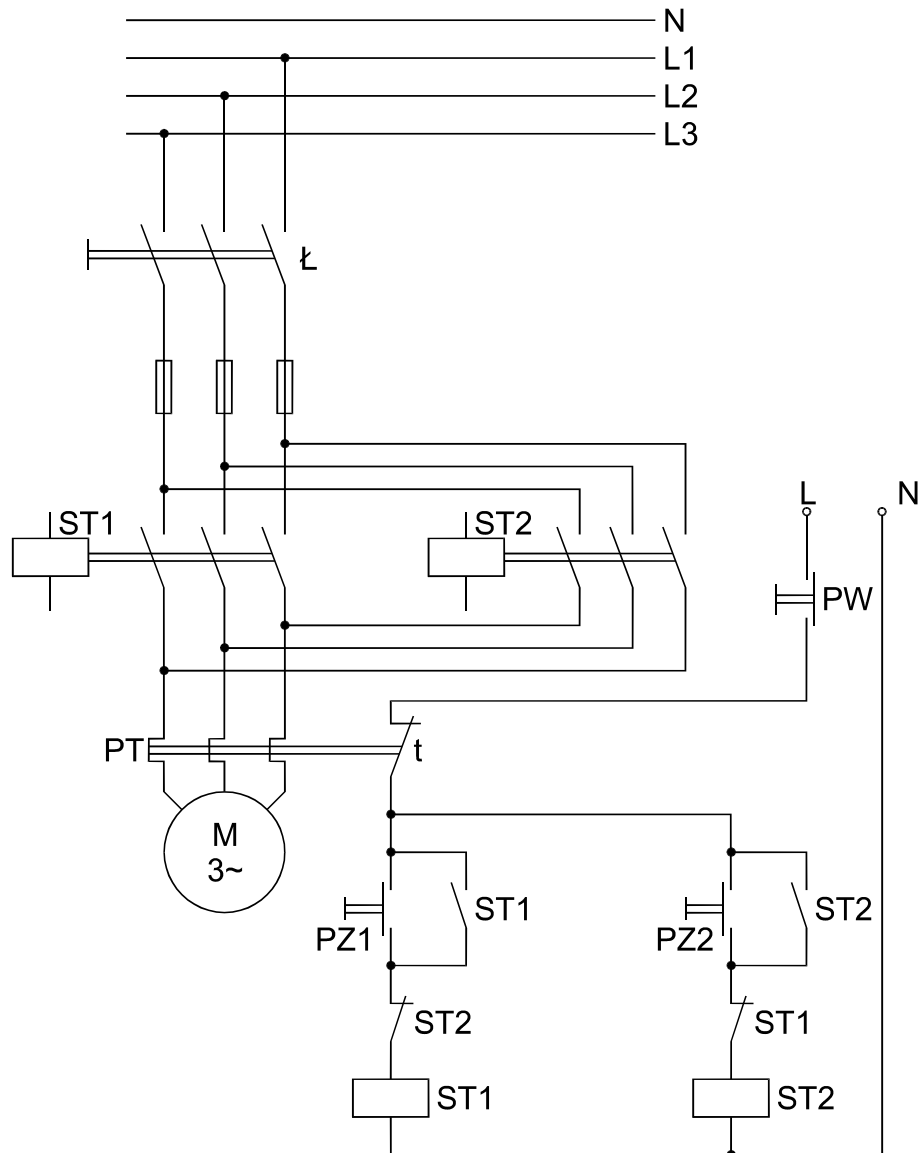


Rys.12.3 Schemat ideowy rozwinięty układu sterowania rozruchem bezprądowego silnika asynchronicznego zwartego. ST1 - cewka stycznika; ST1 - zestyk zwierny pomocniczy, PZ1 - przycisk załączający, PW - przycisk wyłączający ST1

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, gdy może zagrazać bezpieczeństwu obsługi. Ponadto, takie zabezpieczenie zanikowo-napięciowe zapobiega nagłemu jednoczesnemu załączeniu wszystkich silników, gdy przed rozruch silników mogłyby 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 załączenia tego silnika dla kierunku wirowania ś w prawo (kierunek obrotów zgodny z obrotem wskazówek zegara patrz c od strony wału); ST2 - cewka stycznika załączenia tego silnika do wirowania ś w lewo; Ł - trójbiegunowy bezpiecznik o napięciu znamionowym; PW - przycisk wyłączenia; PZ1 - przycisk załączenia ś w prawo; PZ2 - przycisk załączenia ś 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 zamykają się i realizują samopodtrzymanie pracy stycznika ST1 w chwili rozwarcia styku zestyku PZ1. Jednocześnie nie rozwarają się styki pomocnicze rozwiernie ST2, co uniemożliwia włączenie silnika dla biegu w lewo. Jest to blokada elektryczna niedopuszczająca do jednoczesnego włączenia obu styczników i zabezpieczająca przed powstaniem zwarcia w układzie. Wyłączenie silnika następuje albo przez naciśnięcie przycisku wyłączającego PW, albo (w przypadku przeciwności wirowania silnika) na skutek zadziałania przekałnika 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 zapewniające pracę silnika po rozwarciu zestyku PZ2. Jednocześnie nie zostają rozwarłe styki pomocnicze rozwiernie ST1 uniemożliwiające włączenie stycznika ST1.

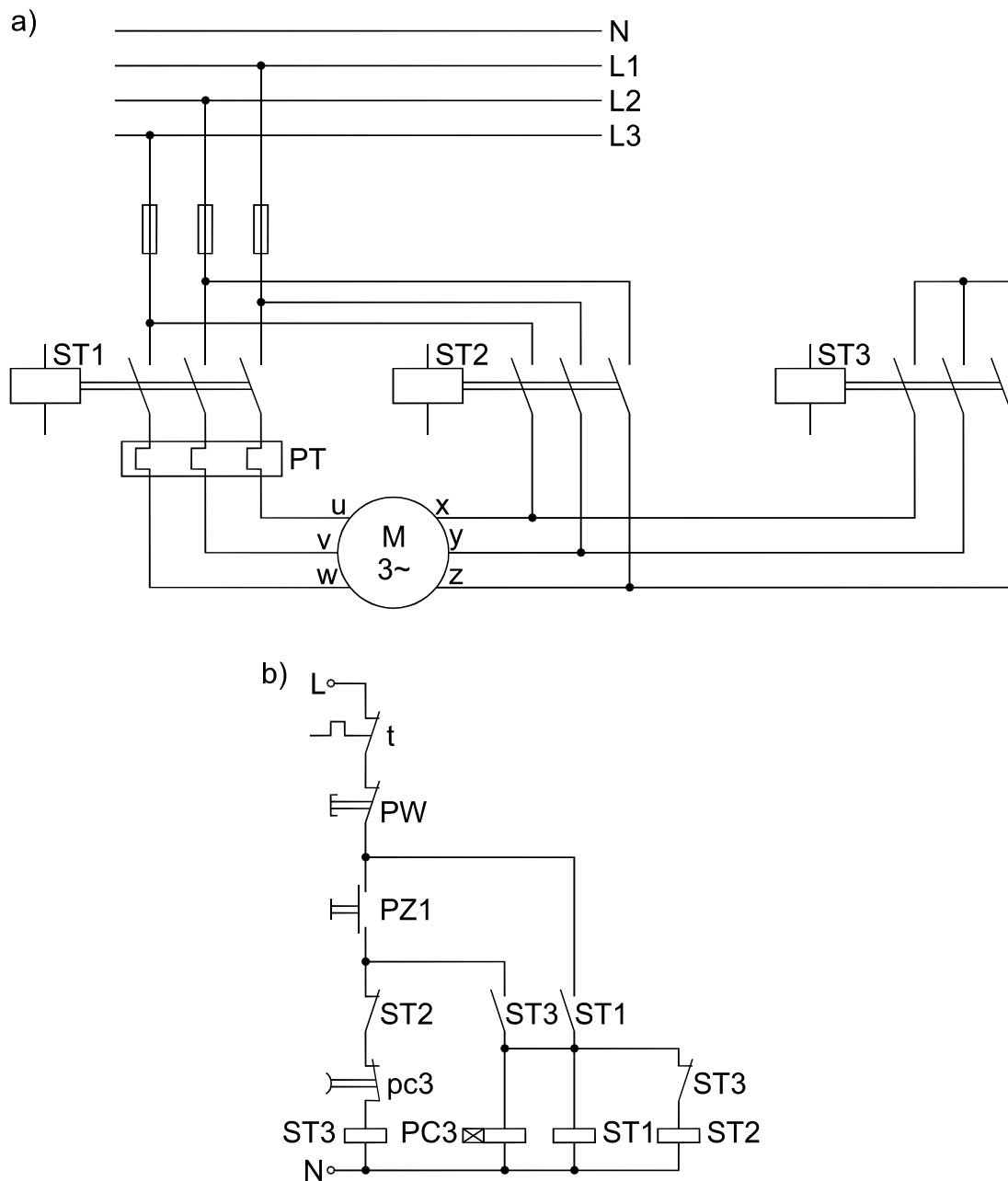
Powyższy układ może być uzupełniony wyłącznikami kracowymi, tak aby otrzymać samoczynne przełączenie silnika np. przy zastosowaniu do sterowania napędu walcarki (określony ruch w prawo i w lewo). Wyłączniki kracowe byłyby umieszczone w obwodzie sterowania szeregowo z cewkami odpowiednich styczników.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

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

Opis działania układu

Sterowanie rozruchowe przełącza uzwojenie stojana silnika asynchronicznego zwartego z układu gwiazdy w układ trójkąt 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 przekałnik czasowy.

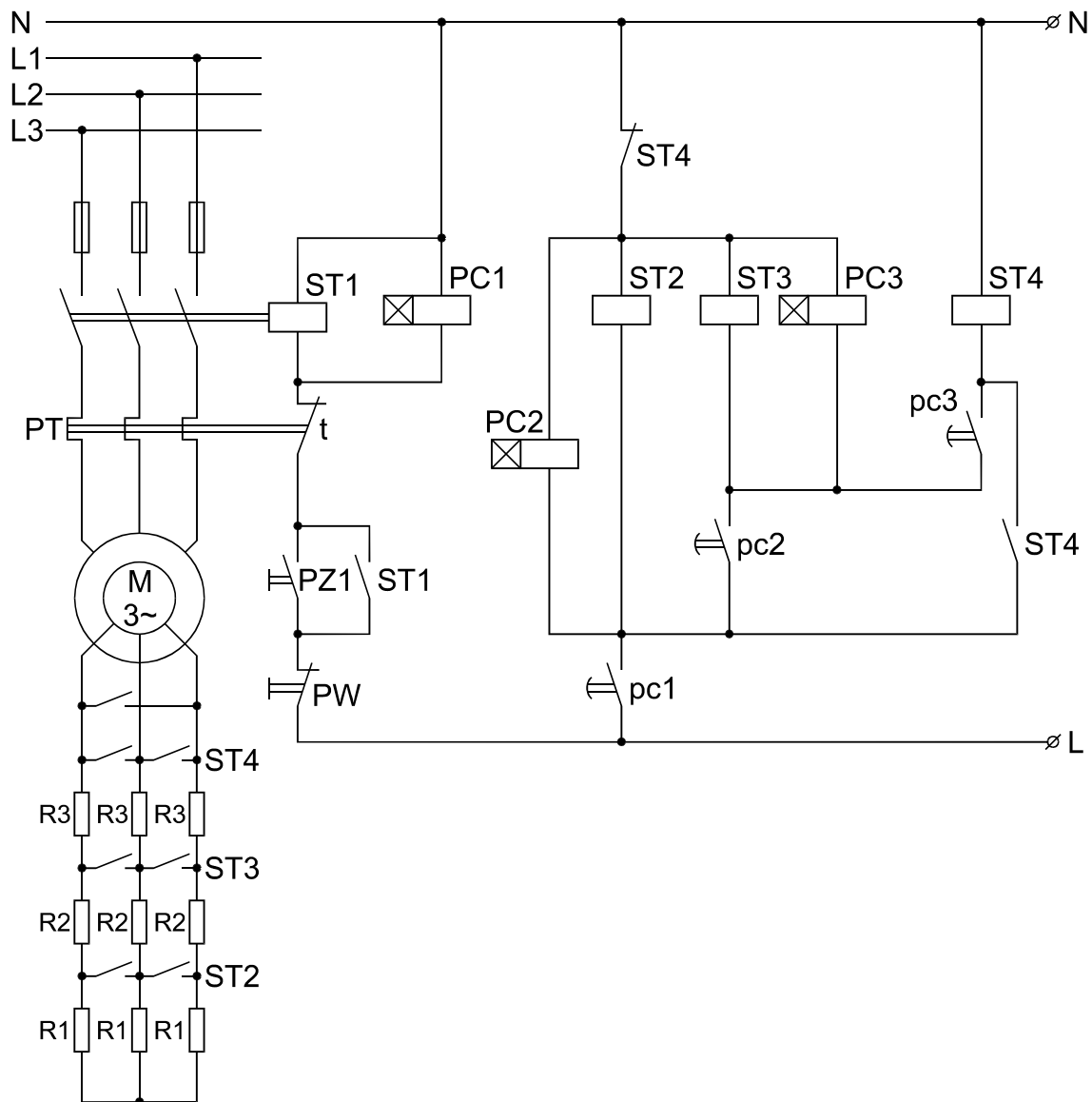
Na rysunku 12.5 przedstawiono schemat układu sterowania rozruchowego gwiazda-trójkąt w funkcji czasu. Po załączeniu przycisku PZ1 zostaje włączony stycznik ST3, jednocześnie zamyka się zestyk pomocniczy ST3 i rozwariera zestyk ST3. Powoduje to zadziałanie przekałnika czasowego PC3, który zaczyna odmierzać nastawiony czas opóźnienia. Równocześnie włączony zostaje stycznik ST1, który załącza zestyki w obwodzie głównym. Ponieważ wcześniej zostały zwarte zestyki stycznika ST3, uzwojenie stojana silnika byłoby połączony w gwiazdę i następuje rozruch silnika. Rozwarłszy zestyk ST3 uniemożliwia włączenie w tym czasie stycznika ST2 co doprowadziłoby do zwarcia sieci zasilającej. Po upływie czasu nastawionego w przekałniku czasowym rozwariera się zestyk PC3 i zostaje wyłączony stycznik ST3. Następuje zwarcie zestyku ST3 (który do tej pory był rozwarłszy), a ponieważ zwarty jest także zestyk ST1 zostaje włączony stycznik ST2. Uzwojenie stojana silnika połączony zostaje w trójkąt, równocześnie zakończy się proces rozruchu silnika. Należy zauważyć, że styczniki ST3 połączony w gwiazdę i ST2 połączony w trójkąt pracują w układzie blokady wykluczającej. Wyłączenie silnika następuje 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-trójk *t* 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 połączona w gwiazd; *ST3* - zestyk pomocniczy stycznika *ST3*; *ST2* - cewka stycznika połączona w trójk *t*; *ST2* - zestyk pomocniczy stycznika *ST2*; *PC3* - cewka przekaźnika czasowego; *pc3* - zestyk rozwierny ze zwłok przy otwieraniu przekaźnika *PC3*. Pozostałe oznaczenia - jak na poprzednich rysunkach.

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



Rys.12.6 Schemat ideowy rozwinięty półautomatycznego rozruchu silnika asynchronicznego, pier cieniowego z rozrusznikiem stopniowym w obwodzie wirnika w funkcji czasu. ST1 - cewka stycznika zaciągowego; 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 pier cieniowego polega na zaciągnięciu 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 przekątna czasowa PC1. Zamknij styki głównych stycznika ST1 uruchamia silnik a w obwodzie wirnika są włączone wszystkie rezystory rozrusznika. Po pewnym czasie zamknij styki PC1 przekątna czasowa PC1 i zostaje włączony stycznik ST2 oraz przekątna czasowa PC2. Zestyki główne stycznika ST2, zwierają pierwszy stopień rozrusznika w obwodzie wirnika. W dalszej kolejności zamykają styki PC2 przekątna PC2 włączając stycznik ST3 oraz przekątna czasowa PC3. Zestyki główne stycznika ST3, zwierają drugi stopień rozrusznika. Następnie po upływie nastawionego czasu zwierają styki PC3 i włączony zostaje stycznik ST4. Jego zestyki główne zwierają ostatni stopień rozrusznika i jednocześnie nie zostaje zakończony proces rozruchu silnika. Styk rozwierny ST4 stycznika ST4 wyłącza zasilanie styczników ST2 i ST3 oraz przekątnych czasowych PC2 i PC3, których praca w tym momencie staje się zbędna. Samopodtrzymanie stycznika ST4 odbywa się poprzez jego zestyk zwierający ST4. Wyłączenie silnika następuje przez nacisnięcie przycisku wyłączającego PW.

Rozruch taki nazywa się rozruchem sterowanym w funkcji czasu, gdy wyłączenie sekcji rozrusznika odbywa się w pewnych (nastawionych) odstępach czasu. Spotyka się układy, w których rozruch sterowany jest przekątnymi przedowymi (wyłączenie sekcji rozrusznika odbywa się wówczas gdy przed rozruchem osiągnie pewną nastawioną wartość) lub przekątnymi przedkrotnymi - gdy silnik osiągnie pewną prędkość obrotową.

2 Badania laboratoryjne

2.1 Układ sterowania rozruchu bezpośredniego silnika asynchronicznego zwartego

Przed przystąpieniem do włączenia układu należy zapoznać się z danymi znamionowymi stosowanych maszyn (silnika) i aparatów (stycznika). Następnie należy poznać budowę i działanie stycznika elektromagnetycznego. Układ sterowania włączymy według schematu ideowego podanego na rys.12.3. Działanie układu sprawdzamy kolejno: czy obwód główny zasilają 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 przekątny termicznej, stanowi on 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 przeciwnie? 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 przekładnika czasowego. / Czymy układ podany na rys.12.5 i kontrolujemy jego działanie. W obwodzie głównym sprawdzamy: czy zespół styczników ϵ cz odpowiednio uzwojenia silnika w gwiazdę a następnie w trójkąt? W obwodzie sterowania sprawdzamy: czy po zadany 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 przekładników czasowych na przebieg rozruchu silnika (przed rozruchem).

3 Uwagi i wnioski

Podaj uwagi i wnioski dotyczące budowy i działania poszczególnych układów.

Zaprojektuj jeden z podanych niżej układów, podaj jego schemat ideowy, dobrą aparaturę ϵ czyńców z katalogu i opisz działanie układu:

1. układ sterowania nawrotnego i rozruchu silnika szeregowego przed startem,
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.