

Witold Krieser

Stykowe elektryczne układy sterowania

Wydanie II uzupełnione



Wszelkie prawa zastrzeżone. Nieautoryzowane rozpowszechnianie całości lub fragmentu niniejszej publikacji w jakiegokolwiek postaci jest zabronione. Wykonywanie kopii metodą kserograficzną, fotograficzną, a także kopiowanie książki na nośniku filmowym, magnetycznym lub innym powoduje naruszenie praw autorskich niniejszej publikacji.

Wszystkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor oraz wydawca dołożyli wszelkich starań, by zawarte w tej książce informacje były kompletne i rzetelne. Nie biorą jednak żadnej odpowiedzialności ani za ich wykorzystanie, ani za związane z tym ewentualne naruszenie praw patentowych lub autorskich. Autor oraz wydawca nie ponoszą również żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikłe z wykorzystania informacji zawartych w książce.

Redaktor prowadzący: Maciej Olanicki

Projekt okładki: Studio Gravite/Olsztyn
Obarek, Pokoński, Pazdrijowski, Zaprucki

Materiały graficzne na okładce zostały wykorzystane za zgodą Shutterstock.

Helion S.A.
ul. Kościuszki 1c, 44-100 Gliwice
tel. 32 230 98 63
e-mail: helion@helion.pl
WWW: <https://helion.pl> (księgarnia internetowa, katalog książek)

Drogi Czytelniku!
Jeżeli chcesz ocenić tę książkę, zajrzyj pod adres
<https://helion.pl/user/opinie/styel2>
Możesz tam wpisać swoje uwagi, spostrzeżenia, recenzję.

ISBN: 978-83-8322-853-2

Copyright © Helion S.A. 2023

Printed in Poland.

- [Kup książkę](#)
- [Poleć książkę](#)
- [Oceń książkę](#)

- [Księgarnia internetowa](#)
- [Lubię to! » Nasza społeczność](#)

SPIS TREŚCI

WSTĘP DO STYKOWYCH UKŁADÓW STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO	5
1 APARATURA ELEKTRYCZNA STOSOWANA W STYKOWYCH UKŁADACH STEROWANIA	7
Łączniki elektromagnetyczne	7
Styczniki	10
Przełączniki	16
2 PRZYCISKI STEROWNICZE	21
Łączniki sterownicze	21
Kolory łączników przyciskowych	24
3 ELEMENTY SYGNALIZACYJNE I ZABEZPIECZENIA UKŁADÓW STEROWANIA	25
Lampki i elementy sygnalizacyjne	25
Zabezpieczenia układów sterowania	27
4 MONTAŻ UKŁADÓW STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO	31
Przewody elektryczne	31
Rodzaje zacisków stosowanych w połączeniach	33
5 STYKOWE UKŁADY STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO — PROSTE UKŁADY STEROWANIA	37
Zasady rysowania schematów układów elektrycznych	37
Typowe układy sterowania elektrycznego	39
6 PROSTE STYKOWE UKŁADY STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO WRAZ Z TABELAMI POMIAROWYMI	41

STYKOWE ELEKTRYCZNE UKŁADY STEROWANIA

7	STYKOWE UKŁADY STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO — UKŁADY ROZBUDOWANE	59
8	STYKOWE UKŁADY STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO — UKŁADY Z PRZEKAŹNIKAMI CZASOWYMI	103
9	INNE UKŁADY STEROWANIA	143
10	POMOC DYDAKTYCZNA DO NAUKI TECHNIK STEROWANIA	147
	BIBLIOGRAFIA	161
	O AUTORZE	163

WSTĘP DO STYKOWYCH UKŁADÓW STEROWANIA ELEKTRYCZNEGO

Sterowanie to proces celowego oddziaływania sygnałów wejściowych na wyjścia według odpowiednich algorytmów — reguł sterowania.



Algorytmy — reguły sterowania — można realizować na różne sposoby:

- układy stykowo-przełącznikowe,
- układy cyfrowe — bramki logiczne,
- układy programowalne — PLC,
- układy mikrokontrolerów.

W niniejszej książce autor skupi się na układach stykowo-przełącznikowych. Książka *Stykowe elektryczne układy sterowania* ma stanowić poradnik dla osób zajmujących się w swoich pracach montażem układów sterowania elektrycznego w oparciu o układy stykowe. Zadaniem tego poradnika jest pomoc w przyswajaniu wiedzy z zakresu projektowania, montażu i uruchamiania układów stykowo-przełącznikowych. Osoby, które zamierzają nabyć umiejętności w tym zakresie, znajdą tutaj podstawowe zagadnienia dotyczące aparatury stosowanej w układach sterowania, projektowania i rysowania schematów elektrycznych oraz zagadnienia związane z montażem i pomiarem takich

układów. Styczniki i przekaźniki należą do grupy podzespołów elektrycznych wykorzystywanych do wykonywania czynności łączeniowych w układach sterowania elektrycznego.

Książka ma stanowić zbiór przykładowych układów stykowych sterowania elektrycznego do **samodzielnego łączenia**. Dla każdego zadania zostały przedstawione efekty działania układu. Stanowi to doskonały poradnik dla osób chcących nauczyć się podstaw projektowania i analizy zmontowanego układu sterowania układów stykowych. Do niektórych przykładów autor zamieścił również propozycje tabeli pomiarowej.

Po zmontowaniu układu czytelnik powinien — przestrzegając zasad bezpieczeństwa i higieny pracy — przeanalizować zasadę działania układu. Jest to pierwszy na rynku poradnik, który **w sposób graficzny przedstawia zasadę działania układu**, a zatem przejrzysto i czytelnie prezentuje, co się w układzie wydarzy po uruchomieniu układu (podłączeniu zasilania) i odpowiednich jego elementów.

Autor skoncentrował się tylko na schematach sterowania. Jedyne ostatni rozdział odnosi się do układów wspólnie powiązanych z układem głównym, jaki stanowią np. silniki.

Książka stanowi uzupełnienie wiedzy dla uczniów kształcących się w zawodach elektryk, technik elektryk, mechatronik, technik mechatronik i technik automatyk oraz dla osób zainteresowanych tą tematyką.

W pierwszej części niniejszego poradnika przedstawiono aspekty teoretyczne związane z aparaturą elektryczną stosowaną w stykowych układach sterowania elektrycznego, symbolami i oznaczeniami elementów oraz schematy podstawowych układów sterowania. Następnie pokazane są proste układy sterowania wraz z protokołami pomiarowymi i zasadami działania (symulacyjne, graficzne przedstawienie działania układów) oraz szereg przykładów przeanalizowanych graficznie ze względu na funkcję działania.

1

APARATURA ELEKTRYCZNA STOSOWANA W STYKOWYCH UKŁADACH STEROWANIA




Łączniki elektromagnetyczne

Styczniki i przekaźniki to elementy składające się z cewki i zestawu zestyków. Bardzo często nazywane są łącznikami elektromagnetycznymi. Zasada działania styczników i przekaźników oparta jest na mechanicznym połączeniu styków z chwilą podania napięcia na cewkę. Styki są odizolowane od cewki galwanicznie, dzięki czemu istnieje możliwość łączenia dużych mocy za pomocą małych prądów sterujących. Styczniki stosowane są do przełączania w obwodach średniej i dużej mocy, a przekaźniki wykorzystuje się głównie do przełączeń w obwodach małej mocy.




STYKOWE ELEKTRYCZNE UKŁADY STEROWANIA

Wyróżniamy następujące zestyki:




- **zestyk czynny** — normalnie otwarty (*NO*) — zestyk zwierny,

Symbol	Zestyk w stanie niewysterowania (niewzbudzonym)	Zestyk w stanie wysterowania (wzbudzonym)
		

- **zestyk bierny** — normalnie zamknięty (*NC*) — zestyk rozwierny,

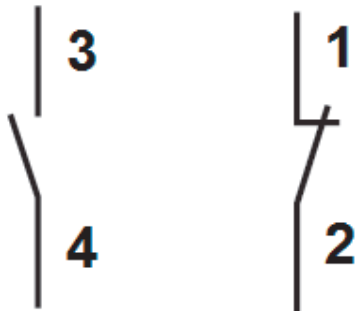
Symbol	Zestyk w stanie niewysterowania (niewzbudzonym)	Zestyk w stanie wysterowania (wzbudzonym)
		

■ zestyk przełączający.

Symbol	Zestyk w stanie niewysterowania (niewzbudzonym)	Zestyk w stanieysterowania (wzbudzonym)
		

Oznaczenia zestyków:

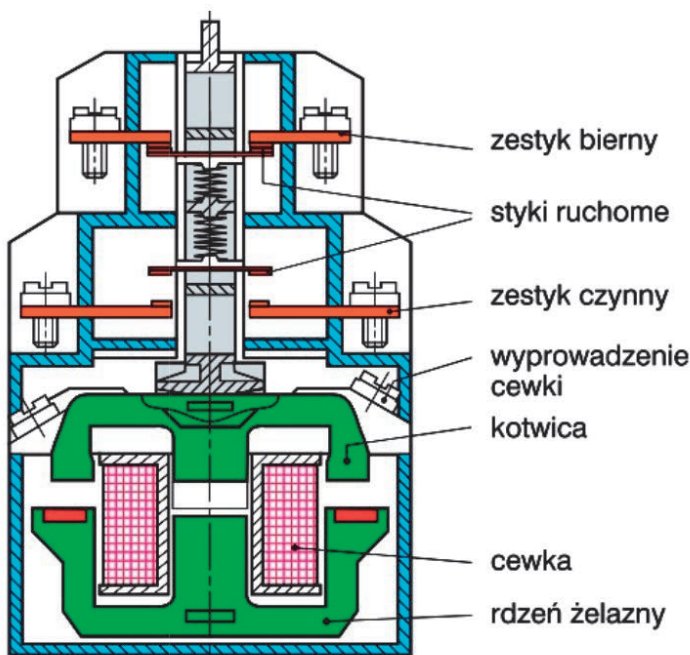
- NO — $\frac{3}{4}$,
- NC — $\frac{1}{2}$.



Styczniki

Styczniki są urządzeniami elektromagnetycznymi, których zadziałanie następuje po doprowadzeniu napięcia do cewki elektromagnetycznej. Powoduje to wytworzenie się pola magnetycznego w rdzeniu i przyciągnięcie ruchomej zwory tego rdzenia. Dochodzi wtedy do zamknięcia styków normalnie otwartych (NO) i otwarcia styków normalnie zamkniętych (NC) urządzenia.

Styczniki dzielimy na styczniki główne, które zawierają zestyki główne (czynne NO) i sterujące (czynne NO i/lub bierne NC), oraz na styczniki pomocnicze (sterujące), zawierające zestyki czynne NO i/lub bierne NC.



Rysunek 1.1. Budowa stycznika [1]

Dobór stycznika w układach sterowania elektrycznego zależy od jego parametrów. Producenci podają na stycznikach ich typ, niekiedy także podstawowe parametry znamionowe. Większość parametrów należy jednak odczytywać z katalogu producenta stycznika.

Do najważniejszych parametrów znamionowych stycznika należą:

- napięcie znamionowe izolacji obwodu głównego — wartość skuteczna napięcia międzyprzewodowego;
- napięcie znamionowe izolacji obwodu pomocniczego;

- prąd znamionowy ciągły styków głównych;
- prąd znamionowy ciągły styków pomocniczych;
- zdolność wyłączania (prąd łączeniowy) — graniczna wartość skutecznego prądu, którą stycznik może przerwać określoną liczbę razy bez uszkodzenia (zależy to od sposobu gaszenia łuku elektrycznego);
- liczba i rodzaj styków głównych;
- liczba i rodzaj styków pomocniczych;
- moc znamionowa obciążenia — na stycznikach są podawane wartości mocy w zależności od znamionowego napięcia zasilania, np. 230 V, 400 V, 690 V;
- napięcie i rodzaj zasilania cewki (najczęściej jest to 24 VDC i 230 VAC);
- rezystancja cewki.

Ze względu na wykorzystywanie tych urządzeń do zasilania określonych obciążeń wyodrębniono tzw. *kategorie użytkowania styczników* (norma PN-EN 60947):

AC-1 — obciążenia nieindukcyjne lub o małej indukcyjności, piece oporowe;

AC-2 — silniki pierścieniowe: rozruch, wyłączanie;

AC-3 — silniki klatkowe: rozruch, wyłączanie podczas biegu;

AC-4 — silniki klatkowe: rozruch, hamowanie przeciwną prądem, nawrót, impulsowanie;

AC-5A — włączanie lamp wyładowczych;

AC-5B — włączanie lamp żarowych;

AC-6A — włączanie transformatorów;

AC-6B — włączanie baterii kondensatorów;

AC-7A — obciążenia o małej indukcyjności w gospodarstwach domowych i w innych tego typu zastosowaniach;

AC-7B — obciążenia silnikowe w urządzeniach domowego użytku;

AC-8A — sterowanie hermetycznymi silnikami chłodziarek sprężarkowych o ręcznym kasowaniu wyzwalaczy nadprądowych;

AC-8B — sterowanie hermetycznymi silnikami chłodziarek sprężarkowych o samoczynnym kasowaniu wyzwalaczy nadprądowych;

AC-53a — sterowanie silnikami klatkowymi ze stycznikami półprzewodnikowymi;

DC-1 — obciążenia nieindukcyjne lub o małej indukcyjności, piece oporowe;

DC-3 — silniki bocznikowe: rozruch, hamowanie przeciwprądem, nawrót, impulsowanie, hamowanie oporowe;

DC-5 — silniki szeregowo: rozruch, hamowanie przeciwprądem, nawrót, impulsowanie, hamowanie oporowe;

AC-12 — sterowanie układem rezystancyjnym lub półprzewodnikowym w obwodach wejściowych łączy optoelektronicznych;

AC-13 — sterowanie układem półprzewodnikowym w obwodach z transformatorami separującymi;

AC-14 — sterowanie małymi odbiornikami o mocy pozornej $S \leq 72$ VA;

DC-12 — sterowanie układem rezystancyjnym lub półprzewodnikowym w obwodach wejściowych łączy optoelektronicznych;

DC-13 — sterowanie obciążeniem elektromagnetycznym;

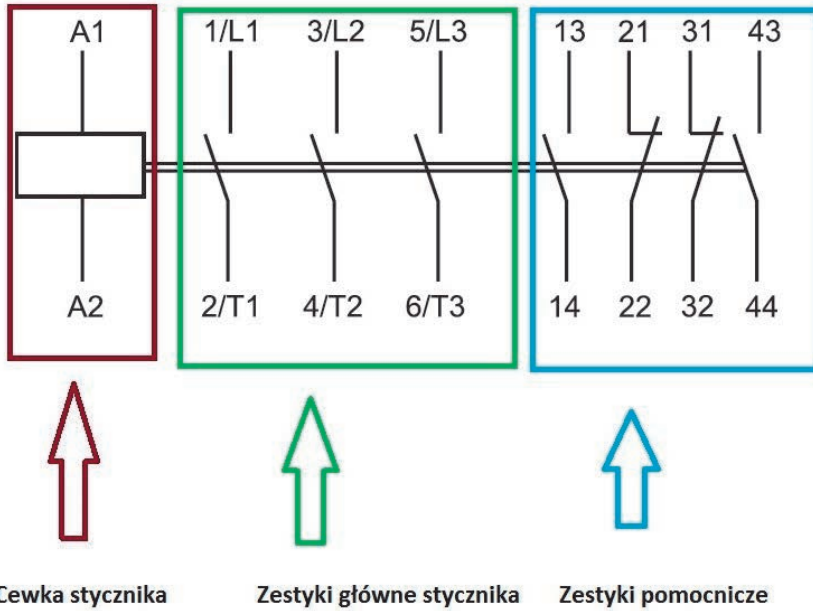
DC-14 — sterowanie obciążeniem elektromagnetycznym z rezystorami ograniczającymi w obwodzie głównym.

Właściwe odczytywanie schematów elektrycznych wymaga znajomości oznaczeń zacisków styczników.

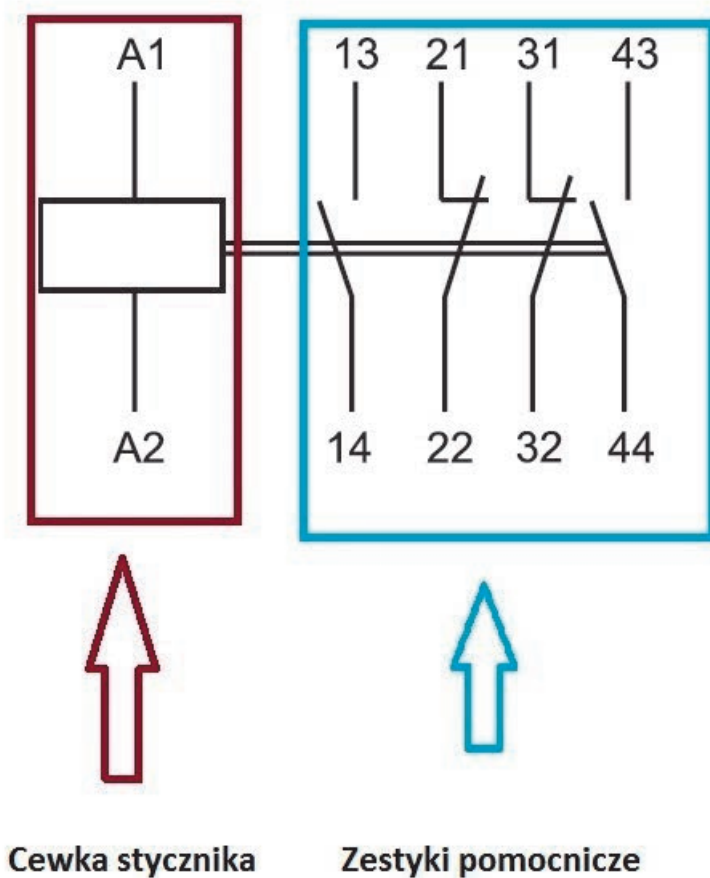
Oznaczenia zacisków styczników:

- cewka stycznika: *A1-A2* (w przypadku cewek stycznika zasilanych napięciem przemiennym do zacisku *A1* dołącza się przewód fazowy, a do zacisku *A2* przewód neutralny, natomiast w przypadku cewki stycznika zasilanej napięciem stałym do zacisku *A1* dołącza się biegun dodatni napięcia zasilania, a do zacisku *A2* biegun ujemny);
- styki główne: *1/L1-2/T1, 3/L2-4/T2, 5/L3-6/T3* (numery nieparzyste odpowiadają stronie zasilania, a numery parzyste stronie obciążenia);
- styki pomocnicze: oznaczenia dwucyfrowe, w których pierwsza cyfra jest numerem kolejnego zestyku, a druga określa rodzaj zestyku (*1-2* zestyk *NC*, *3-4* zestyk *NO*).

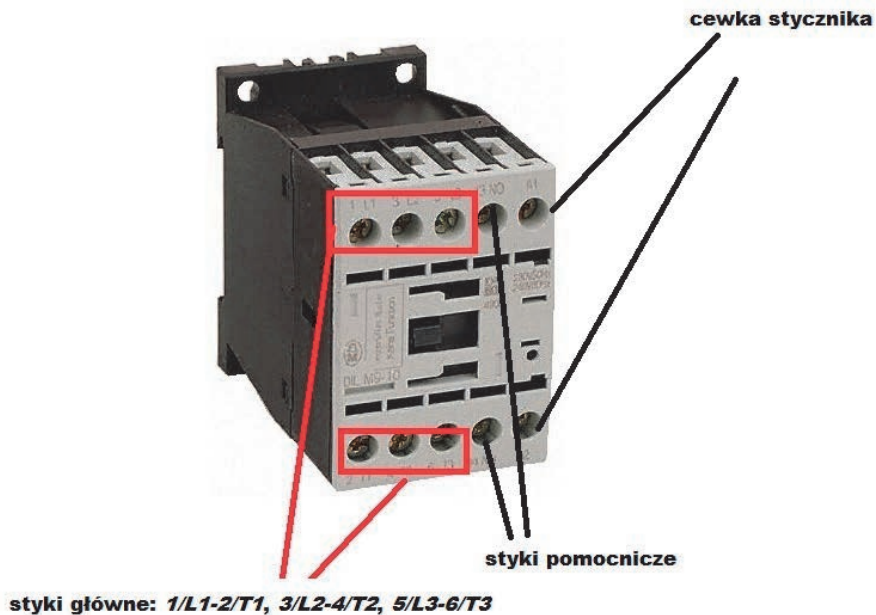
APARATURA ELEKTRYCZNA STOSOWANA W STYKOWYCH UKŁADACH STEROWANIA



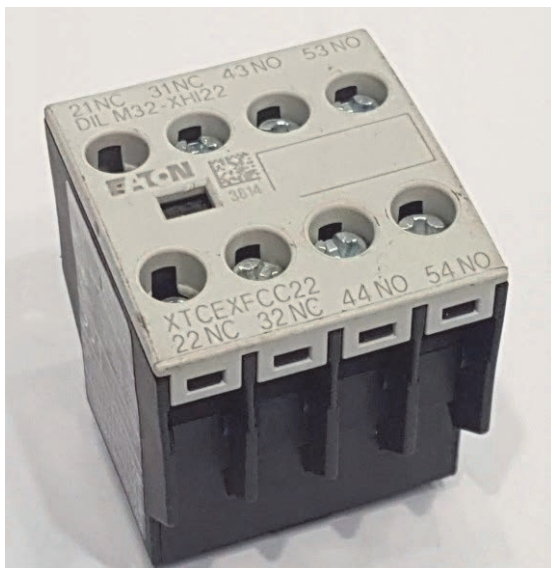
Rysunek 1.2. Przykładowe oznaczenia stycznika głównego



Rysunek 1.3. Przykładowe oznaczenia stycznika pomocniczego



Rysunek 1.4. Przykładowy stycznik główny



Rysunek 1.5. Styki pomocnicze 2 NC i 2 NO

Przełączniki

Przełączniki są wykorzystywane do wykonywania czynności łączeniowych w obwodach sterowania, więc nie są przystosowane do przewodzenia zbyt dużych prądów. Oznaczenia ich zacisków są często zróżnicowane i zależą od producenta, liczby zestyków oraz typu przełącznika i pełnionych przez niego funkcji. Obecnie, ze względu na zastosowanie i budowę, wyróżnia się kilka rodzajów tych urządzeń:

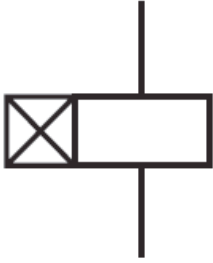



- **Przełącznik elektromagnetyczny** — zbudowany jest podobnie jak stycznik elektromagnetyczny. Różnica pomiędzy tymi podzespołami wynika z ich zastosowania. Doprowadzenie napięcia do cewki przełącznika powoduje wytworzenie pola magnetycznego w rdzeniu i przyciągnięcie zwory ruchomej. Następuje wówczas zmiana położenia styków ruchomych. Po zaniku napięcia zwora ruchoma powraca do położenia w stanie beznapięciowym pod wpływem sprężyny zwrotnej. Zakres zastosowania przełączników elektromagnetycznych określają jego parametry znamionowe umieszczane przez producentów w katalogach. Najważniejsze parametry przełączników to: napięcie znamionowe cewki, rezystancja cewki, prąd znamionowy ciągły styków.
- **Przełącznik cieplny** — wykorzystuje zjawisko rozszerzalności cieplnej metali. Podstawowym elementem przełącznika cieplnego jest element bimetalowy. Bimetal to element złożony z trwale połączonych dwóch warstw metali lub stopów o różnych właściwościach. Element bimetalowy przełącznika jest nagrzewany bezpośrednio w wyniku przepływu prądu elektrycznego przez element grzejny. Wskutek wzrostu temperatury następuje wygięcie bimetalu w stronę warstwy biernej i w konsekwencji przełączenie styków przełącznika.
- **Przełącznik kontaktronowy** — działa pod wpływem przyłożonego z zewnątrz pola magnetycznego zamykającego jego styki. Są one umieszczone w szczelnej obudowie wypełnionej gazem obojętnym, co zapobiega ich korozji i wypalaniu.
- **Przełącznik półprzewodnikowy SSR** (ang. *Solid State Relay*) — jest zbudowany wyłącznie z elementów elektronicznych. Zalety przełączników półprzewodnikowych w porównaniu z przełącznikami elektromagnetycznymi to: brak elementów ruchomych, duża trwałość, brak łuku elektrycznego, brak drgania styków, odporność na wstrząsy

i wibracje, kompatybilność logiczna z układami mikroprocesorowymi. Należy jednak pamiętać również o ich wadach, do których zalicza się spadek napięcia na złączu półprzewodnikowym oraz wrażliwość na przepięcia i konieczne zastosowanie ochrony, np. warystorami.

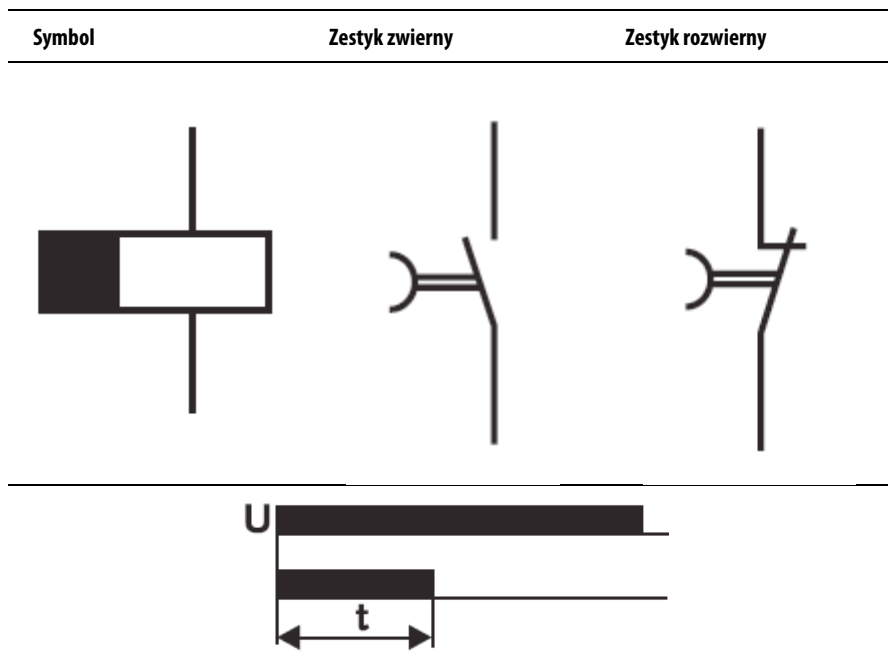
Osobną grupę przekaźników stanowią **przekaźniki czasowe**. Obecnie są to przekaźniki oparte na układach elektronicznych, często wykorzystuje się w nich technikę mikroprocesorową. Przekaźniki czasowe służą do realizowania funkcji czasowych w układach stykowo-przekaźnikowych. Zwykle umożliwiają nastawianie trzech parametrów: realizowanej funkcji, podstawy czasowej i odmierzanego czasu.

Ich podstawowe funkcje to:

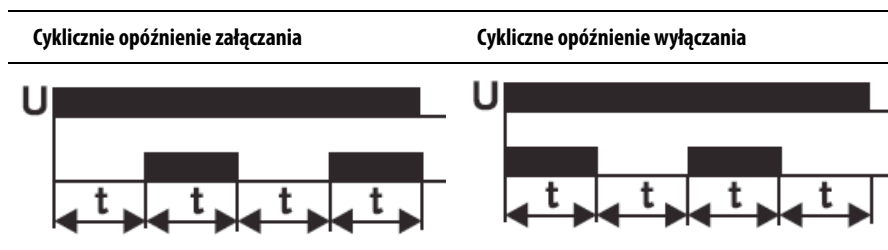
- **Opóźnione załączenie** — po podaniu napięcia zasilającego U jest odmierzany nastawiony czas. Gdy upływie zadany czas, przekaźnik wyjściowy włączy się i pozostanie w tym stanie aż do wyłączenia napięcia zasilającego.

Symbol	Zestyk zwierny	Zestyk rozwierny
		
		

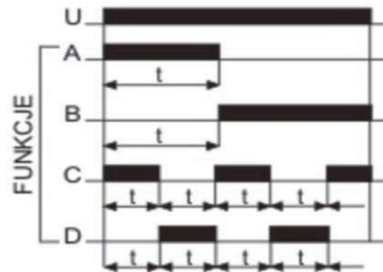
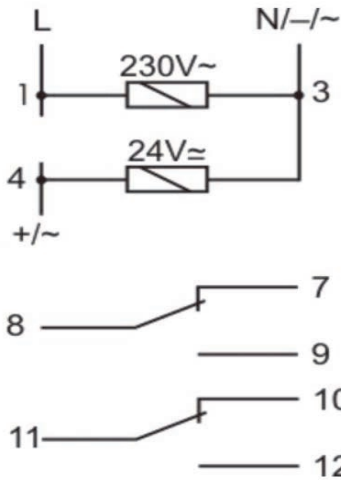
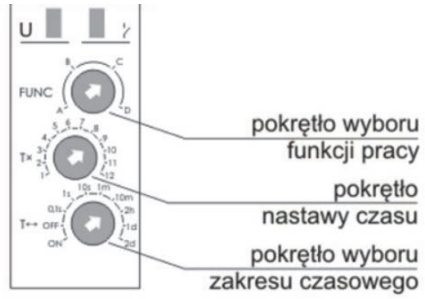
- **Opóźnione wyłączenie** — po podaniu napięcia zasilającego U przekaźnik wyjściowy zostaje włączony. Równocześnie rozpoczyna się odmierzenie nastawionego czasu. Po upływie zadanego czasu przekaźnik wyjściowy się wyłączy. Wyłączenie napięcia zasilającego podczas pracy przekaźnika powoduje również wyłączenie przekaźnika wyjściowego.



- **Cykliczne przełączanie** — przekaźnik wyjściowy w zależności od realizowanej funkcji powoduje cykliczną pracę z opóźnionym załączeniem lub wyłączeniem.



APARATURA ELEKTRYCZNA STOSOWANA W STYKOWYCH UKŁADACH STEROWANIA



Rysunek 1.5. Przykładowy przekaźnik czasowy i jego funkcje

PROGRAM PARTNERSKI

— GRUPY HELION —



1. ZAREJESTRUJ SIĘ
2. PREZENTUJ KSIĄŻKI
3. ZBIERAJ PROWIZJĘ

Zmień swoją stronę WWW w działający bankomat!

Dowiedz się więcej i dołącz już dzisiaj!

<http://program-partnerski.helion.pl>

GRUPA
Helion

Oto drugie, uzupełnione wydanie znakomitego przewodnika po stykowym elektrycznym sterowaniu, czyli celowym oddziaływaniu sygnałów wejściowych na wyjścia zgodnie z odpowiednimi algorytmami sterowania. Omawia proces, jaki zachodzi w układach stykowo-przełącznikowych, stanowi też poradnik montażu własnych układów. Zawiera wiedzę z zakresu projektowania, montażu i uruchamiania układów stykowo-przełącznikowych, a także zasad ich działania i sterowania nimi. Pozwala też szczegółowo poznać działanie układu po podłączeniu zasilania i uruchomieniu poszczególnych elementów układu.

Opanowaniu tych zagadnień sprzyja innowacyjny, przejrzysty sposób analizy działania układów sterowania. Rozwijając umiejętności pomaga również zbiór przykładowych stykowych elektrycznych układów sterowania, które można zmontować samodzielnie. To doskonały poradnik dla osób, które chcą się nauczyć podstaw projektowania i analizy działania zmontowanego stykowego układu sterowania elektrycznego. Adresowany jest przede wszystkim do uczniów i studentów kształcących się w zawodach z branż: elektrycznej, mechatronicznej i automatycznej, rozpoczynających przygodę z projektowaniem i montowaniem elektrycznych stykowych układów sterowania. Może stanowić uzupełnienie wiedzy zdobywanej w technikum w ramach kwalifikacji: technik elektryk, technik mechatronik i technik automatyk.

Dr inż. Witold Krieser — nauczyciel akademicki, trener oświaty i nauczyciel przedmiotów zawodowych w branży elektryczno-mechatronicznej, egzaminator OKE. Pasjonat automatyki i robotyki, a także robotyki edukacyjnej. Autor wielu publikacji technicznych i podręczników do mechatroniki. Pomysłodawca trendu roboinformatyki, właściciel szkółki projektowania i programowania robotów ROBOBOBO. Zajmuje się również zagadnieniami automatyzacji i robotyzacji procesów produkcyjnych, opartych na automatyce i robotyce przemysłowej oraz mechatronice.

Helion 



helion.pl



HELION SA
ul. Kościuszki 1c
44-100 Gliwice
tel.: 32 230 98 63
helion@helion.pl

KOD KORZYŚCI
Sięgnij po więcej! ▶



ISBN 978-83-8322-853-2



Cena: 49,90 zł