

Jerzy MIKULSKI
Michał PAWLICKI

MIKROPROCESOROWE STEROWANIE NAPĘDAMI ZWROTNICOWYMI

Streszczenie. W artykule przedstawiono obwód zwrotnicowy zrealizowany na podstawie sterownika PLC. Rozwiązanie tego typu zostało zaproponowane w celu wykorzystania w modernizowanych obwodach zwrotnicowych. Wypełnia ono lukę na rynku urządzeń sterowania między układami stosowanymi w systemach komputerowych lub hybrydowych a klasycznymi obwodami przekaźnikowymi.

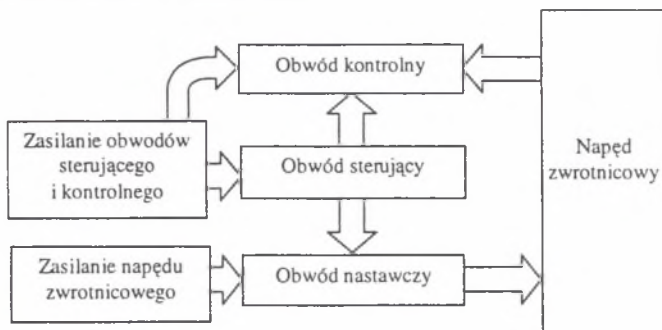
MICROPROCESSOR CONTROL OF SWITCH POINTS DRIVES

Summary. The paper presents a switch points circuit designed on the basis of a PLC controller. This type of solution was proposed to be applied in modernised points drives. This solutions fills in the gap on the market of control equipment, that exist between the system used in microprocessor or hybrid circuits and the conventional relay-based ones.

Niniejsza publikacja jest kolejną z cyklu zastosowań sterowników PLC w sterowaniu ruchem kolejowym. W [1] opisano rozwiązanie półsamoczynnej blokady liniowej. Obecnie przedstawiana koncepcja zastosowania sterowników PLC powstała podczas analizowania modernizacji istniejących obwodów zwrotnicowych, wykonanych w technice przekaźnikowej – z indukcyjnymi przekaźnikami kontrolnymi, na układy przekaźnikowe nowszego typu – z przekaźnikami kontrolnymi prądu stałego. Przedmiotem tej analizy była liczba roboczogodzin, ilość oraz cena materiałów potrzebnych do przeprowadzenia remontu układów. Proponowany układ sterowania, w przeciwieństwie do przekaźnikowego, nie wymaga wielu prac przy montażu w miejscu docelowej instalacji. Moduł sterujący zwrotnicy można przygotować w zakładzie produkcyjnym. Układ ten łatwo sprzęga się z istniejącymi obwodami przekaźnikowymi oraz z systemem zasilania za pośrednictwem listw zaciskowych modułu. Oferta wypełnia lukę na rynku urządzeń, która istnieje pomiędzy systemami mikroprocesorowymi i hybrydowymi, wykonywanymi w całości przez producenta („pod klucz”), a klasycznymi układami przekaźnikowymi montowanymi indywidualnie w terenie, w miejscu projektowanej eksploatacji.

W skład wersji przeznaczony dla kolei przemysłowych i piaszkowych wchodzi jeden sterownik PLC z dualnym oprogramowaniem i interfejs przekaźnikowy. W przypadku propozycji adresowanej dla PKP są przewidziane dwa sterowniki PLC, zapewniające dwukanałowe przetwarzanie informacji.

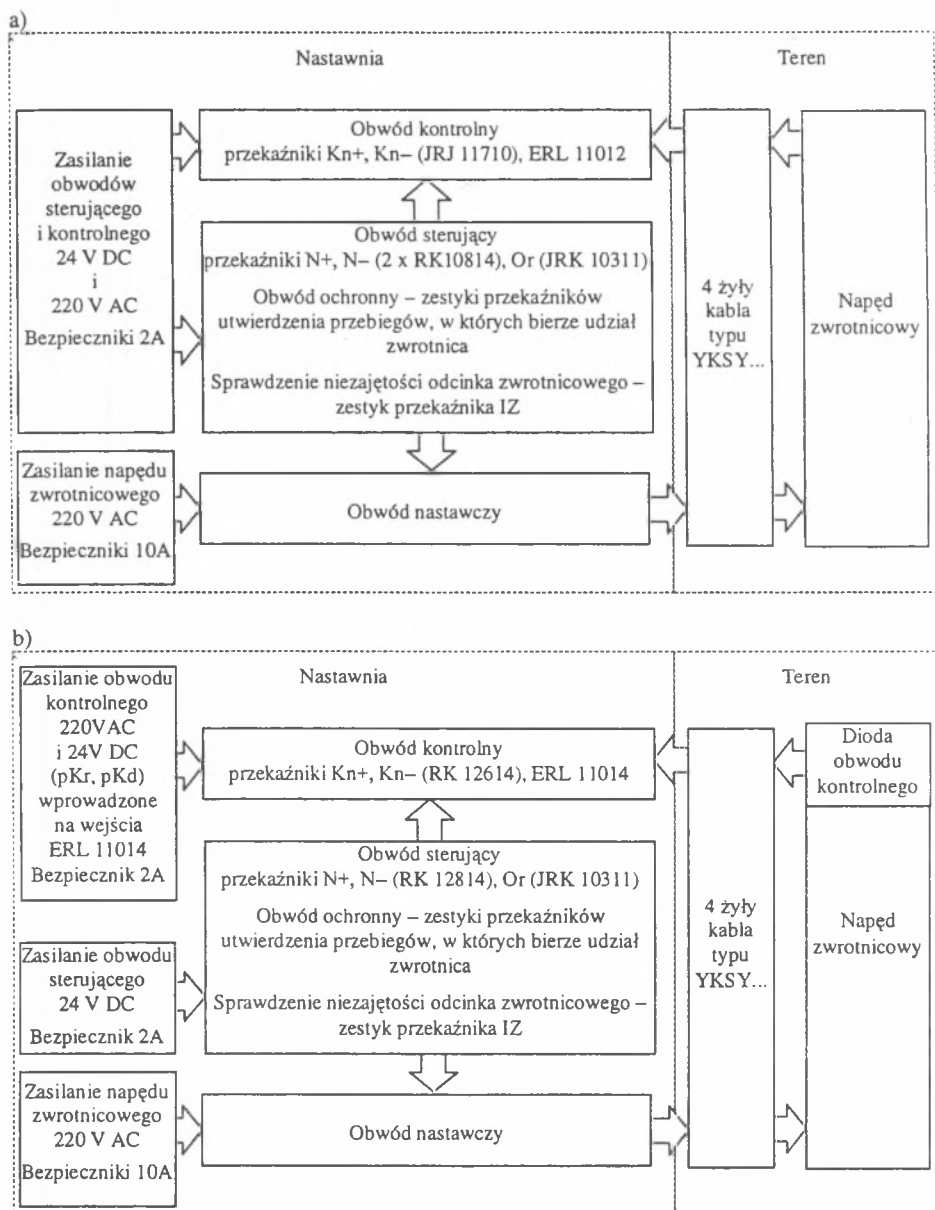
Na początku zostanie przedstawiony krótki opis działania układu zwrotnicowego (rys. 1) [2]. Wyróżnia się trzy obwody: sterujący, nastawczy i kontrolny. Dyżurny ruchu lub nastawczy wydając polecenie przestawienia zwrotnicy poprzez naciśnięcie (lub wyciągnięcie) przycisku zwrotnicowego, powoduje rozpoczęcie pracy obwodu sterującego. Kolejno odzwbudzany jest przekaźnik nastawczy dla położenia, w którym zwrotnica się znajduje (zostaje przerwany obwód kontrolny), wzbudza się przekaźnik ochronny, wzbudza się przekaźnik nastawczy dla docelowego położenia zwrotnicy. Następnie zaczyna się działanie obwodu nastawczego. Po osiągnięciu przez zwrotnicę końcowego położenia przełączają się zestyki w napędzie i zostaje przerwany obwód nastawczy, w wyniku czego odzwbudza się przekaźnik ochronny i włącza się obwód kontrolny dla aktualnego położenia zwrotnicy. Układ, poprzez włączenie do obwodu sterującego zestyków przekaźników utwierdzenia przebiegów, w których zwrotnica „bierze” udział oraz kontroli niezajętości odcinka zwrotnicowego (izolowanego lub bezziączowego), sprawdza przy każdej próbie przestawienia zwrotnicy, czy nie jest ona utwierdzona w przebiegu oraz czy nie jest zajęta przez tabor. W szczególnym przypadku, gdy wykazywana jest zajętość zwrotnicy, pomimo że nie ma na niej taboru, może zostać użyty przycisk izolacji zwrotnicowej IZ równocześnie z przyciskiem zwrotnicowym. Na pulpicie obsługi znajduje się również przycisk Kr, który służy do anulowania sygnalizacji rozprucia zwrotnicy po stwierdzeniu, że zwrotnica ta nie jest uszkodzona i doprowadzeniu, za pomocą przycisku zwrotnicowego, do zgodności między stanem zwrotnicy pamiętanym przez układ a rzeczywistym jej położeniem.



Rys. 1. Ogólny schemat blokowy układu sterowania zwrotnicą
Fig. 1. General flow diagram for a switch control system

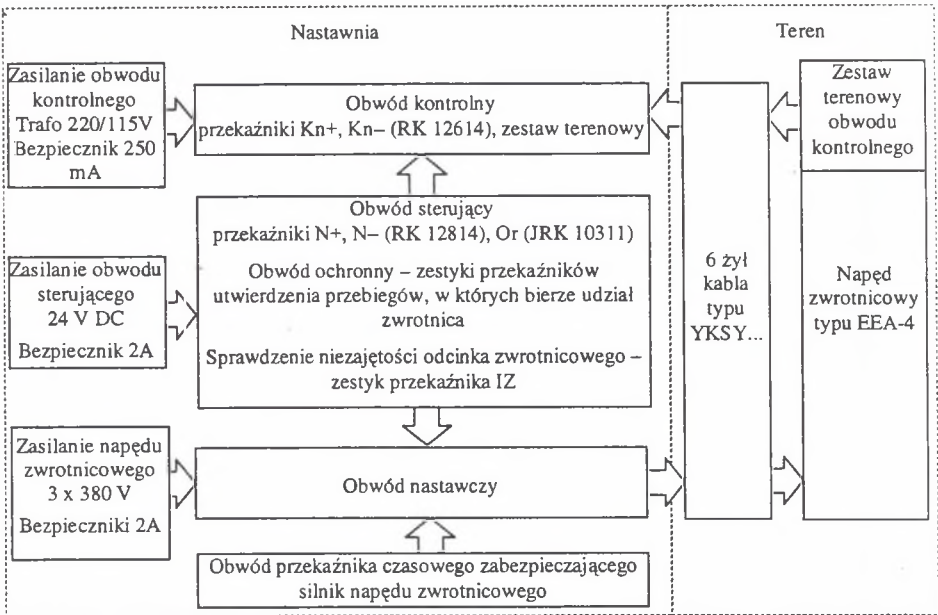
W pracy zostaną przedstawione dwa rozwiązania: jedno z silnikiem jednofazowym – napęd zwrotnicowy typu JEA-29 (rys. 2), a drugie z silnikiem trójfazowym – napęd zwrotnicowy typu EEA-4 (rys. 3). W pierwszym przypadku napęd z przekaźnikownią jest połączony czterema, a w drugim przypadku z sześcioma żyłami kablowymi. Ponadto w układzie trójfazowym za napędem umieszcza się zestaw terenowy, który zamienia parametry prądu kontrolnego z około 115V prądu przemiennego na około 30V prądu stałego [3]. W skład układu jednofazowego wchodzi przekaźniki prądu stałego: nastawczy RK12814, kontrolny RK12614, ochronny JRK 10311 oraz zestaw ERL 11014, zasilający obwód kontrolny i zawierający w sobie przekaźniki kontroli rozprucia i kontroli doziemienia – do ciągłej kontroli izolacji kabla łączącego przekaźnikownię z napędem zwrotnicowym. W napędzie montuje się diody prostownicze BYP 401/600 prostujące jednopółkowo prąd kontrolny.

Wymienione przekaźniki zastępują stosowane w starszych rozwiązaniach indukcyjne przekaźniki kontrolne JRJ 11710 oraz zestawy ERL 11012 [4, 5]. W praktyce pracuje jeszcze dużo obwodów z przekaźnikami JRJ, szczególnie biorąc pod uwagę, oprócz PKP, koleje przemysłowe i piaskowe.



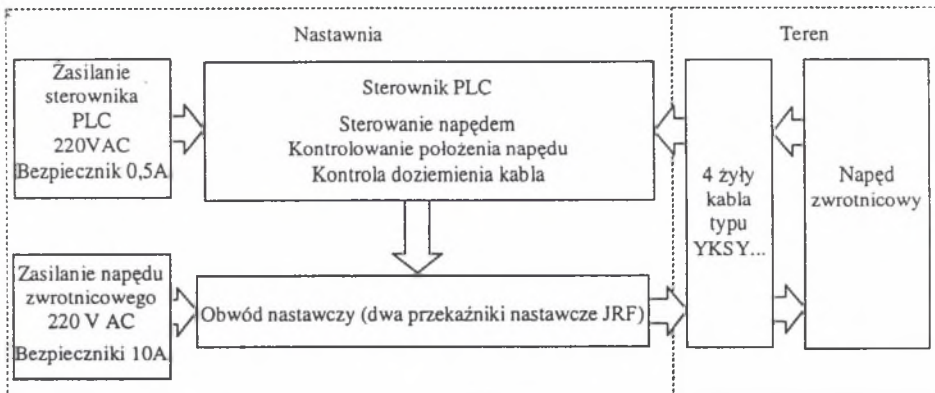
Rys. 2. Schemat blokowy jednofazowego układu zwrotnicowego z przekaźnikami a) JRJ 11710, b) RK 12...

Fig. 2. Block Diagram of a one-phase switch points system with relays a) JRJ 11710, b) RK 12...

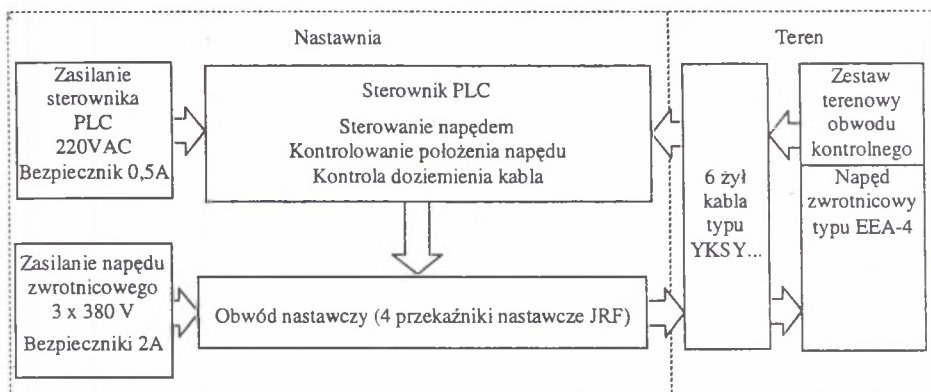


Rys. 3. Schemat blokowy trójfazowego przekaźnikowego układu zwrotnicowego
 Fig. 3. Block Diagram of a three-phase relay-based switch points system

Zgodnie z instrukcją E28, §11, tablica 1, punkt 4.3. [6] urządzenia wewnętrzne (elektryczne przekaźnikowe) powinny być remontowane co 20 lat. Często przed upływem terminu kolejnego remontu podejmuje się decyzję o wykonaniu inwestycji ulepszeniowej. W tym przypadku jest to przedstawiona na wstępie modernizacja układu, polegająca na zastąpieniu istniejących przekaźników JRJ oraz zestawu ERL przekaźnikami RK 12 i nowym typem zestawu ERL. Ponieważ koszty materiałów stale rosną, bowiem przekaźniki wspomnianych typów produkuje się tylko jako części zamienne, zaproponowane będzie rozwiązanie ze sterownikiem PLC (rys.4 i 5), które jest równie funkcjonalne, natomiast tańsze w wykonaniu.



Rys. 4. Schemat blokowy mikroprocesorowego jednofazowego układu zwrotnicowego
 Fig. 4. Block Diagram of a microprocessor-based one-phase switch points system

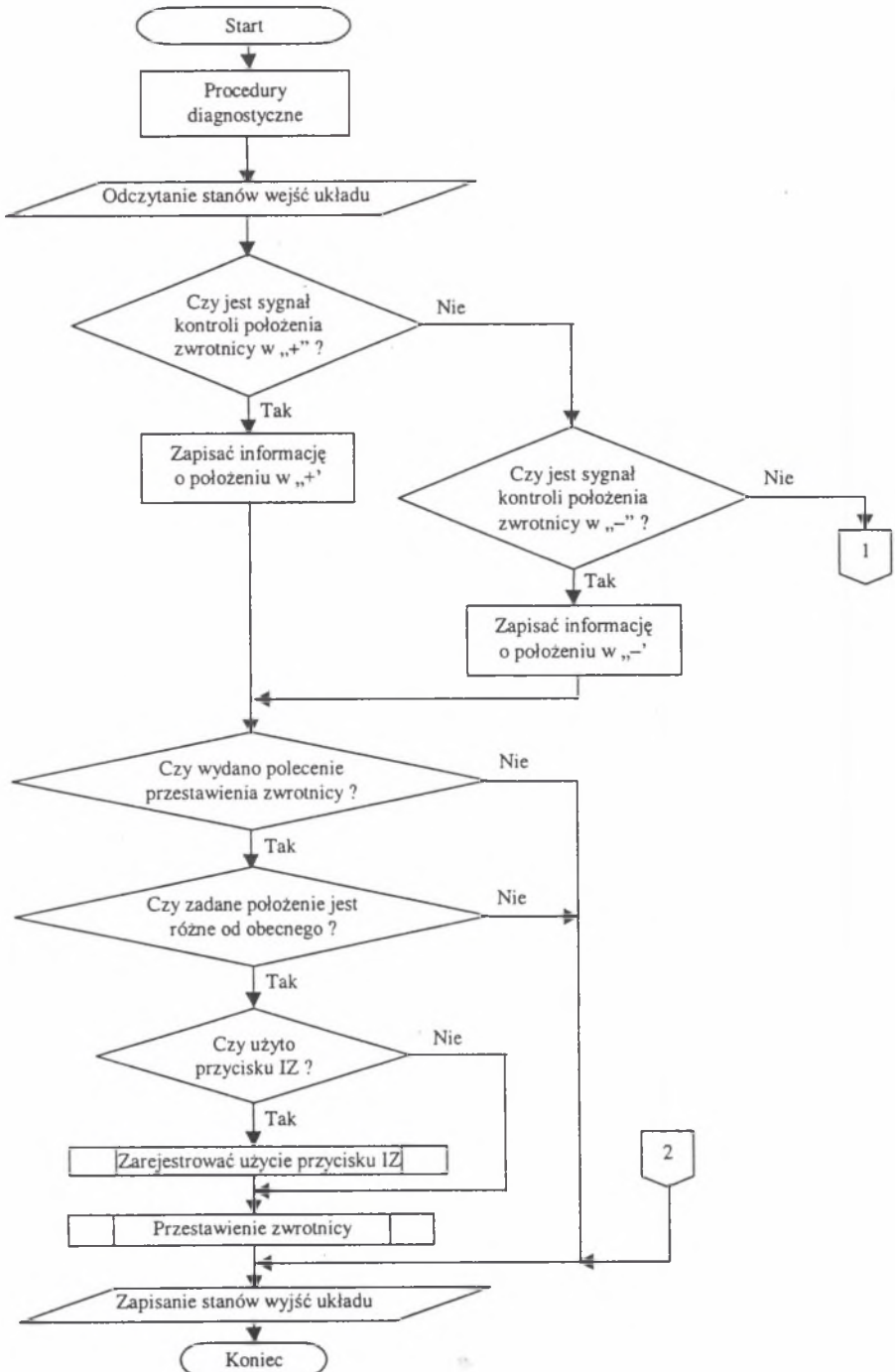


Rys. 5. Schemat blokowy mikroprocesorowego trójfazowego układu zwrótnicowego

Fig. 5. Block Diagram of a microprocessor-based three-phase switch points system

Praca programowanego sterownika logicznego PLC jest cykliczna: odczytywanie wejść, wykonywanie programu zależnościowego, wykonywanie funkcji diagnostycznych, sterownie wyjściami [7, 8, 9]. Na rys. 6. przedstawiono podstawową część algorytmu działania układu. W czasie każdego cyklu muszą być wykonywane procedury diagnostyczne pamięci i procesora. Następnie odczytywane są stany wejść układu. Kolejno uruchamiany jest główny program zależnościowy. W programie tym na początku sprawdza się położenie zwrótnicy poprzez analizę informacji o sygnałach kontrolnych. Gdy są sygnały kontrolne, program sprawdza, czy wydano polecenie przestawienia zwrótnicy. W przypadku, gdy nie wydano, zostają zapisane stany wyjść i następuje koniec cyklu. Natomiast gdy polecenie przestawienia zostało wydane, następuje sprawdzenie czy zadane położenie jest różne od obecnego. W przypadku gdy jest zgodne, program przechodzi do końca cyklu, ponieważ zwrótnica nie musi być przestawiana. W przeciwnej sytuacji sprawdzone zostaje użycie przycisku IZ, którym dyżurny ruchu boczkuje zestyk przekaźnika kontroli niezajętości odcinka zwrótnicowego. W przypadku normalnej obsługi urządzeń, gdy przycisk IZ nie został użyty, następuje wydanie polecenia przestawienia zwrótnicy i koniec cyklu. Użycie przycisku IZ powoduje zarejestrowanie tego faktu zgodnie z wymaganiami kolejowymi. Na rys. 7 jest przedstawiony algorytm pracy w sytuacji braku kontroli położenia zwrótnicy. Sprawdza się wtedy, w jakim położeniu znajdowała się ona w poprzednim cyklu działania urządzeń. Odbyna się to poprzez zmienną wewnętrzną *stan*. Przez pojęcie *stan* należy rozumieć położenie, w jakim znajdowała się zwrótnica, czyli plusowe lub minusowe, ewentualnie rozprucie zwrótnicy lub położenie pośrednie. Sprawdzenie wymienionej zmiennej wewnętrznej, łącznie z kontrolą wartości prądu kontrolnego lub stanu zestyków napędu, ma na celu stwierdzenie czy brak kontroli wystąpił na skutek rozprucia zwrótnicy, czy na skutek pośredniego położenia zwrótnicy. W przypadku stwierdzenia rozprucia jest to sygnalizowane operatorowi (dyżurnemu ruchu, nastawniczemu) i po procedurze zgodnej z przepisami może nastąpić anulowanie tego stanu. W przypadku braku kontroli obsługujący urządzenia nie ma informacji o położeniu zwrótnicy i nie może jej zdalnie przestawiać.

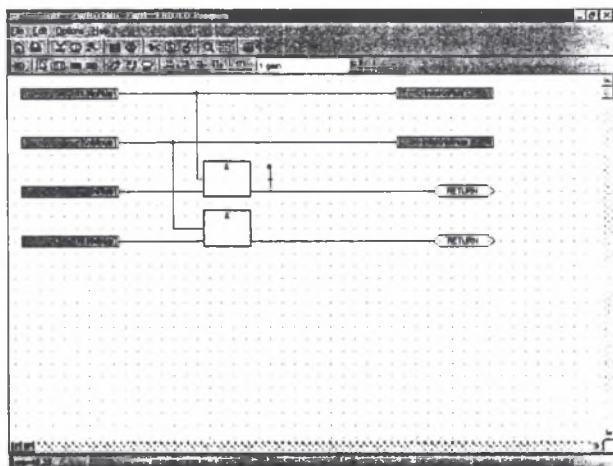
Do pamięci sterownika wprowadza się dwa programy - A i B. Zgodnie z normami [10, 11] muszą je pisać różni programiści. Wyniki tych programów są porównywane i w przypadku zgodności uzyskanych wyników jest wydawane polecenie nastawcze. W dalszej części pracy przedstawimy fragmenty programu A napisane za pomocą języków graficznych: FBD (Function Block Diagram – rys. 8) oraz LD (Ladder Diagram). Są one bardzo popularne, szczególnie LD, ze względu na swoje podobieństwo do struktury obwodów przełącznikowych.



Rys. 6. Algorytm działania mikroprocesorowego układu sterowania zwrotnicą – część podstawowa
 Fig. 6. Algorithm of operation of a microprocessor-based switch points control system – basic part



Rys. 7. Algorytm działania mikroprocesorowego układu sterowania zwrotnicą dla sytuacji awaryjnych
Fig. 7. Algorithm of operation of a microprocessor-based switch points control system – emergency situations – lack of points position control, points splitting



Rys. 8. Widok ekranu z fragmentem programu w języku FBD
Fig. 8. Screen of the FBD

Literatura

1. Mikulski J., Pawlicki M.: Model pólsamoczynnej blokady liniowej dla potrzeb zastosowania sterowników mikroprocesorowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. 121 + 128, z. 30, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1998.
2. Zajączkowski J., Kalicińska K., Olendrzyński W.: Elektryczne urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego - urządzenia stacyjne. WKiŁ, Warszawa 1976.
3. Mościcki Z.: Trójfazowy zwrotnicowy układ nastawczy. Automatyka Kolejowa, Nr 8/1987, s.169-172.
4. Kempny J.: Przebudowa układu zwrotnicowego jednofazowego z przekaźnikami JRJ. Automatyka Kolejowa, Nr 7/1990, s. 125-127.
5. Kempny J., Roszkowski E.: Zmodernizowany jednofazowy układ nastawczy zwrotnic. Automatyka Kolejowa, Nr 2/1988, s. 29-31.
6. Instrukcja o planowych remontach kapitalnych i inwestycjach ulepszeniowych urządzeń sterowania ruchem i telekomunikacji kolejowej w Przedsiębiorstwie Państwowym PKP. Dyrekcja Generalna PKP, Warszawa 1996.
7. Wprowadzenie do obsługi i programowania sterowników serii 90-30 firmy GE FANUC. AB-MICRO S.C., Warszawa 1994.
8. Automation System Product Range. Bernecker & Rainer, Eggelsberg 1992.
9. Kasprzyk J., Hajda J.: Programowanie sterowników PLC. Wydawnictwo Pracowni Komputerowej Jacka Skalmierskiego, Gliwice 1998.
10. prEn 50128, Railway Applications: Software for railway control and protection systems. June 1997.
11. Wymagania bezpieczeństwa dla urządzeń sterowania ruchem kolejowym. Zakład Sterowania Ruchem i Zasilania CNTK, Temat nr 1060/23, kwiecień 1997.

Recenzent: Doc.dr inż. Zbigniew Ginalski

Wpłynęło do Redakcji 15.10.1999 r.

Abstract

The paper presents a switch points circuit designed on the basis of a PLC controller. This type of solution was proposed to be applied in modernised points drives. This solutions fills in the gap on the market of control equipment, that exist between the system used in microprocessor or hybrid circuits and the conventional relay-based ones. The versions designed for industrial and sand railways include one PLC controller with a dual software and a relay interface to couple the system with relay equipment. In the case of proposal addressed to PKP there included two PLC controllers ensuring two-channel data processing.

Two program routines, A and B are introduced into the computer's memory. According to the rules, they should be written by two programmers separately. Results yielded by these programs are compared and when they match, the setting order is issued. Further on in the paper there will be presented fragments of A program (written in graphic languages, FBD (Function Block Diagram) and LD (Lader Diagram). They are very popular because of their similarity to the relay circuit structures.