ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 1998
Seria: TRANSPORT z. 30 Nr kol. 1384

Jerzy MIKULSKI
Michał PAWLICKI

MODEL PÓŁSAMOCZYNNEJ BLOKADY LINIOWEJ DLA POTRZEB ZASTOSOWANIA STEROWNIKÓW MIKROPROCESOROWYCH

Streszczenie. Ostatnio do sterowania stosowane są coraz powszechniej sterowniki mikroprocesorowe, które wraz z układem czujników i ewentualną siecią przemysłową zapewniają obsługę procesów. Rozwiązania tego typu są stosowane również w systemach związanych z organizacją, informacją i sterowaniem w ruchu kolejowym. W artykule zostanie przedstawiony model, który posłuży do realizacji zależności w części sterownikowej półsamoczynnej blokady liniowej.

MODEL OF A SEMI-AUTOMATIC LINE BLOCK FOR THE PURPOSE OF APPLICATION OF MICRO-PROCESSOR CONTROLLERS

Summary. Lately the microprocessor controllers are more and more widely used for control. Together with a network of detectors and sometimes with an industrial network they ensure process control. Such solutions are applied also for the organization, information and control of railway traffic systems. The parer presents a model that will serve to carry out interlocks in the controller part of a semi-automatic line block.

Ostatnio do sterowania stosowane są coraz powszechniej sterowniki mikroprocesorowe, które wraz z układem czujników i ewentualną siecią przemysłową (np. typu CANBUS lub PROFIBUS) zapewniają obsługę procesów. Rozwiązania tego typu są stosowane również w systemach związanych z organizacją, informacją i sterowaniem w ruchu kolejowym. W warunkach PKP są już eksploatowane: komputerowy system stacyjnych urządzeń srk typu Ebilock 850, elektroniczna samoczynna blokada liniowa typu FELB, samoczynna sygnalizacja przejazdowa typu SPA-4.

Przepisy dotyczące bezpieczeństwa ruchu kolejowego nakładają bardzo ostre warunki na urządzenia realizujące najważniejsze zależności, np. uzależnienie wyświetlenia sygnału zezwalającego na semaforze od stanu zwrotnic, zajętości torów, blokad liniowych, urządzeń rogatkowych itp.. Proponowane nowe rozwiązania, które realizują zależności w części sterownikowej, muszą być poddane bardzo ostrym wymaganiom bezpieczeństwa. Czasochłonny proces badań dopuszczających do ruchu oraz koszty, jakie się z nimi wiążą, powodują, że niezbyt często pojawiają się nowe propozycje, poza dużymi producentami. Rozpowszechniają się natomiast systemy hybrydowe, w których najważniejsze zależności

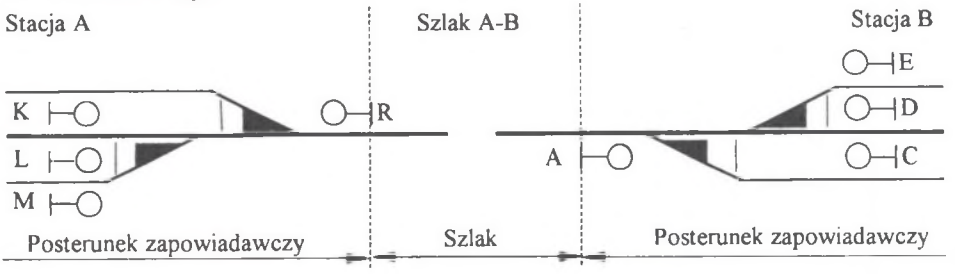
są realizowane w części przekaźnikowej, natomiast wybieranie i odwzorowanie w części komputerowej.

W artykule zostanie przedstawiony model, który posłuży do realizacji zależności w części sterownikowej półsamoczynnej blokady liniowej.

Półsamoczynna blokada liniowa zapewnia bezpieczeństwo ruchu pociągów na szlaku. Dotychczas produkowano blokady elektromechaniczne i przekaźnikowe. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, niezależnie od techniki wykonania, każda blokada liniowa półsamoczynna powinna zapewniać:

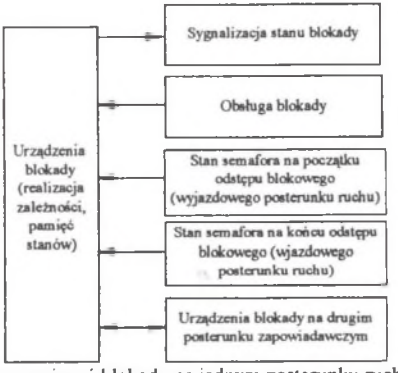
- możliwość podania sygnału zezwalającego na semaforze ustawionym na początku odstępu blokowego tylko jeden raz i dopiero po zwolnieniu tego odstępu przez pociąg oraz po osłonięciu tego pociągu sygnałem zabraniającym jazdy na semaforze na końcu odstępu blokowego, co jest potwierdzane przez personel obsługi lub przez urządzenia do układowej kontroli niezajętości toru szlakowego,
- możliwość włączenia kierunku lub jego zmiany dopiero po stwierdzeniu, że na semaforach stojących na początku odstępu blokowego - po jego zwolnieniu przez pociąg i stwierdzeniu, że szlak jest wolny - nie jest i nie był podany sygnał zezwalający na wyjazd pociągu,
- uniemożliwienie podania sygnału zezwalającego na semaforze wyjazdowym na początku odstępu blokowego, w przypadku gdy blokada jest włączona dla kierunku przeciwnego.

Przeanalizowany zostanie przypadek, gdy blokada jest pomiędzy dwoma posterunkami zapowiadawczymi (rys. 1). W rozpatrywanym zadaniu będzie brana pod uwagę blokada ze stanem neutralnym.



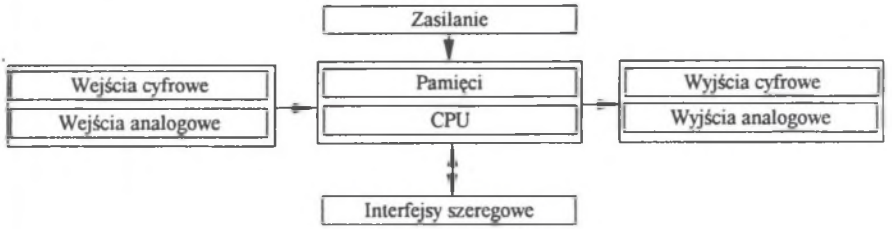
Rys. 1. Plan schematyczny szlaku A-B z przyległymi stacjami A i B
Fig. 1. Schematic layout of the line A-B with adjacent stations A and B

Ogólny schemat blokowy urządzeń blokady na jednym posterunku ruchu przedstawia rys. 2.

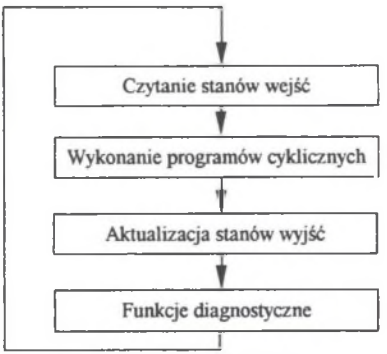


Rys. 2. Schemat blokowy powiązań blokady na jednym posterunku ruchu
Fig. 2. Block scheme conections of block on operating control point

Do realizacji modelowego układu wykorzystany zostanie sterownik PLC (Programmable Logic Controller - Programowany Sterownik Logiczny), którego ogólny schemat przedstawiono na rysunku 3. Sterownik mikroprocesorowy pracuje w cyklach. Obieg informacji w poszczególnych cyklach przedstawiony jest na rys. 4.



Rys. 3. Ogólny schemat sterownika PLC
Fig. 3. General scheme Programmable Logic Controler



Rys. 4. Cykl pracy sterownika
Fig. 4. Cycle program procesing

Pierwszym etapem tworzenia modelu półsamoczynnej blokady liniowej do zastosowania sterowników mikroprocesorowych jest wyróżnienie:
1) wejść,
2) stanów wewnętrznych,
3) wyjść.
W rozpatrywanym przypadku półsamoczynnej blokady liniowej wszystkie wejścia i wyjścia są sygnałami cyfrowymi (typu Boolean), przyjmującymi dwie wartości False lub True (0 lub 1). Jedną ze zmiennych wewnętrznych jest czas (typ Timer).

Poniżej przedstawiono listę zmiennych wejściowych, która obejmuje normalny proces działania, bez stanów awaryjnych:

- Wbl - sygnał włączenia blokady, który jest inicjowany przez pracownika,
- Poz - sygnał dania pozwolenia na ustawienie kierunku blokady,
- Kc - stan semafora na końcu posterunku blokowego (R w przypadku stacji A, lub A w przypadku stacji B - rys.1) - kontrola światła czerwonego,
- Kpz - stan semafora na końcu posterunku blokowego (R w przypadku stacji A, lub A w przypadku stacji B - rys.1) - kontrola świateł zezwalających,

- pS - stan przekaźników sygnałowych semaforów wyjazdowych (K,L,M - w przypadku stacji A; C,D,E w przypadku stacji B - rys. 1),
- Ko - sygnał inicjowany przez pracownika obsługi, który stwierdził, że pociąg przyjechał w całości (z sygnałami końcowymi),
- W_Z lub Iz_It - sygnały, które zawierają informację o umożliwieniu zwrotu pozwolenia,
- SKP - sygnał, który musi być podany, w przypadku gdy jest stosowany posterunek stwierdzenia końca pociągu,
- Ozl - otrzymanie zlecenia - dla przypadku, w którym dyżurny ruchu z nastawni dysponującej daje zlecenie na danie pozwolenia.

W przypadku uwzględniania w modelu sytuacji awaryjnych należy wprowadzić dodatkowo sygnały:

- dKo - doraźny końcowy - w przypadku gdy nie odbył się wjazd na sygnał zezwalający,
- dPo - doraźny początkowy - w przypadku gdy nie odbył się wyjazd na sygnał zezwalający,
- dSKP - doraźny stwierdzenia końca pociągu.

Zmienne wewnętrzne to:
- t - czas,
- Pwl - przeciwwtórność liniowa,
- oWbl - odwołanie włączenia blokady, w przypadku gdy zachodzi konieczność zmiany kierunku blokady bez przejazdu pociągu - sygnał uzależniony od ponownego użycia przycisku Wbl.

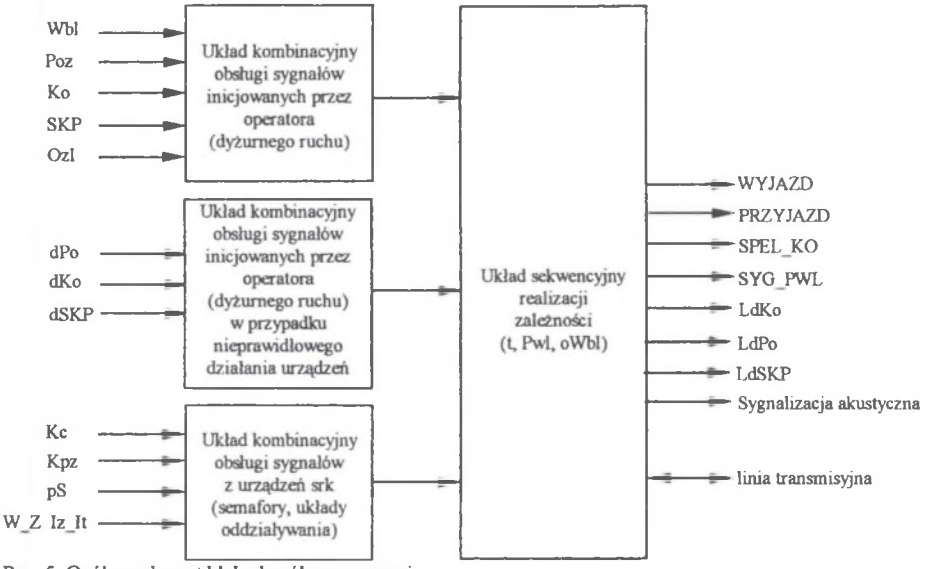
Zmienne wyjściowe:
- WYJAZD - sygnalizacja ustawienia kierunku "wyjazd",
- PRZYJAZD - sygnalizacja ustawienia kierunku "przyjazd",
- SPEL_KO - sygnalizacja spełnienia zależności w urządzeniach, które pozwalają na zwrot pozwolenia,
- SYG_PWL - sygnalizacja przeciwwtórności,
- LdKo - rejestracja użycia dKo (może być klasyczny licznik),
- LdPo - rejestracja użycia dPo (może być klasyczny licznik),
- LdSKP - rejestracja użycia SKP,
- Sygnalizacja akustyczna (dzwonek, ew. inne urządzenia).

W ogólnym schemacie blokady (rys. 5) można wyróżnić bloki kombinacyjne, w których stan wyjść jest funkcją stanu wejść oraz sekwencyjne, w których stan wyjść jest funkcją stanu wejść oraz stanów wewnętrznych.

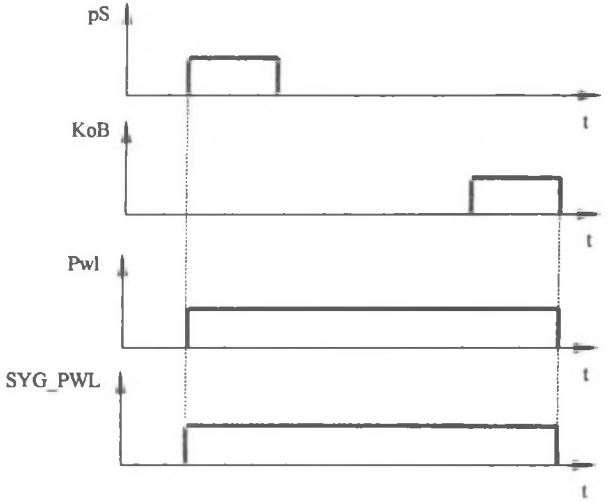
W układach sekwencyjnych jedną z funkcji (najważniejszą) jest realizacja przeciwwtórności liniowej Pwl. Musi ona zapewniać możliwość podania tylko jeden raz sygnału zezwalającego na semaforze wyjazdowym, do chwili potwierdzenia przez obsługę kolejnego posterunku przybycia pociągu i zwolnienia odstępu blokowego. Sygnał Pwl musi pojawić się w chwili wzbudzenia przekaźnika sygnałowego, czyli po pojawieniu się na wejściu układu sygnału pS. Musi to zostać zasygnalizowane na pulpicie lub monitorze - wyjście SYG_PWL (rys. 5). Sygnał potwierdzający zwolnienie odstępu blokowego KoB, który zostaje przesłany w linii transmisyjnej, powoduje zmianę stanu wewnętrznego Pwl. Należy zauważyć, że proponuje się reakcję układu (zmianę stanu Pwl) dopiero na opadające zbocze KoB (rys. 6).

Sygnał wyjściowy SYG_PWL jest powtórzeniem stanu wewnętrznego Pwl, który musi być sygnalizowany personelowi obsługi (wymagania przepisów kolejowych).

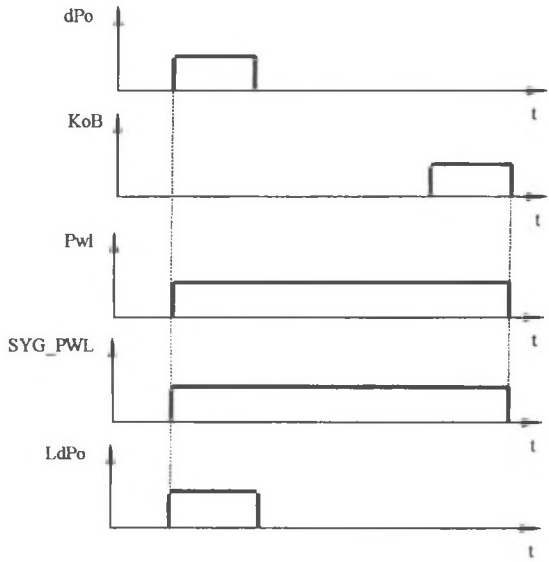
Należy zauważyć, że w przypadku, gdy usterka w urządzeniach stacyjnych uniemożliwi wyświetlenie się sygnału zezwalającego na semaforze wyjazdowym, czyli gdy nie pojawi się sygnał pS (rys.6), personel obsługi musi podać sygnał wejściowy dPo. Ponieważ użycie tego sygnału musi być rejestrowane, należy uwzględnić sygnał wyjściowy LdPo, który przekazuje informację do urządzeń rejestrujących (klasyczny licznik, pamięć dyskowa lub inna) - rys. 7.



Rys. 5. Ogólny schemat blokady półsamoczynnej
Fig. 5. General manual block scheme



Rys. 6. Przebieg czasowy stanu wewnętrznego Pwl i sygnału wyjściowego SYG_PWL w zależności od sygnałów wejściowych - przy prawidłowo działających urządzeniach stacyjnych
Fig. 6. Timing diagrams Pwl and SYG_PWL signals - normal operation interlocking system



Rys. 7. Przebieg czasowy stanu wewnętrznego Pwl i sygnału wyjściowego SYG_PWL w zależności od sygnałów wejściowych - przy usterce w pracy urządzeń stacyjnych
Fig. 7. Timing diagrams Pwl and SYG_PWL signals - malfunctions operating interlocking system

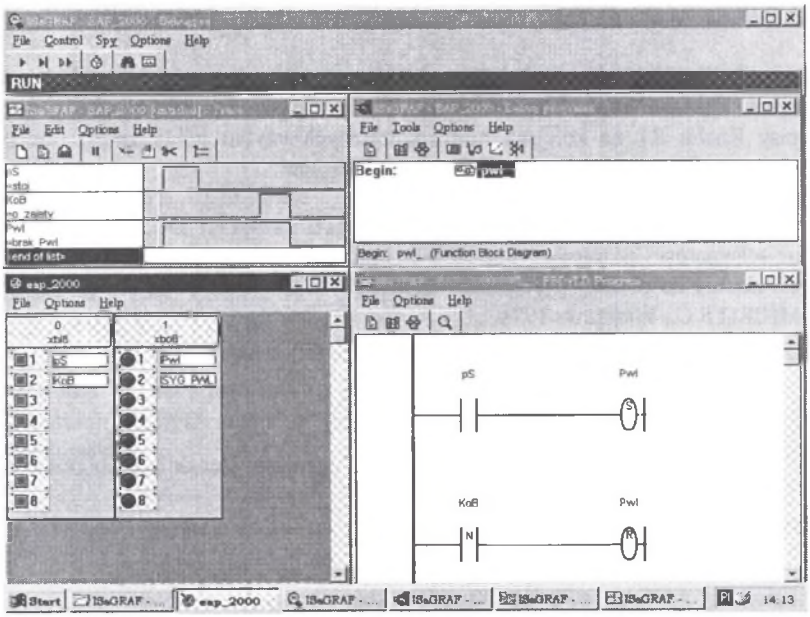
Kolejnym stanem wewnętrznym jest stan oWbl. Jest on generowany, gdy po zainicjowaniu procesu włączenia blokady posterunek nie otrzymuje pozwolenia i blokada jest wyłączana przez ponowną obsługę przycisku lub klawisza Wbl (rozpatrywany jest przypadek blokady liniowej ze stanem neutralnym).

Zmienna wewnętrzna czas t jest wykorzystywana do wprowadzania opóźnień czasowych.

Układ ze sterownikiem mikroprocesorowym w każdym cyklu działania odczytuje stany wejść, w zależności od nich realizuje program działania i wysyła sygnały wynikowe na wyjścia układu. Należy zwrócić uwagę na to, że przejazd szlaku trwa co najmniej kilka minut, natomiast cykl pracy sterownika może mieć ustaloną wartość (przykładowo 300 ms), co w tym zastosowaniu w zupełności spełnia wymagania odnośnie do pracy układu. W związku z tym program pracy może być zarówno cykliczny, jak i sekwencyjny. W przypadku programu sekwencyjnego można wykorzystać do zapisu język SFC - Sequential Function Chart, a w przypadku programu cyklicznego można wykorzystać do zapisu języki LD - Ladder Diagram (drabinkowy - rys. 8, rys. 9) FBD- Functional Block Diagram.

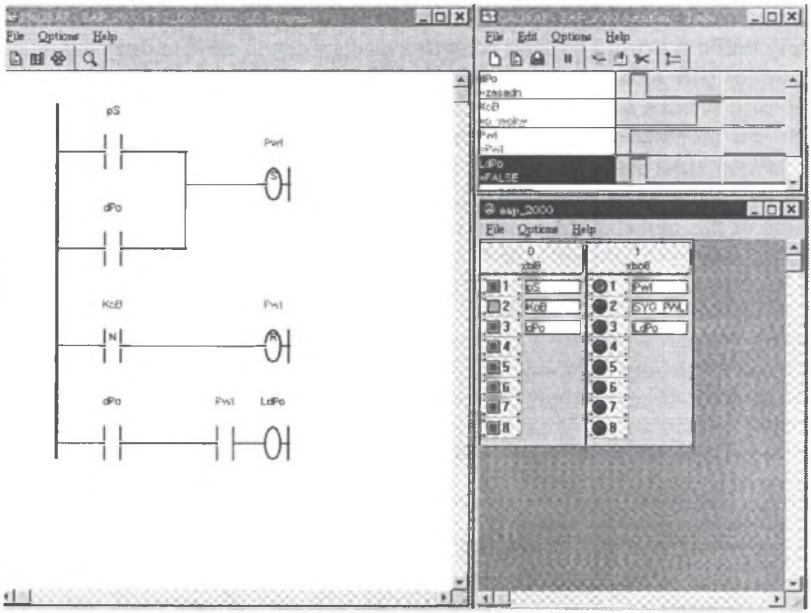
Oprogramowanie sterownika składa się z trzech fragmentów - początkowego (Begin), sekwencyjnego (Sequential), końcowego (End). Fragment początkowy i końcowy może się składać z kilku programów cyklicznych, natomiast sekwencyjny - to program zapisany w SFC.

Należy zwrócić uwagę na to, że realizacja układów sterowania ruchem kolejowym wymaga zastosowania rozwiązań z zabezpieczeniem, np. dwukanałowego przetwarzania informacji. Wtedy można zastosować dwa sterowniki przetwarzające zależności i porównywać ich wyniki na wyjściu. Układ rozbudowuje się odpowiednio w przypadku stosowania rozwiązania 2 z 3 lub dwa razy 2 z 2.



Rys. 8. Widok ekranu ze schematem drabinkowym, panelami do symulacji działania układu, oknem z przebiegami czasowymi do realizacji zależności przedstawionych na rysunku 6

Fig. 8. Screen of the LD, simulation panels, timing diagrams - interlocking with fig. 6



Rys. 9. Widok ekranu ze schematem drabinkowym, panelami do symulacji działania układu, oknem z przebiegami czasowymi do realizacji zależności przedstawionych na rysunku 7

Fig. 9. Screen of the LD, simulation panels, timing diagrams - interlocking with fig. 7

LITERATURA

1. Nemec J., Wopiński A.: Elektryczne urządzenia zabezpieczenia ruchu kolejowego - urządzenia liniowe. WKiŁ, Warszawa1978.
2. Przepisy Ruchu R1 na kolejach normalnotorowych użytku publicznego. Ministerstwo Komunikacji, Warszawa 1988, z późniejszymi zmianami,
3. Wytyczne techniczne budowy urządzeń sterowania ruchem kolejowym w przedsiębiorstwie Polskie Koleje Państwowe (WTB-E10). PKP DG, Warszawa 1996.
4. Album schematów - półsamoczynna blokada liniowa typu Eap-94.
5. Wprowadzenie do obsługi i programowania sterowników serii 90-30 firmy GE FANUC. AB-MICRO S.C., Warszawa 1994.
6. Automation System Product Range. Bernecker & Rainer, Eggelsberg 1992.

Recenzent: Doc.dr inż. Zbigniew Ginalski

Wpłynęło do Redakcji 01.04.1998 r.

Abstract

Lately the microprocessor controllers are more and more widely used for control. Together with a network of detectors and sometimes with an industrial network they ensure process control. Such solutions are applied also for the organization, information and control of railway traffic systems. The parer presents a model that will serve to carry out interlocks in the controller part of a semi-automatic line block. In PKP conditions there are already operated such systems as a computerized interlocking system, electronic automatic line block etc. The new proposed solutions, enabling interlock in the controller part will have to be subject to very strict safety requirements. There will be analyzed a case when the block is between two announcing posts. A Programmable Logic Controller (PLC) will be used for realization of this model system. Attention should be paid to the fact that realization of the interlocking system will require solutions with safety protection.