

Mieczysław KORNASZEWSKI, Roman PNIEWSKI

ZDALNA DIAGNOSTYKA STANÓW SAMOCZYNNEJ BLOKADY LINIOWEJ SHL-12

Streszczenie

W artykule omówiony został, opracowany przez autorów system zdalnego kontrolowania i diagnostyki samoczynnej blokady liniowej SHL-12. Do określenia stanu blokady wykorzystano informacje przesyłane z blokady do urządzenia odstraszenia zwierząt (UOZ firmy Neel). Badania zrealizowano w ramach projektu: PBS 3 „System gromadzenia danych eksploatacyjnych i analizy niezawodności i bezpieczeństwa układów automatyki kolejowej” ID 247180.

WSTĘP

Od początku istnienia kolei stosowano urządzenia pozwalające bezpiecznie prowadzić ruch. Z każdym dniem postępował rozwój tych urządzeń i stawiane im wymagania, rosły potrzeby i oczekiwania użytkowników, natomiast bez zmian pozostawały podstawowe cele stosowania tych urządzeń, tzn. bezpieczeństwo i sprawność ruchu kolejowego.

W przypadku urządzeń sterowania ruchem kolejowym (srk), ze względu na bezpieczeństwo, bardzo istotne jest posiadanie wielu istotnych informacji dotyczących sposobu prowadzenia pociągu i stanu tych urządzeń. Dlatego bardzo ważnym procesem jest diagnostyka techniczna pozwalająca na badanie i określanie stanu technicznego urządzeń oraz lokalizację ewentualnych nieprawidłowości ich działania.

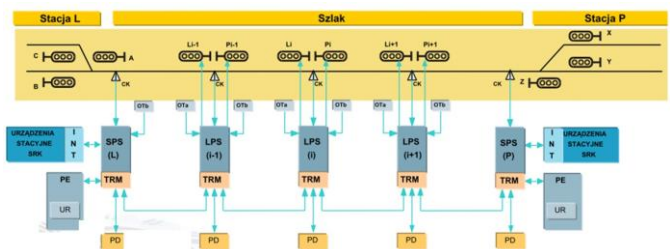
Komputerowe urządzenia srk stosowane są wraz z nowoczesnymi systemami transmisji danych. Konfiguracja urządzeń obejmuje część sprzętową i programową. Komputerowe urządzenia srk są systemami czasu rzeczywistego i spełniają wysokie wymagania w zakresie bezpieczeństwa i dyspozycyjności ruchu. Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej (sbl) oznacza zespół urządzeń realizujących wszystkie funkcje blokady liniowej w oparciu o strukturę rozproszoną, na którą składają się liniowe i stacyjne punkty sterowania rozmieszczone wzdłuż szlaku kolejowego, połączone pomiędzy sobą łączami transmisyjnymi.

Wydział Transportu i Elektrotechniki Uniwersytetu Technologiczno-Humanistycznego im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu od 2009 r. jest w posiadaniu nowoczesnego i unikalnego na skalę europejską Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym, w którym zgromadzono modele podstawowych komputerowych i hybrydowych (komputerowo-przełącznikowych) systemów i urządzeń srk, stosowanych na nowo powstających i modernizowanych liniach kolejowych w Polsce.

1. ARCHITEKTURA SAMOCZYNNEJ BLOKADY LINIOWEJ TYPU SHL-12

Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej typu SHL-12 przeznaczony jest do automatycznej regulacji następstwa pociągów, przy zapewnieniu bezpieczeństwa ruchu i optymalnej przepustowości szlaku kolejowego.

Na rys. 1 przedstawiona została ogólna struktura komputerowego systemu samoczynnej blokady liniowej SHL-12 dla szlaku jednotorowego.



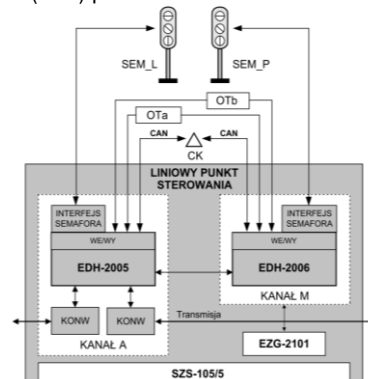
Rys. 1. Struktura sprzętowa systemu SHL-12 [1], gdzie:

- A, B, C - semafony urządzeń srk na stacji L
- X, Y, Z - semafony urządzeń srk na stacji P
- Li - semafony sbl dla kierunku P → L
- Pi - semafony sbl dla kierunku L → P
- OTa,b - zestyki przełącznika urządzenia wykrywania niezajętości
- INT - interfejs do urządzeń stacyjnych srk

Wszystkie punkty sterowania połączone są ze sobą linią transmisyjną, przez którą przesyłane są informacje umożliwiające realizację wszystkich funkcji systemu. Liczba elementarnych łączy transmisyjnych jest równa liczbie odstępów blokowych obsługiwanych przez SHL-12 szlaku plus łączy dla obsługi transmisji do urządzeń rejestrujących i sterujących zabudowanych na końcach szlaku. Do każdego z punktów sterowania można podłączyć panel diagnostyczny umożliwiający realizację funkcji serwisowych. Ponadto na obu końcach szlaku zainstalowane są urządzenia rejestrujące [1,3,4].

1.1. Liniowy Punkt Sterowania

Konfiguracja urządzeń współpracujących z liniowym punktem sterowania (LPS) przedstawiona została na rys. 2.



Rys. 2. Struktura blokowa liniowego punktu sterowania dla jednego toru [1]

Liniowy punkt sterowania typu ESP-11 posiada strukturę umożliwiającą:

- odczyt stanu urządzeń do wykrywania niezajętości odstępów (czujnik koła CK i/lub urządzenia układowej kontroli niezajętości OTa, OTb),
- realizację wymiany informacji z sąsiednimi punktami sterowania (transmisja),
- bezpieczne przetwarzanie sygnałów zależnościowych i wytwarzanie odpowiednich sygnałów sterujących na podstawie aktualnego stanu urządzeń sbł,
- sterowanie i kontrolę obwodów świateł dwóch semaforów odstępowych sbł pojedynczego toru szlakowego,
- wytwarzanie informacji diagnostycznej,
- zasilanie z sieci 230V AC z podtrzymaniem napięcia przy zanikach zasilania.

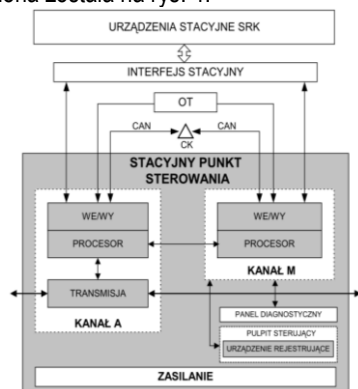
Przedstawione na rys. 3 elementy punktu sterowania tworzą dwa kanały A – EDH 2005 i M – EDH-2006, komunikujące się ze sobą przy pomocy kanału transmisyjnego.



Rys. 3. Rozmieszczenie elementów i widok urządzeń LPS [4]

1.2. Stacyjny punkt sterowania ESP-12

Struktura blokowa stacyjnego punktu sterowania dla jednego toru przedstawiona została na rys. 4.



Rys. 4. Struktura blokowa stacyjnego punktu sterowania [1]

Stacyjny punkt sterowania typu ESP-12 posiada strukturę umożliwiającą:

- odczyt stanu urządzenia do wykrywania niezajętości odcinków (czujnik koła CK i/lub urządzenie układowej kontroli niezajętości OT),
- sterowanie i odczyt przez interfejs stacyjny stanu urządzeń stacyjnych srk,

- przetwarzanie sygnałów zależnościowych i wytwarzanie odpowiednich sygnałów sterujących na podstawie aktualnego stanu urządzeń sbł,
- współpracę z pulpitem sterującym,
- realizację wymiany informacji z sąsiednim punktem sterowania,
- rejestrację zdarzeń.

Przedstawione na rys. 5 elementy punktu sterowania tworzą dwa kanały:

- dla powiązania przekąźnikowego: A - EDH-2007 i M - EDH-2008,
- dla powiązania elektronicznego: A - EDH-2009 i M - EDH-2010, komunikujące się ze sobą przy pomocy kanału transmisyjnego.

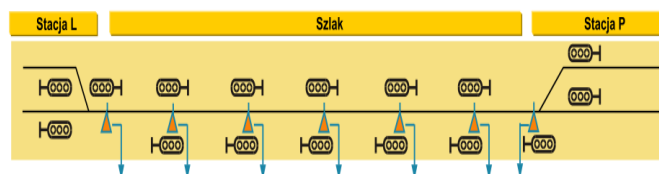
W Laboratorium Systemów Sterowania Ruchem Kolejowym znajduje się urządzenie sterujące stacyjnego punktu sterowania oznaczone EOB-1205, zawierające elementy dla jednego toru [5].



Rys. 5. Rozmieszczenie elementów i widok urządzeń SPS w Laboratorium Systemów SRK; widok układu do transmisji światłowodowej [4]

2. DZIAŁANIE KOMPUTEROWEJ DWUKIERUNKOWEJ SAMOCZYNNIEJ BLOKADY LINIOWEJ TYPU SHL-12

Na rys. 6 przedstawiono przykładową konfigurację komputerowej dwukierunkowej samoczynnej blokady liniowej typu SHL-12.



Rys. 6. Przykładowa konfiguracja blokady liniowej systemu SHL-12

Każdy z punktów sterowania odczytuje cyklicznie, niezależnie w dwóch działających kanałach, informacje o stanie urządzeń zewnętrznych oraz informacje o stanie sąsiednich punktów sterowania. Informacje te są równolegle przetwarzane w obydwu kanałach, wynik przetwarzania w kanale podstawowym jest przesyłany do kanału drugiego, który zezwala na realizację wypracowanych decyzji tylko wtedy, gdy występuje zgodność pomiędzy kanałami. Brak zgodności pomiędzy odczytanym stanem urządzeń zewnętrznych punktu sterowania lub wypracowanymi decyzjami pomiędzy kanałami powoduje inicjację reakcji awaryjnej polegającej na [4, 6]:

- osłanianiu obszaru wystąpienia usterki przez wskazania odpowiednich semaforów odstępowych (sygnał "Stój"),

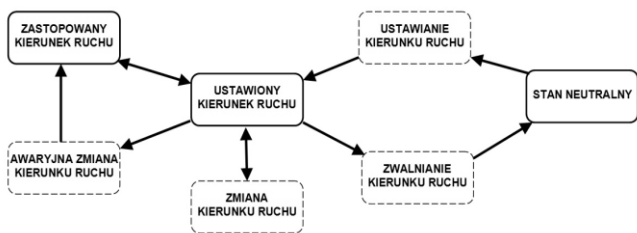
- przerwaniu transmisji z urządzeniami stacyjnymi (przy powiązaniu elektronicznym) i odzłudzeniu wszystkich przełączników w SPS,
- sformułowaniu informacji diagnostycznej o usterce i przyczynie jej wystąpienia.

Informacja o stanie danego punktu sterowania oraz o stanie jego urządzeń zewnętrznych jest cyklicznie przesyłana do sąsiednich punktów sterowania. Brak informacji o stanie sąsiedniego punktu sterowania w zadanym czasie jest interpretowany jako usterka wymuszająca wyświetlenie sygnału "Stój" na odpowiednim semaforze odstępowym.

3. STANY PRACY SAMOCZYNNYJ BLOKADY LINIOWEJ TYPU SHL-12

Komputerowa blokada linowa typu SHL-12 może znajdować się w jednym z następujących stanów pracy:

- neutralnym (stan stabilny),
- w trakcie ustawiania kierunku ruchu,
- ustawiony kierunek ruchu (stan stabilny),
- zwalniania ustawionego kierunku ruchu,
- w trakcie zmiany kierunku ruchu,
- w trakcie awaryjnej zmiany kierunku ruchu,
- zastopowany kierunek ruchu (stan stabilny).



Rys. 7. Stany pracy samoczynnej blokady liniowej SHL-12 wraz z dopuszczalnymi przejściami pomiędzy nimi

Rozpoczęcie zmiany stanu blokady SHL-12 jest możliwe dopiero po wydaniu odpowiedniego polecenia przez personel obsługi na jednym z posterunków ruchu ograniczających dany szlak.

Tab. 1. Wykaz podstawowych poleceń zmiany stanów samoczynnej blokady liniowej SHL-12 [2]

Polecenie w EAB-61401	Polecenie w EB/Screen	Opis polecenia	Warunki	Stan sbl po wykonaniu polecenia
WBL	BLW	ustawianie kierunku blokady Czas < 1 min	<ul style="list-style-type: none"> sbl jest w stanie neutralnym wszystkie odstępy blokowe są wolne nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Sbl przechodzi do stanu „w trakcie ustawiania kierunku”. Jeśli w czasie < 1 min wydano zgodę BLP(PZK) – ustawiony kier. ruchu „na wyjazd”
OWBL	BLO	odwołanie ustawienia kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> sbl w trakcie ustawiania kierunku nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Sbl w stanie neutralnym
PZK	BLP	pozwolenie na ustawienie kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> Na sąsiedniej stacji wydano polecenie BLW(WBL) nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Ustawiony kierunek „na wyjazd” do posterunku, który wydał BLW(WBL)
ZWBL	BLZ	zwolnienie kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> ustawiony kier. ruchu „na wyjazd” wszystkie odstępy blokowe są wolne, ustawiony kier. ruchu niezastopowany, nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Sbl w stanie neutralnym
ZKB	ZKB	zmiana kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> ustawiony kier. ruchu „na wyjazd” wszystkie odstępy blokowe są wolne, ustawiony kier. ruchu niezastopowany, nie jest potwierdzony żaden przebieg 	ustawiony kier. ruchu „na wyjazd”
OZKB	OZK	odwołanie zmiany kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> Sbl w trakcie zmiany kierunku nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Ustawiony dotychczasowy kierunek ruchu
POZ	PZM	pozwolenie na zmianę kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> na sąsiedniej stacji wydano polecenie ZKB(ZKB) < 1 min nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Ustawiony kier. ruchu „na wyjazd” do posterunku, który wydał PZM(POZ)
PZZ	PZZ	pozwolenie na zerowanie więcej niż jednego odstępu	<ul style="list-style-type: none"> na sąsiedniej stacji wydano polecenie ZES(ZERS) czas od wydania polec. ZES(ZERS) < 1 min nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Odstępy, których dotyczyło polecenie ZES(ZERS) przechodzą do stanu „zajęty po zerowaniu”
ZERO	SLI+SLK	zerowanie odstępu	<ul style="list-style-type: none"> przy ustawionym kier. sbl - z posterunku „na wyjazd” lub w stanie neutralnym z dowolnego posterunku, nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Odstęp, którego dotyczyło polecenie SLI(SLK/ZERO) przechodzi do stanu „zajęty po zerowaniu”
ZERS	ZES	zerowanie więcej niż jednego odstępu	<ul style="list-style-type: none"> przy ustawionym kier. sbl - z posterunku „na wyjazd” lub w stanie neutralnym z dowolnego nie jest potwierdzony żaden przebieg co najmniej jeden odstęp jest zajęty 	Jeśli wydano zgodę PZZ(PZZ) odstępy, których dotyczyło polecenie ZES(ZERS) przechodzą do stanu „zajęty po zerowaniu”
STOP	BLS	stopowanie kier. ruchu	<ul style="list-style-type: none"> ustawiony jest kierunek ruchu „na wyjazd” nie jest potwierdzony żaden przebieg 	„zastopowany” kier. ruchu
OSTOP	OST	odwołanie stopowania kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> Tor zastopowany, „zastopowany” kier. ruchu „na wyjazd”, nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Ustawiony kier. ruchu „na wyjazd” z posterunku wydającego OST(OSTOP)
AZK	BLA	awaryjna zmiana kierunku ruchu	<ul style="list-style-type: none"> dowolny odstęp blokowy wykazuje zajętość, ustawiony kier. ruchu „na wyjazd”, ustawiony kier. ruchu nie jest zastopowany, nie jest potwierdzony żaden przebieg 	Ustawiony kier. ruchu „na wyjazd” do posterunku wydającego BLA(AZK)
-	SLO	Odwołanie polecenia SLI	<ul style="list-style-type: none"> wydano polecenie SLI 	Polecenie SLI odwołane

4. INTERFEJSY

Do diagnostyki blokady SHL-12 wykorzystano informacje wysyłane łączem ETHERNET do Urządzenia Odstraszania Zwierząt (UOZ). Ze stacyjnego punktu sterowania dwa razy na sekundę jest wysyłany telegram przedstawiający stan blokady i stany stacji po obu jej stronach.

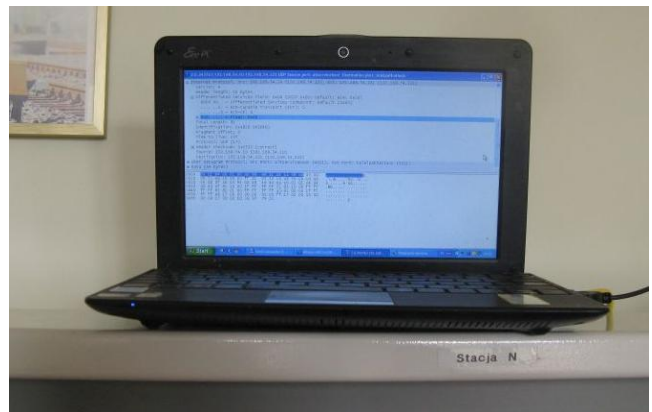
Informacje przesyłane zabezpieczono kodem Hamminga 4. W celu sprawdzenia poprawności przesyłanych informacji wprowadzono do telegramu sumę kontrolną CRC16. Suma kontrolna jest tworzona w oparciu o wielomian:

$$CRC16 = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \quad (1)$$

Przesyłany telegram zawiera następujące informacje o stanie blokady [7]:

- nr szlaku,
- nr toru,
- liczba punktów sterowania,
- adres nadawcy,
- pole danych diagnostycznych,
 - stan logiczny sekcji,
 - stan fizyczny,
 - stan semafora,
- poleceń i stanu dla stacji początkowej
- pole poleceń i stanu dla stacji końcowej
- stan logiczny szlaku,
- stan fizyczny szlaku,
- sumy kontrolne i znaczniki

Do analizy przesyłanych informacji wykorzystano program Wireshark, jest to oprogramowanie typu „sniffer” pozwalające na śledzenie całego ruchu w sieci (rys.8).



Rys. 8 Analiza transmisji w programie Wireshark

Na rys. 9 pokazano format informacji odebranych z blokady. Kolejne dane zaczynając od znacznika początku telegramu: „EA C6” do znacznika końcowego „79 1C” zawierają pełną informację o aktualnym stanie blokady.

```
Total Length: 92
Identification: 0xa826 (43046)
Fragment offset: 0
Time to live: 255
Protocol: UDP (17)
[ ] Header checksum: 0x2532 [correct]
  source: 192.168.54.10 (192.168.54.10)
  destination: 192.168.54.221 (192.168.54.221)
User Datagram Protocol, Src Port: altserviceboot (401)
Data (64 bytes)
00 00 11 b4 00 92 b6 00 90 e8 11 14 1a 08 00 45 00
10 00 5c a8 26 00 00 ff 11 25 32 c0 a8 36 0a c0 a8
20 36 dd 0f ab 13 93 00 48 4e 44 ea c6 01 01 04 04
30 00 40 4f 81 10 00 1f ff ff ff 21 81 10 00 ff ff
40 ff ff 85 81 01 00 ff ff ff ff a5 81 06 00 1f ff
50 ff ff e8 17 00 00 00 00 00 00 ff 17 00 00 00 00
60 00 00 17 00 06 b0 2e 97 79 1c
```

Rys. 9. Format ramki UDP odebranej z blokady SHL-12

5. OPROGRAMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy treści telegramów opracowano oprogramowania, które w sposób ciągły „śledzi” dane wysyłane do UOZ. Informacje te są rozsyłane w sieci bezprzewodowej, co umożliwia ich odbiór przez dowolny komputer lub tablet korzystający z sieci Wi-Fi.



Rys. 10. Most między wewnętrzną siecią Ethernet i systemem gromadzenia danych (sieć Wi-Fi)

PODSUMOWANIE

W przypadku urządzeń samoczynnej blokady liniowej SHL-12 dane diagnostyczne dostarczają informacji potrzebnych do monitorowania pracy systemu, prawidłowej jego konserwacji i sprawnego usuwania usterek. Informacje diagnostyczne zawierają m.in.:

- dane o stanie blokady i urządzeń przytorowych oraz systemów z nią współpracujących (obwodów kontroli niezajętości odcinków torowych, czujników koła, semaforów odstępowych),
- alarmy funkcji sterującej i funkcji stanu oraz dane o przyczynach przejścia punktu sterowania do awaryjnego stanu bezpiecznego,
- alarmy transmisji, alarmy czujników koła, niestabilności pracy przekaźników torowych, przepalenia żarówek semaforów odstępowych oraz dane o stanie urządzeń dodatkowych takich jak: czujników otwarcia drzwi kontenerów, czujników p.poż., czujników zasilania.

BIBLIOGRAFIA

1. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Komputerowy system samoczynnej blokady liniowej SHL-12, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2001.

2. Dokumentacja Techniczno-Ruchowa: Komputerowy system urządzeń stacyjnych srk Ebilock 950, Bombardier Transportation (ZWUS) Polska, Katowice 2003.
3. Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym. Wydawnictwo Politechniki Radomskiej, Radom 2009.
4. Dyduch J., Kornaszewski M.: Komputerowe systemy sterowania ruchem kolejowym. Monografia Nr 187. Wydawnictwo UTH Radom, Radom 2014.
5. Dyduch J., Kornaszewski M., Pniewski R.: Proces kształcenia specjalistów z zakresu Sterowania Ruchem Kolejowym na przykładzie Politechniki Radomskiej. Problemy Kolejnictwa, zeszyt 155, Warszawa 2012.
6. Kornaszewski M.: Komputerowe systemy blokad liniowych jako środki logistyki transportu kolejowego. LOGISTYKA 3/2007.
7. Kornaszewski M., Pniewski R.: Bezpieczeństwo oprogramowania komputerowych systemów srk na przykładzie SZP1, Technika Transportu Szynowego tts 9/2012.

AUTOMATIC BIDIRECTIONAL BLOCK SYSTEM SHL-12

Abstract

In the article has been presented remote control and diagnostics system for self-active line block SHL-12. To determine the lock status based on information transmitted from the device lock to deter animal (UOZ's Neel).

Autorzy:

dr hab. inż. **Mieczysław Kornaszewski**, prof. nadzw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-88; Fax: + 48 48 361-77-42; m.kornaszewski@uthrad.pl

dr hab. inż. **Roman Pniewski** prof. nadzw. – Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu, Wydział Transportu i Elektrotechniki, 26-600 Radom; ul. Malczewskiego 29. Tel: + 48 48 361-77-28; Fax: + 48 48 361-77-42; r.pniewski@uthrad.pl