

Mieczysław KORNASZEWSKI¹

WDRAŻANIE KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW NASTAWCZYCH NA KOLEJACH POLSKICH

Streszczenie. W referacie przedstawiono podstawowe rozwiązania techniczne komputerowych systemów nastawczych wprowadzanych obecnie do eksploatacji na kolejach polskich, do których należą: EBILOCK 850 (ADtranz ZWUS), ESTW L90 PL (Alcatel SEL) i SIMIS-W (Siemens).

INTRODUCTION OF ADJUSTABLE SYSTEMS IN POLISH RAILWAY LINES

Summary. In this paper the basis solutions of computer adjustable systems such as EBILOCK 850 (ADtranz ZWUS), ESTW L90 PL (Alcatel SEL) and SIMIS-W (Siemens) being introduced in Polish railway lines have been presented.

1. WPROWADZENIE

Do rozwoju techniki sterowania ruchem kolejowym (srk) przyczynia się obecnie zastosowanie nowoczesnych technologii informatycznych oraz systemów mikroprocesorowych. Powszechnie uznaje się, że technologie komputerowe wyznaczają standard i kierunki postępu techniki sterowania ruchem kolejowym u progu XXI wieku.

Prace nad wdrażaniem komputerowych urządzeń stacyjnych na PKP rozpoczęto w latach 90. XX w. Wstępnie dokonano komputeryzacji urządzeń przekaźnikowych, zmodernizowano stanowisko operatora i wybieranie elementów przebiegu. W dalszej kolejności komputeryzowano układy zależnościowe i układy wykonawcze.

We wszystkich typach komputerowych systemów nastawczych srk można wyróżnić trzy poziomy funkcjonalne:

- obsługi i wskazań,
- zależnościowy,
- sterowania.

Poziom obsługi i wskazań składa się z jednostki mikrokomputerowej sterującej urządzeniami tego poziomu: monitorami kolorowymi, drukarką, klawiaturą, pulpitem świetlnym.

Diżurny ruchu otrzymuje na monitorach geograficzne przedstawienie stanu urządzeń zewnętrznych na całej stacji oraz polecenia, które wprowadził. Zwykle stosuje się dwa monitory w celu zapewnienia dyspozycyjności. Za pomocą drukarki rejestrowane są informacje o usterkach oraz dodatkowe czynności obsługi i ewentualne komentarze diżurnego ruchu odnośnie do zaobserwowanych zdarzeń. Klawiatura pozwala na

¹ Wydział Transportu, Politechnika Radomska, ul. Malczewskiego 29, 26-600 Radom, tel. (+48 48) 361 77 84, mkornasz@pr.radom.net

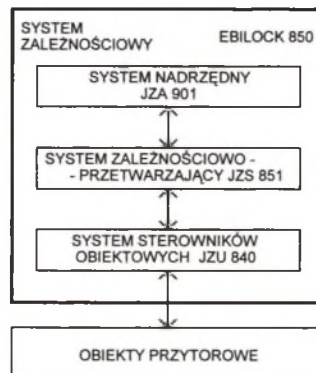
wprowadzenie komend nastawczych, poleceń specjalnych i uwag dyżurnego ruchu. Do zadań mikrokomputera pulpitu świetlnego należy: sterowanie urządzeniami poziomu obsługi i wskazań, wymiana danych i komend między tym poziomem a poziomem zależnościowym.

W *poziomie zależnościowym* realizowane jest nastawianie i utwierdzanie przebiegów, ich zwalnianie oraz sprawdzanie spełnienia poszczególnych warunków, np. przy próbie przestawienia zwrotnicy. Jest tu realizowana cała logika odpowiednio do warunków ruchowych na stacji. Mikrokomputer tego poziomu jest przyporządkowany określonemu okręgowi nastawczemu.

Poziom sterowania urządzeniami zewnętrznymi ma za zadanie wykonywać rozkazy sterujące, otrzymane od poziomu zależnościowego, wysyłać meldunki o stanie urządzeń zewnętrznych oraz kontrolować i testować stan urządzeń zewnętrznych i układów sprzęgających. W przypadku większej liczby urządzeń zewnętrznych można zastosować większą liczbę mikrokomputerów poziomu sterowania [2].

2. KOMPUTEROWY SYSTEM URZĄDZEŃ STACYJNYCH EBILOCK 850

System EBILOCK 850, wyprodukowany przez ADtranz ZWUS, jest w pełni elektronicznym systemem komputerowym do zastosowań zależnościowych w sterowaniu ruchem kolejowym pociągów.



Rys. 1. System zależnościowy EBILOCK 850

Fig. 1. Dependence's system EBILOCK 850

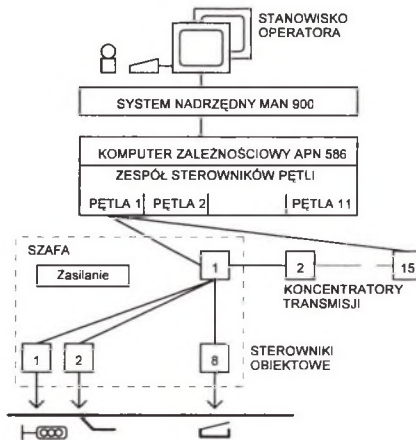
W skład systemu zależnościowego EBILOCK 850 wchodzi następujące elementy:

1. *System nadrzędny JZA 901 (MAN 900)*, będący interfejsem pomiędzy operatorem a systemem zależnościowym. Zadaniem systemu nadrzędnego jest przyjmowanie poleceń od operatora, wstępna ich analiza i przekazywanie odpowiednich kodów zdarzeń do systemu zależnościowego oraz prezentacja stanu wszystkich obiektów fizycznych i sytuacji ruchowej na stacji.
2. *System zależnościowo-przetwarzający JZS 851* wykonujący funkcje zależnościowe we współpracy z systemem nadrzędnym. Głównym przeznaczeniem systemu JZS 851 jest przetwarzanie informacji zależnościowych w taki sposób, aby system chronił przed wykonywaniem poleceń niebezpiecznych.

Program sterujący systemem zależnościowego realizuje:

- przetwarzanie prawidłowych sterowań z systemu nadrzędnego na rozkazy, które są bezpiecznie wysyłane do zwrotnic, sygnalizatorów, urządzeń sterowania zaporami itp.,

- blokowanie dostępu do obiektów, które biorą udział w przebiegu, do użytku dla innych przebiegów,
 - zwalnianie zamkniętych obiektów po zakończeniu przejazdu przez pociąg.
3. System sterowników obiektowych JZU 840, będący interfejsem obiektów przytorowych.
- System EBILOCK 850 jest systemem czasu rzeczywistego, w którym dane o obiektach przytorowych są przechowywane i przetwarzane. Rezultat przetwarzania jest zależny od:
- informacji wejściowych (danych statycznych o obiektach na stacji),
 - systemu równań zależnościowych,
 - poleceń od dyżurnego ruchu,
 - stanu urządzeń przytorowych [3].



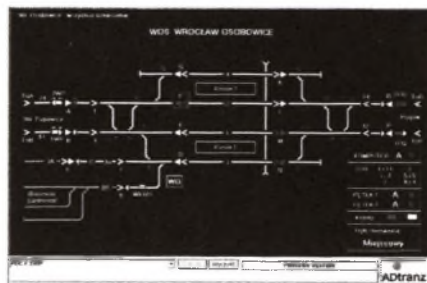
Rys. 2. Konfiguracja systemu EBILOCK 850
Fig. 2. System's configuration EBILOCK 850

System jest oparty na jednym, centralnym procesorze z możliwościami wystarczającymi do sprostania wymaganiom bezpieczeństwa (fail-safe). W przypadku wykrycia awarii lub przeciążenia systemu sterowanie może przejąć komputer czuwający.

Do każdego obiektu przytorowego (zwrtnica, sygnalizator itp.) przyporządkowany jest sterownik obiektowy. Wzajemne zależności obiektów są przetwarzane tylko przez program w komputerze zależnościowym. Nie ma żadnych fizycznych połączeń zależnościowych pomiędzy sterownikami obiektowymi. Transmisja pomiędzy komputerem zależnościowym a sterownikami obiektowymi jest prowadzona poprzez koncentratory, które są połączone z kanałem wejścia/wyjścia w komputerze zależnościowym oraz przez łącza transmisji szeregowej. Dzięki dużej nadmiarowości informacji w komunikatach treść informacji nie może być błędnie zinterpretowana. Komunikaty do obiektów generalnie zawierają informacje o „uzależnionym” sterowaniu, np. wyświetl sygnał zezwalający lub zmienić położenie zwrtnicy.

Sterowniki obiektowe realizują sterowanie obiektem, zgodnie z rozkazem otrzymanym od komputera zależnościowego. Funkcje sterownika realizowane są przez dwa niezależne systemy programowe A i B, które wypełniają te same funkcje, w związku z czym tylko jeden z nich jest realizowany.

W systemie EBILOCK 850 do komunikacji pomiędzy dyżurnym ruchu a urządzeniami stacyjnymi srk zastosowany jest pulpit komputerowy EbiScreen 2. Z punktu widzenia spełnianych funkcji pełni on rolę tzw. interfejsu człowiek - maszyna [6].



Rys. 3. Widok okna obrazu stacji i pola wprowadzania poleceń
 Fig. 3. View of the state of railway station along with the commend field

3. MIKROPROCESOROWY STACYJNY SYSTEM NASTAWCZY ESTW L90 PL

Komputerowy system nastawczy ESTW L90 firmy Alcatel SEL osiąga wysoką niezawodność dzięki funkcji „rezerwy dynamicznej”, która zapobiega powstawaniu zakłóceń poprzez automatyczne wyłączenie systemu w przypadku awarii. Wymagany poziom bezpieczeństwa jest osiągany dzięki podwójnemu procesowi realizowanemu przynajmniej w dwóch niezależnych i wydajnych systemach komputerowych, które nieustannie kontrolują się nawzajem. Zanim pojawi się zagrożenie związane z awarią jednego z urządzeń, system automatycznie uruchamia procedurę naprawczą [1].

W systemie ESTW L90 istnieje pięć podstawowych poziomów:

- operacyjny,
- wejścia \ wyjścia,
- zależnościowy,
- sterowania,
- przytorowy.

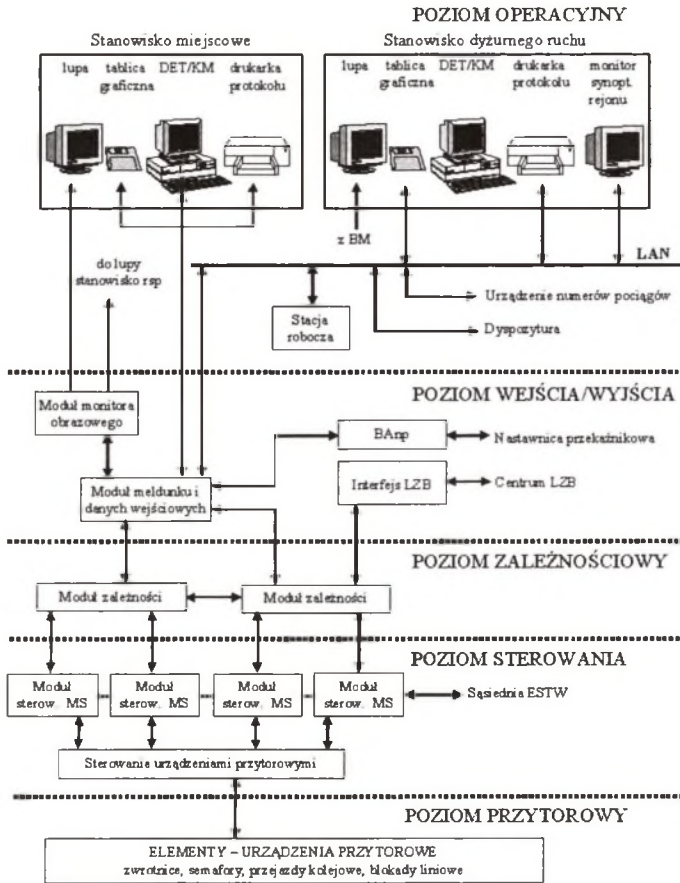
Na *poziomie operacyjnym* do komunikacji pomiędzy dyspozytorem a systemem wykorzystywane są następujące środki:

- wyświetlacze dyżurnego ruchu, które prezentują na kolorowych monitorach wszystkie informacje w postaci układu torowego,
- wyświetlanie na kolorowych monitorach przestrzennego widoku obszaru, koniecznego dla zapewnienia standardowych operacji,
- digitizer (tablica graficzna) i (lub) klawiatura,
- monitor wyświetlający opcjonalnie listę błędów lub drukarka drukująca ich listę,
- drukarka rejestrująca działania operatora (tam gdzie rejestrowanie jest obowiązkowe) i drukująca szczegółowe opisy błędów.

Za pomocą sieci komputerowej (LAN) i stacji roboczej wymieniane są informacje pomiędzy modułem operacyjnym i wyświetlającym a kolorowym monitorem prezentującym ogólną sytuację w sterowanym obszarze, digitizerem, klawiaturą oraz monitorem komunikacyjnym. Stacja robocza może także dostarczać informacji potrzebnych do wyznaczania dróg przebiegu oraz informacji wykorzystywanych przez systemy przekazywania danych o pociągu.

Urządzenia *poziomu wejścia / wyjścia* przekazują wszystkie informacje (wejściowe i wyjściowe) występujące w systemie. Ponadto, są tu przesyłane wszystkie informacje służące do komunikacji z operatorem i wykorzystywane przez system: nastawiania dróg przebiegu i przekazywania danych o pociągu. Standardowy interfejs jest dostępny dla centralnej i zdalnej diagnostyki.

Centralne funkcje nastawcze, takie jak sprawdzanie, utwierdzenie i zwalnianie dróg są przetwarzane w rdzeniu systemu na *poziomie zależnościowym*. Zależnie od rozmiaru systemu nastawczego poziom zależnościowy może składać się z jednego lub sieci połączonych ze sobą modułów. Skupione są tutaj możliwe drogi przebiegu, dane stałe i informacje o aktualnym stanie elementów nastawczych. Poziom zależnościowy jest połączony z sąsiednimi systemami nastawczymi oraz z automatycznym systemem ciągłego oddziaływania tor - pojazd (LZB) poprzez interfejsy szeregowy.



Rys. 4. Schemat systemu nastawczego ESTW L90

Fig. 4. Schematic of adjustable system ESTW L90

Zadaniem modułów sterowania zlokalizowanych na *poziomie sterowania* jest sterowanie i kontrola elementów należących do urządzeń przytorowych (napędów, sygnalizatorów, przejazdów kolejowych, systemów wykrywania pociągu itd.). Jest to osiągane dzięki szeregowym kanałom przesyłania danych. Dzięki decentralizacji zasilania, odległości, na jakie mogą być rozsyłane komunikaty z systemów nastawczych, są nieograniczone. Moduł sterowania (MS) zawiera układ logiczny służący do przetwarzania danych, sterowania zasilaniem oraz ułatwiający kontrolę urządzeń przytorowych. To pozwala sterować i kontrolować urządzenia przytorowe, używając zarówno systemów elektronicznych, jak i przekładnikowych.

W skład *poziomu przytorowego* wchodzi wszystkie elementy przytorowe, jakimi są: napędy zwrotnicowe rozjazdów, semafony, przejazdy kolejowe, systemy wykrywania pociągów, blokada liniowa itd.

W systemie nastawczym ESTW L90 interfejs operatora przystosowany jest do jego własnych metod pracy, a wykonywanie wszystkich procedur opiera się na minimalnym udziale operatora. Wyświetlone informacje są zredukowane do tych, które są niezbędne dyżurnemu ruchu do kontrolowania operacji.

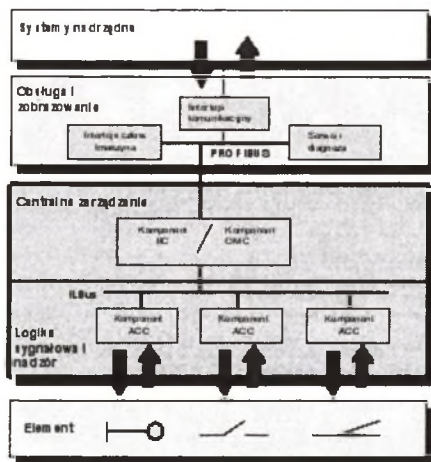
Stanowisko pracy jest usytuowane pomiędzy monitorami (dla widoku przestrzennego całego obszaru i wejściowej weryfikacji) a urządzeniami wejściowymi do wstępnego przetwarzania informacji. Wyświetlacze na stanowisku operatora dostarczają szczegółowej informacji o stanie elementów nastawnicy.

W systemie ESTW L90 przywiązuje się szczególną uwagę do oprogramowania komputerowego, które pozwala na zastąpienie przekaźników w konwencjonalnych funkcjach nastawczych [3], [4].

4. MIKROKOMPUTEROWY SYSTEM NASTAWCZY SIMIS-W

Komputerowy system nastawczy SIMIS-W firmy Siemens bazuje na bezpiecznym systemie SIMIS, który od lat jest stosowany na całym świecie w nastawnicach i systemach oddziaływania na pociąg. Za pomocą SIMIS-W można realizować zarówno małe, jak i duże nastawnice (do 2 tys. elementów nastawczych) dla ruchu lokalnego i dalekobieżnego [3].

SIMIS-W dzieli się na płaszczyzny logiczne (funkcjonalne), które komunikują ze sobą poprzez standardowe interfejsy (rys. 5).



Rys. 5. Płaszczyzny logiczne urządzenia nastawczego SIMIS-W

Fig. 5. Logic planes of adjustable device SIMIS-W

Nastawnica elektroniczna SIMIS-W może być obsługiwana lokalnie na płaszczyźnie „Obsługa i zobrazowanie” lub z centralnego miejsca płaszczyzny prowadzenia ruchu. Funkcje centralne znajdują się na płaszczyznach „Centralne zarządzanie” oraz „Logika sygnałowa i nadzór”. Elementy urządzeń zewnętrznych są sterowane i nadzorowane za pomocą zintegrowanych modułów wykonawczych.

Koncepcja SIMIS-W umożliwia centralne i zdecentralizowane sterowanie ruchem pociągów oraz koordynację tego procesu dla kilku nastawni i obszarów nastawczych.

Funkcje poziomu „Obsługi i zobrazowania” obejmują:

- obsługę i zobrazowanie (MMI) do obsługi urządzeń nastawnicy,
- urządzenia służące do serwisu i diagnostyki (S+D),
- interfejs komunikacyjny do przyłączenia nastawnicy do centralnego systemu sterowania ruchem.

Stanowisko obsługi MMI jest interfejsem nastawni do obsługującego (rys. 6) i służy do sterowania i nadzoru stacji. Stanowisko obsługi składa się ze standardowego PC i jest obsługiwane za pomocą myszy i klawiatury. Obsługa odbywa się za pomocą menu, które jest wyświetlane i zorientowane na użytkownika. Procedura służąca do sterowania różnymi informacjami i danymi podczas prowadzenia ruchu pociągów (zwrótnice, sygnały, odcinki torów, numer pociągów i inne) jest jednolita, przez co możliwe jest ograniczenie do przejrzystych rozmiarów liczby czynności obsługi i zobrazowania. W przypadku SIMIS-W możliwe jest równoległe korzystanie z kilku MMI (w zależności od wielkości nastawnicy).



Rys. 6. Stanowisko obsługi MMI

Fig. 6. MMI service place

System serwisu i diagnostyki informuje, w zależności od potrzeby, o stanie systemu. System rejestruje zakłócenia oraz niesprawności nastawnicy oraz przygotowuje dane do oceny. Jest on przydatny podczas normalnej eksploatacji.

Płaszczyzna funkcyjna „Centralne zarządzanie” obejmuje:

- zarządzanie sytuacją ruchową wszystkich komputerów nastawnicy,
- wyposażenie komputerów „neutralnych” w dane geograficzne po restarcie,
- zapis pośredni i przekazywanie wszystkich informacji o zachodzących procesach do płaszczyzny „Obsługa i zobrazowanie”,
- kontrolę komend płaszczyzny „Obsługa i zobrazowanie” i przekazywanie informacji do płaszczyzny „Logika sygnałowa i nadzór”,
- zarządzanie usterkami w systemie.

Zastosowany system prowadzenia ruchu oraz modułowe oprogramowanie (płaszczyzny funkcjonalne) umożliwiają realizację nastawnic tego samego typu zarówno dla małych, jak i dużych stacji. Jediną różnicą jest liczba komputerów niezbędnych do podłączenia odpowiedniej ilości elementów pola.

System nastawczy SIMIS-W składa się z dwóch identycznie zbudowanych mikrokomputerów. Każdy mikrokomputer sterowany jest przez CPU, któremu przyporządkowany jest komparator porównujący wyjścia obu mikrokomputerów. Poprzez pakiet wprowadzenia informacji wczytywane są dane stanu procesu i przekazywane są do mikroprocesora, natomiast poprzez pakiet wyjściowy wydawane są dane sterujące procesem.

Systemy składowe opracowują na podstawie identycznych programów te same zadania, wobec czego polecenia do urządzeń peryferyjnych z obu kanałów muszą być identyczne. W przypadku stwierdzenia nierówności pracy kanałów reagują komparatory włączając bramki wyjściowe, co powoduje natychmiastowe przejście do stanu bezpiecznego,

hamującego eksploatację. Pewna reakcja systemu mikrokomputerowego jest zagwarantowana poprzez cztery niezależne kanały (dwa kanały przetwarzające i dwa kanały nadzorujące). Wydanie polecenia zezwalającego jest możliwe tylko wtedy, kiedy każdy pojedynczy kanał udzieli tego zezwolenia.

SIMIS-W może współpracować ze wszystkimi systemami prowadzenia ruchu oraz z systemami stanowisk obsługi, które posiadają przyłącze PROFIBUS oraz mogą współpracować z odpowiednimi protokołami interfejsów. Możliwe jest również bardzo dogodne przyłączenie innych istniejących już systemów prowadzenia ruchu poprzez interfejs komunikacyjny [4], [5].

5. PODSUMOWANIE

Każdy z opisanych w referacie systemów cechuje duża niezawodność zarówno na poziomie indywidualnych komputerów, jak i całego systemu niezależnie od warunków, w jakich pracują. Ważną ich cechą jest modułowa budowa, pozwalająca w przypadku uszkodzenia któregoś z modułów na szybką naprawę lub jego wymianę.

Wprowadzając do eksploatacji systemy komputerowe różnych dostawców, w znacznym stopniu ujednolicono metody wizualizacji procesów sterowania ruchem na monitorach ekranowych. Przedstawione systemy nastawcze, różniące się konstrukcją i techniką zapewnienia bezpieczeństwa, prezentują podobny zakres podstawowych funkcji, zapewniają rejestrację zdarzeń i diagnozowania.

Za najważniejszą zaletę systemów EBILOCK 850, SIMIS-W, a także ESTW L90 PL należy przyjąć ich elastyczność, co oznacza, że każdy z opisanych systemów może zostać zaadaptowany do dowolnego układu torów o różnych parametrach ruchowych i współdziałać z różnego rodzaju urządzeniami przytorowymi.

Zaletą urządzeń komputerowych jest możliwość tworzenia na ich bazie lokalnych centrów sterowania (LCS). Do systemu można podłączać bardzo dużą ilość urządzeń operatorskich oraz urządzeń zewnętrznych. Ponieważ systemy można łączyć w sieci, istnieje możliwość sterowania ogromnym obszarem z jednego punktu.

Pierwsze obiekty wykonane w Polsce w oparciu o przedstawione rozwiązania techniczne systemów nastawczych to stacje: Ożarów (EBILOCK 850), Opalenica (ESTW L90 PL) i Żywiec (SIMIS-W).

Literatura

1. ALCATEL SEL AG: Elektroniczny System Nastawczy ESTW L90. 2001.
2. Dąbrowa-Bajon M.: Podstawy sterowania ruchem kolejowym. Funkcje, wymagania, zarys techniki. WPW, Warszawa 2002.
3. Dyduch J., Kornaszewski M.: Systemy sterowania ruchem kolejowym. WPR, Radom 2003.
4. Jakimowicz J.: Komputerowe urządzenia i systemy srk firmy ADtranz ZWUS dla stacji kolejowych. Konferencja „Technika sterowania ruchem kolejowym u progu XXI wieku”, Warszawa 1999.
5. SIEMENS: Bezpieczeństwo dla kolei. Nastawnica elektroniczna SIMIS-W do użytku na całym świecie. 2001.
6. System EBILOCK 850. Dokumentacja techniczno-ruchowa, ABB Zwus Signal 1994.