

Dr inż. Cezary Szczepański
MP-PZL Aerospace Industries, Politechnika Warszawska
Mgr inż. Cezary Świrta
MP-PZL Aerospace Industries

System transmisji danych symulatora

W pracy przedstawiono system transmisji danych symulatora na przykładzie symulatora lokomotywy elektrycznej EP09. Opisano sprzęt tworzący strukturę systemu oraz oprogramowanie transmisji danych czasu rzeczywistego.

Simulator Data Transmission System

The data transmission system on the example of the EP09 electric locomotive simulator has been presented in the paper. The hardware and software of that real time system have been described.

1. WPROWADZENIE

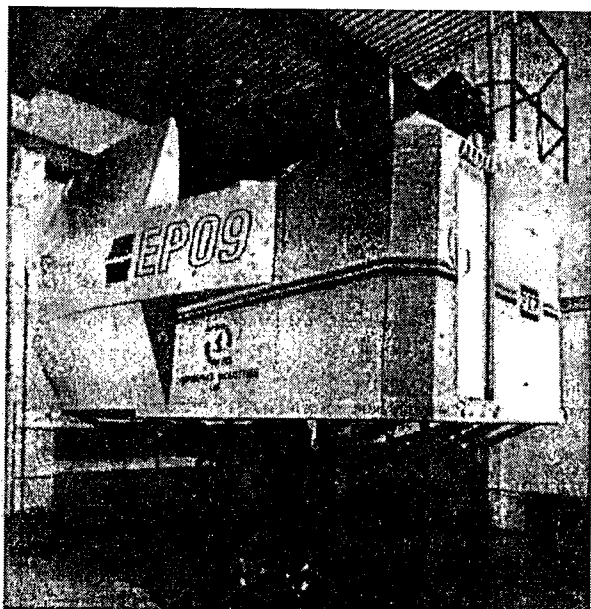
Symulator określony jest w *Leksykonie Naukowo-technicznym* [1] jako: „urządzenie pozwalające na odtwarzanie przebiegów rzeczywistych w warunkach sztucznych, stosowane zwykle do celów szkoleniowych”. Zaprojektowany i zbudowany symulator lokomotywy elektrycznej EP09 został przekazany użytkownikowi - Ośrodkowi Szkolenia Kursowego PKP w Warszawie na początku 1998 roku. Jest on wykorzystywany do szkolenia maszynistów w prowadzeniu różnorodnych składów pociągów w różnych warunkach pogodowych, porach dnia i roku, zarówno w sytuacjach normalnych jak też awaryjnych i niebezpiecznych. Przewiduje się także stosowanie tego symulatora, wyposażonego w dodatkową aparaturę do pomiarów parametrów psychologicznych i fizjologicznych człowieka, do selekcji kandydatów na maszynistów szybkich pociągów jakie PKP planują wprowadzić w Polsce w najbliższym czasie. Widok tego symulatora przedstawiono na Rysunku 1.

Symulator ma budowę modułową. Jego podstawowymi modułami są:

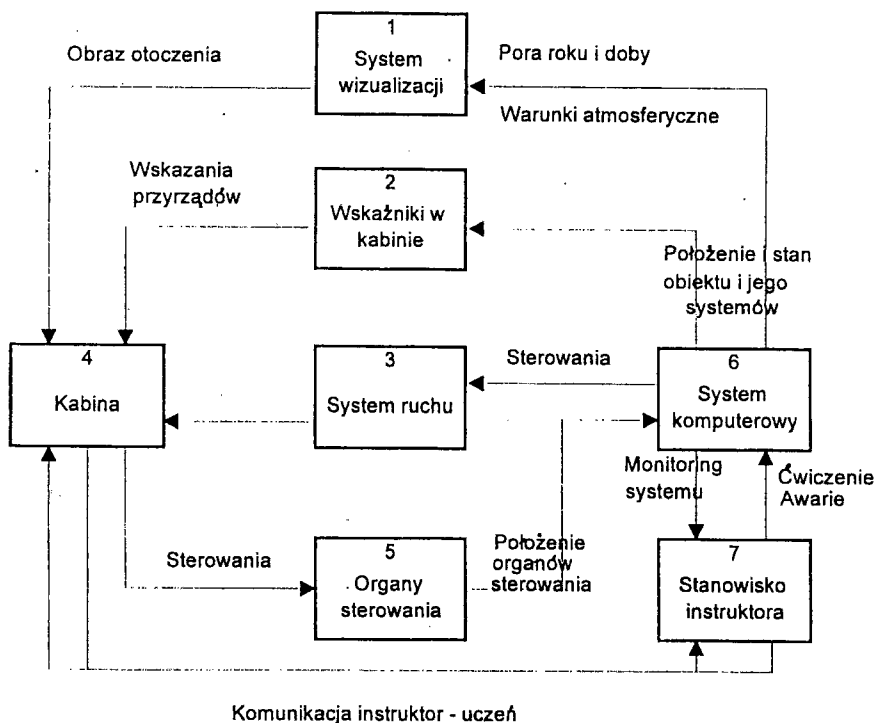
- kabina maszynisty,
- system wizualizacji,
- system ruchu,
- system komputerowy,
- stanowisko instruktora.

1.1. Kabina maszynisty

Kabina maszynisty w symulatorze jest wierną kopią rzeczywistej kabiny elektrowozu EP09 wraz ze wszystkimi wskaźnikami, przyrządami, organami sterowania oraz wystrojem wnętrza.



Rysunek 1. Widok symulatora lokomotywy elektrycznej EP09



Rysunek 2. Schemat strukturalny symulatora

Taka jej budowa ma na celu osiągnięcie wrażenia przez ćwiczącego na symulatorze, że znajduje się w rzeczywistej lokomotywie i wykonywania przez niego wszelkich czynności z taką samą uwagą jak podczas jazdy rzeczywistą lokomotywą.

Przyrządy, wskaźniki i organy sterowania wyglądają i działają tak jak rzeczywiste. W większości przypadków nie są to jednak oryginalne przyrządy a ich imitatory funkcjonujące tak jak oryginały. Imitatory w kabinie maszynisty sterowane są cyfrowo z komputera modelującego ich pracę i napędzane odpowiednimi dla konkretnego urządzenia napędami.

Moduł kabiny maszynisty w symulatorze zapewnia także imitację oświetlenia zewnętrznego w zależności od symulowanej pory doby, pory roku i warunków atmosferycznych. Także tu zainstalowany jest system imitacji dźwięków słyszalnych przez maszynistę w kabinie podczas eksploatacji. Symulowane są dźwięki słyszalne zarówno podczas normalnej eksploatacji jak też spowodowane przez awarie lub sytuacje niebezpieczne.

Kabina w symulatorze jest ponadto normalnym miejscem pracy maszynisty. Musi zapewnić odpowiednie warunki pracy w całym zakresie funkcji istotnych dla prawidłowego wykonania zadania, jak na przykład regulacja wentylacji i temperatury w kabinie.

1.2. System wizualizacji

System wizualizacji w symulatorze generuje i prezentuje ćwiczącym obraz otoczenia symulowanego obiektu. Składa się z dwu podsystemów:

- 1) generatora: jest nim specjalizowany komputer graficzny liczący z żadaną częstotliwością i dokładnością obraz otoczenia widocznego z okien kabiny lokomotywy. Częstotliwość generowania obrazów musi zapewnić wrażenie płynnego, ciągłego obrazu otoczenia. Dokładność zaś musi umożliwiać jego identyfikację jako naturalnego, z którego można odbierać informacje potrzebne do wykonywania wszelkich czynności związanych z prowadzeniem elektrowozu, jak na przykład identyfikację i odczytywanie znaków sygnalizacyjnych lub przeszkód na torach;
- 2) prezentacji: w omawianym symulatorze jest to projektor rzutujący obraz na specjalnie ukształtowany ekran, umieszczony przed przednią szybą lokomotywy, na ruchomej platformie symulatora.

Zastosowany system wizualizacji umożliwi symulowanie jazdy na trasie Warszawa - Kraków w dowolnej porze roku i doby, w różnych warunkach atmosferycznych.

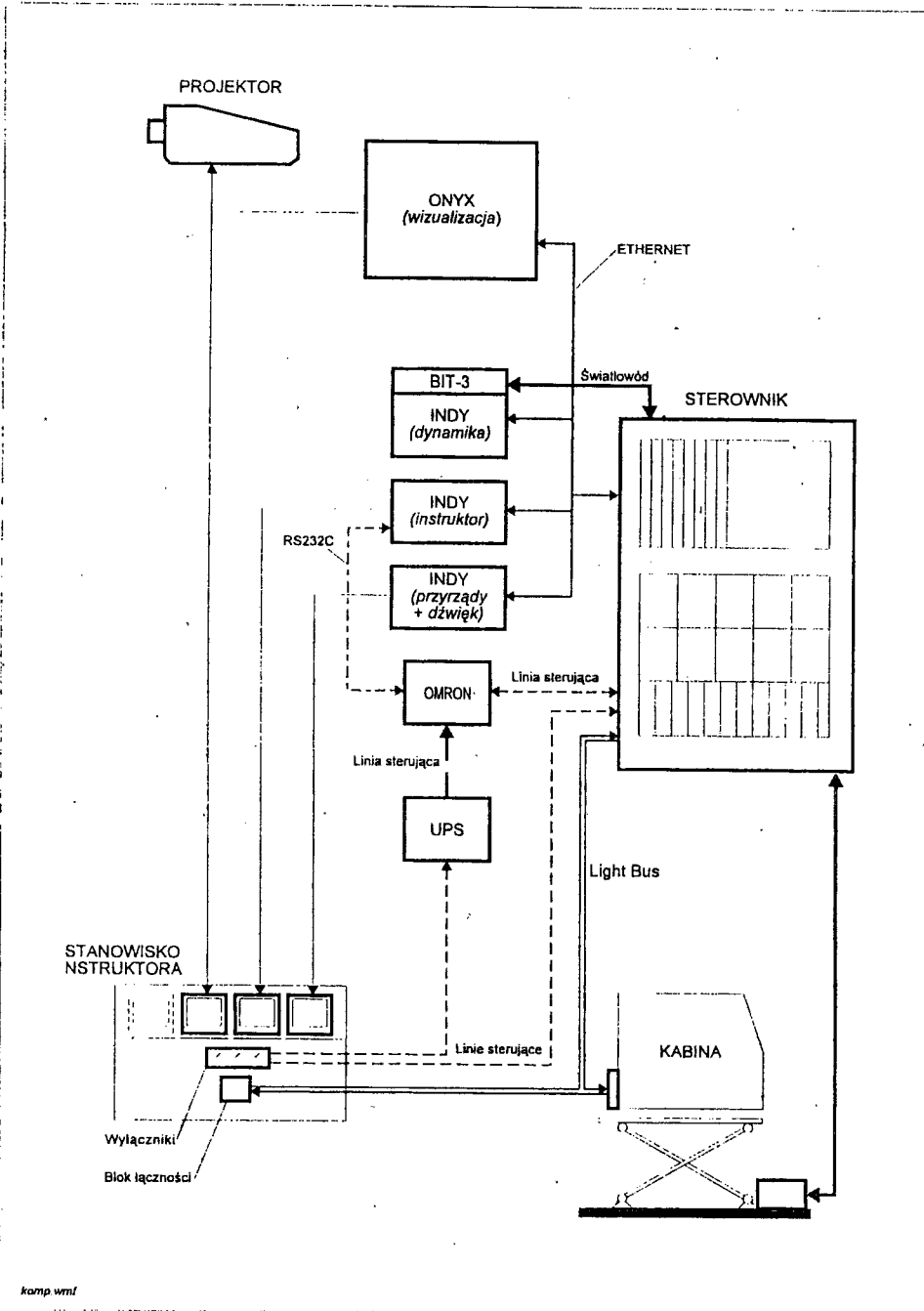
1.3. System ruchu

System ruchu zapewnia możliwość wykonywania przez kabinę symulatora ruchów o sześciu stopniach swobody. Parametry ruchów stwarzają możliwość generowania westybularnych bodźców ruchowych zbliżonych do odbieranych podczas rzeczywistej jazdy lokomotywą. Zakres możliwych ruchów jest taki by oprócz ćwiczenia zadań związanych z prowadzeniem lokomotywy można było prowadzić selekcję kandydatów na maszynistów szybkich pociągów, jakie mają być wprowadzone w Polsce w najbliższym czasie.

1.4. System komputerowy

System komputerowy spełnia w symulatorze szereg zadań:

- modeluje dynamikę ruchu pociągu,



Rysunek 3. Schemat systemu komputerowego symulatora

- modeluje dynamikę pracy systemów pociągu i trakcji,
- modeluje otoczenie i jego wpływ na symulowany obiekt,
- steruje pracą poszczególnych systemów symulatora,
- monitoruje pracę systemów symulatora,
- archiwizuje wyniki ćwiczenia i umożliwia ich analizę,
- umożliwia sterowanie pracą symulatora przez instruktora/operatora.

Schemat systemu komputerowego symulatora przedstawiono na Rysunku 3.

1.5. Stanowisko instruktora

Stanowisko instruktora umożliwia:

- włączanie i wyłączanie symulatora,
- nadzór i sterowanie przebiegiem ćwiczenia,
- łączność z ćwiczącym w kabinie,
- nadzór i sterowanie pracą systemów symulatora,
- opracowywanie nowych i modyfikacje istniejących scenariuszy ćwiczeń.

2. SYSTEM TRANSMISJI DANYCH

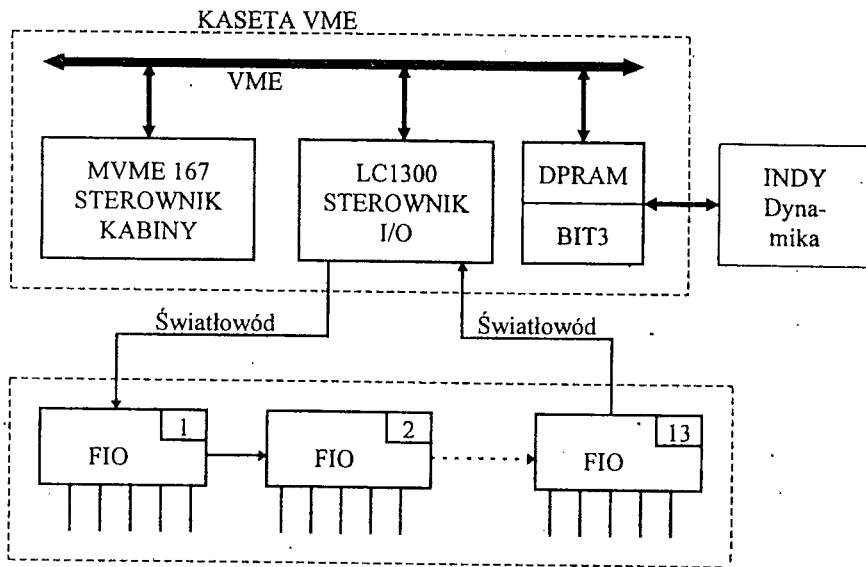
System transmisji danych w symulatorze przedstawiono na Rysunku 3 w postaci połączeń między komputerami i urządzeniami lub modułami wchodzącymi w skład symulatora. Ze względu na dopuszczalną objętość referatu oraz złożoność zagadnień w opracowaniu niniejszym ograniczono się do dokładniejszego przedstawienia układów sterowania kabiną oraz systemem ruchu symulatora.

2.1. Układ sterowania kabiną symulatora

Układ sterowania kabiną symulatora został zrealizowany w oparciu o jednostkę centralną MVME 167 i sterownik magistrali światłowodowej LC1300. Cały ten układ został oprogramowany pod systemem czasu rzeczywistego VxWorks. Schemat strukturalny tego układu przedstawiono na Rysunku 4.

W systemie transmisji danych układ sterowania kabiną odpowiedzialny jest za inicjalizację rozproszonych modułów wykonawczych FIO (Fiber Optic I/O) oraz ich sterowanie w trakcie działania symulatora. Po łączu światłowodowym wykonywana jest non stop akwizycja danych i kontrola poprawności pracy modułów. Moduły te są logicznie pogrupowane w zespoły, które mają różne priorytety i częstotliwości obsługi. Wiąże się to z podziałem logicznym obsługiwanych sygnałów na wolno- i szybkozmienne. Częstotliwość sygnałów szybkozmiennych dochodzi do 1600Hz.

Program sterownika (patrz Rysunek 3) zajmuje się częściową obróbką tych sygnałów oraz przekazywaniem ich i odbieraniem z komputera dynamiki typu Silicon Graphics INDY za pomocą magistrali BIT3 poprzez DPRAM (Dual Port RAM). Jest to magistrala dostępu bezpośredniego do pamięci pomiędzy komputerami.



Rysunek 4. Schemat strukturalny układu sterowania kabiną

2.2. Układ sterowania systemem ruchu

System ruchu symulatora składa się z układu ruchu i zasilacza hydraulicznego.

Układ ruchu jest to platforma o sześciu stopniach swobody napędzana sześcioma liniowymi siłownikami hydraulicznymi, sterowanymi zaworami proporcjonalnymi za sprzężeniem położeniowym. Dokładność określania położenia każdego z siłowników wynosi 0,01 mm.

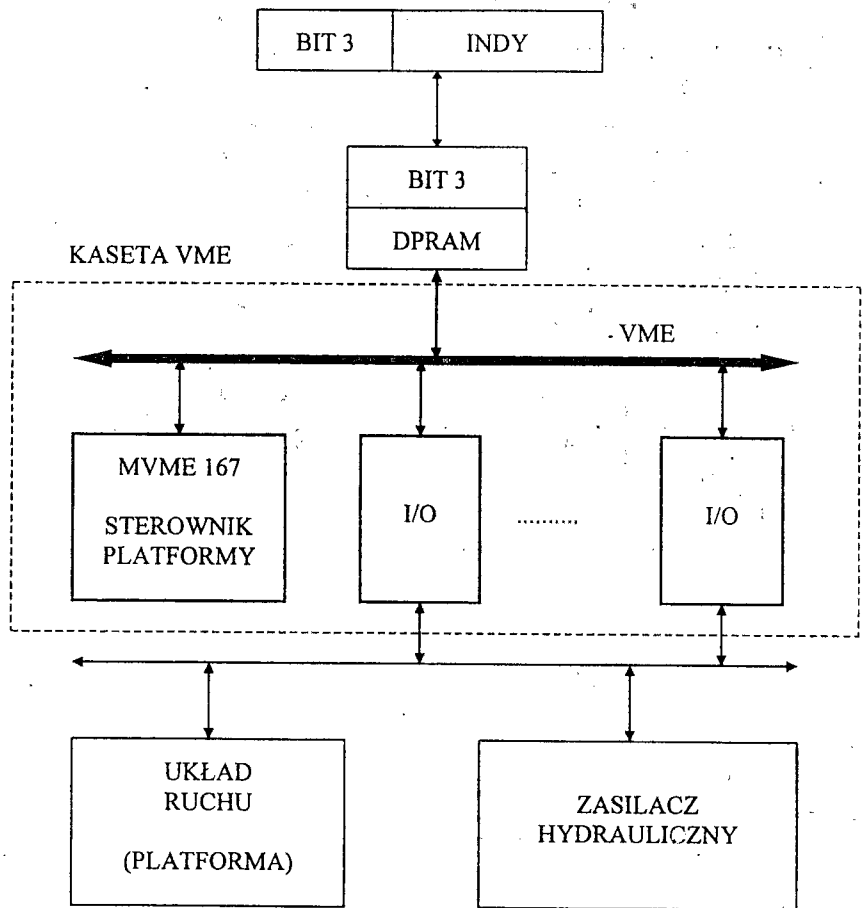
Zasilacz hydrauliczny tworzy zespół silników, pomp i hydroakumulatorów zapewniających niezbędną moc hydrauliczną dla systemu ruchu symulatora.

Układ sterowania systemem ruchu symulatora zrealizowano w oparciu o jednostkę centralną MVME 167 pracującą pod kontrolą systemu czasu rzeczywistego VxWorks oraz karty obiektowe VMIC (VME Microsystems International Corporation). Schemat strukturalny tego układu przedstawiono na Rysunku 5.

Układ sterowania systemem ruchu został podzielony logicznie na trzy podsystemy:

- 1) podsystem komunikacji. Zrealizowany został w oparciu o łącze bezpośredniego dostępu do pamięci BIT3, wykorzystujące DPRAM;
- 2) podsystem kontroli i sterowania ruchomą platformą,
- 3) podsystem kontroli i sterowania układem zasilającym platformę, tak zwanym zasilaczem hydraulicznym.

Podsystemy kontroli i sterowania (punkty 2 i 3 powyżej) bazują na układach sterowania wykonanych w oparciu o karty wejść/wyjść cyfrowych oraz wejść/wyjść analogowych firmy VMIC. Kontrolują one układ ruchu oraz układ zasilacza hydraulicznego.



Rysunek 5. Układ sterowania systemem ruchu

Podsystem komunikacji zrealizowany został w oparciu o łącze bezpośredniego dostępu do pamięci BIT3, wykorzystujące DPRAM. Ze względu na realizowane sprzężenia pomiędzy dynamiką platformy ruchomej a sterowaniem siłownikami musiał zostać wykonany na szybkim łączu synchronicznym. Do sprzętowego łącza bezpośredniego dostępu został opracowany specjalny protokół realizujący synchronizację procesów obsługujących funkcje komunikacyjne oraz kontrolę i korekcję przesyłanej informacji. Zostało to podyktowane specyfiką systemu operacyjnego IRIX na komputerze obsługującym dynamikę platformy ruchomej symulatora (Silicon Graphics INDY).

3. PODSUMOWANIE

Rozwiązania sprzętowe i programowe systemu transmisji danych zastosowane w omawianym symulatorze lokomotywy elektrycznej EP09 zostały zweryfikowane w procesie eksploatacji. Wykazały się wysoką niezawodnością oraz spełniły wszystkie założenia i wymagania jakie przyjęto do ich konstrukcji. Zastosowanie układów typu Reflective Memory oraz łączy światłowodowych pozwoliło na uzyskanie dużych szybkości transmisji oraz ich niezawodności. Inną zaletą światłowodowych linii transmisyjnych mającą duże znaczenie w warunkach przemysłowych, z jakimi mieliśmy do czynienia, jest ich odporność na elektromagnetyczne zanieczyszczenia środowiska.

LITERATURA

[1] *Leksykon naukowo-techniczny*, WNT, Warszawa 1984.