

BIULETYN TECHNICZNO-INFORMACYJNY

P. 2900/85

TEIRM

11 (281)

1985

PL ISSN 0239-6645

Nr ind. 35309

SPIS TREŚCI

T. Korniak	Mikrokomputer SM/1633/ MERA-60 w sieciach komputerowych IS i SM.....	2
A. Grzywak M. Skrzewski D. Tabacka	Koncepcja sieci lokalnych maszyn serii SM /LOKAL SM/..	8
M. Budka A. Białas	Zagadnienia konstrukcji węzłów komunikacyjnych dla sieci otwartych.....	16
K. Ptasznik K. Grzywak- Ptasznik	Doświadczenia z eksploatacji rozwiniętych systemów mikrokomputerowych MERA-60.....	24
S. Małec M. Domagalski	Rozszerzenie zakresu zastosowań systemu MERA-60.....	29
M. Sasor L. Żychoń	System uruchomieniowy dla mikroprocesorów segmentowych.....	31
D. Tabacka	Doświadczenia z zastosowania MERA-60 w systemach rejestracji i sterowania.....	34
H. Biesiada W. Petrykowski Z. Szakaradnik	Implementacja języka FORTH na maszynę cyfrową Mera -60.....	36
J. Zalewski	Minikomputer MERA-60 w kontroli procesu flotacji rudy cynkowo-olowiowych.....	38
Komunikat - V Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna.....		40

WYDAWCA: Zrzeszenie Producentów Środków Informatyki, Automatyki i Aparatury Pomiarowej „MERA”

KOLEGIUM REDAKCYJNE: mgr A. Chrościelewska, dr inż. J. Dyczkowski (redaktor naczelny), mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji)

RADA PROGRAMOWA: inż. J. Bartak, inż. D. Łochocki, mgr S. Majchrzak, mgr inż. A. Musielak, inż. H. Oleksy, mgr inż. H. Piłko, dr inż. B. Piwowar, dr hab. inż. K. Urbaniec

Opracowanie: Redakcja Biuletynu Techniczno-Informacyjnego „Mera” przy Ośrodku Badawczo-Wdrożeniowym „Mercomp” ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa tel. 12-90-11 w. 17-54

Druk: Przedsiębiorstwo Automatyki Przemysłowej „Mera-Pnefal”, ul. Poezji 19, 04-994 Warszawa. Zam. 172/85. Nakład 1320 egz.

Warunki prenumeraty: jednostki gospodarki społecznej, instytucje, organizacje i wszelkiego rodzaju zakłady pracy zamawiają prenumeratę w miejscowych Oddziałach RSW „Prasa-Książka -Ruch”, w miejscowościach zaś, w których nie ma Oddziałów RSW - w urzędach pocztowych. Czytelnicy indywidualni opłacają prenumeratę wyłącznie w urzędach pocztowych i u doręczycieli. Prenumeratę roczną w cenie 1896 zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półrocze.

MIKROKOMPUTER SM/1633/ MERA-60 W SIECIACH KOMPUTEROWYCH JS I SM

W ciągu ostatnich lat Centrum MERASTER opracowało wiele zastosowań mikrokomputera SM1633. Niektóre z tych rozwiązań przeznaczone są do pracy z rozproszonymi terytorialnie środkami technicznymi. Pierwszymi rozwiązaniami tego typu były emulatory urządzeń Jednolitego Systemu, z których dwa znajdują powszechne zastosowanie. Są nimi:

- terminal wsadowy /odpowiednik IBM-3780/,
- terminal interakcyjny /odpowiednik IBM-3270/.

Dla zastosowań, w których mikrokomputer SM1633 wykorzystywany jest jako terminal wsadowy opracowano system zbierania danych wzorowany na systemie SEECHECK firmy ENTREX INC. USA.

Następną grupę zastosowań mikrokomputera SM1633 stanowią komponenty sieci otwartej. W oparciu o ten mikrokomputer zbudowane zostały:

- Węzeł Sieci Komunikacyjnej,
 - Koncentrator Terminali,
 - Terminal sieciowy /w opracowaniu/,
- które wymieniają dane wg protokołu HDLC/X25. Innym, nie mniej obiecującym zastosowaniem mikrokomputera SM1633 to wykorzystanie go w charakterze podstawowego składnika dolnego poziomu hierarchicznej, jednorodnej sieci komputerowej SM EMC.

Rozwiązania sprzętowe

Moduły do komunikacji bajtowej, asynchronicznej

W momencie rozpoczęcia produkcji mikrokomputera SM1633 zdawano sobie sprawę, iż ważnym obszarem jego zastosowań będzie wykorzystanie go do przetwarzania rozproszonego. Z tego też względu już pierwsze egzemplarze mikrokomputera wyposażone były w moduły MDK-60 przeznaczone między innymi do podłączenia urządzeń poprzez linie telefoniczne. Moduł ten ma możliwość pracy z jednym modemem w trybie asynchronicznym, według niepełnego protokołu V-24. Możliwości komunikacyjne rozwinęły się po wykonaniu dalszych modułów tego typu. Moduł MTT-60 wykorzystuje prawie wszystkie możliwości interfejsu V-24 dla transmisji asynchronicznej - pełny duplex, 16 różnych szybkości ustawianych programowo /do 19200 bit na sekundę, zmienną liczbę bitów danych /5..8/, pracę w kanałach docelowych i powrotnym, programowy dostęp do sygnałów sterujących mode- mem. Obecnie, przy zastosowaniach wymagających transmisji asynchronicznej stosowany jest najczęściej moduł MMT-60, pozwalający na równoczesną obsługę czterech kanałów.

Moduły do komunikacji bajtowej synchronicznej

Dla współpracy ze standardowymi urządzeniami komputerów JS EMC opracowano moduł transmisji synchronicznej MTS-60. Jest on wykorzystywany do komunikacji z użyciem protokołu BSC-3 i wyposażony został w sprzętową realizację elementów tego protokołu /automatyczny nasłuch, wysłanie sekwencji adresującej/. Umożliwia on pracę na liniach wielopunktowych z szybkością transmisji do 9600 bit/s, z użyciem kodów EBCDIC lub ASCII.

Moduły dla komunikacji przy użyciu protokołów bitowych

W celu wykorzystania mikrokomputera SM1633 do budowy podsieci komunikacyjnej dla sieci komputerów JS EMC, opracowano moduł ADL-60, który jest kontrolerem transmisji danych dla protokołu bitowego HDLC.

Moduł ten charakteryzują następujące cechy:

- szybkość wysyłania /odbioru danych do 100 Kbit/s,
- współpraca z mikrokomputerem SM1633 w reżimie DMA,
- sprzętowa realizacja elementów protokołu HDLC /ramkowanie,.../,
- możliwość współpracy z różnego typu modemami synchronicznymi.

Moduł ten jest podstawowym elementem dla budowy Węzła Sieci Komputerowej, Koncentratora Terminali i Terminala Sieciowego X25.

Rozwiązania programowe

Oprogramowanie dla sieci hierarchicznej JS EMC

Mikrokomputer SM1633 w większości zastosowań pracuje pod systemami operacyjnymi RT-60V03 lub RT-60 V04. Dla tych praktycznie biorąc kompatybilnych systemów, opracowano generator handlerów transmisji według protokołu BSC. Istnieje możliwość przygotowania dla konkretnego zastosowania handlera, który pracuje bądź z kodami EBCDIC, bądź też z kodami ASCII. Praca z kodami EBCDIC ma duże znaczenie, ze względu na współpracę z komputerami Jednolitego Systemu. W zależności od zastosowań handler może również w różny sposób obliczać sumę kontrolną. Na bazie tego handlera powstały emulatory urządzeń jednolitego systemu.

Emulator urządzenia TBM-3780 emuluje czytnik kart, perforator kart i drukarkę. W rzeczywistości do zapisywania i odczytywania danych wykorzystane są pamięci dyskowe. Dane przeznaczone do wysłania pochodzą z systemu zbierania danych /opisanego w dalszej części arty-

kułu/. Z kolei dane odbierane, są następnie drukowane przez specjalny program, który:

- przekodowuje dane z EBCDIC na ASCII,
- drukuje dane w pożądanym formacie /w celu zmniejszenia liczby danych transmitowanych przesyłane są one w postaci skompresowanej wraz ze specyfikacją formatu wydruku/.

Emulacja systemu monitorów zdalnych typu IBM-3270 realizowana jest za pomocą dwóch programów: wysokopriorytetowego - dla obsługi rozkazów i zleceń przychodzących od komputera nadrzędnego, niskopriorytetowego - dla obsługi funkcji lokalnych. Emulator obsługuje cztery monitory i drukarkę. Dzięki temu za pomocą monitorów mikrokomputera SM1633 uzyskać można bezpośredni dostęp do danych i programów komputera JS EMC. W aktualnych zastosowaniach emulator 3780 współpracuje z programami komputera JSEMC pracującymi pod systemem CRJE, natomiast emulator 3270 współpracuje z programami metody dostępu BTAM.

Dla przygotowywania danych przeznaczonych dla pracy wsadowej opracowano oprogramowanie automatycznej stacji zbierania danych. Centrum tego systemu jest program o nazwie SEE, który pozwala na zbieranie danych z czterech stanowisk. W programie tym zastosowano wiele algorytmów kontroli zapewniających praktyczną bezbłądność wprowadzanych danych. Do algorytmów tych należą:

- kontrola na przynależność znaku do określonego zbioru,
- kontrola na zawieranie się wprowadzonej liczby w określonym przedziale,
- kontrola na narastanie wartości pola w kolejnych rekordach,
- definiowanie przez projektanta konkretnego systemu procedury kontroli:
 - pół rekordu,
 - zbioru rekordów.

Należy podkreślić, że wprowadzane muszą być tylko istotne dane, gdyż inne mogą być bądź powielane do wszystkich rekordów, bądź też mogą być wprowadzane automatycznie podczas procedur kontrolnych, na podstawie określonych zależności.

Oprogramowanie podsieci komunikacyjnej sieci otwartej

Przy tworzeniu programowania dla komponentów sieci otwartej niemożliwe było zastosowanie uniwersalnego systemu operacyjnego np. RT-60 z powodu zbyt ostrych ograniczeń czasowych, które wynikają z dużej szybkości wymiany danych przez moduły ADL-60.

Oprogramowanie Węzła Sieci Komputerowej stanowi specjalizowany System Operacyjny Węzła, który zapewnia:

- jednoczesną obsługę do ośmiu linii wymiany danych,
- kontrolę poprawności przesyłanych danych,

- rejestrację stanów szczegółowych, w tym błędów,
- obsługę marszrutowania pakietów,
- restart po wystąpieniu pełnego zerwania transmisji i awarii zasilania.

Funkcje Węzła Sieci Komputerowej pokrywają minimalny zestaw funkcji zdefiniowany w standardach OSI. Oprogramowanie drugiego, omawianego komponentu sieci otwartej - Koncentratora Terminali wykorzystuje dolne warstwy oprogramowania Węzła. Nadbudowana nad nimi struktura realizuje protokół Terminala Wirtualnego oraz zawiera handlery obsługujące rzeczywiste, zainstalowane terminale.

Obecnie przygotowywane oprogramowanie terminala sieciowego X25 jest zminimalizowanym wariantem oprogramowania Koncentratora Terminali, przy czym minimalizacja dotyczy zajmowanego obszaru pamięci operacyjnej, nie zaś zakresu wykonywanych funkcji. Uzupełnieniem oprogramowania dla sieci otwartej jest podsystem testów, który pozwala testować:

- poprawność pracy wybranego modułu komunikacyjnego,
- poprawność współpracy dwu komponentów podsieci komunikacyjnej.

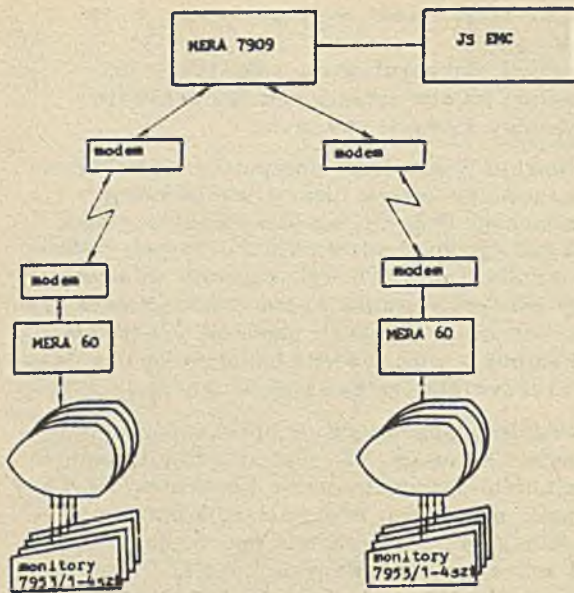
Mikrokomputer SM1633 MERA 60 w systemie hierarchicznym JS EMC

System hierarchiczny to zespół środków sprzętowo-programowych umożliwiających współpracę inteligentnych terminali, zrealizowanych na bazie maszyn SM EMC, z systemem centralnym JS EMC. Środki te zapewniają dwukierunkową wymianę informacji w odpowiednich standardach technicznych i programowych. O wyborze elementów struktury hierarchicznej, w szczególności terminala, zdecydowała konieczność dostosowania ich do pracy w środowisku komputera centralnego JS EMC.

Wykonane oprogramowanie mikrokomputera SM1633 umożliwia jego pracę w jednym z czterech rozłączonych trybów:

- jako stacji typu TBM 3780 do wprowadzania/wyprowadzania dużych ilości danych w reżimie pakietowym,
- jako stacji typu 3270 do pracy interakcyjnej,
- jako wielostanowiskowej stacji wprowadzania danych off-line,
- jako stacji redagowania wydruku danych otrzymanych z głównego komputera w postaci skompresowanej /off-line/.

Dodatkowo SM1633 pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego RT 60 - może niezależnie od głównych funkcji opisanych powyżej, pracować jako mikrokomputer z wykorzystaniem wszystkich swoich standardowych możliwości. Typowa struktura systemu hierarchicznego JS EMC oraz konfiguracje mikrokomputera SM 1633, zastosowane w systemie hierarchicznym JS EMC, przedstawione są na rys. 1 i 2.



Rys. 1. Struktura hierarchii systemu

Terminal interakcyjny MERA 60/3270

Przy pracy w trybie przetwarzania interakcyjnego, komputer centralny traktuje terminal oparty o mikrokomputer SM1633 jako odpowiednik jednostki sterującej grupowej IBM 3271 z podłączonymi urządzeniami IBM 3277. Terminal interakcyjny MERA 60/3270 zbudowany jest w oparciu o mikrokomputer SM 1633 w następującej konfiguracji minimalnej:

- procesor z pamięcią operacyjną 28 Ksłów,
- moduł komunikacyjny realizujący protokół BSC,
- urządzenie pamięci na dyskach elastycznych /1 MB on-line/,

- drukarka systemowa DZM-180,
- monitor ekranowy MERA 7955 vgd - do czterech sztuk.

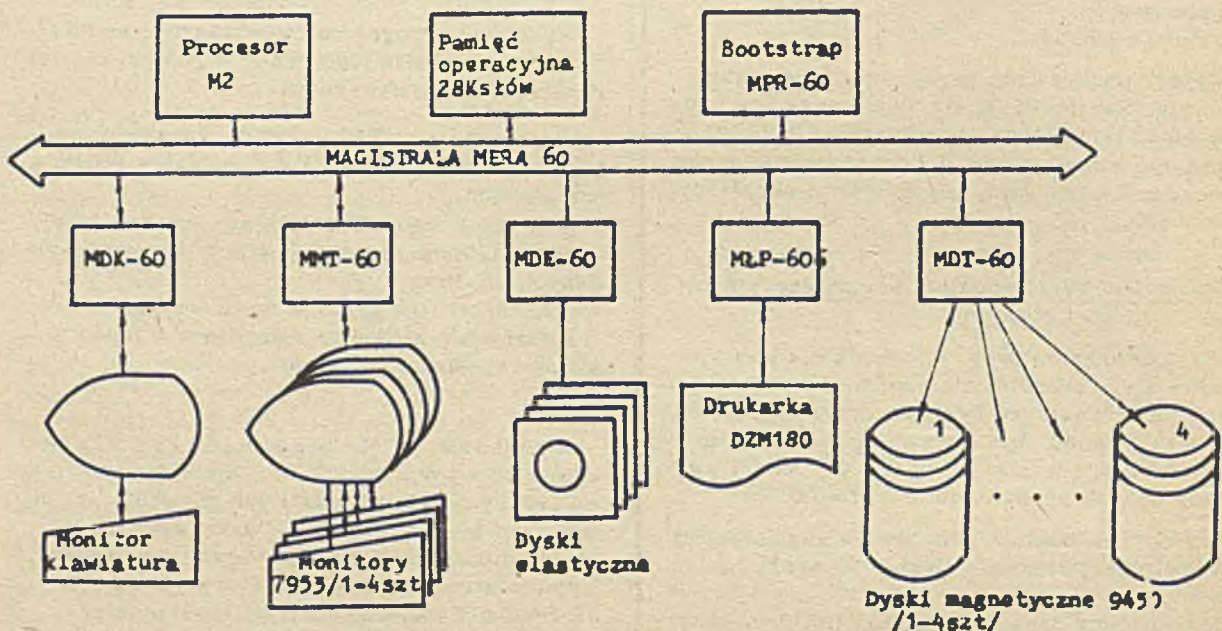
Mikrokomputer SM1633 jest grupową jednostką sterującą. Jest ona kompatybilna funkcjonalnie z IBM 3270 i umożliwia podłączenie czterech monitorów ekranowych MERA 7953 vgd. Drukarka terminala traktowana jest jako drukarka systemu IBM 3270, a monitor ekranowy MERA 7953 vgd emuluje monitor IBM 3277.

Terminal przetwarzania wsadowego MERA 60/3780

Podczas pracy w trybie wsadowym komputer centralny traktuje terminal zrealizowany w oparciu o mikrokomputer SM1633 jako odpowiednik IBM 3780. Urządzenia terminala IBM 3780 symulowane będą przez program emulujący wywoływany i uruchamiany przez operatora, bądź też dynamicznie w momencie zainicjowania sesji w tym trybie pracy.

Urządzenia fizyczne symulowane są przez zbiory systemu operacyjnego RT 60 zaś nazwy zbiorów są parametrami programu emulacyjnego dla mikrokomputera SM1633. W tym trybie pracy dopuszczalne są następujące działania:

- bezpośrednie drukowanie danych z komputera centralnego,
- zapis danych na zbiór drukarki z późniejszym wydrukiem off-line,
- wysłanie ze zbioru czytnika danych, przygotowanych w reżimie wielostanowiskowej stacji przygotowania danych lub przygotowanych innym sposobem,
- inicjowanie wyprowadzenia informacji ze zbioru drukarki na urządzenia zewnętrzne mikrokomputera,
- inicjowanie i wyprowadzenie informacji ze zbioru drukarki, czytnika lub perforatora na



Rys. 2. Konfiguracja terminali MERA-60/3270 i MERA-60/3780

odpowiednie urządzenie komputera centralnego lub na zbiór typu SPOOL /dyskowy/.

Mikrokomputer MERA 60 jako element sieci otwartej

Pod pojęciem sieci otwartej rozumiemy zbiór środków technicznych, sprzętowych i programowych, potrzebnych do zbudowania sieci zapewniającej jak największy obszar współpracy komputerów różnych typów, korzystając z jednolitych zasad wymiany informacji. Transmisja danych w sieci otwartej odbywa się zgodnie z protokołem HDLC, a na poziomie logicznym wykorzystuje się protokół X25.

Środki sprzętowo-programowe zapewniają łączność i dostęp do zasobów sieci /komputery/, dając jednocześnie możliwość łączności między użytkownikami terminalami. Środki programowe pozwalają na efektywne wykorzystanie zasobów sieci. Są nimi:

- system operacyjny węzła sieci komputerowej,
- system operacyjny koncentratora terminali,
- oprogramowanie terminala sieciowego X25,
- metody dostępu telekomunikacyjnego BTAM i TCAM w systemie operacyjnym OS/JS,
- pakiety programów diagnostycznych.

Typową konfigurację sieci otwartej przedstawia rys. 3.

Węzeł sieci komputerowej MERA 60/WSK

Węzeł sieci komputerowej zbudowany został na bazie mikrokomputera SM1633 i stanowi podstawowy element sieci otwartej. Współpracuje z:

- komputerami Jednolitego Systemu poprzez procesor telekomunikacyjny EC 8371 lub multiplexer MERA 7909,
- innymi węzłami sieci,
- koncentratorami terminali,
- stacjami typu PJE zbudowanymi na bazie mikrokomputera MERA 60 lub minikomputera SM-4,
- terminalami sieciowymi X25, oraz innymi elementami sieci poprzez:
- linie komutowane o małej szybkości transmisji do 2400 bit/s,
- linie trwałe o średniej szybkości do 48 Kbit/s.

Wymiana informacji odbywa się zgodnie z protokołem HDLC/X25. Konfiguracja węzła przedstawiona jest na rys. 4. Funkcje węzła wykonywane są poprzez specjalizowany system operacyjny węzła sieci, który zapewnia realizację dolnych warstw protokołu X25. Węzeł sieci wyposażony jest dodatkowo w środki generacji systemu operacyjnego węzła, zapewniające optymalne dopasowanie oprogramowania do konfiguracji sprzętowej węzła oraz w zestaw testów adapterów liniowych i łączy. Wersja bazowa systemu operacyjnego węzła zajmuje poniżej 8 Ksłów pamięci operacyjnej, co pozwala wykorzystać 20 Ksłów na bufory danych otrzymywanych i wysyłanych.

Koncentrator terminali MERA 60

Zadaniem koncentratora terminali jest zapewnienie możliwości podłączenia do sieci do ośmiu terminali typu:

- monitor ekranowy 7953 vgd,
- drukarka DZM 180 KSR,
- grupowa jednostka zdalna monitorów ekranowych MERA 7905 z ośmioma monitorami typu 7910 lub innymi terminalami.

Podstawowa konfiguracja koncentratora terminali jest identyczna jak węzła. Koncentrator jednakże wyposażony jest jedynie w jeden adapter linii oraz do ośmiu adapterów dla podłączenia terminali lub grup terminali. System operacyjny węzła sieci rozszerzony został w koncentratorze o warstwę obsługi terminala wirtualnego oraz programy obsługi wszystkich używanych typów terminali.

Terminal sieciowy X25

Aktualnie opracowany terminal sieciowy X25 jest specjalnym wykonaniem Koncentratora Terminali. Przy zachowaniu pełnych możliwości funkcjonalnych liczba terminali ograniczona jest do jednego, co pozwala umieścić cały sprzęt w obudowie monitora ekranowego.

Mikrokomputer MERA 60 w sieci jednorodnej SM EMC

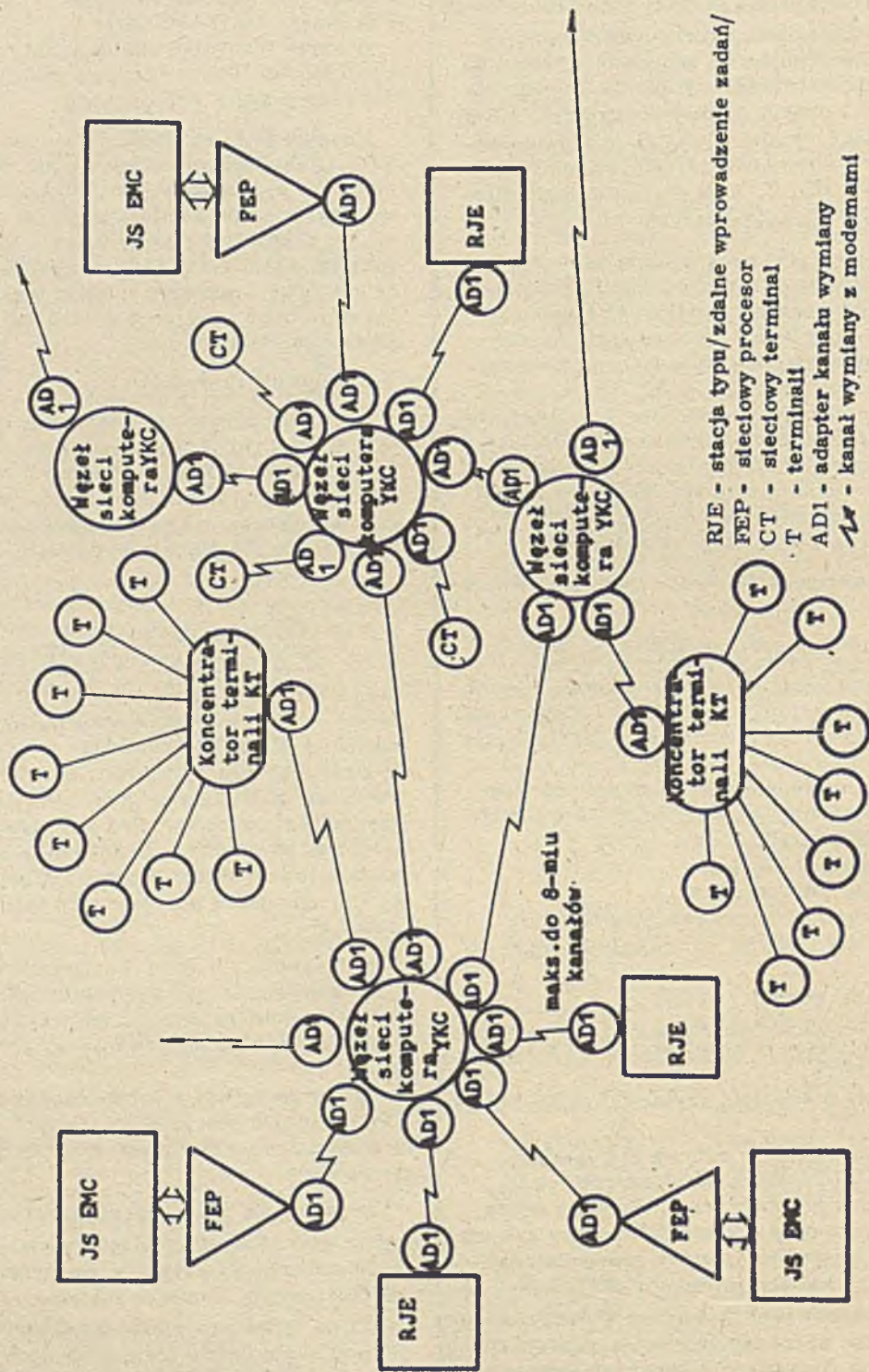
Systemy mikrokomputerowe SM1633 przeznaczone są do pracy na dolnym poziomie sieci jednorodnej SM EMC. Zadaniem mikrokomputera w sieci jest między innymi: komunikacja z otoczeniem, zbieranie danych, wysterowywanie elementów pomiarowych i wykonawczych itp. Interfejs pomiędzy mikrokomputerem a użytkownikiem lub obiektem zapewniają moduły fizyczne i programowe specjalnie do tego celu przeznaczone.

Połączenie z innymi maszynami SM EMC realizowane jest za pomocą pakietu modułów programowych umożliwiających na przykład:

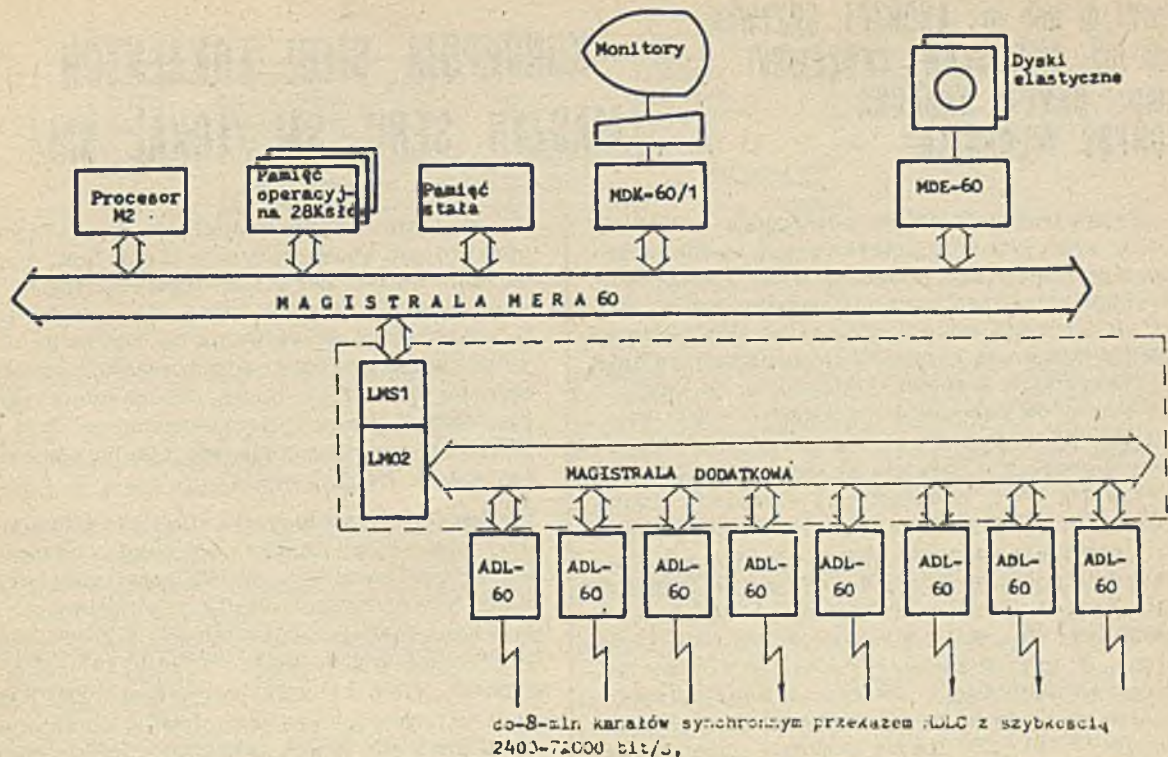
- przekazywanie danych między komputerami sieci,
- zdalny dostęp do zbiorów danych umieszczonych w innym komputerze sieci,
- zdalny dostęp do innych zasobów pracujących komputera.

Organizacja pakietu jest modułowa, z wyodrębnionym zbiorem modułów współpracy z kontrolerami różnego typu linii synchroniczne, asynchroniczne, duplex/półduplex, . . . , co pozwala na łatwe uzupełnienie pakietu o obsługę nowych kontrolerów transmisyjnych, SM1633 jako mikrokomputer dolnego poziomu sieci realizować będzie dolne warstwy protokołu komunikacyjnego TELE-SM do poziomu łącza logicznego włącznie.

Opracowane środki sprzętowe i programistyczne pozwalają na realizację połączeń:



Rys. 3. Typowa konfiguracja sieci otwartej



Rys. 4. Strukturalny schemat MERY 60/UKS

- synchronicznych i asynchronicznych,
- na liniach dwupunktowych oraz wielopunktowych,
- bezpośrednich dla małych odległości oraz odległych przez modemy/konwertery.

Mikrokomputer SM1633 może pracować w sieci jednorodnej SM EMC w następujących podstawowych trybach pracy:

- jako zdalny terminal nadrzędnego komputera, co pozwala uzyskać pełny dostęp do jego zasobów w celu wykonania zadań wymagających dużej konfiguracji sprzętu,
- jako mikrokomputer satelitarny nadrzędnego komputera; w tym reżimie pracy SM1633 wykonuje programy wprowadzane zdalnie z zasobów komputera wyższego szczebla hierarchii, lecz bez współpracy w czasie ich wykonywania.

W obu wymienionych trybach pracy mikrokomputera SM1633 wystarczająca jest jego minimalna konfiguracja zawierająca:

- procesor z maksymalną pamięcią operacyjną,
- monitor ekranowy,
- linię szybkiej wymiany z nadrzędnym komputerem sieci,
- specjalistyczne kontrolery i interfejsy aparatury kontrolno-pomiarowej, takie jak CAMAC lub IEC-625.

Dla takiej konfiguracji system operacyjny i programy użytkowe przechowywane są w pamięciach masowych nadrzędnego komputera sieci, który udostępnia współpracującemu z nim mikrokomputerowi SM1633 swoje zasoby

na dwa podstawowe sposoby:

- pamięć masową w celu przechowywania oprogramowania systemowego i użytkowego,
- procesor i pamięć operacyjną dla wykonywania złożonych programów wymagających dużej liczby obliczeń lub dużej pojemności pamięci operacyjnej.

Trzecim trybem, w którym SM1633 może pracować w sieci jest wykorzystanie go dla wykonywania funkcji komputera wyższego poziomu hierarchii, tam gdzie jest to możliwe i ekonomicznie opłacalne. Na przykład, gdy komputer wyższego poziomu SM-4 pełniłby w sieci tylko funkcje tranzytowe, przekazując informacje, możliwe jest zastąpienie go przez mikrokomputer SM1633 z oprogramowaniem właściwym dla danego poziomu hierarchii.

W artykule głównie przedstawiono już zrealizowane i działające zastosowanie sieciowe systemu mikrokomputerowego SM1633. Ich przegląd pozwala stwierdzić, iż mikrokomputer SM1633 wykorzystany może być w trzech zdecydowanie różnych strukturach sieciowych:

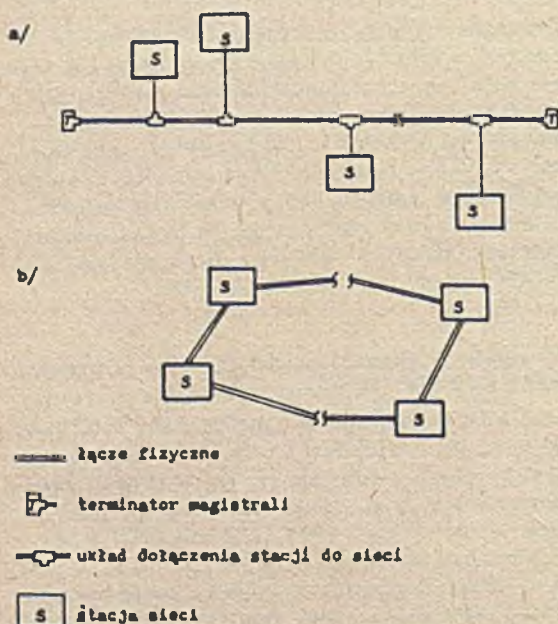
- jako terminal typu IBM 3270 lub 3780 w hierarchicznym systemie JS EMC,
- jako mikrokomputer do budowy komponentów podsieci komunikacyjnej sieci otwartej /Węzeł Sieci Komputerowej, Koncentrator Terminali, Terminal Sieciowy X25,
- jako komputer dolnego poziomu jednorodnej sieci hierarchicznej SM EMC.

prof. dr hab. inż. ANDRZEJ GRZYWAK
 dr inż. MIROSŁAW SKRZEWSKI
 mgr DANUTA TABACKA
 CNPSS "MERASTER"

KONCEPCJA SIECI LOKALNYCH MASZYN SERII SM /LOKAL SM/

Przez lokalną sieć komputerową rozumie się zbiór systemów komputerowych, rozmieszczonych na niewielkim obszarze wraz z zespołem środków urządzeniowych i programowych, które umożliwiają wchodzącym w jej skład komputerom wzajemną komunikację oraz korzystanie ze wszystkich zasobów dołączonych do sieci. Ze względów ekonomicznych komunikacja pomiędzy dowolną parą komputerów realizowana jest w oparciu o pojedyncze łącze /łącza wszystkie MC/, udostępniane w całości /konfiguracja magistralowa - rys. 1a/ lub odcinkami /konfiguracja pierścieniowa - rys. 1b/ na zasadzie podziału czasu dla realizacji transmisji. Zasada uzyskiwania przydziału łącza określona jest stosowaną w sieci metodą /regul/ dostępu. W przypadku sieci o konfiguracji magistralowej dominują rozwiązania umożliwiające dostęp do łącza na zasadzie rywalizacji /np. reguła CSMA/CD/ lub na zasadzie przekazywania uprawnień /metoda stosowana również w sieciach o konfiguracji pierścieniowej/.

Obecnie brak podstaw do jednoznacznego określenia, która z wersji sieci magistralowej jest lepsza. Rywalizacyjna reguła dostępu zapewnia minimalny narzut organizacyjny oraz natychmiastowy dostęp przy niewielkim obciążeniu łącza, z drugiej strony przy dużym obciążeniu /występowanie konfliktów przy dostępie do łącza/ nie gwarantuje pomyślnej realizacji transmisji.



Rys. 1. Podstawowe konfiguracje lokalnych sieci komputerowych - a/magistralowa, b/pierścieniowa

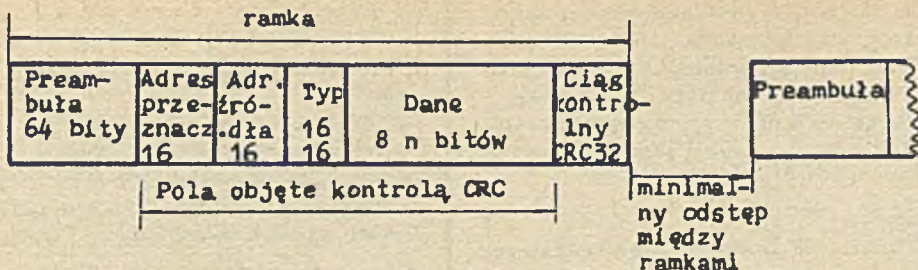
Organizacja dostępu w oparciu o przekazywane uprawnienia charakteryzuje się dużym, w przybliżeniu stałym narzutem organizacyjnym, niezależnie od obciążenia sieci. Wprowadza ponadto konieczność oczekiwania na uzyskanie dostępu do łącza, pozwala jednak określić maksymalny czas, po którym dostęp ten zostanie uzyskany. Wadą tej metody jest stosunkowo duży narzut organizacyjny związany z dołączaniem/wyłączaniem stacji z sieci.

Obecnie powstało wiele sieci eksperymentalnych charakteryzujących się bardzo różnorodnymi rozwiązaniami. Wśród rozwiązań oferowanych komercyjnie dominuje rozwiązanie sieci o konfiguracji magistralowej z rywalizacyjną regułą dostępu, opracowane przez firmy

XEROX, DEC i INTEL pod nazwą ETHERNET. Sieć ta przeznaczona jest głównie do automatyzacji prac biurowych, realizacji elektronicznej poczty oraz zdalnego dostępu do specjalizowanych urządzeń zewnętrznych i pamięci masowych. W rozwój handlowy tej sieci zaangażowanych jest wielu producentów sprzętu komputerowego /między innymi DEC w zastosowaniu dla komputerów serii PDP-11 i VAX/ i układów scalonych, oferujących układy umożliwiające dołączenie do sieci ETHERNET różnorodnych komputerów, od personalnych do dużych maszyn cyfrowych np. typu IBM 370.

Pozostałe, typowe konfiguracje sieci lansowane są przez pojedyncze firmy. Niektóre z nich oferują również układy scalone dla realizacji swoich algorytmów dostępu do sieci /np. Western Digital dla sieci magistralowej z przekazywaniem uprawnień/. Obszar zastosowań dla większości z tych sieci jest podobny jak dla ETHERNET. Oprócz sieci lokalnych dla zastosowań biurowych oferowanych jest wiele rozwiązań sieci dla sterowania procesami przemysłowymi. Najczęściej są to sieci o konfiguracji magistralowej z dostępem do łącza na zasadzie przekazywania uprawnień.

Ze względu na dużą ilość stale powstających różnych rozwiązań sieci lokalnych stosunkowo wcześniej podjęte zostały prace normalizacyjne, mające na celu zdefiniowanie standardowych rozwiązań sieci lokalnych dla różnych obszarów zastosowań. Również firmy, które pierwsze opracowały i wprowadziły dane rozwiązanie sieci na rynek, opublikowały dokładną specyfikację swojego rozwiązania, próbując narzucić własny standard. W wyniku prac normalizacyjnych rozwiązania sieci ETHERNET znalazły się w całości lub jako jeden z wariantów w kilku dokumentach normalizacyjnych;



Rys. 2. Format ramki sieci LOKAL SM

- w propozycji normy IEEE-802 /wariant P-802.3/,
- w normie ECMA 80, 81, 82 /ISO/TC97/SC13/
- opublikowane zostały jako ETHERNET V1.0 Specification przez firmę XEROX.

Biorąc pod uwagę przewidywany obszar zastosowań sieci lokalnej LOKAL-SM wydaje się, że powinna to być sieć o konfiguracji magistralowej z dostępem na zasadzie rywalizacji, wzorowana na rozwiązaniach sieci ETHERNET. Za przyjęciem takiego rozwiązania przemawiają następujące czynniki:

- własności proponowanego rozwiązania odpowiadają przyjętemu obszarowi zastosowania,
- sieć ETHERNET jest stosowana i testowana od kilku lat, dostępne są więc materiały przedstawiające zarówno różne warianty konstrukcyjne jak i informacje eksploatacyjne, skorzystanie z których powinno pomóc w uniknięciu pomyłek projektowych,
- w opracowaniu sieci brała udział firma DIGITAL EQUIPMENT CORP; maszyny cyfrowe serii PDP-11 wyposażone są przez wielu producentów w układy sprzęgające z siecią - istnieje więc oprogramowanie realizujące funkcje wyższych protokołów sieci,
- materiały normalizacyjne dotyczące rozwiązań sieci ETHERNET zawarte są w kilku źródłach,
- dla sieci ETHERNET produkowane są /wchodzi do produkcji/ układy scalone LSI, realizujące podstawowe funkcje sterownika sieci,

Przy ustalaniu założeń dla proponowanego rozwiązania sieci LOKAL-SM oparto się na propozycji normy IEEE-P-802.3.

Charakterystyka i parametry

lokalnej sieci komputerowej LOKAL-SM

W tej części artykułu w zwięzłej formie przedstawiono podstawowe własności oraz parametry proponowanego rozwiązania sieci lokalnej LOKAL-SM. Przede wszystkim określono:

- format ramki,
- regułę dostępu do łącza,
- rozwiązanie łącza fizycznego,
- sposób transmisji.

Format ramki

Format ramki przedstawiono na rys. 2. Stacja musi być zdolna do transmisji i odbioru ramek /o postaci przedstawionej wyżej/ prze-

syłanych kablem koncentrycznym. Każda ramka stanowi ciąg 8-bitowych bajtów. Liczba przesłanych bitów ramki musi odpowiadać całkowitej wielokrotności bajtu. Jako pierwszy transmitowany jest zawsze najmniej znaczący bit bajtu.

Reguła uzyskiwania dostępu do łącza

Reguła dostępu określa jak i kiedy stacja może wysłać ramki kablem koncentrycznym. Podstawowym zadaniem jest rozwiązanie konfliktów /kollizji/, jakie zachodzą między nadającymi stacjami. Reguła dostępu wyróżnia następujące stany stacji:

O c z e k i w a n i e

Stacja nie może transmitować informacji kablem koncentrycznym w sytuacji, gdy kabel /łącze/ jest zajęty /nadaje inna stacja/ oraz w pewnym okresie czasu /minimalny odstęp pomiędzy ramkami/ po zakończeniu nadawania.

T r a n s m i s j a

Stacja może nadawać o ile nie spowoduje to kollizji /łącze jest wolne/. Po rozpoczęciu transmisji kontynuowana jest do zakończenia ramki.

P r z e r w a n i e t r a n s m i s j i

Jeśli zostanie wykryta kollizja następuje przerwanie transmisji i wysłanie pewnego ciągu dodatkowych bitów, aby zapewnić rozpoznanie kollizji przez pozostałe stacje, uczestniczące w wymianie informacji.

R e t r a n s m i s j a

Po wykryciu kollizji i podjęciu działania umożliwiającego jej wykrycie przez pozostałe stacje, dana stacja oczekuje na dostęp do łącza przez ustalony losowo czas, a następnie podejmuje próbę ponownej transmisji /retransmisji/ ramki. Po 16 próbach retransmisji podejmowana jest /programowo/ decyzja, określająca czy wysiłki te należy kontynuować czy też ich zaniechać.

O p ó ź n i a n i e

Opóźnianie retransmisji wyliczane jest przy zastosowaniu algorytmu o nazwie "Ekspotencjalny zanik sygnału binarnego", który pozwala rozwiązać konflikty między maks. 1024 stacjami. Opóźnienie /liczba jednostek czasowych/ przed podjęciem n-tej próby transmisji jest zmienną losową o rozkładzie równomiernym z przedzia-

ł u 0 do 2^n dla $0 < n \leq 10$ / $n=0$ odpowiada transmisji właściwej, $n=1$ pierwsza próba retransmisji itd./ . Dla prób od jedenastej do piętnastej przedział czasu jest "obciążony" i pozostaje nadal w obszarze od 0 do 1023. Jednostką czasu dla opóźnienia retransmisji jest czas obiegu łącza.

Sposób transmisji

W sieci LOKAL-SM zastosowano impulsową modulację fazy /modulacja typu Manchester/. Zapis ten daje sygnał o współczynniku wypełnienia 0,5 i zapewnia moment charakterystyczny /zmianę/ w środku każdego przedziału jednostkowego /czas trwania jednego bitu/. Pierwsza część przedziału jednostkowego zawiera negację przesyłanego bitu, druga natomiast właściwą wartość bitu.

Szybkość transmisji

Szybkość transmisji wynosi 5 Mbitów/s.

Rozpoznanie zajętości łącza

O zajętości łącza świadczy obecność sygnału, którą rozpoznaje się poprzez występowanie jego zmian /momentów charakterystycznych/.

Rozwiązanie łącza fizycznego

Tor transmisyjny

Torem transmisyjnym jest odcinek kabla koncentrycznego o stałej impedancji falowej.

Impedancja falowa

Impedancja falowa kabla wynosi $50 \pm 2 \Omega$.

Tłumienie falowe

Tłumienność kabla na odcinku 500 m nie powinna przekraczać 8,5 dB przy 5 MHz.

Rozmiary fizyczne

Określają rozmiary kabla przystosowane do przewidzianych łącz punktowych /tzw. "tępów"/:

- średnica zewnętrzna kabla 10,5 mm,
- średnica wewnętrzna ekranu 7,25 mm,
- średnica przewodu wewnętrznego 2,25 mm,
- maksymalna długość segmentu kabla 500 m.

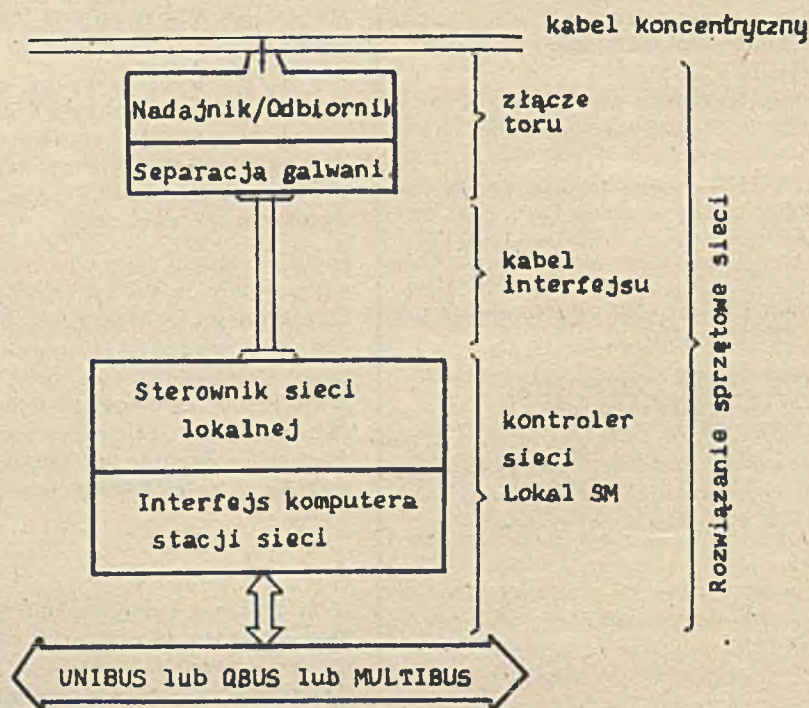
Układ nadawczo-odbiorczy /transiver/.

Liczba stacji

Do pojedynczego odcinka kabla /segmentu/ można podłączyć do 100 układów nadawczo-odbiorczych /stacji sieci/. Układ nadawczo-odbiorczy ma być widziany przez kabel koncentryczny, jako impedancja o składowej rezystancyjnej większej od $100 \text{ k}\Omega$ i pojemności wejściowej nie przekraczającej 4 pF.

Interfejs układu nadawczo-odbiorczego z kontrolerem sieci

Interfejs ten obejmuje trzy /opcjonalnie cztery/ sygnały i zasilanie transivera. Sygnałami interfejsu są: Dane nadawane, Dane odbierane, Status /sygnał kolizji/ i opcjonalnie Sterowanie. Każdy z sygnałów przesyłany jest dwuprzewodowym torem symetrycznym. Sygnały danych przesyłane są sygnałami impulsowej modulacji fazy. Sygnał statusu przesyła informację: transmisja poprawna - stan ciszy w torze; transmisja niepoprawna /kolizja/ - fala prostokątna 5 MHz. Sygnał sterowania przesyła polecenie odłączenia nadajnika od łącza. Układ transivera zasilany jest napięciem stałym 11,9 do 16V, maksymalny prąd pobierany - 0,5A.



Rys. 3. Schemat blokowy rozwiązania sprzętowego sieci LOKAL SM

Separacja galwaniczna

Układ nadawczo-odbiorczy zapewnia separację galwaniczną pomiędzy torem transmisyjnym a kontrolerem stacji sieci. Impedancja izolacji powinna być większa od $250\text{ k}\Omega$ przy 50 Hz ; o napięciu przebicia większym od 250 V_{ak} , 50 Hz .

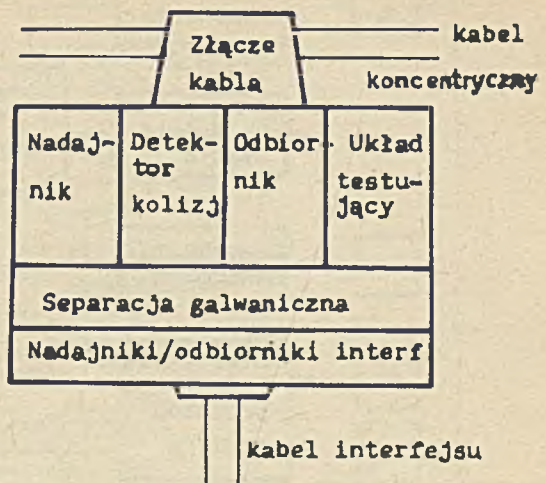
Elementy sprzętowe

lokalnej sieci komputerowej LOKAL-SM

Przez sprzętowe rozwiązanie sieci rozumiany jest zestaw środków sprzętowych umożliwiających dołączenie komputera stacji sieci do łącza fizycznego, realizujący wymagane protokoły warstw sieci lokalnej. Ze względów funkcjonalnych wyróżnić w nim można trzy odrębne układy /rys. 3/:

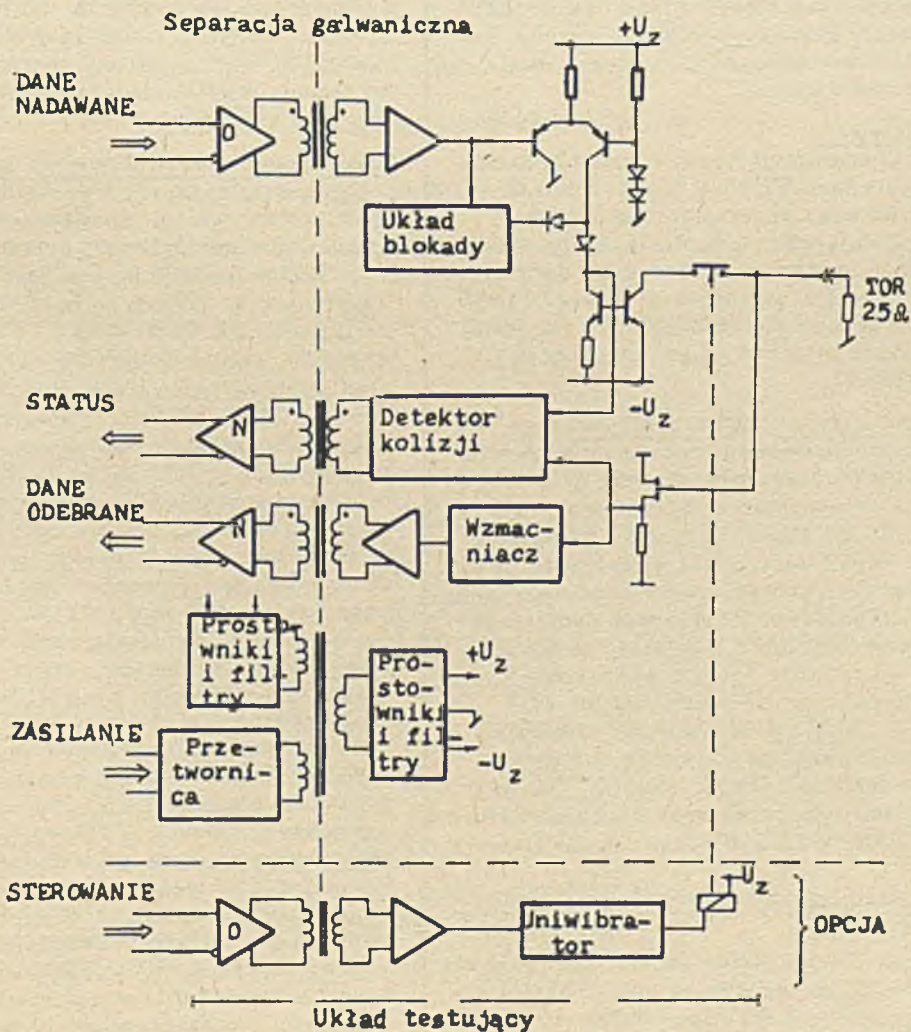
- układ złącza toru fizycznego /układ nadawczo-odbiorczy/,
- układ sterownika sieci lokalnej,
- interfejs komputera stacji sieci.

Układ złącza toru dostosowany jest bezpośrednio do kabla koncentrycznego stanowiącego tor fizyczny sieci i zawiera nadajnik i odbiornik sygnału z toru, układ wykrywania kolizji, układy separacji galwanicznej między torem fizycznym a kablem interfejsu oraz nadajniki

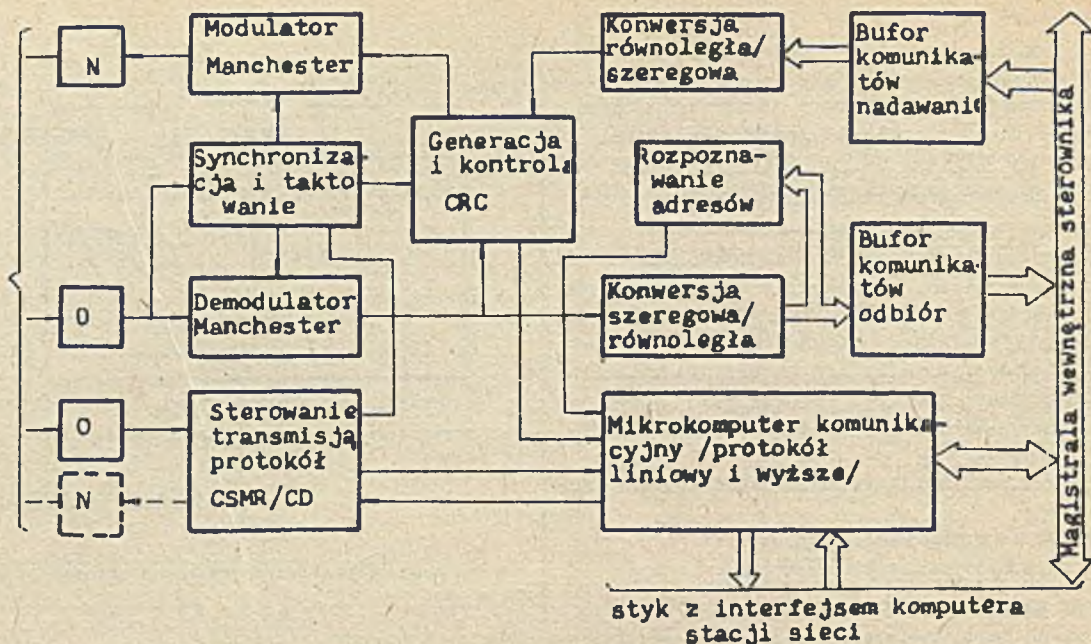


Rys. 4. Organizacja blokowa układu złącza toru

i odbiorniki sygnałów interfejsu. Schemat blokowy układu złącza toru przedstawia rys. 4. Pozostałe elementy sprzętowe rozwiązania sieci znajdują się przy komputerze stacji sieci.



Rys. 5. Układ nadawczo-odbiorczy /Transiver/



Rys. 6. Schemat blokowy układu sterowania sieci lokalnej LOKAL SM

Poniżej scharakteryzowano przyjęte rozwiązania podstawowych bloków sieci, takich jak: segment sieci, układ nadawczo-odbiorczy, interfejs układ nadawczo-odbiorczy-sterownik sieci, sterownik sieci.

Tor transmisyjny

Jako tor transmisyjny przewiduje się zastosowanie kabla typu WL50-2, 25/7, 25 lub WLEK 50-2, 25/7, 25 oraz opracowanie specjalnego złącza nakłuwającego, umożliwiającego dołączenie układu nadawczo-odbiorczego do toru bez konieczności przecinania kabla koncentrycznego. Dopuszcza się zastosowanie /w ograniczonej ilości połączeń za pomocą złącza C-50-2-B-0/NWN1.

Rozwiązanie układu nadawczo-odbiorczego

Schemat proponowanego rozwiązania układu nadawczo-odbiorczego przedstawia rys. 5. Elementem wyjściowym nadajnika jest tranzystor BSXP 92 lub BSXP-67. Układ wejściowy odbiornika zrealizowano na tranzystorze BF-245, a separację galwaniczną w oparciu o transformatory impulsowe. W układach nadajników i odbiorników linii interfejsu układ nadawczo-odbiorczy - kontroler sieci przewidziano wykorzystanie układów K500LP116M lub UCY 75110, UCY 75107. Układ blokady nadawania przerywa nadawanie po czasie ok. 25 ms ciągłego nadawania /Jobber control/. Blokada zostaje usunięta przez brak sygnału na linii DANE NADAWANE w czasie ok. 200 μ s.

Interfejs Układ Nadawczo-Odbiorczy - Kontroler sieci

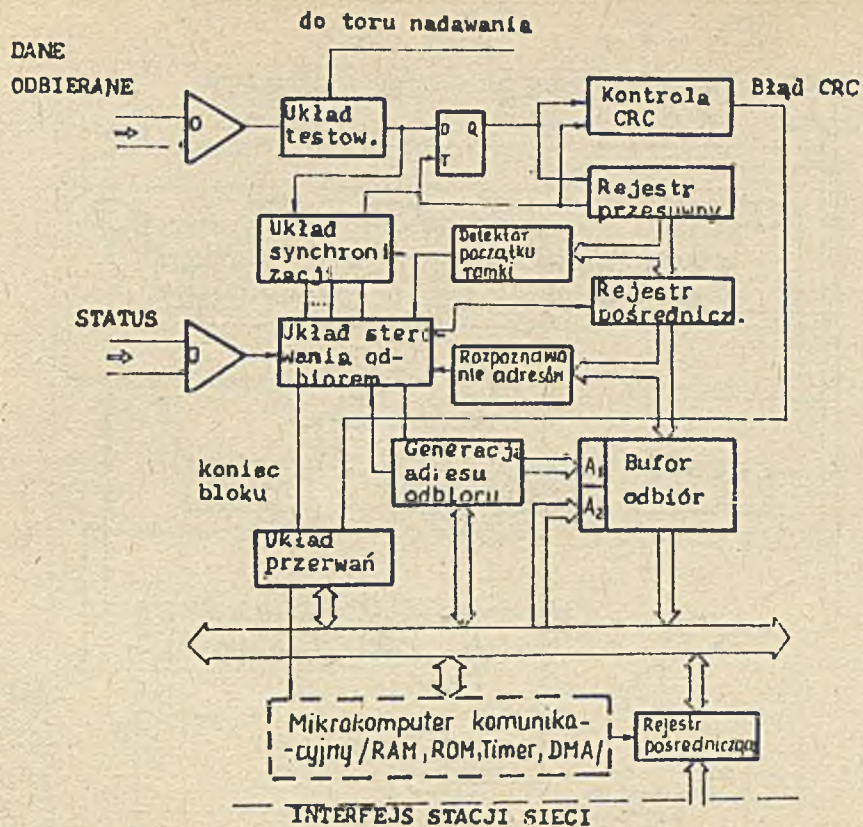
Połączenie Układu Nadawczo-Odbiorczego z kontrolerem sieci przewiduje się w postaci kabla składającego się z 3 /opcjonalnie 4/ torów sygnałów interfejsu, wykonanych w postaci

skrętki w indywidualnym ekranie oraz jednej pary przewodów zasilania, umieszczonych we wspólnej osłonie. Kabel zakończony będzie złączami: wtyk od strony kontrolera, gniazdo od strony układu nadawczo-odbiorczego. Złącza typu 871/881 015.

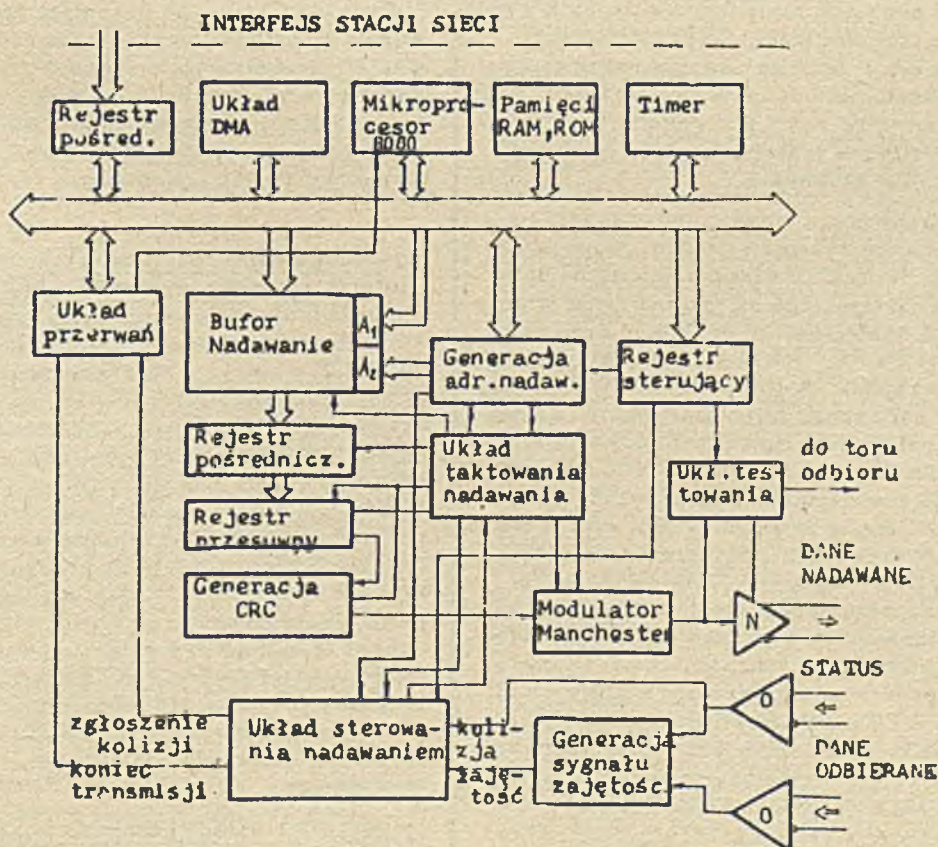
Rozwiązanie sterownika sieci lokalnej

Ogólne rozwiązanie sterownika sieci przedstawiono na rys. 6. Rozwiązanie toru odbioru i nadawania komunikatów przedstawiają rys. 7 i 8. Układy odbioru komunikatu analizuje w sposób ciągły sygnały przesyłane liniami interfejsu DANE ODEBRANE I STATUS. Brak sygnałów na obu liniach traktowany jest jako stan ciszy na łączu i jako informacja "wolne łącze" /CARRIER OFF/, przekazywana do układu sterowania nadawaniem. Pojawienie się sygnałów w linii DANE ODEBRANE powoduje uruchomienie układu synchronizacji i rozpoczęcie odbioru komunikatów. Odbierane bity ciągu synchronizacyjnego wprowadzane są do rejestru przesuwającego i poszukiwany jest znacznik ramki /ciąg 10101011. Jego wykrycie uruchamia pozostałą część układu /układ rozpoznawania adresów, układ wprowadzania treści komunikatu do pamięci buforowej, układ kontroli CRC/.

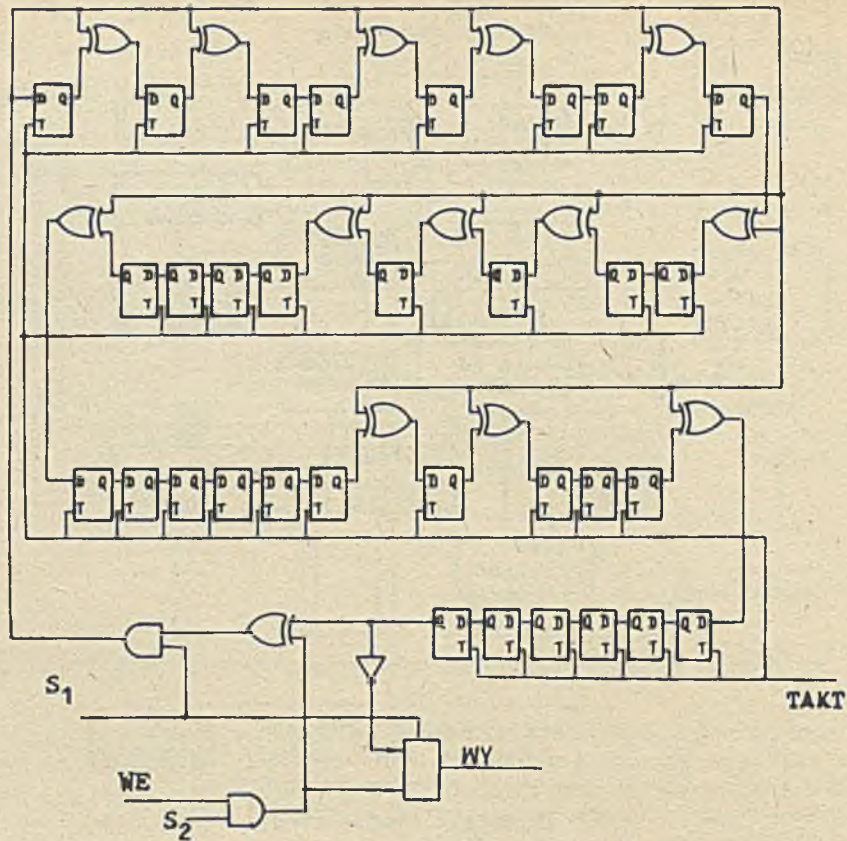
Przewiduje się możliwość pracy układu w 2 trybach: odbiór każdego komunikatu i jego buforowanie niezależnie od adresu odbiorcy /tryb serwisowy/ i odbiór z buforowania komunikatów przeznaczonych tylko dla danej stacji /tryb normalny/. W trybie normalnym rozpoznanie obcego adresu przeznaczenia przerywa odbiór komunikatu. Układ nadawania komunikatu uaktywniany jest przez mikrokomputer komunikacyjny po przygotowaniu w buforze kompletnego komunikatu, przeznaczonego do wysłania oraz po ustawieniu w rejestrach układu generacji adre-



Rys. 7. Rozwiązanie toru odbioru komunikatu



Rys. 8. Rozwiązanie toru nadawania komunikatu



Rys. 9. Rozwiązanie układu generacji CRC

su: adresu początku komunikatu w buforze i informacji o długości komunikatu. Komunikat znajdujący się w buforze zawiera pełną preambułę ze znacznikiem początku komunikatu, natomiast nie zawiera sumy kontrolnej. Suma kontrolna wyznaczana jest przez układ generacji CRC w trakcie nadawania.

Uaktywniony układ sterowania nadawaniem określa moment czasu, w którym rozpoczyna nadawanie. W trakcie nadawania kolejne bajty komunikatu zamieniane są na ciąg bitów w kodzie NRZ a następnie, po przejściu przez układ generacji CRC i modulator sygnału Manchester, wysyłane są linią DANE NADAWANE. W trakcie nadawania układ sterowania nadawaniem kontroluje stan linii STATUS. W przypadku wykrycia przez układ nadawczo-odbiorczy faktu równoczesnego nadawania dwóch lub więcej stacji, linią tą przesyłany jest sygnał błędu informujący o kolizji. Wystąpienie kolizji powoduje wysłanie dalszych 32 bitów w celu umożliwienia pozostałym stacjom stwierdzenia faktu wystąpienia kolizji, następnie układ sterowania nadawaniem wstrzymuje nadawanie i generuje przerwanie, zgłaszając kolizję. Jeśli na linii STATUS nie pojawi się sygnał błędu, transmisja kontynuowana jest do momentu wyzerowania rejestru długości bloku w układzie generacji adresu, co równocześnie powoduje wyprowadzenie z układu generacji CRC obliczonej w nim sumy kontrolnej /32-bitowej/ i zakończenie nadawania.

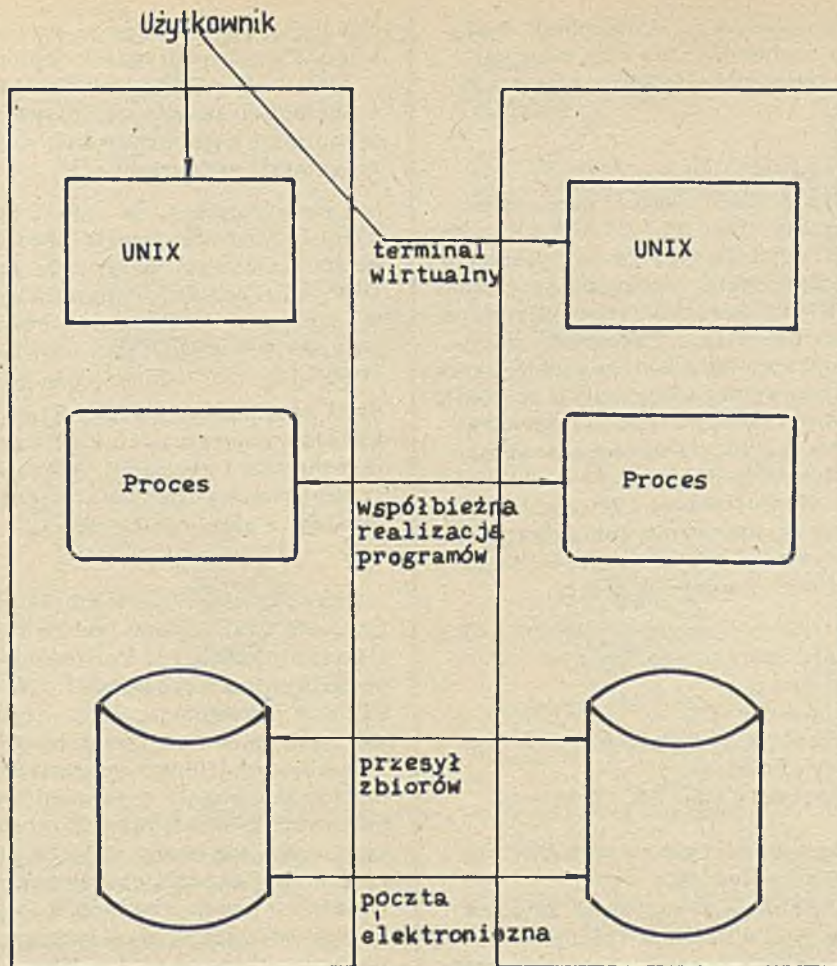
Przewiduje się, że pozostałe funkcje podwarstwy dostępu /wyznaczenie czasu oczekiwania na retransmisję zgodnie z ustalonym algorytmem/, określenie momentu rozpoczęcia retransmisji, zliczanie ilości kolizji realizowane będą na drodze programowej przez mikrokomputer komunikacyjny.

Rozwiązanie mikrokomputera komunikacyjnego i interfejsu komputera stacji sieci

Przewiduje się realizację mikrokomputera komunikacyjnego w oparciu o mikroprocesor KR580 IK 80 wraz z układami pamięci RAM, ROM, układem przerwań K580 IK 59 i układem czasowym KR580 WI 53. Jako podstawowy tryb komunikacyjny między sterownikiem sieci /mikrokomputerem komunikacyjnym/ a komputerem stacji sieci przewiduje się transmisję typu DMA, realizowaną od strony sterownika w oparciu o układ KR 580 IK 57. Od strony komputera stacji sieci przewiduje się realizację układu interfejsu zgodnie ze standardem rozwiązań danego typu maszyny cyfrowej. Oprócz transmisji DMA przewiduje się transmisję pod kontrolą programową oraz możliwość wzajemnej generacji przerwań: zarówno po stronie komputera stacji sieci jak i mikrokomputera komunikacyjnego.

Rozwiązanie układu generacji kontrolera CRC

Proponowane rozwiązanie układu generacji /kontroli CRC/ przedstawia rys. 9. Zgodnie z



Rys. 10. Funkcje systemu UNET

przedstawionym w normach IEEE 802,3 ECMA - 82 algorytmem, wyznaczenie sumy kontrolnej realizowane jest w oparciu o wielomian generacyjny:

$$G(x) = x^{32} + x^{26} + x^{23} + x^{22} + x^{16} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^8 + x^7 + x^5 + x^4 + x^2 + x + 1$$

Przed rozpoczęciem wyznaczania sumy kontrolnej wszystkie bity rejestru przesuwającego ustawione zostają na 1; wyznaczona wartość CRC jest negowana i dołączana do nadawanej ramki. W analogiczny sposób wyznaczana jest suma kontrolna przy odbiorze komunikatu. Po zakończeniu odbioru ramki sprawdzana jest wartość rejestru przesuwającego. Jeżeli różni się ona od wymaganej stałej, generowany jest sygnał błędny CRC /przerwanie/.

Zakres testowania działania sterownika sieci

Proponowane rozwiązanie sterownika sieci umożliwi realizację przedstawionego w normie P-802,3 zakresu testowania. Korzystając z układu testowania możliwe jest połączenie wyjścia modulatora w torze nadawania komunikatu z wejściem demodulatora sygnału Manchester w torze odbioru i sprawdzenia poprawności

działania podstawowych układów sterownika, poprzez przesłanie komunikatu testowego pomiędzy częścią nadawczą i odbiorczą.

W wersji z opcjonalnym obwodem STEROWANIE możliwe jest także przesłanie komunikatu testowego przez układ nadawczo-odbiorczy i sprawdzenie działania układu detektora kolizji bez wysyłania sygnału w tor transmisyjny. Pełne przetestowanie wszystkich układów kontrolera sieci, wraz z układem nadawczo-odbiorczym, możliwe jest poprzez wysłanie przez kontroler zaadresowanego do siebie komunikatu w tor transmisyjny /adres rozgłoszeniowy, grupowy lub indywidualny/ i jego równoczesny odbiór. Dla zapewnienia ww. możliwości testowania konieczne było przyjęcie niezależnych układów generacji i kontroli CRC w torze nadawczym i odbiorczym sterownika.

Rozwiązanie mechaniczne

Układy kontrolera stacji sieci zrealizowane zostaną na trzech pakietach formatu "Double Europa"; po jednym na układy toru nadawania, toru odbioru i układu mikrokomputera komunikacyjnego z interfejsem komputera stacji sieci. Układ nadawczo-odbiorczy umieszczony

będzie w osobnej obudowie, połączonej ze złączem typu "tap connector" lub złączami serii C-50, umieszczonej bezpośrednio przy torze transmisyjnym.

Oprogramowanie sieci typu LOKAL-SM

Oprogramowanie sieci lokalnej odpowiadać będzie wymaganiom sieci typu ETHERNET/standard P-802/. Przyjmuje się, że dwa pierwsze poziomy oprogramowania, odpowiadające standardowi ETHERNET wersja V1.0, realizowane będą przez kontroler sieci. Tak zwane poziomy klienty oprogramowane będą z wykorzystaniem maszyn cyfrowych podłączonych do sieci. Zakłada się, że dla maszyn typu SM oprogramowanie odpowiadać będzie oprogramowaniu typu UNET-Networking Software /3C 800 UNET, 3C 801 UNET/. Zastosowanie systemu UNET, realizującego oprogramowanie komunikacyjne, wymaga wykorzystania systemu operacyjnego UNIA dla wszystkich maszyn w sieci.

Z punktu widzenia użytkownika system UNET realizować będzie następujące funkcje:

- poczty elektronicznej,
- przesyłu zbiorów danych,
- współbieżnej realizacji programów,
- wirtualnego terminala,

Funkcje te przedstawia rys. 10.

Dla oprogramowania systemu typu UNET określone zostały następujące cechy:

- umożliwienie zdalnego przesyłania zbiorów danych w kodzie typu ASCII lub zbiorów danych,
- realizacja wirtualnego terminala, pozwalają-

- ca na dostęp do wszystkich zasobów sieci,
- możliwość realizacji współbieżnej programów,
- realizacja poczty elektronicznej,
- obsługa urządzeń wejścia-wyjścia sieci dla transmisji asynchronicznej oraz szybkiej transmisji synchronicznej.

Przewiduje się, że całość oprogramowania sieci LOKAL-SM oparta będzie na oprogramowaniu sieciowym firmy DEC /oprogramowanie DECnet, Faza IV/. Umożliwia ono połączenie w jedną sieć komputerową różnych typów komputerów firmy DIGITAL EQUIPMENT CORP. /PDP-11, VAX i inne/, pracujących pod różnymi systemami operacyjnymi. Podstawowa wersja oprogramowania DECnet przewidziana jest dla sieci globalnej. Wersja DECnet Faza IV umożliwia połączenie w jedną całość sieci lokalnej z siecią jednorodną.

Przedstawione rozwiązanie sieci typu LOKAL-SM realizowane jest doświadczalnie przez Instytut Informatyki Politechniki Śląskiej oraz przez Centrum Naukowo-Produkcyjne MERA-STER w Katowicach. Istotą tego rozwiązania jest przyjęcie wszystkich zasad, wynikających z normalizacji międzynarodowej /Ecma, 3SO/ oraz dostosowanie szybkości transmisji do typów kabli koncentrycznych produkowanych w kraju. Według oceny autorów niniejszego artykułu w najbliższym czasie konieczne będzie wyposażenie produkowanych w Polsce systemów komputerowych w moduły sprzętowe i programowe sieci typu LOKAL-SM.

dr inż. MARIAN BUDKA
mgr inż. ANDRZEJ BIAŁAS
GNPSS "MERASTER"

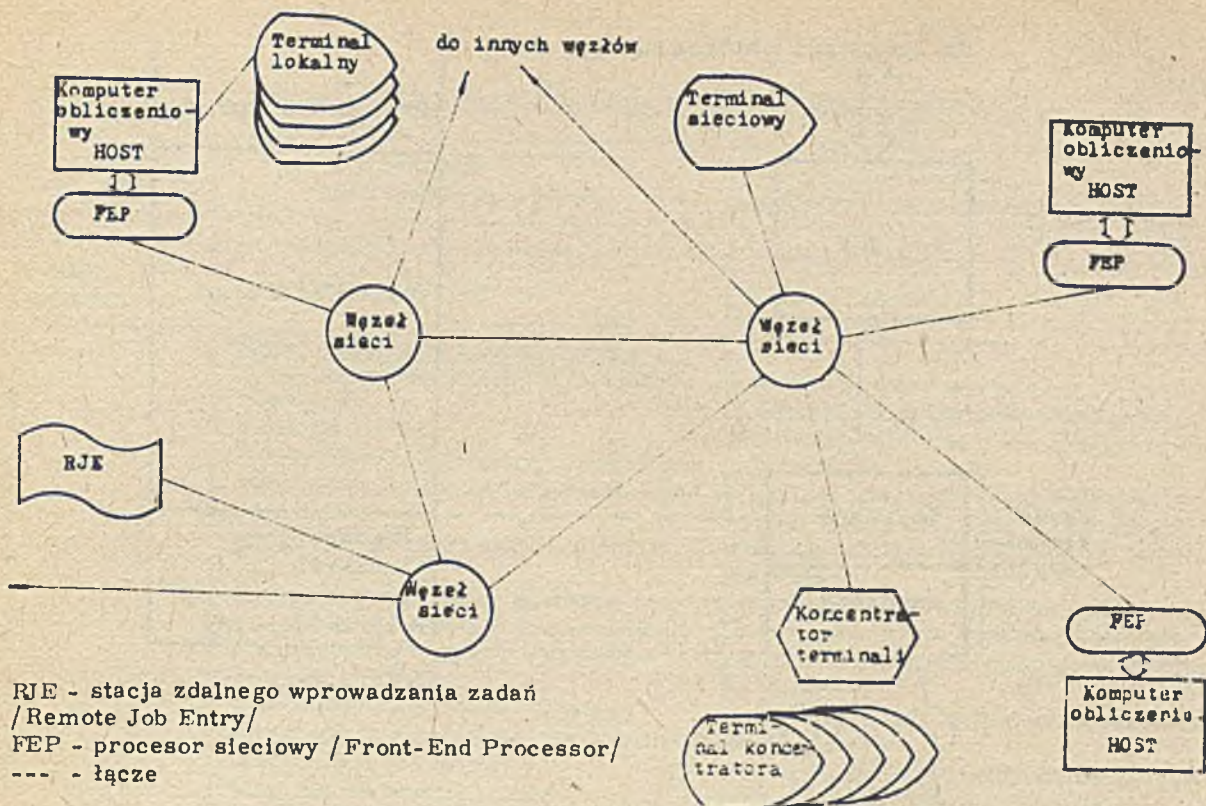
ZAGADNIENIA KONSTRUKCJI WĘZŁÓW KOMUNIKACYJNYCH DLA SIECI OTWARTYCH

Artykuł prezentuje wybrane zagadnienia konstrukcji węzłów sieci komputerowych na przykładzie systemu SM 1633/X.25, zbudowanego w oparciu o mikrokomputer SM 1633. Nawiązuje on do artykułu: "Zastosowania mikrokomputera MERA 60 SM 1633 w sieciach JS i SM".

Węzeł sieci komputerowej otwartej SM 1633/X.25 powstał w wyniku prac naukowo-badawczych i wdrożeniowych prowadzonych przez konstruktorów z Instytutu Informatyki Politechniki Śląskiej oraz MERASTER. Obecnie odbywa się wstępna eksploatacja kilku egzemplarzy tych urządzeń. W artykule omówiono funkcje, jakie spełnia węzeł sieci, zaprezentowano system SM 1633/X.25 z uwzględnieniem rozwiązań sprzętowych i programowych oraz przedstawiono koncepcję budowy węzła nowego typu o znacznie lepszych parametrach niezawodnościowych oraz eksploatacyjnych.

Węzeł sieci komputerowej

Jednym z zasadniczych elementów sieci komputerowej jest węzeł /rys. 1/. Węzeł, to maszyna cyfrowa, której podstawowym zadaniem jest komutacja strumieni informacji występujących pod postacią tzw. pakietów. Ze względu na stochastyczny charakter tego strumienia oraz zasadę store-and-forward istnieje konieczność wyposażenia węzłów w odpowiednie bufory. Praca węzła przedstawiona może być w następujący sposób. Do bufora wejściowego /rys. 2/ napływają w sposób przypadkowy ramki z sąsiednich komponentów sieci. W chwili, gdy dana ramka zostaje przyjęta w całości, następuje jej natychmiastowe przepisanie do właściwego dla tej informacji bufora. Tu zajmuje ona miejsce na końcu kolejki informacji, które będą przesyłane do odpowiedniego komponentu sieci.



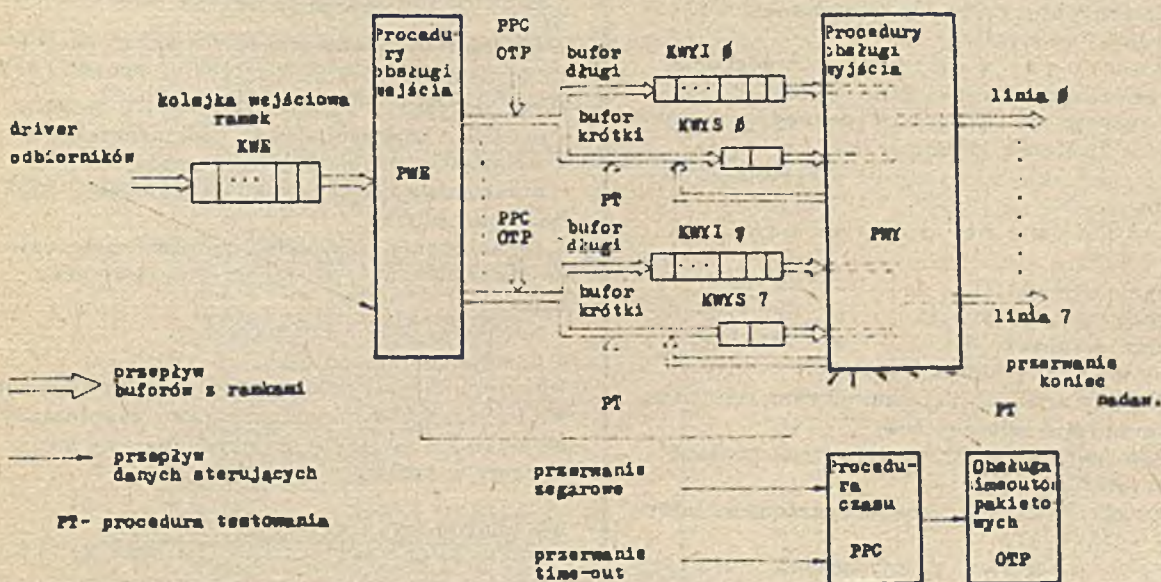
Rys. 1. Podstawowe elementy sieci komputerowej otwartej

Warunkiem wykonywania podstawowego zadania węzła, czyli komutacji pakietów jest spełnienie następujących funkcji:

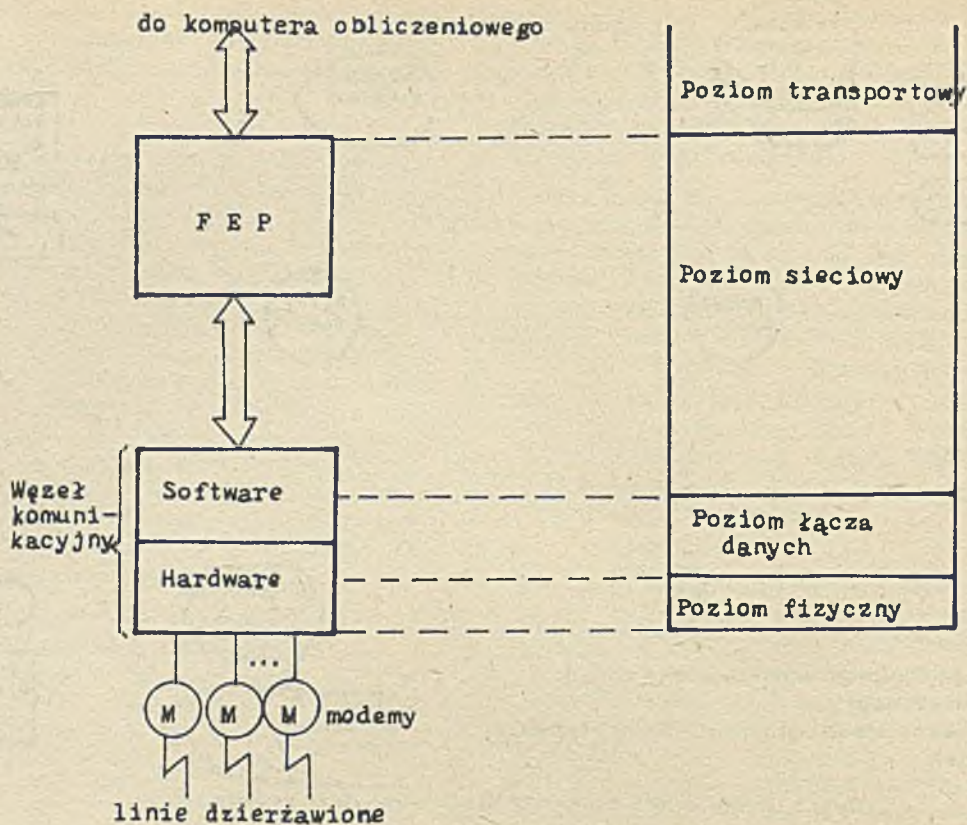
- transfer szeregowego strumienia bitów poprzez określone łącze fizyczne,
- synchronizacja przesyłu informacji,
- inicjowanie i zakończenie transmisji,
- kontrola przepływu informacji,
- kontrola błędów przesyłu,

- wychodzenie z sytuacji awaryjnych,
- zbieranie danych o charakterze diagnostycznym i statystycznym,

Zadania te odpowiadają spełnieniu wymagań najniższych warstw przyjętego przez ISO modelu sieci otwartych OSI /Open Systems Interconnection - rys. 3/.



Rys. 2. Schemat realizacji procesów komunikacyjnych w węźle sieci komputerowej



Rys. 3. Sposób realizacji niższych warstw modelu sieci OSI

Węzeł sieci otwartej SM 1633/X.25

Charakterystyka ogólna węzła sieci

Rezultatem prac prowadzonych przez Politechnikę Śląską oraz Centrum Naukowo-Produkcyjne MERASTER jest powstanie węzła sieci komputerowej SM 1633/X.25, zbudowanego na bazie mikrokomputera SM 1633. Rozwiązanie to charakteryzuje się następującymi parametrami i cechami:

Struktura systemu: modułarna, magistralowa; zbudowana na bazie SM 1633 z procesorem M2 i pamięcią operacyjną o pojemności 28 Ksłów 16-bitowych.

Rodzaj komutacji: komutacja pakietów,

Realizowane protokoły /wg CCITT/:

poziom fizyczny /1/ - X21 bis
 poziom łącza danych /2/ - X25 LAP B
 poziom sieciowy /3/ - X25 level 3

Łączymy, modemy:

- 2400 bit/s; EC 8013, komutowane lub dzierżawione linie telefoniczne;
- 4800-9600 bit/s; SKP 9600, dzierżawione linie telefoniczne;
- 48 Kbit/s; SKN 72, szerokopasmowe, interfejs V.10/V.11.

Tryb pracy: pełny duplex, dwie pary telefoniczne

Liczba kierunków: maksymalnie 8

Długość ramki: do 4 K bajtów

Timeout na poziomie łącza danych: 1-2s, ustawiany hardware'owo
 Rozmiar okna: 1-8
 Kategoria klimatyczna: K2, co odpowiada warunkom pomieszczenia biurowego bez klimatyzacji.

Podział funkcji wykonywanych przez SM 1633/X.25

W tabeli 1 podano przyjęty w konstrukcji podział funkcji węzła ze względu na sposób realizacji protokołów najniższych warstw modelu sieci OSI. Zaprezentowany podział wynika z:

- wymaganej przepustowości węzła,
- stosunkowo małej szybkości procesora /250 tys. operacji/s/,
- ograniczonej pojemności pamięci operacyjnej przeznaczonej na oprogramowanie oraz buforów,
- dostępnej bazy elementowej,
- dostępnych technologii,

Przyjęty podział determinuje strukturę sprzętową i programową oraz parametry eksploatacyjne węzła, a przede wszystkim znaczny udział sprzętu w realizacji funkcji węzła.

Schemat blokowy węzła SM 1633/X.25

Schemat blokowy systemu SM 1633/X.25 ilustruje rys. 4. Węzeł zawiera dwie grupy modułów, połączonych ze sobą za pomocą standardowej magistrali systemu:

Podział funkcji węzła SM 1633/X.25 ze względu na sposób realizacji

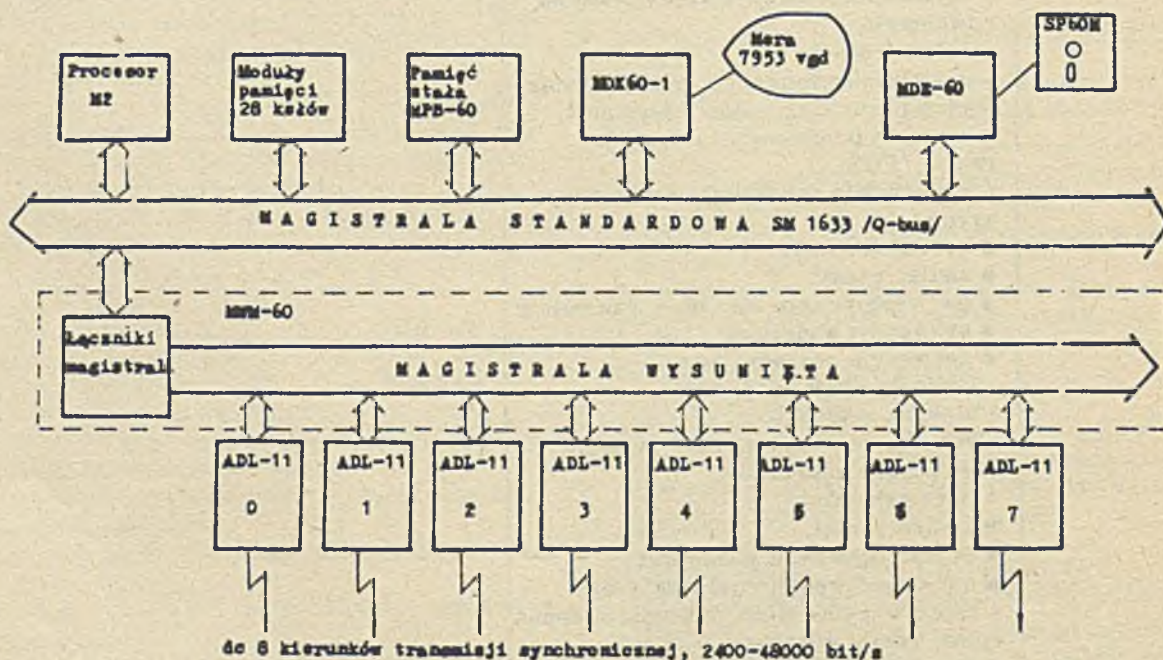
Sposób Warstwa X, 25	Funkcje realizowane sprzętowo	Funkcje realizowane przez oprogramowanie
1	2	3
poziom fizyczny	sterowanie modemem	inicjacja modemu
poziom łącza danych	<p><u>funkcje związane z nadajnikiem:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - zmiana informacji z równoległej na szeregową - emisja ramek - uzupełnienie informacji o dodatkowe zera dla zapewnienia jej przezroczystości, - generowanie sekwencji kontrolnej ramki /FCS/ - wysyłanie sekwencji abortowej, - wysyłanie sekwencji rozłączającej, - odmierzenie timeout' u na poziomie łącza danych - automatyczne generowanie flag - reakcja za pomocą przerwania na następujące zdarzenia: <ul style="list-style-type: none"> ● koniec nadawania ramki ● timeout na poziomie łącza danych, - odczyt z pamięci w trybie DMA ramki przeznaczonej do wysłania w linię - sterowanie pracą nadajnika poprzez rejestry dostępne programowo: <ul style="list-style-type: none"> ● statusowo - sterujący, ● adresowy ramki, ● licznik długości ramki <p><u>funkcje związane z odbiornikiem:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - zmiana informacji z szeregowej na równoległą - odbiór ramek, - usuwanie nadmiernych zer zapewniających przezroczystość informacji, - kontrola poprawności odebranej ramki /FCS/ - wykrywanie sekwencji organizacyjnych, tj. : <ul style="list-style-type: none"> ● początek ramki ● koniec ramki ● podtrzymywanie kierunku transmisji ● sekwencja abortowa ● sekwencja rozłączająca - kontrola długości ramki - blokada kierunku - reakcja za pomocą przerwania na następujące zdarzenia <ul style="list-style-type: none"> ● początek ramki, ● koniec ramki, ● odbiór sekwencji abortowej ● odbiór sekwencji rozłączającej - zapis w trybie DMA do pamięci operacyjnej ramki odebranej z linii - sterowanie pracą odbiornika poprzez rejestry dostępne programowo: 	<ul style="list-style-type: none"> - inicjacja pracy węzła: <ul style="list-style-type: none"> ● ustawienie początkowe adapterów ● ustawienie list buforów długich oraz krótkich - obsługa przerwania odbiorników linii; zwykle jest to przydział odpowiedniego obszaru pamięci operacyjnej na bufor dla ramki - obsługa przerwania nadajników linii, polega na ustawieniu odpowiednich wskaźników i unaktywnieniu procedury obsługi wyjścia; - obsługa kolejki wejściowej oraz wyjściowej ramek - testowanie linii uznanych chwilowo za niesprawne - cyklicznie co 10s.

1	2	3
poziom sieciowy	<ul style="list-style-type: none"> ● statusowo - sterujący, ● długości maksymalnej ramki/długości ramki odebranej - adresowy ramki 	<ul style="list-style-type: none"> - utworzenie listy połączeń logicznych - rozpoznawanie i formowanie pakietów zgodnie z X.25 /obsługa procesów komunikacyjnych/ - pomiar zależności czasowych oraz obsługa timeout'ów pakietowych
funkcje wewnętrzne węzła	<ul style="list-style-type: none"> - timeout na poziomie cyklu magistralowego dla układu DMA - realizacja współpracy z magistralą Q-bus 	<ul style="list-style-type: none"> - tworzenie tablic programowych, w czasie inicjacji pracy węzła, - zarządzanie pracą węzła poprzez cykliczne sprawdzanie żądań oraz uaktywnienie odpowiednich procedur obsługi, - obsługa przerw zegarowych, - obsługa przerw z konsoli operatorskiej, - obsługa procesów lokalnych ● drukowanie zawartości obszaru pamięci na żądanie operatora ● drukowanie raportu o stanie linii przesyłowych oraz o zajętości buforów - na żądanie operatora ● zbieranie informacji diagnostycznych i statystycznych - gospodarka buforami.

a/ moduły standardowe:

- procesor M2: zbudowany na bazie mikroprocesora realizującego listę ponad 80 rozkazów, posiadającego rozbudowany system metod adresacji;

- moduły pamięci operacyjnej P3 o łącznej pojemności 28 Ksłów 16-bitowych zajmowane przez bufor oraz system operacyjny węzła,
 - moduł pamięci stałej MPB-60: zawiera program ładujący system operacyjny węzła do pamięci operacyjnej,



Rys. 4. Schemat blokowy systemu SM 1633/X.25

- moduł transmisji szeregowej MDK-60-1: do podłączenia konsoli operatorskiej,
- moduł MDE-60 do podłączenia pamięci na dyskach elastycznych SP 60M, gdzie jest przechowywany system operacyjny węzła.

b/ moduły specjalne:

- moduł wysuniętej magistrali MWM-60 zapewnia podłączenie do magistrali MERA-60 pakietów wykonanych w standardzie mechanicznym CAMAC,
- moduły adapterów linii ADL-11: przeznaczone do pracy na wysuniętej magistrali, zapewniają połączenie z liniami teletransmisyjnymi.

Adaptery linii ADL-11

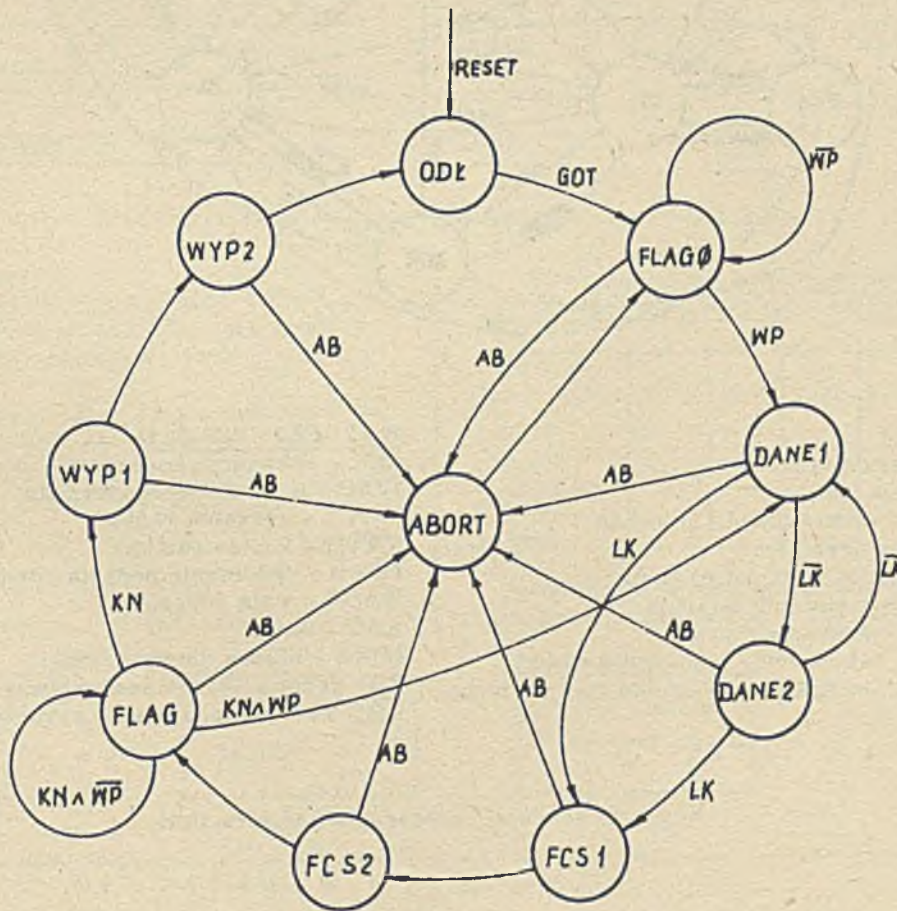
Funkcje sprzętowe wymienione w tabeli 1 wykonywane są przez w pełni zautomatyzowane

- adaptery linii, współpracujące z magistralą w dowolnym z trzech trybów przesyłu informacji:
 - pod kontrolą programu,
 - z wykorzystaniem układu przerwań,
 - z wykorzystaniem bezpośredniego dostępu do pamięci /DMA/.

Każdy adapter składa się z nadajnika oraz odbiornika. Adaptery zrealizowane zostały na bazie układów małej i średniej skali integracji. Grafy stanów nadajnika i odbiornika adaptera linii przedstawiają rys. 5 i 6.

Oprogramowanie

Funkcje programowe węzła /tabela 1/ realizuje system operacyjny węzła NNOS /Network Node Operating System/, którego strukturę warstwową przedstawia rys. 7.



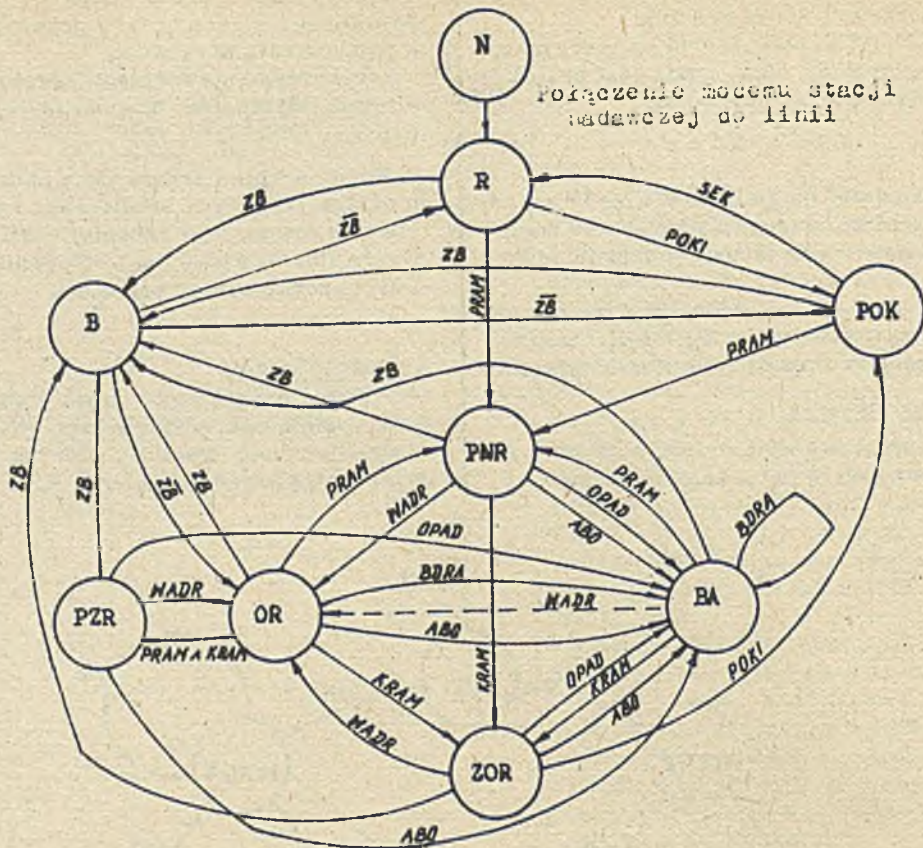
STANY

- ODŁ - stan odłączenia
- FLAGØ - wysłanie flagi początkowej
- Dane 1 - transmisja młodszego bajtu danych
- Dane 2 - transmisja starszego bajtu danych
- FCS 1, FCS 2 - transmisja dwóch bajtów kontroli poprawności ramki
- FLAG - wysłanie flagi
- WYP 1, WYP 2 - wysłanie sekwencji rozłączającej

WARUNKI

- AB - żądanie wysłania sekwencji abortowej
- RESET - zerowanie początkowe
- GOT - gotowość modemu
- KN - żądanie kontynuacji nadawania
- WP - wpis słowa do rejestru nadajnika
- LK - koniec transmisji ramki

Rys. 5. Graf stanów nadajnika adaptera linii



STANY

- N - nieaktywny
- B - blokada
- POK - podtrzymanie kierunku
- R - rozłączenie
- PNR - początek nowej ramki
- BA - buforowanie awaryjne
- OR - odbieranie ramki
- ZOR - zakończenie odbierania ramki
- PZR - początek, zakończenie ramki / jednocześnie!

WARUNKI PRZEJŚCIA

- SEK - sekwencja kończąca
- POKI - podtrzymanie kierunku
- PRAM - początek ramki
- KRAM - koniec ramki
- OPAD - opóźnienie podania adresu
- WADR - wpis adresu
- ABO - abort
- BORA - błędna długość ramki
- ZB - zerowanie, blokada-aktywny
- ZB - zerowanie, blokada-wyzerowany

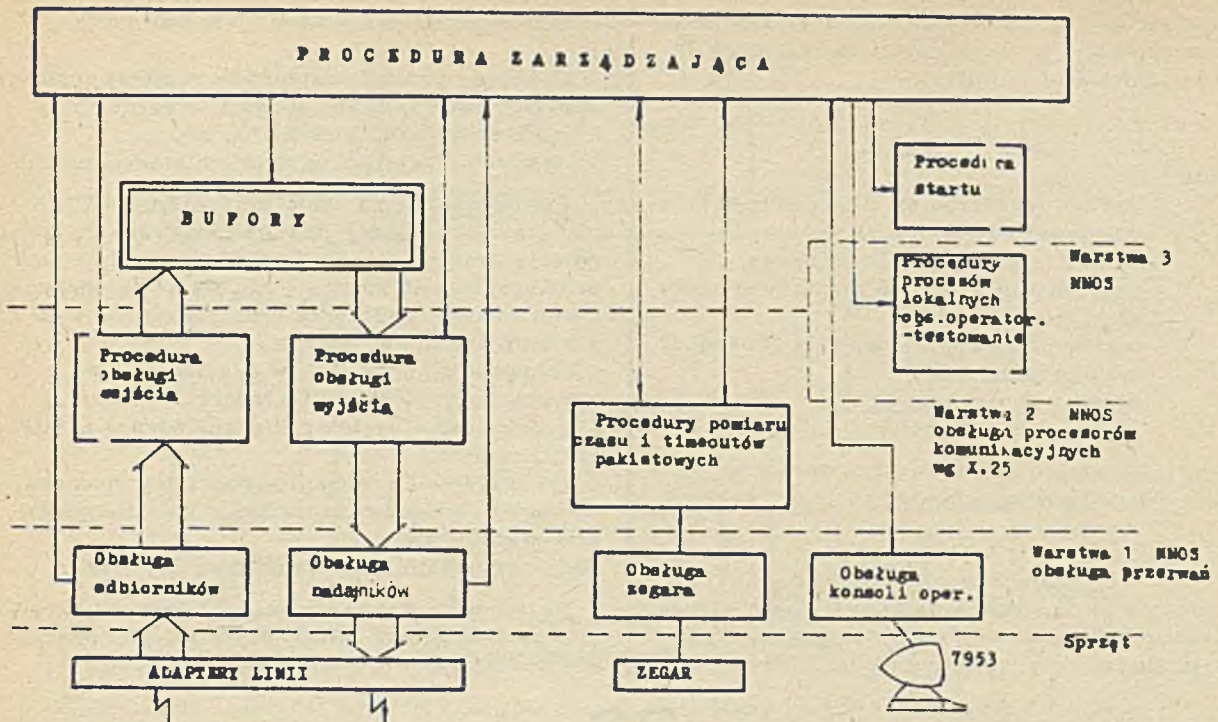
Rys. 6. Graf stanów odbiornika adaptera linii

Ocena efektywności rozwiązania

Rozważania dotyczyć będą oszacowania efektywności rozwiązania pod kątem przepustowości węzła, którą określić można jako maksymalną liczbę jednocześnie obsługiwanych kierunków transmisji bez utraty informacji [5]. Analiza przepustowości węzła zostanie przeprowadzona wyłącznie dla najmniej korzystnego przypadku, odpowiadającego najdłuższej kolejce adapterów oczekujących na obsługę. Oszacowanie średniej przepustowości jest niemożliwe, aż do czasu uzyskania rozkładów zgło-

szeń obsługi adapterów w toku eksploatacji w warunkach rzeczywistych. Podstawowym wymaganiem czasowym dla nadajnika jest spełnienie warunku, aby przedział czasu od chwili wystawienia żądania DMA do momentu wpisania informacji do rejestru danych był mniejszy od czasu potrzebnego do wysłania w linię informacji z rejestru przesuwonego. Warunek ten ogranicza liczbę kierunków n_{max} węzła do wartości:

$$n_{max} = E \frac{L_{min}}{2f_t t_{ODmax} + t_{RC}}$$



Rys. 7. Schemat blokowy systemu operacyjnego węzła SM 1633/X.25

gdzie:

E - entler
 L_{min} - liczba bitów emitowana w linię, po których musi być ustawiona nowa wartość rejestru danych $L_{min} = 8$

t_{ODmax} - maksymalny czas oczekiwania na bezpośredni dostęp do pamięci, odpowiadający trwaniu najdłuższego cyklu magistrali /rozkaz ASR/; $t_{ODmax} = 6,45$ s

t_{RC} - czas realizacji cyklu DMA; $t_{RC} = 3$ s

f_t - szybkość transmisji.

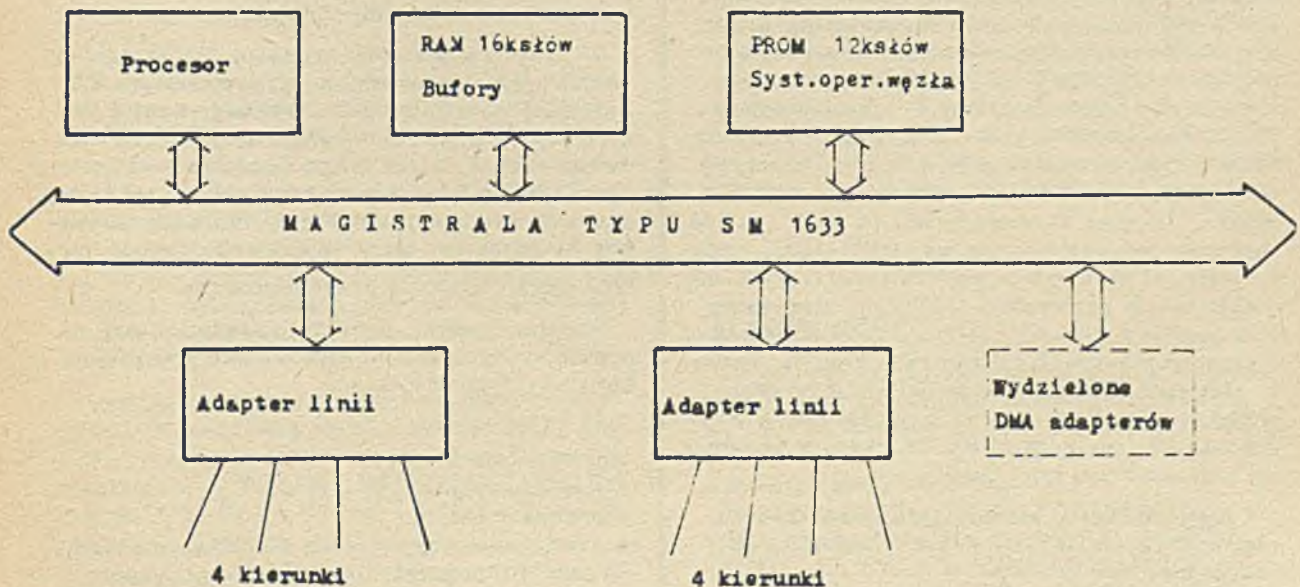
Wyniki obliczeń przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Maksymalna liczba adapterów linii w zależności od szybkości transmisji

Szybkość transmisji f_t bit/s	2400	4800	9600	19200	4800
liczba adapterów n_{max}	111	55	29	14	5

Podstawowe ograniczenie czasowe dla pracy odbiornika wynika z konieczności podania przez



Rys. 8. Koncepcja rozwiązania węzła nowego typu

procesor adresu bufora dla ramki po wykryciu jej początku, a przed nadejściem kolejnych 32 bitów informacji z linii:

$$t_{ocz} + n t_{no} + n-1 t_{nm} L_b / f_t$$

gdzie:

- t_{ocz} - czas oczekiwania na udostępnienie układu przerwań
- n - numer rozpatrywanego adaptera
- t_{om} - maksymalny czas wykonania procedury obsługi odbiornika
- t_{nm} - maksymalny czas wykonania procedury obsługi nadajnika
- L_b - długość bufora w bitach
- f_t - szybkość transmisji

przejście pakietu przez węzeł w warunkach pełnego wykorzystania buforów nie przekracza 20 ms.

Koncepcja węzła nowego typu

Analiza przeprowadzona powyżej oraz dotychczasowe doświadczenia eksploatacyjne potwierdzają słuszność przyjętej koncepcji węzła. Roz-

wiązanie to posiada jednak wiele wad takich, jak:

- złożoność budowy adapterów zrealizowanych na układach małej i średniej skali integracji,
- nadmierna rozbudowa okablowania,
- stosowanie pamięci na dyskach elastycznych,

Pojawienie się na rynku kontrolerów HDLC dużej skali integracji oraz przewidywane udoskonalenie systemu SM 1633 w zakresie szybkości oraz upakowania stały się impulsem do opracowania nowego typu węzła /rys. 8/. A oto podstawowe cechy ww. węzła:

- budowa adapterów linii w oparciu o układy LSI produkcji NRD /odpowiednik Z-80 SIO/,
- umieszczenie systemu operacyjnego w pamięci typu PROM,
- wykorzystanie nowego, szybszego procesora,
- budowa pamięci operacyjnej w oparciu o elementy statyczne,
- wykorzystanie upakowania typu Eurocard.

Przyjęcie powyższych założeń poprawi parametry niezawodnościowe, szybkościowe oraz eksploatacyjne węzła sieci komputerowej.

mgr inż. KAROL PTASZNIK
mgr inż. KATARZYNA GRZYWAK-PTASZNIK
CNPSS „MERASTER”

DOŚWIADCZENIA Z EKSPLOATACJI

ROZWINIĘTYCH SYSTEMÓW MIKROKOMPUTEROWYCH MERA-60

MERA-60 jest 16-bitowym mikrokomputerem z serii SM /SM 1633/ od kilku lat seryjnie produkowanym przez CNPSS MERASTER. Do chwili obecnej wyprodukowano około 1500 systemów MERA-60.

Pierwszą wersją była MERA-60-10, która współpracowała z monitorem ekranowym, stacją taśmy papierowej oraz drukarką mozaikową. Została ona skonstruowana w oparciu o procesor M1, który nie posiada rozszerzonej arytmetyki, ani arytmetyki zmiennoprzecinkowej. Pamięć operacyjna o pojemności 16k słów 16-bitowych wykonana była w oparciu o moduły P1 - pamięć dynamiczna o organizacji 4k x 16 bitów/. Monitor ekranowy /MERA 7952/, z podłączoną równolegle drukarką /DZM-180/, podłączony był do systemu poprzez moduł MDK-60. Stacja taśmy papierowej /SPTP-3/ sterowana była poprzez moduł MCD-60. Architektura systemu MERA-60-10 przedstawia rys. 1. Moduły elektroniczne umieszczone były w pojedynczej kasecie. Kasetę wraz z zasilaczem i urządzeniami zewnętrznymi umieszczono w konstrukcji mechanicznej typu biurko.

Ciągły rozwój systemu doprowadził do jego znacznej rozbudowy. Obecnie MERA-60 współpracować może z:

- kilkoma monitorami ekranowymi,
- stacją dysków elastycznych,

- pamięcią na dyskach twardej,
- pamięcią taśmową,
- pamięcią kasetową,
- systemem CAMAC,
- magistralą pomiarową JEC-625,
- urządzeniami graficznymi /monitor graficzny, ploter/,
- innymi urządzeniami specjalizowanymi.

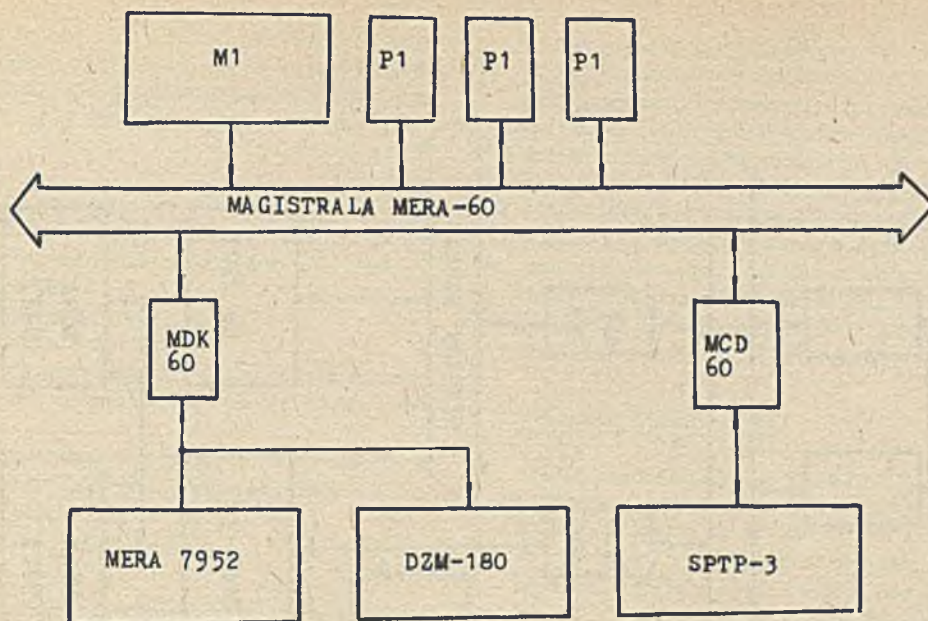
W nowych systemach procesor M1 zastąpiony został procesorem zmiennoprzecinkowym M2, a pamięć P1 pamięciami P340 organizacji 16k x 16 bitów. Duża ilość różnorodnych urządzeń zewnętrznych, które mogą współpracować w systemie MERA-60 umożliwia elastyczne tworzenie konfiguracji optymalnych dla użytkownika. Architekturę jednej z najbardziej rozwiniętych wersji systemu przedstawia rys. 2.

W dalszej części artykułu przedstawiono problemy wynikające bezpośrednio z eksploatacji tego typu systemu.

Konfiguracja systemu

System wyposażony jest w:

- procesor M2,
- pamięć operacyjną 28k x 16 bitów, z czego 4k pamięci to pamięć rezydentna procesora, a pozostałe 24k zrealizowane są w oparciu o pamięć P3,



Rys. 1. Architektura systemu MERA-60 - 10

- moduł pamięci stałej MPR-60 z bootstropem,
- dwie stacje pamięci na dyskach twardej typu MERA 9425 o pojemności 5M bajtów każdy,
- stację dysków elastycznych typu SP-60 MV,
- pamięć kasetową PK-1,
- dwie drukarki mozaikowe typu DZM-180,
- cztery monitory ekranowe typu VDT 40C /produkcji rumuńskiej/,
- stację taśmy papierowej SPTP-3.

Procesor komunikuje się z monitorami ekranowymi poprzez moduł MMT-60. Jeden z monitorów jest konsolą operatorską. Do konsoli tej podłączono równolegle drukarkę DZM-180 z wejściem szeregowym V24. Sygnał LBR /zapełnienia bufora drukarki/ jest poprowadzony bezpośrednio z drukarki do modułu MMT-60. Steruje on transmisją danych do konsoli. Rozwiązanie to wynika z konstrukcji monitora VDT 40C.

Pozostałe monitory podłączone są do systemu poprzez modemy. Pracują one z prędkością 600 bitów/s. Ograniczenie prędkości transmisji wynika stąd, że planowane jest podłączenie równoległe drukarki D-100, a duża odległość drukarek od systemu uniezwolnia wykorzystanie linii sygnalizującej zapełnienia bufora. Druga drukarka PZM-180 z wejściem szeregowym wykorzystana jest jako drukarka systemowa. Jest ona sterowana poprzez moduł MDK-60-1.

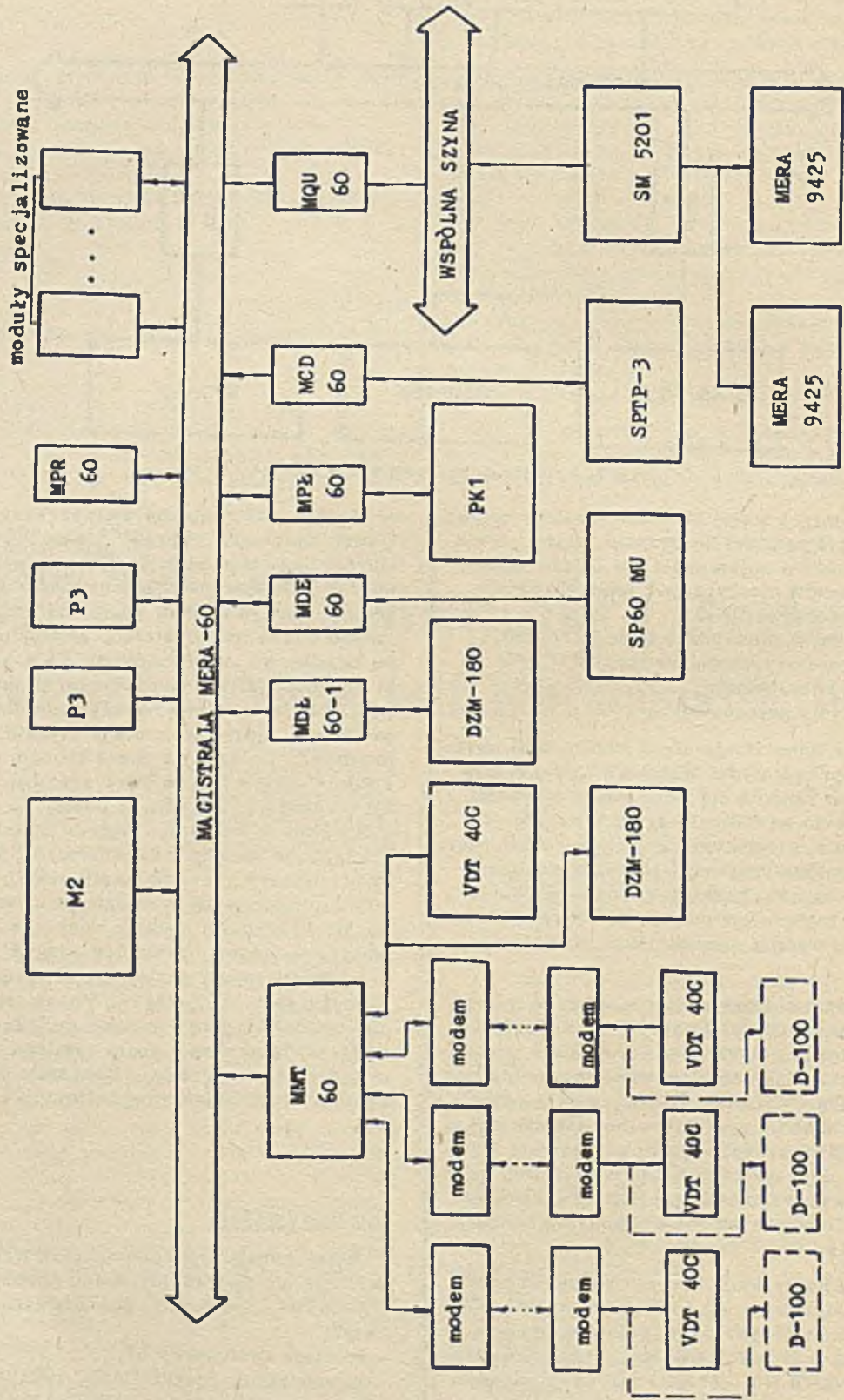
Pamięci na dyskach twardej stosowane w systemie sterowane są poprzez kontroler SM 5201. Jest on przystosowany do współpracy z magistralą WSPÓLNA SZYNA. Połączenie magistrali WSPÓLNA SZYNA i MERA-60 zapewnia moduł MQU-60. Pamięć kasetowa PK1 sterowana jest przez moduł adaptera MPR-60. Stacją dysków elastycznych steruje moduł MDE-60.

Moduły elektroniczne umieszczone są w trzech kasetach. Zajmują one 14 z 24 złącz. Oprócz tego trzy złącza zajęte są przez moduły skonstruowane przez użytkownika. Wolnych pozostaje siedem złącz, co umożliwia dalszą rozbudowę systemu. Kasety połączone są krosem od strony ploteru. Cała magistrala zakończona jest modułem terminatora MTE-60/250 /jest to inne rozwiązanie niż zaleca producent, mimo tej zmiany system działa poprawnie/. Połączenie kaset krosem pozwoliło zwolnić cztery złącza oraz zrezygnować z kabli łączących. Ułatwiło to dostęp do modułów, który i tak w znacznym stopniu utrudniają kable łączące moduły z urządzeniami peryferyjnymi. Kasety z trzema zasilaczami typu BPS-60 umieszczone są w module obudowy MOB-60/L. Moduł obudowy, stacja dysków elastycznych, pamięć kasetowa, kontroler dysków twardej oraz stacja taśmy papierowej umieszczone są w szafie typu MKN-60/36. Pozostałe urządzenia znajdują się na osobnych stojakach. Z instalacji elektrycznej szafy zasilana jest część urządzeń zewnętrznych. Pozostałe urządzenia zasilane są z dodatkowej instalacji elektrycznej.

Oprogramowanie

W tej wersji mikrokomputera wykorzystany jest system operacyjny czasu rzeczywistego RT-60V04. System ten posiada następujące moduły:

- monitor systemowy SJ,
- interpretator języka BASIC i MUBASIC,
- tłumaczniki języków: FORTRAN, PASCAL, COBOL, MODULA II ASSEMBLER MACRO,
- programy usługowe /m.in. EDIT i K52/,
- biblioteka systemowa.



Rys. 2. Architektura rozwiniętej wersji systemu MERA-60

System wyposażony jest również w bogaty zestaw programów testujących urządzenia systemu. Testy umieszczone są na taśmach papierowych oraz dyskach elastycznych.

Wykorzystanie systemów

Systemy wykorzystywane są głównie do tworzenia oprogramowania użytkowego. Ponadto używane są do:

- tworzenia dokumentacji,
- przetwarzania danych,
- uruchamiania specjalizowanych modułów elektronicznych skonstruowanych przez użytkownika.

Czas pracy systemu wynosi przeciętnie 12 godzin na dobę. Bardzo rzadko używane są:

- pamięci kasetowe,
- stacja taśmy papierowej.

W omawianym systemie pamięć kasetowa służy do przenoszenia danych z rejestratorów przemysłowych. Stacja taśmy papierowej używana jest jedynie w celu przetestowania systemu wówczas, gdy nie można wczytać testów z dysków elastycznych. Przepisanie zbioru testów na pamięć kasetową i pamięć dyskową całkowicie wyeliminowałoby sens eksploatacji urządzeń taśmy papierowej.

Pamięć na dyskach elastycznych służy głównie do przenoszenia zbiorów między różnymi systemami oraz do składowania zbiorów roboczych. Najbardziej wykorzystane są pamięci na dyskach twardych. Są one nośnikami systemu operacyjnego oraz służą do przechowywania zbiorów źródłowych i roboczych. Na dyskach twardych dokonywane są również archiwizacje uruchomionych programów i zbiorów danych.

Z uwag zgłaszanych przez użytkowników wynika, że:

- w systemach tych brakuje pamięci taśmowej przeznaczonej do archiwizacji zbiorów,
- pożądanym byłoby, żeby każda końcówka posiadała oprócz monitora ekranowego z równoległą podłączoną drukarką, swoją stację pamięci na dyskach elastycznych,
- systemy rozwinięte pozwalają tworzyć i uruchamiać duże i skomplikowane programy; wpływa to jednak na zwolnienie tempa pracy całego systemu; spowodowane jest to małą pojemnością pamięci operacyjnej /dużo czasu zajmuje operacja przesyłu danych między pamięcią operacyjną, a pamięciami zewnętrznymi/ oraz z dużego obciążenia procesora /procesor obsługuje dużą ilość urządzeń zewnętrznych/,
- potrzebny jest system operacyjny wielozadaniowy; system RT60 pomimo wielu zalet nie wykorzystuje wszystkich możliwości systemu, wynikających z dużej ilości urządzeń zewnętrznych; obecnie, jedynie MUBASIC umożliwia jednoczesną pracę wielu użytkowników.

Należy zwrócić uwagę na fakt stworzenia przez użytkownika opisywanego systemu dodatkowych stanowisk edycji i zbiorów testowych. Do tego celu złożono systemy o strukturze przedstawionej na rys. 3. Zbliżone są one pod względem architektury do systemów MERA-60-15. Działają również pod systemem RT60v04. Wykorzystano w nich konstrukcję mechaniczną typu biurko oraz oryginalne obudowy kasety z Elektroniki 60. Umożliwia to znacznie efektywniejsze wykorzystanie rozwiniętych systemów MERA-60.

Warunki eksploatacji

Systemy MERA 60 eksploatowane są w pomieszczeniach klimatyzowanych. Poprawnie działają w temperaturach od 15°C - 25°C. W temperaturach niższych niż 15°C obserwuje się wadliwą pracę drukarek oraz pamięci dyskowych - wynika to prawdopodobnie z zastosowania nieodpowiednich smarów. W temperaturach powyżej 25°C obserwuje się błędne działanie układów elektronicznych, znajdujących się w szafie oraz monitorów ekranowych. Spowodowane jest to złym chłodzeniem oraz niedostateczną selekcją elementów elektronicznych.

System MERA-60 zasilany jest z sieci elektrycznej jednofazowej. Nie posiada on żadnego zabezpieczenia przed zakłóceniami oraz zanikami napięcia, co często poważnie przeszkadza w pracy.

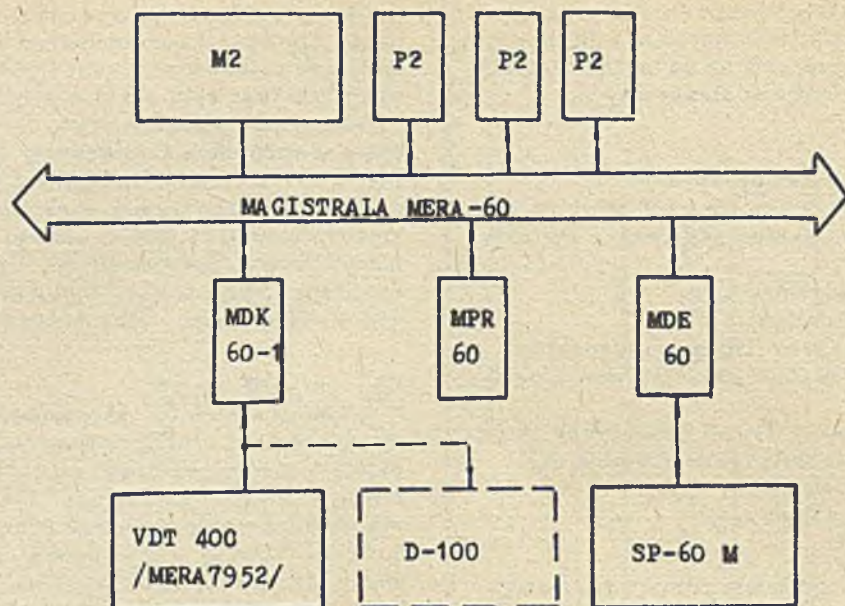
Awaryjność systemu

Z dotychczasowej eksploatacji wynika, że najwięcej kłopotów sprawiają użytkownikom urządzenia zewnętrzne. Należy stwierdzić że:

- najczęściej uszkodzeniu ulega kontroler pamięci dyskowej /średnio jedno uszkodzenie na tydzień/, przy czym większość tych uszkodzeń jest chwilowa i w związku z tym bardzo trudna do zlokalizowania,
- średnio 20% stacji na dyskach twardych w danej chwili była uszkodzona,
- dużą zawodnością charakteryzują się monitory ekranowe typu VDT 40C, średnio około 20% ulega uszkodzeniu w ciągu miesiąca,
- zdarzają się zwarcia między modułami umieszczonymi w kasecie /można zabezpieczyć się przed tym, stosując podkładki izolacyjne, co powoduje jednak przegrzanie systemu/.

W jednostkach centralnych systemu:

- najczęściej uszkodzeniu ulegają odbiorniki magistrali K559IP2, nadajniki magistrali K559IP1, a także elementy trójstanowe K589 AP26 wykorzystywane również jako nadajniki i odbiorniki magistrali,
- dużo kłopotów sprawiają złącza krawędziowe stosowane na pakiecie MQU-60, służące do połączenia modułu z kontrolerem SM5201. Ulega ono uszkodzeniu po dwóch, trzech rozłączeniach.



Rys. 3. Architektura systemu MERA-60 przystosowanego do edycji zbiorów

niach; przesunięcie modułu w szafie spowodować może przerwę w połączeniu,

- zawodny jest ploter w kasetach, wymiana pakietów powoduje przerwę w połączeniach /w opisanych systemach wyeliminowano wadę poprzez wprowadzenie dodatkowego okrosowania w kasecie/,
- trudna jest wymiana uszkodzonego zasilacza.

Należy podkreślić, że prawie wszystkie moduły współpracujące z urządzeniami zewnętrznymi wykonane są w oparciu o elementy małej i średniej skali integracji. Tak wielka ilość układów elektronicznych w znacznym stopniu wpływa na pogorszenie parametrów niezawodnościowych systemu.

Do głównych zalet systemu MERA-60 w wersji rozszerzonej należy zaliczyć:

- bogate i łatwe w użyciu oprogramowanie systemowe,
- możliwość rozbudowy systemu,
- duża ilość urządzeń zewnętrznych, które

mogą być podłączone do systemu,

- możliwość tworzenia i przechowywania dużych zbiorów na dyskach twardech.

W oparciu o przedstawione wyżej doświadczenia w dalszych pracach nad rozwiniętą wersją systemu MERA-60 należy wprowadzić następujące zmiany:

- ulepszenie konstrukcji mechanicznej, ze szczególnym uwzględnieniem układu chłodzenia,
- uproszczenie oraz zwiększenie mocy instalacji elektrycznej zasilającej system,
- zastąpienie elementów małej i średniej skali integracji układami dużej skali integracji,
- poprawienie konstrukcji kontrolera dysku twardego oraz sposobu jego podłączenia do systemu,
- wprowadzenie urządzeń zewnętrznych o większej niezawodności.

ROZSZERZENIE ZAKRESU ZASTOSOWAŃ SYSTEMU MERA-60

Produkowany od kilku lat system mikrokomputerowy jest systematycznie wyposażany w nowe moduły sprzętowo-programowe, rozszerzające możliwości funkcjonalne systemu oraz obszary jego zastosowań.

Moduły pamięciowe

Moduł kontrolera pamięci dyskowej MDT-60

Moduł ten umożliwia połączenie pamięci dyskowych typu MERA 9450 lub SM 5400. Maksymalna pojemność pamięci dyskowych współpracujących z kontrolerem MDT-60 wynosi 20 MB. Dzięki zastosowaniu transmisji w trybie DMA /312 kB/s/ istnieje możliwość znacznego przyspieszenia pracy systemu operacyjnego RT-60. Zastosowanie mikroprogramowanych układów sterujących uprościło konstrukcję kontrolera. Moduł MDT-60 funkcjonalnie odpowiada kontrolerowi RKU-11 i akceptuje oprogramowanie oraz system operacyjny RT-60.

Półprzewodnikowa pamięć zewnętrzna PPZ-01 /pamięć buforowa/

Półprzewodnikowa pamięć zewnętrzna PPZ-01 przeznaczona jest do przechowania programów oraz danych i może być stosowana w systemach wielomonitorowych, jako rozszerzenie pamięci operacyjnej. Posiada możliwość pracy w trybie "pamięci dyskowej" lub "bezpośredniego dostępu do słowa". W pierwszym trybie pracy pamięć PPZ-01 posiada organizację podobną do pamięci dyskowej typu RK-05. Wymiana informacji między pamięcią operacyjną, a pamięcią zewnętrzną odbywa się w trybie bezpośredniego dostępu do pamięci /DMA/ z szybkością 650 kB/s.

W trybie "bezpośredniego dostępu do słowa" fragment pamięci zewnętrznej, określony przez rejestr bazowy oraz długości strony, widziany jest przez procesor, podobnie jak pamięć operacyjna. Czas dostępu do informacji zapisanej w pamięci PPZ-01 wynosi 450 ns. Jako nośniki informacji wykorzystano pamięci dynamiczne RAM 16 kb lub 64 kb. Maksymalna pojemność pamięci wynosi 32 MB. Wdrażana obecnie do produkcji konfiguracja standardowa wyposażona jest w pamięć 0,5 MB. Urządzenie dostosowane jest również do współpracy z minikomputerami, wyposażonymi we WSPÓLNĄ SZYNĘ i zasilaczem buforowym.

Moduły do pracy dwumaszynowej

W celu podwyższenia niezawodności systemów wyposażonych w mikrokomputer MERA-60, opracowywane są moduły umożliwiające realizację zestawów wielomaszynowych.

Moduł przełącznicy magistrali MBS-60

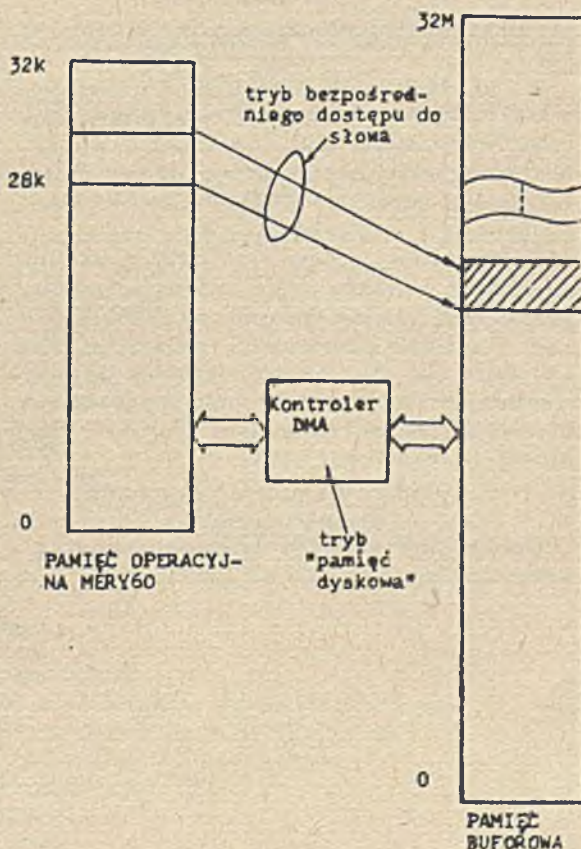
Moduł MBS-60 umożliwia połączenie grupy

urządzeń zewnętrznych, wyposażonych w kontrolery magistrali MERA-60, do jednego z dwóch systemów mikrokomputerowych MERA-60. Przełączenie zsynchronizowane jest z operacjami, realizowanymi na magistrali i może odbywać się:

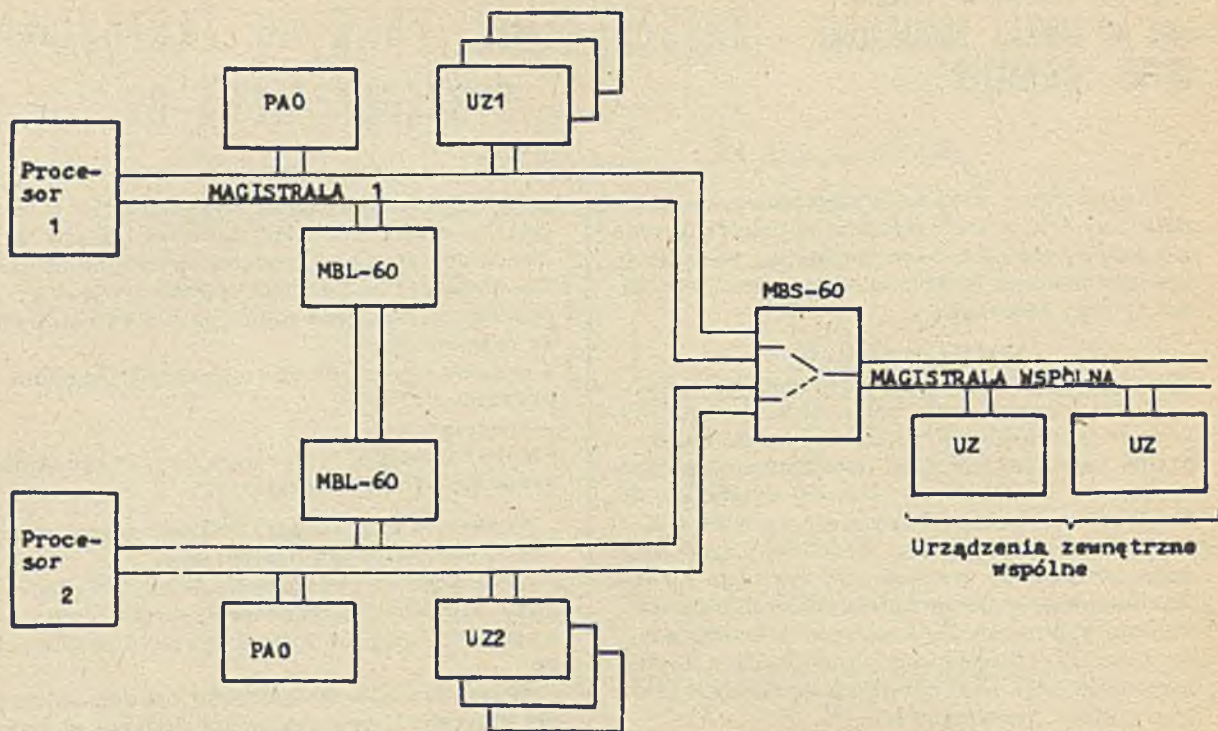
- ręcznie - poprzez umieszczony na module przycisk,
- programowo,
- automatycznie, z chwilą wykrycia nieoperatywności jednego z systemów.

Wykorzystanie modułu MBS-60 w systemach MERA-60 może być następujące:

- automatyczne podłączenie grupy urządzeń /np.: zliczanie danych/ do systemu rezerwowego, w przypadku awarii systemu podstawowego,
- zwiększenie liczby modułów oraz przedłużenie magistrali poprzez wykorzystanie modułu MBS-60 jako wzmacniacza magistrali,
- podłączenie unikalnych i drogiej urządzeń poprzez moduł MBS-60 umożliwia wykorzystanie ich w dwóch systemach.



Rys. 1. Zasada działania pamięci PPZ-01



Rys. 2. System MERA-60 w konfiguracji dwumaszynowej

Moduł interfejsu międzymagistralowego MBL-60

Moduł ten umożliwia realizację transmisji w trybie DMA między systemami mikrokomputerowymi MERA-60. W systemach wielomaszynowych wykorzystany jest do szybkiej transmisji dużej ilości danych /do 64 kB z szybkością 1,2 MB/s/ między mikrokomputerami. Poza transmisją DMA istnieje również możliwość wymiany informacji w trybie programowym, obsługiwanej przez procesor, w celu przesłania parametrów transmisji. MBL-60 może być również wykorzystany jako uniwersalny moduł do podłączenia urządzeń zewnętrznych np.: przetworników typu A/C z możliwością transmisji DMA.

Moduły dla potrzeb systemów energetycznych

Dla budowy systemów dyspozytorskich na szczeblu Okręgowych oraz Zakładowych Dyspo-

zycji Mocy opracowane zostały moduły, umożliwiające realizację oraz zbieranie danych z urządzeń telemechaniki. Moduł MTX-60 umożliwia współpracę MERY-60 z monitorem semigraficznym, kolorowym na bazie OTVC Jowisz, przystosowanym do pracy w systemie TELE-TEXT.

Zestaw 128 znaków alfanumerycznych oraz semigraficznych, wyświetlanych w 24 wierszach po 40 znaków, z możliwością wyboru koloru tła i znaku, wykorzystywany jest do wyświetlania wykresów oraz schematów synoptycznych.

MUT-60 jest to moduł interfejsowy MERY-60, który umożliwia zliczanie danych z dwóch urządzeń telemechaniki typu UTJ 64 CR. Dane pokazywane są w postaci 6-bitowej informacji oraz 10-bitowej części adresowej.

SYSTEM URUCHOMIENIOWY DLA MIKROPROCESORÓW SEGMENTOWYCH

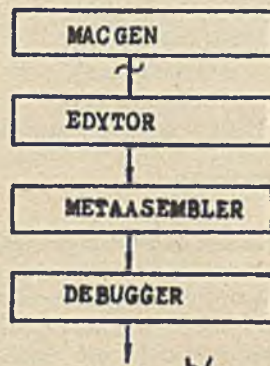
Mikroprocesory segmentowe charakteryzują się dużą szybkością, elastycznością konstrukcyjną i uniwersalnością. Dzięki temu mogą być szeroko wykorzystywane w konstrukcji procesorów komputerów i mikrokomputerów o dużej mocy obliczeniowej, oraz złożonych i szybkich sterowników mikroprogramowanych. Ich efektywne wykorzystanie w praktyce konstruktorskiej wymaga jednak szerokiego użycia specjalizowanych środków wspomagania projektowania i uruchamiania, niedostępnych w kraju.

W tym celu w Instytucie Systemów Sterowania w Katowicach opracowano system uruchomieniowy SWPUM-1. W pracach nad tym systemem przyjęto następujące, podstawowe założenia:

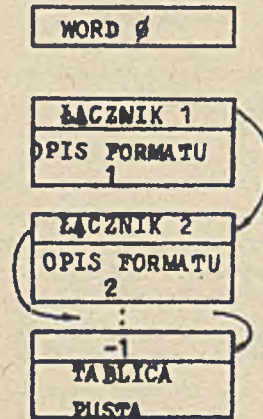
- System umożliwi szybkie przygotowanie, uruchomienie i przetestowanie mikroprogramu, sterującego pracą projektowanego układu.
- System będzie akceptował wszystkie dostępne segmentowe zestawy mikroprocesorowe.
- System będzie otwarty z punktu widzenia konstrukcyjnego i programowego, dla dalszego jego rozwoju.

Pole Adresowe	Pole Stałe	Pole Zmienne	Pole Zmienne	Pole Zmienne
---------------	------------	--------------	--------------	--------------

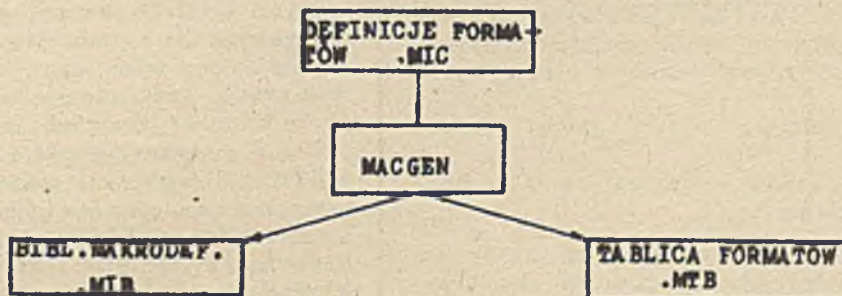
a/



b/



c/

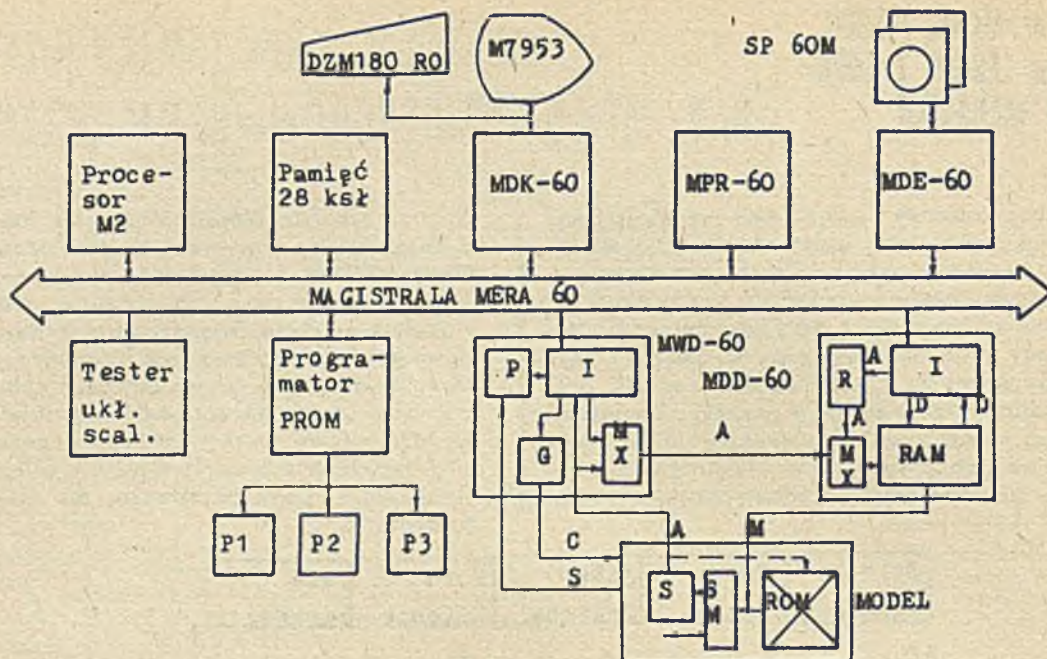


d/

OBJAŚNIENIE:

- a - uproszczony format mikrorozkazu
- b - typowy przebieg uzdatniania programów, gdzie MACGEN jest generatorem makrodefinicji oraz formatów mikroinstrukcji
- c - struktura listowa kolejnych opisów mikrorozkazów
- d - generator MACGEN makrodefinicji / MIB/ formatów mikrorozkazów / MTB/ zbiór opisujący wejściowy / MIC/

Rys. 1



- | | |
|--|---------------------------------|
| I - układ interfejsowy | G - generator |
| RAM - symulator pamięci mikroprogramu /1k x 128 bitów/ | P1-P3 - przystawki programujące |
| MX - multipleksery adresów | A - adresy |
| R - rejestr adresowy | M - mikrorozkazy |
| P - pamięć śladowa | C - synchronizacja |
| | S - sygnały stanu modelu |

Rys. 2. Struktura systemu SWPUM-1

W pierwszej wersji systemu nie będzie tworzony złożony i kosztowny symulator programowy segmentowych systemów mikroprocesorowych dla potrzeb wspomagania projektowania, lecz wykorzystany zostanie model fizyczny układu.

Struktura systemu uruchomieniowego SWPUM-1

System SWPUM-1 powstał w wyniku uzupełnienia standardowej konfiguracji mikrokomputera MERA-60 o dwa dodatkowe moduły specjalizowane:

- moduł symulatora pamięci mikroprogramu MDD-60,
- moduł sterowania wykonywaniem mikroprogramu MWD-60.

Model uruchamianego układu połączony jest z modułami specjalizowanymi tak, aby adres bieżącego mikrorozkazu, generowany przez sekwenter mikroprocesora segmentowego na modelu, przesyłany jest poprzez moduł MWD-60 na wejście adresowe pamięci znajdującej się na modelu MDD-60. Pojemność tej pamięci, przeznaczonej do przechowywania mikroprogramu, wynosi 1 Ksłów 128-bitowych. Zawartość zaadresowanego słowa /mikrorozkaz/ przesyłana jest z wyjść danych modułu pamięci MDD-60 do modelu uruchamianego układu. Od strony mikrokomputera MERA-60 pamięć ta jest dostępna programowo dla zapisu i od-

czytu i posiada organizację 8 Ksłów 16 bitowych. Moduł MDD-60 pełni w ten sposób rolę pamięci mikroprogramu modelu układu, umożliwiając łatwe i szybkie programowe zmiany jej zawartości. Jeżeli długość mikroprogramu przekracza 1 Ksłów to możliwe jest zastosowanie kilku /do 4/ modułów MDD-60 lub uruchamianie mikroprogramu w kilku częściach.

Moduł MWD-60 zawiera generator impulsów zegarowych dla modelu uruchamianego układu o programowo wybieranej częstotliwości, umożliwiając generowanie impulsów zegarowych /przy krokowej realizacji mikroprogramu/ i ich serii o żądanej długości /przy realizacji wybranych fragmentów mikroprogramu/. Maksymalna częstotliwość zegara wynosi 2,5 MHz, umożliwiając nie tylko statyczne, lecz także częściowo dynamiczne testowanie działania mikroprogramu. Układy modułu MWD-60 umożliwiają ponadto zadawanie adresu początkowego realizowanego fragmentu mikroprogramu, jak i wykrywanie i analizowanie zadanych stanów modelu uruchamianego układu. Dodatkową zaletą systemu SWPUM-1 jest to, iż mikrokomputer MERA-60 może być standardowo wykorzystywany bez konieczności rekonfiguracji systemu.

Oprogramowanie systemu uruchomieniowego SWPUM-1

Oprogramowanie systemu uruchomieniowe-

go można funkcjonalnie podzielić na dwie części:

- metaassembler,
- debugger.

Konstrukcja tych programów umożliwia łatwe dostosowywanie ich do różnych formatów mikrorozkazów z uwzględnieniem tego, że mikrorozkaz może posiadać skomplikowany format i różną długość /do 128 bitów/.

Metaassembler umożliwia tworzenie programu binarnego oraz wydruków mikroprogramów. Metaassembler dla systemu uruchomieniowego rozwiązano w oparciu o makroassembler MACRO-11 systemu operacyjnego RT-60. Mnemonika mikrorozkazów tworzących mikroprogram traktowana jest na zasadzie makrowywołań. Wcześniej trzeba stworzyć odpowiednie makrodefinicje dla każdego typu mikroprogramowanej struktury. Wydruk mikroprogramu jest utworzony przez program edytora TECO, który przetwarza postać wydruku generowaną przez makroassembler MACRO-11.

Debugger pozwala użytkownikowi na efektywne uruchamianie mikroprogramów z wykorzystaniem możliwości sprzętowych, wynikających z zastosowania w systemie modułów specjalizowanych. Program ten napisany jest w języku MACRO-11.

Program debugera umożliwia pracę systemu uruchomieniowego SWPUM-1 w następujących trybach:

- praca krokowa,
- praca z taktom zegarowym ustawianym programowo,
- praca w czasie rzeczywistym,
- wyświetlanie lub wydruk przebiegów wyróżnionych w modelu układu sygnałów,
- obsługa programatora pamięci PROM.

Standardowymi funkcjami debugera są:

- ładowanie i wyprowadzanie mikroprogramów na nośnik informacji,

- wprowadzanie mikroprogramu według mnemoniki,
- modyfikacja mikrorozkazu,
- przemieszczanie obszaru mikroprogramu pod zadany obszar pamięci,
- wyszukiwanie mikrorozkazów według zadanej maski.

Debugger posiada dodatkowe możliwości umożliwiające konsolidację programów, które pozwalają ominąć proces metaasemblacji.

Rozwój systemu uruchomieniowego SWPUM-1

W trakcie opracowywania jest druga wersja systemu uruchomieniowego ze wzbogaconym oprogramowaniem, wspomagającym projektowanie urządzeń cyfrowych na bazie mikroprocesorów segmentowych. Oprogramowanie to zawierać będzie programowy symulator segmentowych zestawów mikroprocesorowych. Umożliwi to wstępne przygotowanie mikroprogramu bez kłopotliwego modyfikowania struktury modułu fizycznego układu, na standardowych mikrokomputerach MERA-60. W ten sposób powstanie system wspomagania projektowania i uruchamiania segmentowych systemów mikroprocesorowych. W konstrukcji systemu uruchomieniowego SWPUM-1 przewidziano także możliwość zastosowania go jako uniwersalnego stanowiska testującego urządzeń cyfrowych. Wymaga to jednak zastosowania odrębnego oprogramowania. Przewiduje się, że takie stanowisko będzie także wykorzystywane jako system uruchomieniowy dla autonomicznych testerów urządzeń cyfrowych.

System SWPUM-1 dedykowany jest dla potrzeb projektowania i uruchamiania urządzeń wykorzystujących mikroprocesory segmentowe. Jest on jednak także efektywnym stanowiskiem uruchomieniowym dla dowolnych układów mikroprogramowanych.

DOŚWIADCZENIA Z ZASTOSOWANIA MERA-60 W SYSTEMACH REJESTRACJI I STEROWANIA

Na bazie systemu MERA-60 opracowano w MERASTER i ISS, przy współpracy z jednostkami naukowo-badawczymi różnych specjalności, oraz wdrożono do eksploatacji przemysłowej wiele systemów zorientowanych problemowo dla różnych dziedzin gospodarki. Przedstawiona w dalszej części artykułu krótka charakterystyka wybranych trzech przykładów systemów rejestracji i sterowania stanowi informację o efektywności zastosowania systemów MERA-60 w warunkach przemysłowych, zarówno w pracy autonomicznej, jak i w sieciach terminalowych.

System kontroli procesu flotacji FLOT-2

System FLOT-2, wdrożony w 1982 r. w KGH BOLESŁAW, stanowi pierwsze zastosowanie mikrokomputera MERA-60 w trudnych warunkach przemysłowych /silne gazowe zanieczyszczenie powietrza/. System pozwala na bieżące zbieranie informacji o zawartości metali Pb i Zn w odpadach produkcyjnych i umożliwia:

- zwiększenie odzysku cynku o około 800-1200 t oraz ołowiu o około 350-600 t rocznie,
- zmniejszenie zawartości pierwiastków metalicznych w odpadach, a tym samym zmniejszenie skażenia środowiska,
- racjonalną gospodarkę odczynnikami użytymi w procesie flotacji.

Przebieg procesu może być modyfikowany przez operatora z wykorzystaniem prostego języka konwersacyjnego; operator może również zadawać rodzaj i format sporządzanych raportów. Realizację systemu oparto na zestawie MERA-60 w wersji bazowej. Konfiguracja systemu przedstawiona została na rys. 1.

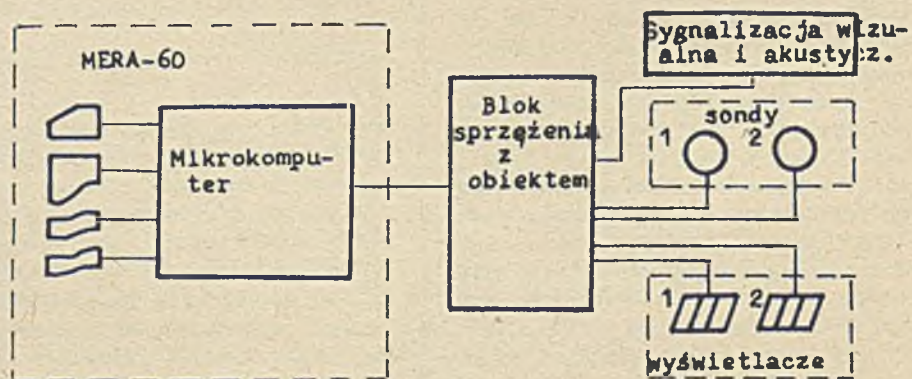
System rejestracji i sterowania wolno-zmiennych procesów technologicznych - SRC 60

System przeznaczony jest do kontroli i sterowania przebiegu wolnozmiennych procesów technologicznych w przemyśle: chemicznym, spożywczym, cementowym, energetycznym itp. Może on również służyć do zbierania i przetwarzania danych eksperymentalnych i pomiarowych instalacji laboratoryjnych, doświadczalnych i badawczych.

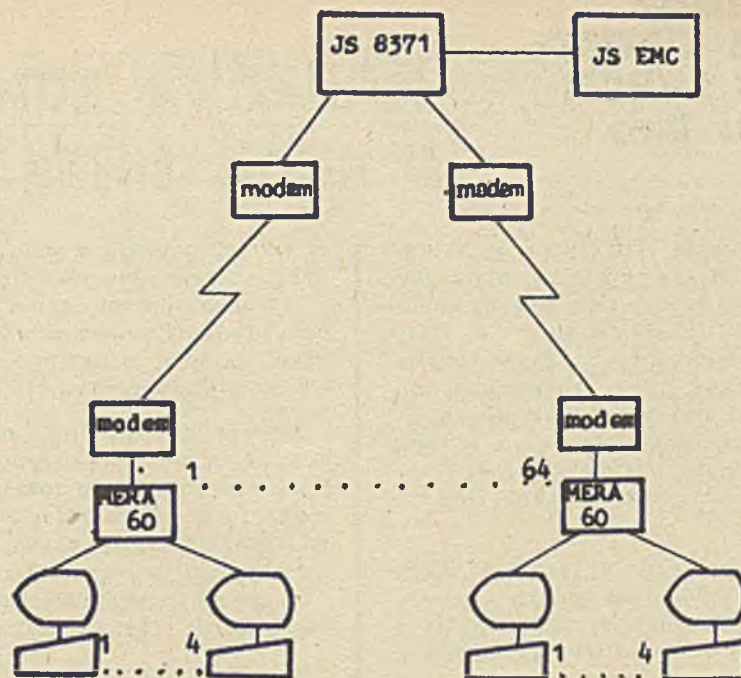
System realizuje następujące funkcje definiowane w czasie generacji:

- zbieranie danych pomiarowych z zadaną częstotliwością,
- filtrację cyfrową,
- zamianę danych pomiarowych na wartości wyrażone w jednostkach fizycznych,
- kontrolę wiarygodności pomiarów i przekroczenia ograniczeń,
- bezpośrednie sterowanie cyfrowe,
- realizację funkcji specjalnych, definiowanych przez użytkownika,
- modyfikację systemu w trybie bezpośrednim.

System zrealizowano opierając się na zestawie MERA-60 /procesor, pamięć 12 K bajtów, konsola operatorska/ i analogowo-cyfrowych urządzeniach wejścia-wyjścia, podłączonych do systemu MERA-60 przez układy sprzężenia z obiektem typu CAMAC /głównie bloki 301A, 350, 305, 303, 360, 701 + 750 lub 752/. Generacja systemu dla konkretnego procesu technologicznego wymaga jedynie znajomości sterowanego procesu. Nie wymaga znajomości budowy, zasad działania, ani umiejętności programowania systemu MERA-60. System wdrażany będzie w 1985 r. w warunkach przemysłowych.



Rys. 1. Konfiguracja systemu FLOT-2



Rys. 2. Konfiguracja sieci terminalowej

Badania pracy systemu, przeprowadzone na modelowej instalacji technologicznej, pozwalają wnioskować o dużej wydajności systemu. System w wersji modelowej steruje poziomem cieczy i zakresem temperatury zbiornika. Sterowaniem objęto wszystkie zawory i urządzenia pomocnicze, a system zapewnia przebieg sterowania wg założonego algorytmu, zarówno dla poprawnego toku procesu technologicznego, jak również właściwą reakcją na stany awaryjne. Ta modelowa wersja stanowi ilustrację możliwości zastosowania systemu w inżynierii chemicznej, gdzie decydującą rolę w reakcjach odgrywa odpowiedni skład procentowy reagentów i np. temperatura reakcji.

Sieć terminalowa zakładów energetycznych

Kolejnym przykładem wykorzystania mikrokomputera MERA-60 w systemach użytkowych jest praca tego mikrokomputera w sieci terminalowej Zakładów Energetycznych Okręgu Południowego, grupujących kilkadziesiąt elektrowni i zakładów energetycznych, rozmieszczonych na terenie 7 województw Polski południowej. W latach 1983-84 wdrożone zostały następujące zastosowania pilotowe:

1. System kontroli dostaw inwestycyjnych dla Elektrowni Opole.
2. System wspomagania służb kontroli eksploatacji w Elektrowni Jaworzno III.
3. System bezpośredniego informowania o sta-

nie rozliczeń z odbiorcami energii i gazu dla Zakładu Energetycznego w Częstochowie.

W zastosowaniach tych komputerem centralnym jest EMC JS, natomiast mikrokomputery MERA-60, połączone z JS łączem telekomunikacyjnym i wyposażone w odpowiednie oprogramowanie, stanowią zdalne terminale inteligentne dla pracy wsadowej i konwersacyjnej /typu IBM 3780 i IBM 3270/. Ponadto oprogramowanie MERA-60, realizujące funkcje systemu SEECHECK umożliwia autonomijną pracę tego systemu w zakresie zbierania, wstępnego przetwarzania oraz prezentacji danych.

Zrealizowany system hierarchiczny JS i SM /MERA-60/ składa się z:

- komputera centralnego EMC JS lub IBM 360/370,
- teleprocesora JS 8371,
- terminali interakcyjnych MERA-60/3270,
- terminali wsadowych MERA-60/3780,
- modemów EC 8006, EC 8013.

Typową konfigurację sieci terminalowej przedstawiono na rys. 2. Operowanie systemem jest bardzo proste i wymaga jedynie krótkiego przeszkolenia. Doświadczenia z eksploatacji pilotowych instalacji potwierdziły w pełni zasadność wyboru systemu MERA-60 do tych zastosowań, o czym świadczą również dalsze zamówienia i plany rozszerzenia tej sieci dla nowych zastosowań MERA-60 w energetyce.

mgr inż. HENRYK BIESIADA
 mgr inż. WOJCIECH PETRYKOWSKI
 mgr inż. ZBIGNIEW SZAKARADNIK
 Politechnika Śląska — Gliwice

IMPLEMENTACJA JĘZYKA FORTH NA MASZYNĘ CYFROWĄ MERA-60

Język programowania FORTH jest językiem posiadającym dotychczas niewielką, ale szybko rosnącą grupę entuzjastów. Opracowany został około 1970 r. przez Charles'a Moore'a, który dzięki niemu pragnął osiągnąć większą sprawność w pisanych przez siebie programach. W ciągu kilkunastu lat stał się FORTH potężnym narzędziem programowania, łączącym w sobie interpreter i kompilator języka wysokiego poziomu, assembler oraz system operacyjny z edytorem.

O wzrastającej popularności języka FORTH zdecydowały jego następujące cechy:

- rozszerzalność polegająca na możliwości wzbogacenia języka o nowe elementy definiowane przez użytkownika,
- łatwość poprawiania i testowania programów uzyskana dzięki pracy interakcyjnej,
- duża "moc" konstrukcji językowych w porównaniu z innymi językami programowania /rys. 1/,
- wysoka przenośność programów napisanych w języku FORTH,
- dość duża szybkość /jak na interpreter/ wykonania programów pisanych w języku FORTH /tab. 1/.
- mała zajętość pamięci; programy napisane w języku FORTH zajmują często mniej pamięci

niż odpowiadający pod względem funkcjonalnym kod assemblerowy /rys. 2/.

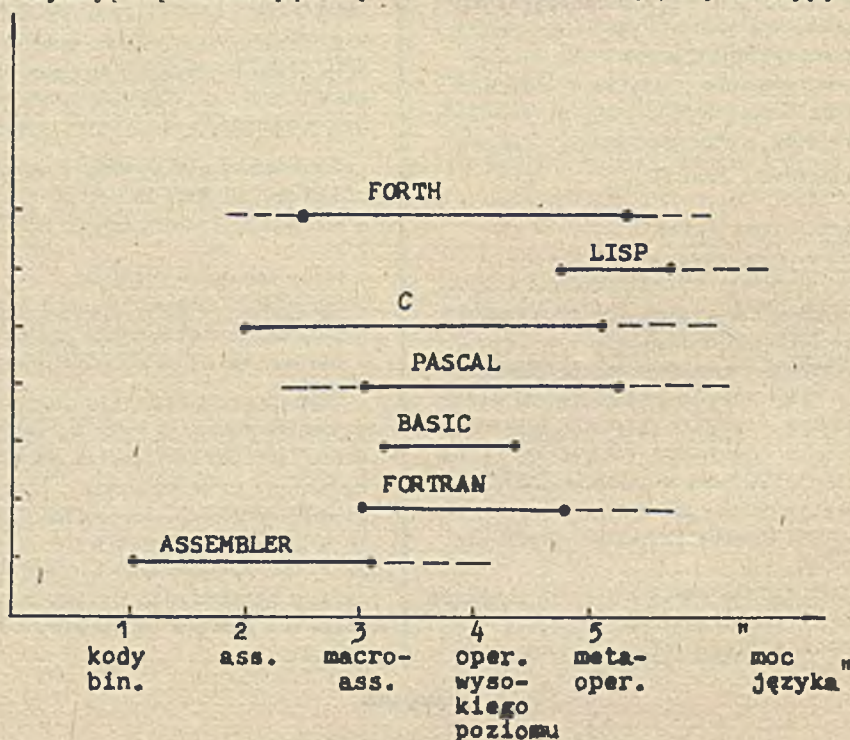
- stosunkowo niski nakład pracy wymagany przy uruchamianiu programów napisanych w tym języku, co musi jednak być okupione wyższymi kwalifikacjami programistów.

Do wad języka FORTH należy zaliczyć:

- niską czytelność programu, która narzuca konieczność dobrego komentowania,
- przyjęcie odwrotnej notacji polskiej do zapisu wyrażen artystycznych, co powoduje trudności przy ich interpretacji,
- ubogą diagnostykę zbliżoną bardziej do assemblera niż do języka wysokiego poziomu.

Filozofia języka

Program napisany w języku FORTH składa się z wielu słów oddzielonych separatorami. Słowo określa się w terminologii języka dowolny ciąg złożony z widzialnych znaków ASCII. Separatorem może być spacja lub znak nowej linii. Pojęcie słowa odpowiada mniej więcej pojęciu procedury. Zbiór słów nazywany słownikiem odpowiada w przybliżeniu zbiorowi instrukcji w innych językach programowania. Użytkownik otrzymuje pewien ściśle określony /zwykle objęty standardem/



Rys. 1

Porównanie czasu realizacji algorytmu
Eratostenesa dla procesora Z80 /4MHz/

Język	Czas s	Dystrybutor	Uwagi
PL/I	14,0	Digital Research	kod naturalny
C	15,2	BDS	kod naturalny
Fortran	17,0	Microsoft	kod naturalny
Pascal	22,7 ¹	Digital Research	kod naturalny
FORTH	84	FIG	kod kaskadowy
ADA	422	Supersoft	pseudokod
Pascal	470	IRT	pseudokod
Basic	1920	Microsoft	interpreter
APL	3276	Telecompute	interpreter
Cobol	5115	Microsoft	interpreter

słownik. Może on pisać programy, używając słów należących do tego słownika.

Przykład 1:

Jeśli użytkownik chce pomnożyć jakąś liczbę, np. 5 przez 2, wówczas wprowadza z terminala tekst /podkreślony/:

```
5 DUP + OK
_ 10 OK
```

W języku FORTH operacje arytmetyczne wykonywane są na stosie. Kolejne słowa wprowadzone przez użytkownika są z bufora terminala pobierane, interpretowane i wykonywane. Tak więc słowo 5 powoduje konwersję kodu ASCII na jego odpowiednik binarny i umieści go na stosie, słowo DUP powoduje powielenie liczby znajdującej się na wierzchołku stosu, zaś słowo "+" zastąpi dwie liczby umieszczone na szczycie stosu ich sumą /rys. 3/. "OK" wprowadzone przez język FORTH potwierdza wykonanie. Umieszczone w następnej linii słowo "." wyprowadza liczbę binarną umieszczoną na szczycie stosu na terminal, dokonując jej konwersji na ciąg ASCII.

FORTH umożliwia użytkownikowi definiowanie nowych słów. Definicja takiego słowa jest kompilowana, czyli tłumaczona na odpowiadający jej kod kaskadowy, który zostaje dołączony do słownika.

Przykład 2:

Przyjmijmy, że użytkownik chce zdefiniować słowo mnożące liczbę umieszczoną na szczycie stosu przez 2. Wprowadza wówczas z terminala tekst /podkreślony/ definiujący słowo 2:

```
: 2 DUP +: OK
```

Słowo ":" powoduje rozpoczęcie kompilacji programu definiującego słowo 2. Program ten /DUP +/ zostanie przetłumaczony na kod kaskadowy i umieszczony w słowniku wraz z nazwą słowa. Słowo ":" powoduje zakończenie kompilacji. Jeżeli teraz użytkownik wprowadził tekst:

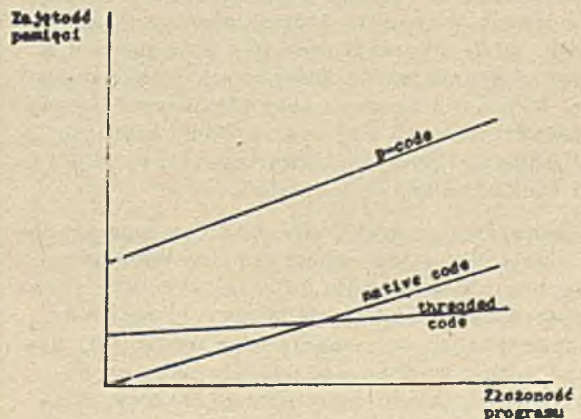
```
5 2 OK
_ 10 OK
```

wówczas słowo 5 umieści liczbę 5 na szczycie stosu, zaś słowo 2 pomnoży ją przez 2, dając w wyniku 10. Słowo 2 może odtąd być używane wielokrotnie.

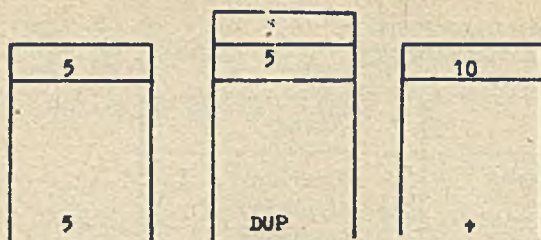
Nowo zdefiniowane słowa mogą zostać użyte do definicji słów na równi ze słowami standardowymi. Programy napisane w języku FORTH składają się z ciągu wywołań i definicji słów. Wywołania słów są interpretowane, zaś definicje słów kompilowane. Proces definiowania nowych słów prowadzi do powstania metajęzyka opartego na języku FORTH, przystosowanego do pisania programów w określonej klasie zastosowań.

Implementacja

Implementacja języka FORTH dla maszyn SM oparta jest na najpopularniejszym obecnie standardzie języka - wersji fig-FORTH. Wśród typów danych wstępnie zdefiniowane są jedynie bajty, znaki ASCII, liczby całkowite i liczby całkowite bez znaku. Żaden ze standardów języka FORTH nie definiuje liczb zmiennoprzecinkowych, łańcuchów, tablic itd. Nie stanowi



Rys. 2.



Rys. 3.

to jednak istotnej wady języka, ponieważ każdą wersję języka FORTH można o te elementy rozszerzyć, wykorzystując mechanizm definiowania słów.

Postanowiono opracować wersję języka FORTH rozszerzyć o specjalnie dołączone pakiety realizujące:

- operacje zmiennoprzecinkowe,
- operacje łańcuchowe,
- dodatkowe niestandardowe konstrukcje strukturalne i operacje stosowe.

mgr inż. JURAND ZALEWSKI
Zakłady Górniczo-Hutnicze
"BOLESŁAW"

MINIKOMPUTER MERA-60 W KONTROLI PROCESU FLOTACJI RUD CYNKOWO-OŁOWIOWYCH

Proces flotacji znany jest w przemyśle jako technologia wzbogacania kopalni, np. węgla, rud miedzi, cynku, ołowiu itp. W kopalniach Zakładów Górniczo-Hutniczych BOLESŁAW, w Bukowni procesowi temu poddawane są rudy galmanowo-blendowe o zawartości ok. 3 - 5% cynku i ok. 1% ołowiu. Ruda po skruszeniu i zmieleniu na mokro, w postaci pulpy zwanej "nadawą", kierowana jest do maszyn flotacyjnych, gdzie powstają produkty wzbogacania w postaci koncentratów galenowych /o zawartości ok. 56% Zn/ i koncentratów blendowych /o zawartości ok. 52% Pb/ oraz produkt nieużyteczny w postaci pulpy /o zawartości do 0,3% Pb i do 1% Zn/ zwany "odpadami".

Prawidłowy i efektywny przebieg tego procesu uzależniony jest od utrzymania właściwych proporcji w dozowaniu kilku odczynników flotacyjnych, stabilizacji poziomów i przepływów w maszynach, utrzymania właściwego pH, gęstości itp.; wszystko to uzależnione jest dodatkowo od składu chemicznego nadawy. Klasyfikacyjne metody analizy chemicznej próbek pulpy nie pozwalają na szybką ocenę tego procesu. Praktycznie, przy dobrej organizacji, wynik takiej analizy można uzyskać po kilku godzinach,

Rozszerzenia powyższe wzorowane są na rozwiązaniach firmowych. Pełny, oferowany system FORTH na m. c. MERA-60 będzie obejmował:

- translator języka FORTH,
- pakiet operacji zmiennoprzecinkowych,
- pakiet operacji łańcuchowych,
- assembler,
- pakiet żądań programowych,
- edytor liniowy,
- edytor ekranowy,
- dyskowy system operacyjny,
- dekompiłator kodu kaskadowego,
- kompilator programów ładownych pod systemem RT-60.

Żadaną wersję języka będzie można wygenerować za pomocą dostarczonego generatora. Pamięć dyskowa wirtualnej maszyny FORTH może być symulowana na dysku twardym /MERA-9425/ lub elastycznym /SP60M/.

L i t e r a t u r a :

[1] Leo Brodie: "Starting FORTH", Prentice-Hall, 1981.

co przy minutowych zmianach zachodzących w tej technologii wzbogacania nie pozwala na wykorzystanie zdobytych informacji do prowadzenia procesu.

Metoda pomiarowa

Dla bieżącej kontroli tego procesu pod względem zawartości pierwiastków Zn, Pb i Fe w nadawach i odpadach w ZGH BOLESŁAW postanowiono wykorzystać metodę pomiarową zaproponowaną przez Międzyresortowy Instytut Fizyki i Techniki Jądrowej AGH w Krakowie. Ideą metody jest wykorzystanie zjawiska wtórnej emisji promieniowania charakterystycznego serii ZnK cynku i PbK ołowiu. Dodatkowe pomiary natężenia promieniowania charakterystycznego serii FeK żelaza i natężenia rozproszonego promieniowania X umożliwiając eliminację błędów oznaczenia, spowodowanych zmiennością zawartości żelaza oraz minerałów wapnia i krzemu.

Czujnikiem pomiarowym w tej metodzie jest sonda zanurzeniowa skonstruowana w oparciu o patent PRL nr 93836, wyposażona w źródło promieniowania Cd 109 o aktywności ok. 185 MBq i licznik proporcjonalny typu PX/A/Be 76x38, umieszczona w strudze mierzonej pul-

py /nadawy i odpadów/. Impulsy z licznika sondy po wzmacnieniu przesyłane są łączami kablowymi na odległość ok. 100 m do zestawów spektrometrycznych STANDARD 70. Tam są one rozdzielane za pomocą analizatorów amplitudy na 4 tory, odpowiadające energii promieniowania charakterystycznego dla Zn, Pb i Fe oraz promieniowania rozproszonego. Częstotliwość impulsów w torach spektrometru jest podstawową informacją do obliczania procentowej zawartości pierwiastków w mierzonej pulpie.

Sprzęt komputerowy

Do obsługi dwóch torów pomiarowych Instytut Systemów Sterowania w Katowicach, spełniając szczegółowe założenia opracowane przez użytkownika /ZGH BOLESŁAW/, zaproponował system FLOT-2 zrealizowany w oparciu o mini-komputer MERA-60 w wersji bazowej, w skład którego wchodzi:

- procesor Elektronika 60 wyposażony w pamięć operacyjną o pojemności 8 k słów 16-bitowych oraz w jednostki sterujące urządzeń peryferyjnych,
- drukarka znakowo-mozaikowa z klawiaturą DZM - 180 KSR,
- stacja taśmy papierowej SPTP-3,

Jako urządzenie sprzężenia z obiektem w systemie pracuje kasetka, w której umieszczone są moduły wejść licznikowych, moduły rejestrów buforowych wyświetlaczy oraz moduł pośredniczący, współpracujący ze specjalistyczną jednostką sterującą znajdującą się w kasecie procesora i zapewniającą transmisję danych pomiędzy procesorem, a kasetą sprzężenia.

System FLOT-2 spełnia następujące funkcje:

- dokładny pomiar czasu stanowiący podstawę wszystkich działań cyklicznych,
- zbieranie co 100 s danych z wejść licznikowych dwóch sond,
- obliczanie procentowej zawartości pierwiastków ZN, Pb i Fe w nadawie i odpadach,
- testowanie wartości odczytanych z liczników mające na celu sprawdzenie czy nie wykraczają poza dopuszczalne dwa przedziały /operator może zadawać wartości graniczne dwóch przedziałów, z których jeden - "węższy" - zawiera się w drugim - "szerszym"/ i sygnalizacja ewentualnych przekroczeń wartości granicznych,
- testowanie wartości obliczeń i sygnalizacja ewentualnych przekroczeń wartości granicznych jak przy odczytach liczników oraz kwalifikacja poprawnych wyników do obliczania wartości średnich,
- wyświetlanie wyników obliczeń na wyświetlaczach halowych i biurowych,
- sporządzanie raportów informujących o średnich zawartościach mierzonych pierwiastków za okres kwadransa, zmiany i doby,
- zapewnienie komunikacji z operatorem w celu umożliwienia mu ustalenia lub zmiany reżimu pracy oraz wprowadzania wartości począt-

kowych lub kontroli aktualnych wartości danych systemowych,

- wyprowadzanie na drukarkę, na życzenie operatora, wyników obliczeń z wszystkich pomiarów.

Praca systemu w odniesieniu do każdej sondy możliwa jest w jednym z czterech reżimów:

- reżim podstawowy - dane pomiarowe z liczników pobierane są co 100 s; zostają one przetworzone i wprowadzone na wyświetlacz; na drukarkę wprowadzone są raporty kwadransowe, zmianowe i dobowe,
- reżim raportu ciągłego - praca podobna jak w reżimie podstawowym z tym, że dodatkowo wyprowadzane są na drukarkę wyniki kolejnych pomiarów /wydruk co 100 s/,
- reżim standaryzacji - praca podobna jak w reżimie raportu ciągłego, z tym że wyniki nie są wyświetlane ani uwzględniane w średnich dobowych i zmianowych,
- reżim jałowy - nie są pobierane ani wyprowadzane żadne dane związane z obiektem.

W każdym z opisanych reżimów system dokonuje pomiaru czasu oraz przyjmuje zlecenia operatora.

Uwagi o instalacji i eksploatacji

Staraniem i wysiłkiem ZGH BOLESŁAW przy współpracy ww. jednostek opisany system pomiarowy zainstalowany został w Wydziale Przeróbki Mechanicznej kopalni BOLESŁAW i eksploatowany jest w ruchu ciągłym trzymianym od stycznia 1983 roku. System pomiarowy obsługiwany jest przez jedną osobę na pierwszej zmianie; pozostałe zmiany mają zapewniony dyżur domowy na wypadek awarii.

Na pierwszej zmianie obsługa wykonuje:

- prace związane z konserwacją aparatury i sprzętu,
- sprawdza poprawność pracy kanałów pomiarowych na próbkach kontrolnych z wykorzystaniem reżimu standaryzacji i w razie potrzeby wprowadza odpowiednie zmiany do pamięci systemu,
- pobiera próbki pulpy do wykonywania chemicznych analiz porównawczych,
- prowadzi dzienny raport pracy systemu,
- wykonuje prace porządkowe na stanowiskach pomiarowych i w pomieszczeniu minikomputera.

Zainstalowany system pomiarowy pozwala na dokładne odwzorowanie przebiegu procesu wzbogacania rudy. Błąd pomiaru w stosunku do wrywkowych analiz chemicznych określa się do 10%. Roczne efekty ekonomiczne uzyskane w wyniku zastosowania systemu na tej flotacji ocenia się na 8 mln zł, a zwrot nakładów następuje w ciągu ok. 18 miesięcy. Kłopoty związane z eksploatacją systemu polegają głównie na awariach drukarki i systemów chłodzenia, zarówno procesora jak i kasety CAMAC. W ZGH BOLESŁAW do kasety pro-

cesora doprowadzono dodatkowo z zewnętrznych wentylatorów dwie strugi powietrza, które zapewniają lepszą wentylację, a tym samym podnoszą sprawność urządzenia.

Opisany wyżej system pomiarowy oceniany jest pozytywnie, co potwierdza dwuletnia, ciągła

jego eksploatacja i uzyskane efekty ekonomiczne.

Należy podkreślić, że praca systemów chłodzenia w tego typu urządzeniach powinna być objęta kontrolą systemu, by z odpowiednim wyprzedzeniem sygnalizować stany awaryjne.

V KRAJOWA KONFERENCJA NAUKOWO—TECHNICZNA

Sekcja Automatyki i Pomiarów Oddziału Warszawskiego Elektroniki i Telekomunikacji SEP organizuje V Krajową Konferencję Naukowo-Techniczną pt.: "Zastosowanie mikroprocesorów w automatyce i pomiarach". Konferencja poświęcona będzie:

- zastosowaniom mikroprocesorów w układach sterowania,
- zastosowaniom mikroprocesorów w aparaturze pomiarowo-kontrolnej,
- zastosowaniom układów kalkulatorowych w automatyce i pomiarach,
- podzespołom, blokom funkcjonalnym, urządzeniom pomocniczym i oprogramowaniu sterowników mikroprocesorowych,
- problemom projektowania, uruchamiania i diagnostyki mikroprocesorowych urządzeń automatyki i pomiarów.

Przewodniczącym Rady Naukowej Konferencji został prof. dr hab. inż. Krzysztof Badźmirowski.

Konferencja odbędzie się w Warszawie w dniu 25 września 1986 r. Wstępne zgłoszenia uczestnictwa z tytułami i kilkunastowym streszczeniem oraz określeniem objętości proponowanych referatów i komunikatów prosimy ...syłać na adres sekretarza organizacyjnego:

mgr Lech Szyngwelski
00-241 Warszawa
ul. Długa 44/50
Przemysłowy Instytut Elektroniki
/tel. 31-52-21 wew. 371/

Zgłoszenia referatów i komunikatów będą przyjmowane do 15. XII. 1985 r. i zostaną rozpatrzone w styczniu 1986 r. Zakwalifikowane wystąpienia, których teksty należy nadesłać organizatorom do dnia 15. III. 86 r. będą opublikowane w materiałach konferencyjnych, doręczonych wszystkim uczestnikom.

Program Konferencji zostanie ustalony i rozesłany uczestnikom w czerwcu 1986 r.



CENTRUM NAUKOWO-PRODUKCYJNE
SYSTEMÓW STEROWANIA

40-153 KATOWICE, ul. Armii Czerwonej 160



