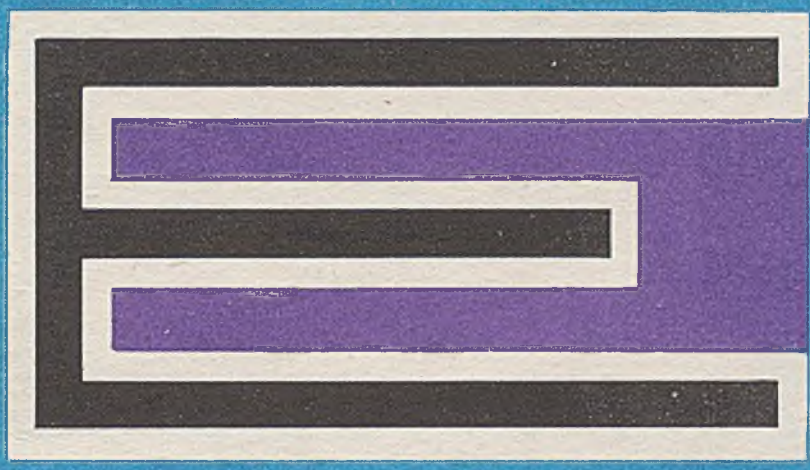
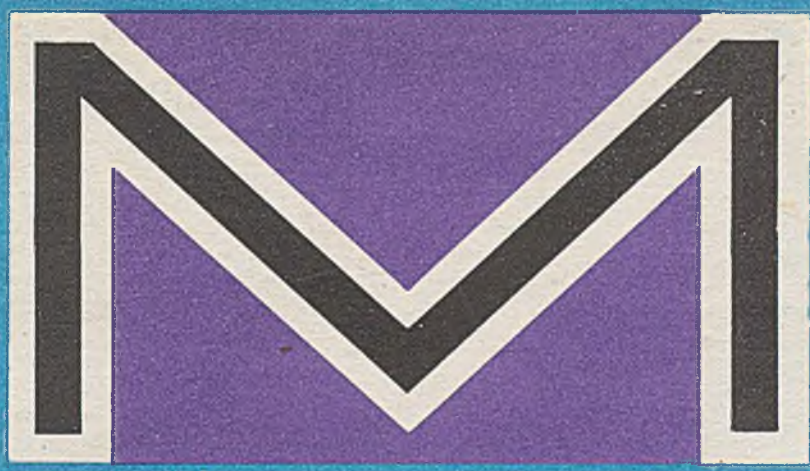


P 2900/79

**BIULETYN TECHNICZNY**



**7(209)**  
**1979**

**Redakcja Kolegium w składzie:**

mgr Z. Bieguszevska-Kochan, mgr W. Borucki (redaktor działu „Ekonomika”),  
mgr B. Drożak, mgr inż. J. Dziewięcki (redaktor naczelny), J. Esikowski,  
mgr inż. R. Farfał, dr hab. M. Greniewski,  
prof. dr hab. inż. A. Janicki (redaktor naukowy), inż. L. Kowalski,  
mgr J. Kutrowska (sekretarz redakcji), mgr inż. L. Krzystolik, inż. R. Maciesowicz,  
mgr E. Mańkiewicz-Cudny, red. T. Podwysocki, dr inż. R. Pregiel,  
mgr inż. A. Teodorczuk, mgr inż. T. Ustaborowicz,  
mgr inż. M. Wajcen (redaktor działu „Technika”)

**Warunki prenumeraty**

Jednostki gospodarki uspołecznionej, 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 516 zł należy zamawiać do 25 listopada na rok następny, półroczną do 10 czerwca na II półrocze.

# ZJEDNOCZENIE PRZEMYSŁU AUTOMATYKI I APARATURY POMIAROWEJ „MERA”



# „MERA”

**BIULETYN PRZEMYSŁU  
KOMPUTEROWYCH SYSTEMÓW  
AUTOMATYZACJI I POMIARÓW**

WARSZAWA,

LIPIEC 1979

## SPIS TREŚCI

H. Orłowski R. Trechciński	Modularne systemy cyfrowe .....	3
J. Strzelecka A. Syrczyński	Rozwój urządzeń INTEL DIGIT - PI sprzężenia komputerów z elementami automatyki i pomiarów .....	9
J. Łączyński	Szeregowo-bajtowy interfejs dla aparatury pomiarowej /IEC-625/ .....	13
A. Dec	Urządzenia CAMAC i przegląd ich zastosowań..	21
A. Stawowczyk	MST-1 - automatyzacja pomiarów w przemyśle elektronicznym .....	28
M. Woźniak	Oprogramowanie podstawowe mikroprocesorowego sterownika kasety CAMAC .....	35

Opracowanie redakcyjne: Redakcja Biuletynu "Mera", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa  
 /tel. 12-41-71/. Druk: Dział Wydawnictw "Mera-Pnefal", ul. Patriotów 77, 04-950 Warszawa  
 /tel. 12-41-64/. Zam. 137/79. 2300 egz.

doc. dr inż. HENRYK ORŁOWSKI  
Instytut Maszyn Matematycznych

doc. dr inż. ROMAN TRECHCINSKI  
Instytut Badań Jądrowych  
Świerk

## MODULARNE SYSTEMY CYFROWE

Do modularnych systemów cyfrowych /stosownie do nazwy/ można w zasadzie zaliczyć wszystkie rozwiązania aparaturowe, w których zastosowano jakikolwiek system podziału modularnego i w których stosuje się cyfrową transmisję danych. Takie ujęcie rozszerzyłoby jednak znacznie tematykę niniejszego opracowania, którego intencją jest omówienie zagadnień związanych z modularnością wynikającą ze struktury logicznej, a nie wewnętrznego podziału aparatury na moduły ze względów konstrukcyjnych. W artykule pominięte również zostaną problemy systemów sztywno programowanych oraz systemy swobodnie programowane, specjalizowane, których struktura logiczna została wyraźnie zawężona do wybranych, ograniczonych zastosowań. Omówione natomiast zostaną uniwersalne, modularne systemy cyfrowe. W tego typu systemach też występują ograniczenia zastosowań, ale wynikają one najczęściej z ograniczenia listy aktualnie produkowanych modułów /bloków/, a nie z logiki systemu. Do systemów modularnych stosuje się często nazwę: systemy interfejsowe /interface systems/, aczkolwiek ścisła definicja tego sformułowania obejmuje na pewno więcej niż tylko systemy modularne. Modularne systemy cyfrowe odgrywają obecnie dominującą rolę w automatyce i technice pomiarowej. Można stwierdzić, że stanowią one jeden z głównych nurtów rozwojowych elektroniki o coraz bardziej decydującym znaczeniu.

W ciągu ostatnich kilkunastu lat zarysowała się tendencja do tworzenia systemów modularnych o dużej skali uniwersalności, głębokiej normalizacji i strukturach logicznych dostosowanych do różnorodnych zastosowań. Systemy te stanowią potencjalne rozwiązania na poziomie standardów światowych, tj. takich, które mogłyby być ze względów technicznych akcep-

towane i stosowane przez większość krajów świata. Ocenia się, że systemów tych istnieje obecnie około 500, w tym powyżej 100 to systemy technicznie i ekonomicznie równorzędne. Co najwyżej w niektórych systemach zakres postanowień normalizacyjnych może być niepełny, ale zasadniczo w każdej chwili może zostać uzupełniony. Z tych 100 prawidłowych systemów około 20 osiągnęło poziom formalny lub praktyczny standardu międzynarodowego /akceptowany co najmniej przez kilka krajów świata/. Do systemów na poziomie standardu światowego można obecnie zaliczyć tylko system CAMAC, a w zakresie sprzęgania aparatury pomiarowej również tzw. system IEC /HP Bus/. Uważa się, że zaledwie kilka systemów rozwinęło się na tyle, że stały się rzeczywiście opłacalne, mimo że udowodnienie prawidłowości tej oceny jest praktycznie niemożliwe.

Intencją autorów niniejszego opracowania jest w głównej mierze ustalenie poglądów dotyczących istoty i przyszłego rozwoju systemów modularnych, co może ułatwić podjęcie wielu decyzji związanych z programem opracowań i wdrożeń w kraju systemów modularnych.

### Niektóre zagadnienia związane z konstrukcją mechaniczną

Modularność jest prawie tak stara jak elektronika. Przed drugą wojną światową istniały już systemy wprowadzane przez poszczególne firmy jako systemy specjalizowane dla wąskiego zastosowania /np. telekomunikacyjne stacje wzmacniakowe/. Żaden z tym systemów nie stał się standardem światowym w dzisiejszym znaczeniu tej nazwy. Po wojnie, a właściwie już w latach pięćdziesiątych, rozpoczęto two-

zenie systemów analogowych, których struktura bardziej odpowiadała dzisiejszej definicji systemu. Konstrukcje mechaniczne różnych systemów wykazywały znaczne rozbieżności, jednakże krystalizowały się już pewne optymalne rozwiązania. W szczególności stosowanie kasety z wymiennymi blokami i często z jednym zasilaczem stało się prawie regułą. Wymiary bloków przeszły zmiany ewolucyjne związane ze stosowanymi elementami. Np. szerokość bloku wynikała z wymiarów lamp, tranzystorów lub w ostatnich latach, obwodów scalonych. A więc odpowiednio było to 60-80 mm, 30-40 mm i 15-20 mm.

Już w okresie stosowania tranzystorów zauważono, że koszty systemu są w niewielkim stopniu zależne od wymiarów wysokości i głębokości bloków. Tym należy tłumaczyć duże różnice wymiarów bloków w poszczególnych systemach. Wprowadzenie druków dwustronnych z przejściami metalizowanymi i zastosowanie złącz krawędziowych ograniczyło wybór szerokości bloku jako wymiaru wynikającego z grubości jednej warstwy obwodów scalonych, umieszczonej na płytce z drukiem dwustronnym. Druki wielowarstwowe nie przyjęły się w zastosowaniach do systemów modularnych i chyba nie można się spodziewać, aby w najbliższych latach stan ten uległ zmianie.

W latach sześćdziesiątych i na początku siedemdziesiątych powstała tendencja do stosowania w automatyce przemysłowej systemów ograniczających do minimum kontakt aparatury z operatorem. Bloki wykonawcze w tych systemach były konstruowane z prawie pustymi panelami /płytami przednimi i tylnymi/ lub też w ogóle bez płyt przednich i tylnych. Należy stwierdzić, że w tym okresie systemy dla automatyki przemysłowej jak gdyby oddzieliły się od innych systemów modularnych, stając się aparaturą specjalizowaną. Tendencje te obecnie należą już do przeszłości. W automatyce przemysłowej występują wprawdzie pewne dodatkowe wymagania jak np.:

- stosowanie zamkniętych szaf,
  - ochrona przed zapyleniem,
  - ochrona przed narażeniami mechanicznymi,
- ale nie rzutuje to na strukturę logiczną systemów, ani na konstrukcję bloków.

Sytuacja, w której zainstalowanie dla określonych zastosowań organów manipulacyjnych w poszczególnych blokach jest nie tylko zbędne, ale nawet szkodliwe - powoduje, że obok bardziej uniwersalnych systemów jak CAMAC, wyposażonych w takie organy, produkowane są zwłaszcza dla zastosowań w automatyce przemysłowej, specjalizowane systemy o odmiennej konstrukcji, których przykładem jest system INTEL DIGIT-PI. W związku ze zwiększającymi się możliwościami upakowania elementów w blokach ilość i zakres funkcji realizowanych przez bloki wykonawcze ulega stałemu zwiększeniu. Spowodowało to konieczność zwiększania wyposażenia bloków w elementy

sygnalizacyjne, informacyjne, manipulacyjne i złącza dodatkowe. Wywołało to odczuwalny już obecnie brak miejsca na płytach przednich i tylnych w tych systemach, w których wysokość bloku była mniejsza od głębokości. Jest rzeczą niewątpliwą, że bloki w opracowywanych w najbliższej przyszłości systemach będą miały wymiary wysokości większe /lub równe/ głębokości /np. tzw. "fastsystem" opracowywany obecnie w USA/.

Należy dodać, że każdy nowo opracowywany system ma mało szans na szeroką akceptację, jeśli nie będzie opierał się na płytkach drukowanych o wymiarach Eurokarty, lub też jej wielokrotnościom. Wydaje się, że normalizacja Eurokart będzie w najbliższych latach rozwijała się. Poza automatycznym projektowaniem i wykonawstwem druków będą one szeroko stosowane jako baza do produkcji typowych, podstawowych układów funkcjonalnych /podzespołów elektronicznych/. Inne systemy wewnętrznej normalizacji konstrukcyjnej nie mogą na razie liczyć na wyparcie Eurokart. Problem stosowanych w przyszłości typów złącz jest ciągle otwarty. Głównie dotyczy on wyboru pomiędzy złączami krawędziowymi i ewentualnie innymi. Zdania są tu podzielone. Przy Eurokartach stosuje się najczęściej złącza nakładane /32, 64, 96 zestawów/.

#### Inteligencja w systemach modularnych

Wprowadzenie techniki cyfrowej w rozwiązaniach systemów modularnych przeszło przez kilka etapów. Pierwszym była koncepcja tzw. uniwersalnej maszyny cyfrowej. Był to mini-komputer o wewnętrznej strukturze modularnej tak rozbudowany, że możliwe było bezpośrednie lub prawie bezpośrednie dołączenie do niego wejść i wyjść z obiektu automatyzowanego. Szybko jednak okazało się, że koncepcja ta nie jest korzystna ekonomicznie i oddzielono aparaturę interfejsową od minikomputera w formie oddzielnych przyrządów takich jak przetworniki AC i CA, rejestry, multiplexery itd. Powstał jednak nowy problem - jak łączyć te przyrządy między sobą. Próbowano dwóch rozwiązań: sztywnego okablowania dla konkretnego zastosowania i licznych /luźnych/ połączeń zestawianych każdorazowo. Pierwsze rozwiązanie byłoby praktyczne przy dużej ilości identycznych zastosowań, co okazało się przypadkiem dość rzadkim, drugie zaś było niedogodne nawet w warunkach automatyzacji eksperymentów naukowych. Tak więc konieczność zmusiła konstruktorów do wprowadzenia uniwersalnych /ze stałą logiką/ magistrali, tj. sztywnych połączeń umożliwiających bez zmian okablowania współpracę bloków w różnych konfiguracjach. Znaleźnienie tego rozwiązania otworzyło drogę dla wielu różnych systemów cyfrowych.

Szybki rozwój obwodów scalonych wpłynął na dalsze zmiany, a mianowicie coraz szersze

stosowanie autonomicznych rozwiązań sterowania. Maszyna cyfrowa stała się więc jednym z bloków systemu interfejsowego. Można stwierdzić, że system interfejsowy stał się znowu jak gdyby uniwersalną maszyną cyfrową. Wprowadzenie mikroprocesorów i obwodów scalonych o superwielkiej skali integracji wpłynęło na zmianę i innych kanonów konstrukcyjnych. Około 1970 roku uważano, że bloki wykonawcze systemu powinny być jak najprostsze /używano sformułowania: "głupie indywiduum"/, zaś cała inteligencja winna być skoncentrowana w autonomicznych lub zewnętrznych minikomputerach. Obecnie dąży się do wprowadzenia wstępnej obróbki i redukcji danych w blokach wykonawczych, a przez to obciążenie komputera na wyższym poziomie hierarchicznym. Jeśli sprawdzą się prognozy przewidujące pojawienie się na rynku pełnych mikrokomputerów /jeden obwód scalony/ w cenie początkowej około 200 \$ i spadek w ciągu kilku lat ich ceny do ok. 5 \$, to w systemach modularnych muszą pojawić się dalsze zmiany strukturalne - zginie mianowicie podział na bloki wykonawcze i sterujące. Wszystkie bloki będą równouprawnione i wszystkie będą miały mikrokomputery. Oczywiście ze względów funkcjonalnych którykolwiek z bloków może być blokiem wybranym lub działającym w danym momencie jako nadrzędny. Uproszczeniu ulegnie także dotychczasowa magistrała; będzie ona traktowana jako łącze do transmisji danych pomiędzy komputerami w układzie wielokomputerowym.

Z powyższych rozważań można wyciągnąć następujący wniosek: pojawienie się mikroprocesorów i mikrokomputerów stało się zjawiskiem podtrzymującym systemy modularne, natomiast wpłynie na przyspieszenie ekonomicznego starzenia się obecnie istniejących systemów. Oczywiście istniejące systemy będą się broniły. Typowym tego przykładem jest wprowadzenie magistrali dodatkowej i pracy wielokontrolerowej w systemie CAMAC /dokument 6500/ oraz prace Komitetu ESONE objęte kierunkiem "compatible use of dataway". Mimo to większość ekspertów uważa, że rozwój systemu CAMAC /i innych podobnych systemów/ zakończy się w drugiej połowie lat osiemdziesiątych. Dotyczy to oceny sytuacji w krajach o wysoko rozwiniętej elektronice.

W naszych warunkach rozwój systemu CAMAC może być zahamowany nieco później. Oczywiście produkcja i zastosowania będą kontynuowane jeszcze przez kilka lat po terminie uznanym jako zakończenie rozwoju.

#### Zagadnienia normalizacyjne

Jeśli istnieje około 100 różnych lecz równorzędnych technicznie systemów, to powstaje pytanie jakie mechanizmy powodują, że jeden z nich staje się standardem światowym, kilka standardami międzynarodowymi, a inne tylko

standardami krajowymi /lub zakładowymi/. Odpowiedź na to pytanie jest prosta. Decydujące jest to kto i jak wprowadza dany system, a więc strona organizacyjna całego przedsięwzięcia, a nie techniczna. Pierwszą prawidłową organizację odpowiednią dla stworzenia standardu światowego zastosowano przy tworzeniu analogowego systemu NIM /United States, Department of Energy, National Instrumentation and Methods/. Obecnie NIM jest standardem światowym, wartość sprzedanej aparatury wynosi kilka miliardów dolarów. Czynnikiem ograniczającym w pewnym stopniu rozwój systemu NIM był fakt, że Komitet NIM był organizacją wyłącznie amerykańską, a nie międzynarodową.

Jeszcze lepsze formy organizacyjne zastosowano w międzynarodowym Komitecie ESONE przy tworzeniu podstaw normalizacyjnych systemu CAMAC. W miarę rozwoju systemu CAMAC i postępu prac formy organizacyjne zmieniły się. Obecnie rozwój systemu CAMAC opiera się o ciągłe współdziałanie czterech organizacji, a mianowicie: Komitet ESONE, US. DOE. NIM, ECA /European Camac Association/, Purdue Europe. Jednocześnie w zakresie oficjalnej normalizacji systemu CAMAC działają: IEC, IEEE, RWPG. W krajach socjalistycznych prace nad systemem CAMAC prowadzone są w międzynarodowej organizacji Interatominstrument i w ramach współpracy Akademii Nauk KS.

Reasumując należy stwierdzić, że jednym z warunków akceptacji przez producentów i użytkowników systemu na poziomie standardu światowego jest opieka organizacji na wysokim poziomie technicznym gwarantującej prawidłowy rozwój techniczny systemu i /co znacznie ułatwia sukces/ brak ograniczeń patentowych. Aby zdać sobie sprawę jakie korzyści odnosi się ze stosowania i produkcji systemu będącego standardem światowym należy rozpatrzyć strukturę kosztów opracowań systemu. Koszt pierwszych podstawowych opracowań normalizacyjnych systemu można oszacować na kilka mln dolarów. Wydatki łączne na działalność informacyjno-szkoleniową są tego samego rzędu. W okresie kilkunastoletniej egzystencji systemu na rozwój wydaje się znacznie więcej /kilkadziesiąt mln dolarów/. Ww. wydatki są na ogół ponoszone nie przez producentów i nie obciążają kosztów opracowań konstrukcyjnych i produkcji. Należy dodać, że koszt opracowań konstrukcyjnych /do stanu, w którym system zaczyna żyć własnym życiem/ jest też rzędu tylko kilku mln dolarów. Drugim istotnym zyskiem jest sprawa popytu. Eksport wyrobu na poziomie standardu światowego jest znacznie łatwiejszy i łatwiej uzyskać zapotrzebowanie krajowe na system standardowy. Trzecim zyskiem jest forma sprzedaży. Systemy "dzikie" /z normalizacyjnego punktu widzenia/ są na ogół sprzedawane tylko w formie gotowych ze-

stawów, systemy standardowe są również sprzedawane w formie "bloki luzem". Nie ulega wątpliwości, że stosowanie systemów standardowych jest znacznie korzystniejsze, szczególnie w krajach, w których występuje pewne opóźnienie rozwoju elektroniki.

W świetle tych niewątpliwych zalet należy się zastanowić, dlaczego systemy modułarne o światowym zasięgu normalizacyjnym nie stały się jedynymi systemami stosowanymi w praktyce. Jedną z przyczyn takiego stanu jest fakt, że największe firmy, produkujące pełny asortyment bloków, a często i odpowiednie minikomputery, są zainteresowane /ze względów handlowych/, aby klient który raz kupił zestaw danej firmy był już skazany na zakupy w tej firmie, w przypadku rozbudowy lub modernizacji zestawu. Następną z przyczyn było oparcie budowy systemów światowych na najwyższym poziomie techniki w krajach o wysokim rozwoju elektroniki cyfrowej. Pozostałe kraje, aby w owym czasie stosować te systemy musiałyby importować elementy do budowy bloków w ilości znacznie większej niż wynikałoby to z potrzeb funkcjonalnych. Ten właśnie względem był jedną z istotnych przyczyn, dla której w Zjednoczeniu "Mera" powstał system INTEL-DIGIT-PI, mimo że w chwili jego powstawania znany był już CAMAC. W naszych warunkach istotnym utrudnieniem było godzenie standardów powstałych w krajach zachodnich /CAMAC/, które wywodzą się z wymiarów calowych, z zasadami współpracy w ramach krajów socjalistycznych, które do niedawna oparte były wyłącznie na stosowaniu standardów wywodzących się z tzw. modułu 20 mm.

W ostatnich latach coraz większą wagę przypisuje się normalizacji płytek drukowanych ze względu na automatyczne projektowanie, produkcję płytek i coraz szerszą unifikację wymiarów elementów. Wydaje się, że dalszy rozwój tych tendencji doprowadzi do akceptacji w skali światowej tzw. Eurokarty jako jedynego w tej chwili wyraźnie zarysowanego standardu. Należy zwrócić uwagę, że w krajach socjalistycznych poza ww. współpracą dotyczącą systemu CAMAC, istotną rolę może odegrać współpraca w ramach systemu Małych Elektronicznych Maszyn Cyfrowych /SM EMC/ - Międzynarodowej Komisji Współpracy Krajów Socjalistycznych ds. Techniki Obliczeniowej.

Wpływ tej współpracy będzie się uzewnętrzniał głównie w tym, że produkowane w Polsce mini- i mikrokomputery i sprzęt z nimi związany w przyszłości będą niewątpliwie w coraz większym stopniu, uwzględniały normy wypracowane w ramach SM EMC.

#### Szybkość działania

Porównanie systemów pod względem szybkości działania jest możliwe przy pewnych założeniach. Po pierwsze należy eliminować

całkowicie z rozważań wstępną obróbkę danych w blokach wykonawczych, jako akcji leżącej jak gdyby poza systemem. Po drugie należy pominąć różnice wynikające z długości słowa danych /obecnie najczęściej 16 lub 32 bity/, chociaż przy obecnych układach automatyki i znacznej ilości wejściowych sygnałów dwustanowych z obiektów automatyzowanych może to odgrywać istotną rolę. Jako wskaźnik szybkości systemu powinno się raczej przyjmować czas transmisji słowa przy transmisji blokowej /najbardziej reprezentatywny sposób/. W związku z tym mówi się o systemach klasy  $10^{-5}$ ,  $10^{-6}$ ,  $10^{-7}$  i  $10^{-8}$  s. Kilkanaście lat temu stosowano systemy klasy  $10^{-5}$ . Szybkość obecnych systemów kwalifikuje się do klasy  $10^{-6}$ . Obserwuje się wzrastające zainteresowanie dalszym zwiększeniem szybkości głównie w zastosowaniach naukowych. Wprawdzie przebiegi procesów produkcyjnych są na ogół wolne, lecz duże ilości sygnałów przekazywanych w obiegach kilkusekundowych stwarzają potrzebę przyspieszenia operacji. Uzyskanie klasy  $10^{-7}$  jest możliwe w istniejących systemach /np. CAMAC - prace "compatible use of dataway"/. Wprowadzenie wstępnej obróbki i redukcji danych stwarza jak gdyby drugą równoległą możliwość zwiększenia szybkości. Wydaje się, że w związku z tym systemy modułarne o dużej skali uniwersalizacji nie wykrócą poza nominalną klasę  $10^{-7}$ .

Co prawda w 1979 roku będzie prawdopodobnie ukończona w USA opracowanie szybkiego systemu /fast system, klasa  $10^{-8}$  32 bity/, lecz system ten jest zasadniczo przeznaczony do automatyzacji wybranych eksperymentów naukowych /głównie fizyka wysokich energii/ i nie oczekuje się przeniesienia jego zastosowań do innych dziedzin. Natomiast ewentualne przyszłe opracowanie modułarnego systemu wielomikrokomputerowego stwarza i tak dodatkowe możliwości zwiększenia szybkości, a więc praktyczne rozwiązanie potrzeb w zakresie szybkości. Nie oczekuje się, aby systemy klasy  $10^{-9}$  -  $10^{-11}$  tworzone były na podstawie rozwiązania modułarnego. Będą to raczej konstrukcje indywidualne, specjalizowane, składowane ze specjalnie projektowanych obwodów scalonych.

#### Konfiguracja dla obecnie istniejących systemów modułarnych

Kilka lat temu można było zanotować wypowiedzi, które sprowadzały się do stwierdzenia, że mikroprocesory stanowią konkurencję dla modułarnych systemów cyfrowych. Pogląd ten nie znalazł potwierdzenia w praktyce. Atrakcyjność modułarnych systemów w pewnym stopniu wzrosła, a przy jednoczesnym wprowadzeniu pewnych modyfikacji /bezpośrednia komunikacja między blokami, zwiększenie szybkości, rozszerzenie adresowania/ okres ich rozwoju uległ przedłużeniu. Natomiast po-



średnio pojawi się konkurencja w postaci nowego systemu modularnego dostosowanego do rozwiązań wielokomputerowych. Sprawa rozpoczęcia opracowania takiego systemu dyskutowana jest obecnie w gronie ekspertów. Jako główne wymienia się następujące cechy nowego systemu. Konstrukcja blokowa oparta na wymiarach Eurokarty. Wszystkie bloki równouprawnione. Możliwość komunikacji dowolna. Prosta magistrala główna i jedna lub dwie rezerwowe /używane w przypadku zajętości magistrali głównej/.

Komunikacja poprzez magistralę powinna być oparta o standard światowy tzw. magistralę /bus/ mikroprocesora. Właśnie to wymaganie stanowi chyba główną przyczynę nie podjęcia do tej pory prac nad nowym systemem. Nie istnieje mianowicie standard tego typu. Wprawdzie istnieje obecnie więcej niż 16 różnych protokółów dla 8-bitowych mikroprocesorów i 6 dla 16-bitowych, ale żaden z nich nie kwalifikuje się do przyjęcia jako rozwiązanie na poziomie standardu światowego. Z porównania dokonanego przez R. Patzelta, [4] wynika, że najbardziej odpowiednie magistrale zamykają się liczbą ośmiu ale wyłonienie z nich standardu jest wątpliwe /są to: Q-Bus Multibus, Eurobus, STDBus, Mubus, S100-8, S100-16/. Najważniejszą rolę odgrywają S-100-16 i Multibus.

Jest obecnie oczywiste, że usunięcie tej przeszkody /co musi nastąpić w najbliższym czasie/ otworzy drogę do opracowania nowego systemu. System ten wyprze inne systemy /w tym CAMAC/ i stanie się standardem światowym. Prawdopodobny termin rozpoczęcia opracowania - 1980 r. Zakończenie opracowań podstawowych nastąpi w 1985 r. Niektórzy eksperci przewidują, że w okresie przejściowym /tj. po 1985 r./ wystąpi pewna koegzystencja obu systemów. Pogląd ten uzasadnia się następująco. Postępująca integracja powoduje coraz większą koncentrację funkcji w blokach. Np. kilka lat temu dla układu wspomagnia operatora bloku energetycznego 360 MW należało zastosować system składający się z 8 kaset CAMAC. Obecnie jest to już możliwe z jedną lub dwoma kasetami. Układ wspomagnia należy zaliczyć do dużych obiektów /ok. 2000 sygnałów dwustanowych i analogowych/. Oznacza to, że wszystkie mniejsze systemy mogą być rozwiązywane przez zastosowanie niewypełnionej kasety CAMAC, co jest nieekonomiczne. Nowy system oparty na pojedynczej Eurokarcie /trzykrotnie mniejsza powierzchnia niż w bloku CAMAC/ przede wszystkim wejdzie do zastosowań w systemach małych, stwarzając lepsze wykorzystanie miejsc w kasecie. Systemy większe jeszcze przez dłuższy czas mogą być efektywnie realizowane na bazie systemu CAMAC.

Należy dodać, że już obecnie wiele firm w krajach kapitalistycznych rozpoczęło opracowanie nowych systemów multimikroprocesorowych. Istnieje jednak niewielkie prawdopodobieństwo,

że którykolwiek z nich będzie akceptowany w skali światowej /względny organizacyjny/. Jeśli jednak przypadek ten będzie miał miejsce to i tak cykl światowej akceptacji zajmie ten sam okres /tj. do około 1985 r./.

#### Systemy modularne w sieciach komputerowych

Jednym z poważniejszych problemów przyszłościowych jest sprawa automatyzacji dużych /rozłożonych terenowo/ obiektów oraz automatyzacji pomiarów wielu służb działających w skali całego kraju. Przykładowo mogą to być służby związane z ochroną środowiska, meteorologią, dystrybucją mocy elektrycznej, komunikacją, gospodarką wodną. Z technicznego punktu widzenia problemy prowadzą się do transmisji danych /np. pomiarowych/ na duże odległości w strukturach sieciowych. Jeśli przyjąć /co jest bardzo prawdopodobne/, że podstawową stosowaną aparaturą będą modularne systemy cyfrowe z autonomicznym sterowaniem, to problem można rzeczywiście sprowadzić do zagadnień komunikacji pomiędzy mikrokomputerami w rozłożonych przestrzennie sieciach automatyki.

Do najbardziej zaawansowanych kompleksowych prac z tego zakresu należą opracowania prowadzone przez IEC/TC 65A/WG6 pod ogólną nazwą "Struktura PROWAY" /Proces data highway/.

W kraju prowadzone są opracowania nad hasłem KSTP /komputerowa sieć transmisji wyników pomiarów/ w ramach koordynowanego przez Zjednoczenie "Mera" problemu węzłowego 06.1. Eksperti uczestniczący w opracowaniach PROWAY są zasadniczo zgodni odnośnie zastosowania liniowego protokołu komunikacyjnego wysokiego rzędu typu HDLC /High level data link control/. Jako urządzenia wejścia/wyjścia z systemu modularnego będą stosowane specjalizowane mikrokomputery stanowiące blok /moduł/ interfejsowy oraz odpowiednie modemy. Przy tym założeniu struktura wewnętrznej komunikacji w systemie modularnym może być dowolna.

W systemie CAMAC opracowanie mikrokomputera-interfejsu do HDLC jest już poważnie zaawansowane jako wspólna praca Instytutu Elektroniki w Seibersdorf /Austria/ i IBJ. W przyszłym systemie modularnym wielomikrokomputerowym nie jest obojętne jaki format magistrali mikroprocesora /czy mikrokomputera/ zostanie wprowadzony. Powinno to być rozwiązanie dostosowane w miarę możliwości do formatu HDLC. CAMAC w KSTP będzie zastępowany przez nowy system, jednakże cała sieć będzie mogła pracować bez zakłóceń, zarówno protokół liniowy jak i protokoły wyższych poziomów będą bowiem ustalone i nie ulegną zmianie. Ponownie jednak należy zwrócić uwagę na wpływ, jaki może wywrzeć na rozwój tych prac przyjęcie określonego standardu w ramach SM EMC.

## Zagadnienia oprogramowania

Nie istnieje bezpośredni związek pomiędzy koncepcjami i rozwiązaniami stosowanymi w systemach modułowych sprzętu elektroniki cyfrowej, a językami programowania komputerów współpracujących z tymi systemami. Z punktu widzenia funkcji użytkowych języki te można podzielić na dwie grupy:

- języki konstruowane na bazie języków uniwersalnych, do których należą zwłaszcza RT /real time/, Fortran i RT Basic,
- języki problemowo-zorientowane, których przykładem są języki blankietowe np. SZPAK.

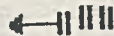
Języki programowania w miarę możliwości powinny być uniezależnione od realizacji technicznej i standardów przyjętych dla wymiany informacji na magistrali interfejsu. Pojęcia, którymi operują języki są ogólne, takie jak: adres wejścia dla sygnału dwustanowego, którego stan należy zbadać; adres wejścia analogowego, stopień wzmocnienia sygnału przed przetworzeniem i chwila czasowa w której należy dokonać próbkowania sygnału. Oczywiście implementacja języka musi zapewnić odwzorowanie tych pojęć ogólnych na rozkazy realizujące na magistrali interfejsu odpowiednie transmisje sygnałów, stosownie do norm przyjętego systemu modułowego.

Wymaga to wyposażenia systemu operacyjnego w stosowne handlery i ewentualnie makroinstrukcje lub podprogramy, dostosowane do określonego systemu sprzęgającego komputer z obiektem, a znacznie ułatwiające programowanie w językach niższego rzędu - typu assembler i implementację języków wyższego rzędu. Dla tych makroinstrukcji i podprogramów nie ma ustalonych norm ogólnych /międzysystemowych/. Natomiast w obrębie niektórych systemów np. w CAMAC, wypracowano odpowiednie normy, których przykładem są znormalizowane podprogramy do obsługi mechanizmów stosowanych na magistralach CAMAC [2] oraz rozszerzenie języka RT Basic do obsługi aparatury CAMAC [3].

Trudność w międzysystemowej unifikacji na najniższym poziomie polega na tym, że niestety dla komunikacji między komputerem, a urządzeniami automatyki i pomiarów nie udało się wypracować unifikacji zasad transmisji takiej jak dla transmisji znaków alfanumerycznych, pomiędzy jednostkami centralnymi komputerów, a pamięciami pomocniczymi i urządzeniami zewnętrznymi. Jeśli przyjmiemy, że tendencją ogólną wśród użytkowników jest przechodzenie do stosowania języków wyższego rzędu, a jak wiadomo coraz mniej zależą one od standardów systemów sprzętowych, to okaże się, że użytkowników coraz mniej będzie obchodzić z jakiego systemu standardów sprzętowych korzystają, byle był to system modułowy, poprawny, pełny, rozwojowy i jakościowo dobry. Sprawy zaś wyboru odpowiednich standardów pozostaną przedmiotem troski producentów, odpowiedzialnych za ekonomię opracowań, produkcję i zgodność z zaciągniętymi zobowiązaniami.

## L i t e r a t u r a

- [1] Informator zastosowań części centralnej POLMATIK-INTE. INTEL DIGIT PL. Urządzenia sprzężenia komputerów z elementami automatyki i pomiarów, s. 54. Zjednoczenie "Mera". Warszawa 1976.
- [2] Subroutines for CAMAC. ESONE Committee and A.S. NIM Committee, s. 30. September 1978.
- [3] Real-Time BASIC for CAMAC. ESONE Committee and ERDA NIM Committee, s. 24 April 1978.
- [4] Preliminary Evaluation of Existing Bus-Systems for Application in Multi-Processor-Concurrent-Task-Shared-Resources-Systems. R. Patzelt, W. Mahr. Technische Universität, Wien, 1978.



mgr inż. JADWIGA STRZELECKA  
dr inż. ANDRZEJ SYRYCZYŃSKI  
„Mera - PIAP”

## ROZWÓJ URZĄDZEŃ INTEL DIGIT - PI SPRZĘZENIA KOMPUTERÓW Z ELEMENTAMI AUTOMATYKI I POMIARÓW

Podsystem INTEL DIGIT - PI w ramach Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów KSAiP POLMATIK został opracowany w Przemysłowym Instytucie Automatyki i Pomiarów "Mera-PIAP" w połowie lat siedemdziesiątych, jako zestaw urządzeń sprzężenia komputerów z elementami automatyki i pomiarów. System ulega stałemu rozwojowi i modernizacji, związanym z obejmowaniem nowych dziedzin aplikacji, pojawieniem się nowych typów minikomputerów i wzrostem stopnia integracji układów scalonych. Urządzenia INTEL DIGIT - PI dzięki swoim zaletom, takim jak szeroki asortyment pakietów spełniających wszystkie funkcje sprzężenia dla pełnego asortymentu sygnałów i zadań automatyki elektrycznej, elastyczności komponowania dużych, średnich i małych zestawów, prostocie rozwiązań technicznych wpływającej na niezawodność, znalazły szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach przemysłu, komunikacji, gospodarce komunalnej i badaniach. Ponad 60 kompleksowych zestawów zostało już dostarczonych użytkownikom. Celem artykułu jest przedstawienie urządzeń systemu, obecnie opracowywanych i wdrażanych.

### Lokalne urządzenia sprzężenia

Lokalne urządzenia sprzężenia systemu INTEL DIGIT - PI [1] składają się z następujących grup funkcjonalnych. Pakiety wejściowe dla sygnałów analogowych wolnozmiennych obejmują: przetwornik a/c integracyjny PE-03 na zakresy -1V i -10V, o rozdzielczości 11 bitów + bit znaku, komutatory 16-kanalowe PE-04, PE-05, wzmacniacz programowany PE-12 i obwody dopasowujące. Pierwsza grupa obwodów PD-01... PD-04 dla sygnałów napięciowych oraz prądowych do 5 mA, 20 mA i 50 mA, została uzupełniona szerokim asortymentem pakietów dopasowujących mostkowych dla wejść termometrycznych i rezystancyjnych [2]. Dla sygnałów wejściowych analogowych szybkozmiennych stosuje się przetwornik a/c kompensacyjny z próbkowaniem PE-10 i komutator półprzewodnikowy 16-kanalowy PE-11. Pakiety wyjściowe dla sygnałów analogowych obejmują:

przetwornik c/a PY-01 o rozdzielczości 10 bit + bit znaku, przetwornik c/a do sterowania pozycyjnego PY-02, przetwornik c/a do sterowania przyrostowego PY-03, pakiet adresowania stacyjny PG-03.

Grupa pakietów wejściowych dla sygnałów dwustanowych z oddzieleniem galwanicznym obejmuje: pakiet dla 8 sygnałów cyfrowych statycznie-przerywających /przerwanie od pojawienia się sygnałów/ PI-01, pakiet dla 8 sygnałów cyfrowych statycznie-przerywających /przerwanie od zaniku sygnałów/ PI-02, pakiet dla 16 sygnałów cyfrowych statycznych PI-23, pakiet obwodów dopasowujących dla sygnałów cyfrowych PD-05. Grupa pakietów wyjściowych dla sygnałów dwustanowych obejmuje: pakiet 8-wyjściowy dla sygnałów dwustanowych z oddzieleniem galwanicznym, o sygnale 200 mA PO-04, pakiet 16-wyjściowy dla sygnałów dwustanowych z oddzieleniem galwanicznym o sygnale 50 mA PO-21.

Grupa pakietów dla sygnałów impulsowych obejmuje: pakiet wejściowy dla sygnałów impulsowych PC-01, pakiet wejściowy dla sygnałów impulsowych zadawany programowo PC-03, pakiet wyjściowy dla sygnałów impulsowych PG-01, pakiet wyjściowy sterujący silnikiem skokowym PO-03.

Pakiety pomocnicze i testujące obejmują: pakiet zegara PZ-21, pakiet zasilacza rezerwowego zegara PZ-22, pakiet przerwań wewnętrznych PS-22, pakiet testujący monitor magistrali PT-01, pakiet testujący PT-02 dla programowej kontroli stałego oprzyrządowania i pakiet źródła analogowych sygnałów testowych PT-03.

Urządzenia lokalne sprzężenia i inne urządzenia wykonane w latach poprzednich podlegają obecnie modernizacji konstrukcyjnej, obejmującej eliminację mechaniki obudowy pakietu, zastąpienie złączy pośrednich i złączy szafadowych złączami krawędziowymi bezpośrednimi, eliminację przewodowych połączeń wewnątrz pakietów i aktualizację bazy elementowej. Modernizacja przyniesie znaczne zmniejszenie pracochłonności montażu i kosztów produkcji.

a także zmniejszenie, a w wielu przypadkach eliminację importu.

### Urządzenia oddalone

W automatyzacji kompleksowej dużych obiektów oraz w systemach przestrzennie rozłożonych celowe jest stosowanie rozproszonych zestawów INTEL DIGIT-PI, co realizuje się za pomocą zestawów oddalonych. Zestaw oddalony od części centralnej zestawu INTEL DIGIT-PI /bezpośrednio dołączonej do komputera/ wyposażony jest w sterownik SK-02 kasyety oddalonej oraz pakiety transmisji szeregowej PI-30, PO-30 służące do obsługi kanału transmisji. Dla każdego kierunku transmisji potrzebne są: pakiet nadajnika PO-30, linia dwuprzewodowa /lub kanał typu telegraficznego/ i pakiet odbiornika PI-30. Transmisja odbywa się szeregowo, metodą start-stopową. Pojedyncza przesyłka zawiera bit startu, jeden znak /jeden bajt/ informacji złożony z 8 bitów oraz bit kontroli parzystości i dwa bity stopu. Pakiety transmisji realizują zadania oddzielenia galwanicznego linii od urządzeń cyfrowych, kontroli formatu przesyłki i parzystości, wykrywania przerwy w obwodzie linii przesyłowej. Przy transmisji wykorzystuje się sygnał prądowy 20/0 mA lub +20/-20 mA. Prędkość transmisji może wynosić od 30 do 2400 bitów/s, zasięg do 1500 m. Sterownik SK-02 steruje przebiegiem transmisji i wykonuje żądane operacje magistrali kasyety w sposób identyczny z operacjami magistrali części centralnej zestawu. Dzięki temu w kasecie oddalonej stosuje się bez zmian i ograniczeń wszystkie typy pakietów INTEL DIGIT-PI.

Wyżej wymienione pakiety transmisji szeregowej służą również do sprzęgania części centralnej zestawu INTEL DIGIT-PI /bezpośrednio dołączonej do komputera/ z obiektowymi urządzeniami operatorskimi, jak np. z pulpitem operatora procesu technologicznego POPT-04, odbiornikiem informacji cyfrowej OIC-04, nadajnikiem klawiaturowym NIC-03. Urządzeniem oddalonym, współpracującym z centralnym zestawem INTEL DIGIT-PI jest również nadajnik typu KM 200, złożony z czytnika żetonów, wyświetlaczy i układów transmisji, opracowany dla komputerowego systemu kontroli obecności i czasu pracy. Nadajnik łączy się za pomocą dwóch linii dwuprzewodowych transmisji szeregowej z pakietem PI specjalizowanym typu PS-11, a dalej poprzez urządzenia standardowe zestawu INTEL DIGIT-PI z komputerem. Parametry toru transmisji są identyczne z ww. parametrami pakietów transmisji szeregowej. Urządzenia oddalonego przetwarzania sygnałów analogowych /OPSAN/ podsystemu INTEL DIGIT-PI służą do przetwarzania wolnozmiennych sygnałów analogowych z obiektu na sygnały cyfrowe wprowadzane do komputera. Sygnałami wejściowymi z obiektu mogą być:

- sygnały napięciowe niskiego poziomu - typowym przykładem są sygnały uzyskiwane z czuj-

ników termometrów termoelektrycznych,  
- sygnały uzyskiwane z termometrycznych czujników rezystancyjnych /urządzenia OPSAN zawierają mostki i zasilanie dostosowane do tego rodzaju czujników/,  
- sygnały napięciowe pochodzące z przetworników pomiarowych,  
- sygnały prądowe pochodzące z przetworników pomiarowych.

Urządzenia OPSAN zapewniają pełną separację obwodów i sygnałów obiektowych od obwodów i sygnałów części cyfrowej przez oddzielenie galwaniczne. Przetwarzanie sygnałów odbywa się w kasecie oddalonej w pobliżu obiektu. W skład urządzeń OPSAN systemu INTEL DIGIT-PI wchodzi: kaseeta oddalona zawierająca: pakiety wejściowe PK-110, sterownik kasyety oddalonej SK-110 oraz pakiet odbiornika sygnałów z kasyety oddalonej PC-110.

### Sterowniki mikroprocesorowe

Dla wielu zastosowań o mniejszej ilości obsługiwanych sygnałów najbardziej celowe ekonomicznie i technicznie jest zastosowanie jako jednostki centralnej mikroprocesora. Zestaw urządzeń sprzęgających z obiektem wyposażonym w mikroprocesor jest bardzo często stosowany jako sterownik mikroprocesorowy do sterowania maszynami, agregatami lub przyrządami. Przykładem takiego zastosowania są sterowniki dla robotów i manipulatorów przemysłowych. W celu dalszego rozszerzenia zastosowań urządzeń INTEL DIGIT-PI opracowano urządzenia mikroprocesorowe, które łącznie z dotychczas produkowanymi urządzeniami sprzężenia z obiektem tworzą sterowniki mikroprocesorowe - stanowiące urządzenia autonomiczne w podsystemie INTEL DIGIT. W urządzeniach mikroprocesorowych INTEL DIGIT-PI zastosowano rozwiązania konstrukcyjne i bazę elementową, która pozwoli całkowicie wyeliminować elementy importowane, z chwilą uruchomienia produkcji krajowej. Opracowanie pakietu mikroprocesora w ramach systemu INTEL DIGIT-PI było podyktowane wewnętrzną standaryzacją konstrukcyjną oraz dążeniem do maksymalnego uproszczenia urządzeń. W pakietach mikroprocesora duża część potrzebnych układów scalonych średniej i małej skali integracji obsługuje sprzężenie i funkcje współpracy z magistralą, natomiast zadania jednostki centralnej wykonuje zaledwie kilka układów scalonych wielkiej skali integracji. Zatem wykorzystanie innego, pozasystemowego pakietu mikroprocesora musiałoby wiązać się z wprowadzeniem zbędnego bloku sprzęgającego.

Do podstawowych urządzeń mikroprocesorowych INTEL DIGIT-PI należą:

- pakiet mikroprocesora PM-01, zawierający mikroprocesor INTEL 8080A, pamięć RAM o pojemności 1K, pamięć PROM o pojemności 4K, układ obsługi 8 lub 16 przerwań, układ kanału transmisji szeregowej oraz układy obsługujące magistralę INTEL DIGIT-PI,

- pakiety rozszerzenia pamięci RAM typu PM-20 o pojemności 4K,
- pakiety rozszerzenia pamięci PROM typu PM-23 o pojemności 8K,
- pakiety rozszerzenia pamięci PROM typu PM-22 o pojemności 2K,
- pakiety sprzężeń do wybranych urządzeń peryferyjnych: czytnik, dziurkarka, drukarka, klawiatura alfanumeryczna.

Dane techniczne urządzeń zawarte będą w nowej edycji informatora podsystemu INTEL DIGIT-PI, który ma się ukazać w końcu bieżącego roku. Pakiet PM-01, wraz z innymi urządzeniami mikroprocesorowymi, może być stosowany jako:

- jednostka centralna sterownika autonomicznego
- jeden z kilku mikroprocesorów w zestawie wielomikroprocesorowym lokalnym, powiązany wspólną wielodostępną magistralą INTEL DIGIT-PI,
- jeden z kilku mikroprocesorów w układzie wielomikroprocesorowym rozłożonym przestrzennie, powiązany kanałami transmisji danych,
- jednostka centralna w sterowniku hierarchicznie podporządkowanym nadrzędnemu minikomputerowi, w układzie lokalnym, powiązany wspólną magistralą INTEL DIGIT-PI,
- jednostka centralna w sterowniku hierarchicznie podporządkowanym nadrzędnemu minikomputerowi, w układzie oddalonym, powiązany poprzez kanał transmisji danych.

Konfiguracje sterowników mikroprocesorowych mogą zawierać, poza pakietem mikroprocesora, dowolne pakiety sprzężeń z obiektem i w razie potrzeby, pakiety rozszerzenia pamięci oraz pakiety sprzężeń z urządzeniami peryferyjnymi. Najmniejsza konfiguracja umieszczana w standardowej konstrukcji mechanicznej INTEL DIGIT-PI mieści się w jednej kasie. Możliwe są wykonania specjalne sterowników w mniejszych obudowach, gdy sygnały obiektowe mogą być obsługane przez zaledwie kilka pakietów adresowanych.

#### Komputery i oprogramowanie

Zestawy sprzężenia z obiektem INTEL DIGIT-PI mogą współpracować z dowolnym typem komputera; jedynym elementem wymiennym jest blok sprzęgający - adapter interfejsów włączany pomiędzy magistrale komputera i zestawu PI. Dotychczas zostały opracowane i zastosowane bloki sprzęgające:

- BS-02 dla rodziny minikomputerów MERA-300,
- BS-03 /kanał automatyki PI/ dla minikomputera MERA-400,
- BS-04 dla komputera ODRA 1325.

W opracowaniu znajdują się dalsze bloki sprzęgające:

- BS-05 dla minikomputera SM-3
- BS-06 dla radzieckiego mikrokomputera "Elektronika 60", instalowanego w zestawach ELSO 80B wraz z krajowymi urządzeniami peryferyjnymi.

Sprzężenia z minikomputerami SM-3 oraz z "Elektronika 60" rozszerzą możliwość zasto-

sowań systemu PI, z uwagi na wysoki poziom techniczny tych komputerów i ich bardzo dobre parametry eksploatacyjne. Wraz z zestawami sprzętu dostarczane jest użytkownikom oprogramowanie INTEL DIGIT PI, stanowiące rozszerzenie firmowego oprogramowania komputerów. W skład tego oprogramowania wchodzi z reguły: system operacyjny czasu rzeczywistego lub uzupełnienie systemu firmowego o handlery obsługi urządzeń PI, komplet testów dla wszystkich typów pakietów sprzężenia, dla bloku sprzęgającego i magistral zestawu. Dla określonych komputerów dostarczany jest ponadto system oprogramowania automatyki kompleksowej SZPAK. Dla minikomputerów MERA-300 dostarczane jest oprogramowanie systemowe z systemami operacyjnymi jedno- i wielozadaniowymi PSOT, w wersjach dla każdego z typów minikomputera MERA-303, MERA-305, MERA-306. Jest także dostarczane pełne oprogramowanie testowe TPI, dla wszystkich pakietów, podzielone na bloki mieszczące się w pamięci operacyjnej. Dla minikomputera MERA-400 dostarczone są: system operacyjny SOM-3 z ekstrakodami PROCESS i CONNECT współpracy z urządzeniami INTEL DIGIT-PI, forttranowska biblioteka automatyki FBA z podprogramami współpracy z PI, system programowania dla automatyki kompleksowej SZPAK 77 oraz testy. Dla komputera ODRA 1325 współpracującego z zestawem PI stosuje się bez zmian executor EX2P, dzięki pełnej kompatybilności bloku sprzęgającego BS-04 z wymaganiami tegoż executora opracowanego dla SMA. Opracowane są: system otrzymywania raportów technologicznych SORT - dla zadań CRPD i testy.

Oprogramowanie INTEL DIGIT-PI dla SM-3 i "Elektronika 60" jest w przygotowaniu.

Oprogramowanie systemowe mikrokomputera PM-01 będzie miało charakter modułowy, moduły potrzebne dla określonego zastosowania i konfiguracji sprzętu będą dostarczane użytkownikowi w postaci zaprogramowanych układów PROM. Bazowy system operacyjny czasu rzeczywistego będzie dostarczany dla zestawów nie wymagających obsługi operatorskiej mikroprocesora. Dotyczy to seryjnych, powtarzalnych, małych zestawów, przede wszystkim sterowników mikroprocesorowych, ze sprawdzonym uprzednio programem użytkowym, umieszczonym w pamięci PROM. System bazowy pracuje całkowicie automatycznie, bezobsługowo i wykonuje m. in. następujące zadania:

- inicjację systemu, zabezpieczenie stanu procesora przy zanikach napięć, restart,
- zarządzanie zadaniami,
- obsługę przerw, w tym zegarowych i sterowanie czasowe zadań,
- komunikację z pakietami i obsługę przerw z pakietów sprzężenia z obiektem.

Moduły opcjonalne systemu bazowego zapewniają zindywidualizowaną obsługę programową poszczególnych typów pakietów wchodzących w skład zestawu, ponadto moduły podprogra-

mów znajdą szerokie zastosowanie w programach użytkowych. W skład tej części oprogramowania wejdą m. in. moduły:

- obsługi poszczególnych typów pakietów i kanałów sprzężenia z obiektem,
- obsługi programowanego kanału transmisji,
- obsługi kanałów bezpośredniego dostępu do pamięci zewnętrznych,
- obsługi sprzężenia z minikomputerem nadrzędnym,
- obsługi wybranych "przemysłowych" urządzeń peryferyjnych, służących do wyprowadzenia informacji o procesie, jak drukarki DZM-180, monitora ekranowego, urządzeń podsystemu INTELMONITOR, bądź urządzeń służących do prowadzenia bieżących programów działania, jak jednostka pamięci kasetowej PK-01,
- podprogramy obliczeniowe i organizacyjne.

Rozszerzony system operacyjny jest przeznaczony dla obsługiwanych przez personel komputerowych stanowisk kontrolnych, pomiarowych i badawczych, a także dla wszelkiego typu zestawów o charakterze prototypowym i pilotowym, które wymagają uruchamiania, kontroli i wprowadzania zmian uprzednio przygotowanego oprogramowania użytkowego, szczególnie przy uruchamianiu zestawu INTEL DIGIT-PI na obiekcie. Będzie on stanowił rozszerzenie bazowego systemu operacyjnego o moduły współpracy z operatorem mikroprocesora i moduły obsługi dalszych urządzeń peryferyjnych we/wy. Poza zadaniami systemu bazowego rozszerzony system operacyjny będzie wykonywał:

- obsługę urządzeń peryferyjnych we/wy, w tym monitorów ekranowych, klawiatury, szybkich czytników i dziurkarek taśmy papierowej
- typowe instrukcje operatorskie,
- ograniczony zakres zadań pomocniczych przy uruchamianiu i sprawdzaniu uprzednio opracowanych i przetłumaczonych na język wewnętrzny programów użytkowych, takich jak np. wykonywanie programu w pojedynczych krokach, zatrzymywanie programu w wybranych miejscach, odczyt wewnętrznych rejestrów mikroprocesora, odczyt i zmiana zawartości pamięci.

Wzajemna zamiennność pakietów pamięci PROM i RAM umożliwia prowadzenie prac nad

sprawdzeniem i uruchamianiem oprogramowania przed wprowadzeniem sprawdzonego programu do pamięci PROM. Moduły testów umożliwiają testowanie zestawów, w tym także urządzeń mikroprocesorowych w dwóch wersjach: dla sterowników bezobsługowych z zewnętrznym dołączonym, przenośnym pulpitem testującego, zaś dla zestawów wyposażonych w monitor operatorski i rozszerzony system operacyjny poprzez monitor to jest DZM-180 KSR lub monitor ekranowy.

#### Kierunki dalszego rozwoju

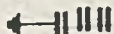
Przygotowywane w UNITRA-CEMI rozpoczęcie produkcji układów scalonych wielkiej skali integracji oraz współpraca międzynarodowa krajów socjalistycznych stworzą w najbliższym czasie warunki dla dalszego rozwoju systemu INTEL DIGIT-PI, niezbędnego dla utrzymania obecnego wysokiego poziomu nowoczesności i sprostania nowym potrzebom na urządzenia automatyki. Przewiduje się wprowadzenie elementów rozproszonej inteligencji, między innymi w postaci bloków funkcjonalnych realizujących za pomocą mikroprocesorów zadania sprzężenia z obiektem dla określonych jednorodnych grup sygnałów.

Opracowywane będą specjalizowane sterowniki mikroprocesorowe INTEL DIGIT-PI dla bezpośredniego sterowania maszyn, urządzeń technologicznych czy agregatów, a także mikroprocesorowe koncentratory danych umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie źródeł sygnałów, połączone nowymi typami kanałów łączności z komputerami nadrzędnymi. Szczególny nacisk położony zostanie na wzrost odporności na zakłócenia, możliwy dzięki zaawansowaniu prac badawczych w tym zakresie

#### L i t e r a t u r a

[1] Informator zastosowań części centralnej POLMATIK-INTE. INTEL DIGIT-PI - Urządzenia sprzężenia komputerów z elementami automatyki i pomiarów.

[2] Dokumentacja techniczno-ruchowa, Pakiety dopasowujące mostkowe PI. Dok. "Mera-PIAP", nr rej. 2393, 1978.



## SZEREGOWO - BAJTOWY INTERFEJS DLA APARATURY POMIAROWEJ (IEC - 625)

Rosnące wymagania odnośnie automatyzacji pomiarów w dziedzinie badań naukowych oraz w procesach technologicznych, głównie przemysłu elektronicznego, były bodźcem do podjęcia produkcji nowej generacji elektronicznych przyrządów pomiarowych dostosowanych do pracy w cyfrowych systemach pomiarowych. Cechą charakterystyczną tych przyrządów jest zdolność do przekazywania informacji o wynikach pomiaru oraz o stanach przyrządu do systemu, a także dostosowanie do zdalnego programowania podstawowych nastaw przyrządu i odbioru sygnałów sterujących jego pracą. W artykule niniejszym omówione zostaną najnowsze tendencje światowe w zakresie organizacji współpracy systemowych przyrządów pomiarowych na tle ogólnych wymagań techniczno-ekonomicznych stawianych tej grupie przyrządów pomiarowych.

### Charakterystyka wymagań stawianych przesyłowi informacji w systemach pomiarowych

Różnorodność aktualnych zadań pomiarowych, realizowanych przez systemy pomiarowe, stwarza zapotrzebowanie na szeroki asortyment systemowych przyrządów pomiarowych. Poza miernikami podstawowych wielkości elektrycznych takich jak woltomierze, częstotłomierze, mierniki elementów RLC, oscyloskopy itp. w grę wchodzi różne mierniki wielkości pochodnych - mierniki zniekształceń, analizatory, korektory, a także cała rodzina źródeł napięć wzorcowych, takich jak kalibratory napięć i prądów, syntezy częstotliwości, generatory różnych form sygnałów itp. Dostosowanie tych przyrządów do pracy w systemach wymaga wprowadzenia zdalnego programowania podstawowych funkcji przyrządów i nastaw szeregu parametrów. Charakterystyczna jest przy tym duża ilość i różnorodność niezbędnej informacji, która musi być przesłana do poszczególnych przyrządów. Dla ilustracji można podać, że zdalne programowanie np. generatora syg-

nałów wzorcowych wymaga programowania częstotliwości w zakresie 6 - 10 dekad, napięcia wyjściowego w zakresie 6 - 7 dekad, głębokości modulacji w zakresie 2 dekad, co łącznie stanowi 14 - 19 dekad. Każdy parametr winien być przy tym dostępny do programowania oddzielnie.

Zaprogramowanie pracy np. multimetru wymaga natomiast przesłania informacji w zakresie 1 - 2 dekad. Widoczna jest tu bardzo duża rozpiętość niezbędnych informacji programujących. Podobnie dużą rozpiętością zakresu informacji cechuje się informacja wyjściowa przyrządów pomiarowych /informacja o danych pomiarowych/. Zawiera się ona w granicach od 3 dekad w przypadku prostego woltomierza cyfrowego do 10 - 12 dekad dla częstotłomierzy cyfrowych. Szybkość przesyłu informacji, niezbędna dla zapewnienia prawidłowej pracy systemów pomiarowych wynika z typowych konfiguracji tych systemów i rodzaju realizowanych zadań. Przeważająca część zadań pomiarowych w podanych na wstępie dziedzinach zastosowań ma charakter zadań czynnych, w których cykl pracy zadawany jest przez własne urządzenia sterujące systemem, a nie wynika z własności dynamicznych badanego obiektu /co jest na ogół charakterystyczne dla zadań o charakterze biernym/. Szybkość pracy większości przyrządów pomiarowych jest stosunkowo niewielka i zawiera się w granicach od 1 ms. do kilku s. Biorąc pod uwagę powyższe okoliczności można przyjąć, iż wymagana szybkość transmisji informacji w systemach pomiarowych winna być rzędu 0,1 - 1 ms w odniesieniu do podstawowej grupy informacji programujących lub wyjściowych. Systemy omawianego typu stanowią najczęściej zwartą całość, stąd też nie wymaga się w zasadzie transmisji informacji na odległości większe niż kilkanaście metrów. Dodatkowe wymagania dla przesyłu informacji wynikają z przesłanek użytkowo-ekonomicznych. Systemowa aparatura pomiarowa produkowana jest jako aparatura na ogół wyż-

szej klasy, która może być również wykorzystywana samodzielnie. Oznacza to, iż wzrost ceny przyrządu, spowodowany dostosowaniem do pracy systemowej nie może być nadmierny. Struktura przesyłu informacji musi być tak opracowana, aby przeciętny użytkownik mógł tworzyć samodzielnie systemy o różnym stopniu złożoności przez proste łączenie przyrządów między sobą standardowymi kablami. Wreszcie różnorodność zadań pomiarowych dyktuje wymóg, aby użytkownik mógł potencjalnie dysponować możliwie szeroką gamą typów aparatury pomiarowej, produkowanej przez szeregi producentów, a oparciu o przyjęty międzynarodowo standard, zapewniający pełną kompatybilność wzajemną przyrządów.

Istotne znaczenie ma też w tym aspekcie unifikacja stosowanych do kodowania przesyłanych informacji kodów, a także unifikacja ich postaci /formatu/. Czynniki te decydują o łatwości współpracy przyrządów i środków informatyki w odniesieniu do przetwarzania i rejestracji informacji w systemach.

#### Stosowane w aparaturze pomiarowej standardowe interfejsy

Pierwsze przyrządy pomiarowe wyposażone w interfejs cyfrowy pojawiły się w połowie lat sześćdziesiątych. Posiadały one początkowo jedynie równoległe wyjścia sygnałów informacyjnych, uzupełnione z biegiem czasu o równoległe wejścia sygnałów programujących i sygnały sterujące. Przyrządy takie mogły współpracować na ogół tylko z drukarkami o wejściu równoległym, a także w systemach komputerowych przy stosowaniu indywidualnych kart interfejsowych w maszynie cyfrowej. Równoległa struktura przesyłu informacji nie pozwalała na zapewnienie wzajemnej kompatybilności przyrządów; nie istniała żadna unifikacja kodów i formatów danych. Z bardziej znanych standardowych interfejsów tego typu wymienić można SI SIAK opracowany w NRD, który stał się podstawą do opracowania zalecenia unifikacyjnego RWPG [1] [2] oraz standard branżowy ZSRR pod nazwą IE-1 [3].

Należy zaznaczyć, że stan rozwoju produkcji elementów elektronicznych w tym okresie był głównym ograniczeniem przede wszystkim ekonomicznym użycia bardziej doskonałych systemów interfejsowych w aparaturze pomiarowej. Dopiero pojawienie się na rynku tanich układów scalonych średniej skali integracji w dużym asortymencie umożliwiło dalszy postęp w tej dziedzinie. Firma Philips opracowała ok. roku 1970 standardowy interfejs pod nazwą "partyline system" [4], wykorzystujący szeregowobajtowy przesył informacji; firma Hewlett-Packard opracowała interfejs na podobnej zasadzie pod nazwą "HP - Interface Bus" [5]. Z uwagi na optymalne jak dotąd spełnianie specyficznych wymagań, omówionych w poprzednim punkcie, interfejs ten stał się podstawą do opracowania w latach 1973-78 zalecenia IEC, precyzującego standardowy interfejs o nazwie IEC-625 [6] [7].

#### Charakterystyka interfejsu IEC-625

Interfejs IEC-625 jest liniowym interfejsem cyfrowym, pozwalającym łączyć przyrządy pomiarowe i aparaturę pomocniczą w systemy pomiarowe o następujących cechach charakterystycznych:

- przesyłanie podstawowych informacji polega na szeregowym przesyłaniu elementarnych równoległych słów 8-bitowych /bajtów/
- maksymalna szybkość przesyłu informacji po liniach interfejsowych wynosi podawawowo 0,25 M bajt/s a w specjalnym wykonaniu - 0,5 M bajt/s.
- łączna długość linii interfejsowych nie może przekraczać 20 m
- maksymalna ilość jednostek funkcjonalnych tworzących system, połączonych bezpośrednio, nie może być większa niż 15. Zalecenie IEC unifikuje następujące elementy składowe interfejsu:
  - funkcje interfejsowe /łączna ilość: 10/
  - sygnały interfejsowe /zewnętrzne i wewnętrzne/
  - przesyłane informacje
  - procedury interfejsowe w systemie
  - parametry elektryczne i mechaniczne
  - kody i formaty informacji.

Do przesyłu informacji stosuje się magistralę złożoną z 16 przewodów. Spośród nich 8 linii służy do przesyłu kodowanych danych w systemie dwukierunkowym, asynchronicznym; 3 linie przeznaczone są do kontroli przesyłu danych, a 5 pozostałych linii służy do przesyłu niekodowanych sygnałów sterujących /rys. 1/. Organizacja logiczna interfejsu IEC-625 zakłada, iż w systemach współpracujących ze sobą jednostki funkcjonalne, będące z punktu widzenia przepływu informacji:

- nadajnikami informacji /T/
- odbiornikami informacji /L/
- kontrolerami systemowymi /C/ organizującymi przepływ informacji w systemie.

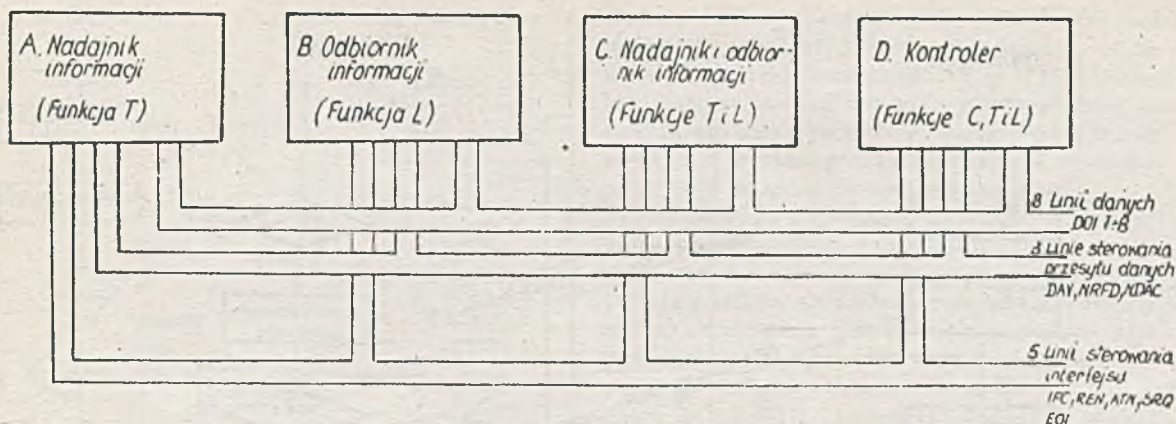
Konkretne przyrządy lub urządzenia stosownie do swych funkcji mogą być urządzeniem jednego z wymienionych typów lub łączyć w sobie własności dwu lub trzech typów. W przepływie informacji po liniach danych uczestniczyć mogą jedynie jednostki funkcjonalne, które odebrały swój adres nadawania lub odbioru. Możliwe jest zaadresowanie zawsze tylko jednego nadajnika w systemie oraz jednego lub większej ilości odbiorników informacji.

#### Rodzaje przesyłanych sygnałów i informacji

Informacje przesyłane w interfejsie liniami danych DIO /1...8/ dzielą się na kilka podstawowych grup:

dane adresowe służą do wskazania jednostki funkcjonalnej, która będzie uczestniczyć w procesie wymiany informacji poprzez linie interfejsowe. W klasie danych adresowych wyróżnia się adresy nadajników /MTA/, adresy odbiorników /MLA/ oraz ich negacje: "nie nadawaj" /UNT/ i "nie słuchaj" /UNL/. Dane adresowe kodowane są w kodzie ISO-7 i ich





Rys. 1. Struktura interfejsu IEC-625

ilość wynosi po 31. Przewidziana jest możliwość adresowania rozszerzonego /hierarchicznego/, dzięki której ilość dostępnych adresów może wynosić po 961.

- dane programowe służą do przygotowania jednostek funkcjonalnych do pracy w określonym stanie. Dane programowe są również kodowane w kodzie ISO-7.

- dane podstawowe są informacjami o wynikach pomiaru. Kodowanie danych podstawowych jest w zasadzie dowolne, jednakże zalecany jest kod ISO-7.

- rozkazy są informacjami jednobajtowymi inicjującymi podstawowe funkcje jednostek funkcjonalnych. Wyróżniona wśród nich jest grupa rozkazów uniwersalnych, nieadresowanych oraz grupa rozkazów adresowanych, realizowanych tylko przez zaadresowane jako odbiorniki jednostki funkcjonalne systemu. Rozkazy kodowane są również w kodzie ISO-7.

- dane o stanach /STB/ służą do przekazania informacji o określonych stanach jednostek funkcjonalnych. Przesyłanie bajtów pomiędzy nadającą jednostką funkcjonalną, a wszystkimi odbierającymi sterowane jest przez funkcje sterowania nadawaniem /SH/ i sterowania odbiorem /AH/ za pomocą trzech linii interfejsowych:

- "dane ważne" /DAV/ - jest to sygnał towarzyszący każdemu bajtowi, informujący o ważności przesyłanej informacji w czasie jego trwania. Wytwarzany jest przez źródło informacji; jego zastosowanie eliminuje m. in. wpływ stanów nieustalonych na liniach DIO na przeniesienie informacji.

- "gotów do przyjęcia danych" /RFD/ - sygnał informujący o gotowości do obioru bajtu danych przez jednostki funkcjonalne.

- "dane przyjęte" /DAC/ - sygnał potwierdzający przyjęcie bajtu danych przez odbiorniki informacji. Dwa ostatnie sygnały wytwarzane są na liniach interfejsowych przez zaadresowane odbiorniki w układzie iloczynu galwanicznego, dzięki czemu pojawiają się one po czasie określonym przez najwolniej działającą jednostką funkcjonalną. Następnych 5 informacji

nadawanych pozostałymi liniami sterującymi interfejsu ma następujące znaczenia:

- "uwaga" /ATN/ - wskazuje jak mają być interpretowane dane na liniach DIO. Jeżeli ATN = 1, informacja na liniach DIO traktowana jest jako informacja służbowa /dane adresowe rozkazy/. Pozostałe rodzaje informacji przekazywane są przy ATN = 0.

- "zerowanie interfejsu" /IFC/ - po nadaniu tego sygnału przez kontroler wszystkie układy interfejsowe jednostek funkcjonalnych sprawdzane są do stanu początkowego. Taki sam stan osiągany jest też automatycznie bezpośrednio po włączeniu zasilania.

- "sterowanie zdalne" /REN/ - służy do połączenia zaadresowanych jednostek funkcjonalnych ze sterowania ręcznego na sterowanie /programowanie/ zdalne poprzez interfejs.

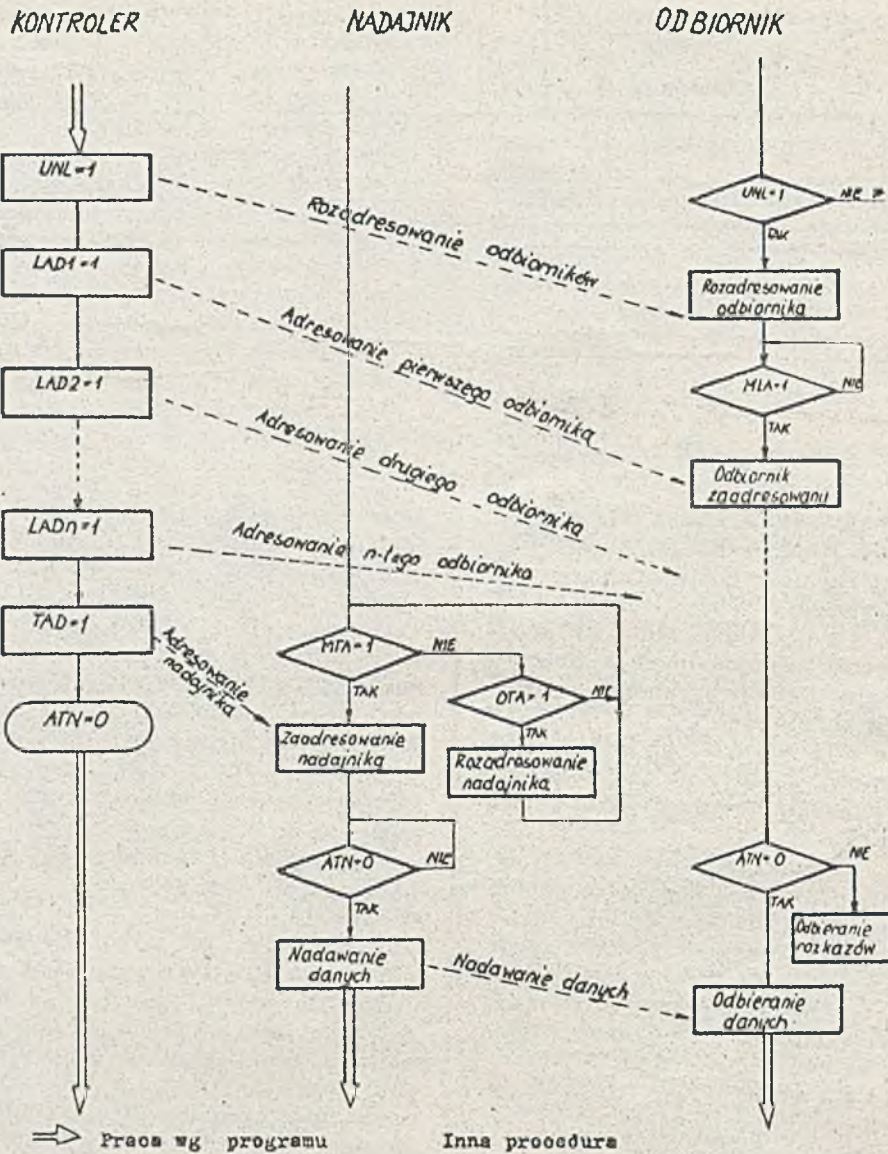
- "koniec lub identyfikacja" /EOI/ - sygnał ten, nadany samodzielnie, wskazuje końcowy bajt przy transmisji słowa wielobajtowego; nadany przez kontroler łącznie z sygnałem "uwaga" inicjuje wysyłanie przez jednostki funkcjonalne sygnału identyfikacyjnego w przypadku żądanie obsługi.

- "żądanie obsługi" /SRQ/ - sygnał wysyłany przez jednostki funkcjonalne, żądające obsługi przez kontroler.

Opisane wyżej sygnały przesyłane są wyłącznie liniami interfejsowymi; bloki interfejsowe w jednostkach funkcjonalnych komunikują się z częścią funkcjonalną przyrządów za pomocą sygnałów interfejsowych wewnętrznych. Zalecenie IEC definiuje łącznie 18 takich sygnałów - ich wykorzystanie zależy od specyfiki części funkcjonalnej urządzenia.

Podstawowe procedury interfejsowe, zdefiniowane w zaleceniu IEC:

Podstawową procedurą jest procedura przekazywania informacji pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem informacji. Na rys. 2. przedstawiono uproszczony schemat czynnościowy tej procedury w systemie z kontrolerem. Kontroler tworzy dla każdego przesyłu informacji sieć jednostek funkcjonalnych odbierających



Rys. 2. Schemat czynnościowy przekazywania informacji

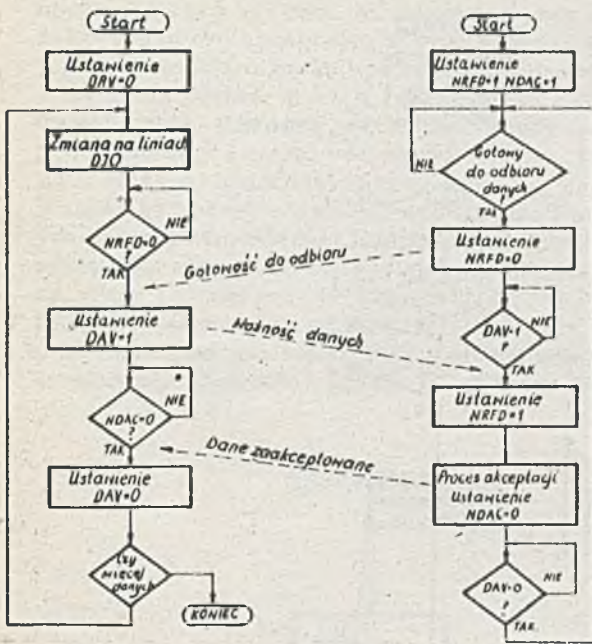
informację i wyznacza urządzenie - nadajnik informacji. Procedura rozpoczyna się rozkazem UNL /nie słuchaj/ kasującym stan zaadresowania wszystkich dotychczasowych odbiorników. Następnie wysyłane są kolejno adresy aktualnych odbiorników /LAD 1 - LAD n/ i na końcu adres nadajnika /TAD/, automatycznie kasujący stan zaadresowania poprzedniego nadajnika. Transmisja danych rozpoczyna się w momencie, gdy kontroler zmienia stan linii ATN z "1" na "0". Kontroler w transmisji tej już nie uczestniczy.

W prostych systemach, w których nadajnik i odbiorniki określone są na stałe, kontroler jest zbędny. W takiej konfiguracji stany zaadresowania realizowane są za pomocą odpowiednich sygnałów wewnętrznych /praca w reżimie "tonlon"/. Adresy nadawania i odbierania ustawiane są płęciobitowymi nastawnikami w trakcie

organizacji systemu. Transmisja poszczególnych bajtów odbywa się pod kontrolą układu sterowania przesyłem bajtów, w który zaopatrzone są wszystkie jednostki funkcjonalne. Algorytm pracy układu przedstawia rys.3. Transmisja bajtu może się rozpocząć po zgłoszeniu przez wszystkie odbiorniki zaadresowane gotowości do odbioru. Stan taki jest sygnalizowany przez stan logiczny linii NRFD równy 0 /dzięki utworzeniu na tej linii iloczynu galwanicznego sygnałów NRFD wszystkich odbiorników/. Nadajnik po stwierdzeniu tego stanu wysyła sygnał DAV = 1 na linii DAV, sygnalizując ważność danych na liniach DIO. W momencie tym odbiorniki zmieniają stan linii NRFD na stan 1. Każdy z odbiorników po zaakceptowaniu bajtu podaje na linię NDAC sygnał "0". Na linii tej utworzony jest iloczyn logiczny sygnałów NDAC, dzięki czemu przyjmuje ona stan lo-

NADAJNIK

OBIORNIK



Rys. 3. Schemat czynnościowy pracy układu sterowania przesyłem bajtów

giczny = 0 po przyjęciu bajtu przez najwolniej działający odbiornik. Wówczas gdy nadajnik wykryje ten stan na linii NDAC zmienia stan logiczny linii DAV na stan "0". Powoduje to zmianę sygnału NDAC na 1 oraz NRFD na 0. Cykl transmisji bajtu może rozpocząć się od nowa. Jednostki funkcjonalne nieadresowane, a więc nie uczestniczące w wymianie informacji, nadają stale sygnały NRFD i NDAC o wartości logicznej 0, a więc nie mogą blokować transmisji.

Jednostki funkcjonalne w systemie mogą żądać obsługi przez kontroler w określonych sytuacjach. W zaleceniu IEC przewidziano dwie procedury identyfikacji takich jednostek funkcjonalnych: identyfikację szeregową oraz identyfikację równoległą. Algorytm szeregowej identyfikacji żądania obsługi przedstawiono na rys. 4. Urządzenie np. nr 2 żąda obsługi, wysyłając na linię SRQ sygnał logiczny 1. Kontroler, odebrawszy ten sygnał, rozadresowuje odbiorniki, wysyłając rozkaz UNL, a następnie inicjuje identyfikację, wysyłając kodowany rozkaz SPE. W dalszym ciągu wysyłany zostaje adres nadawania pierwszej jednostki funkcjonalnej. Po zmianie sygnału ATN na 0 zaadresowana jednostka funkcjonalna wysyła bajt statusowy STB; jeśli nie ona żądała obsługi bajt ten składa się z zer, w przeciwnym przypadku siódmy bit sygnalizuje żądanie obsługi, a wartości pozostałych bitów przyporządkowane są różnym przyczynom żądania. W opisany sposób kontroler zapytuje kolejne jednostki funkcjonalne, podając odpowiednie adresy nadawania i może podjąć decyzje co do obsługi zidentyfikowanego przerwania zgodnie z jego charak-

terem. Zidentyfikowana jednostka funkcjonalna wyłącza sygnał SRQ po wysłaniu bajtu statusowego. Dzięki temu możliwa jest identyfikacja żądania obsługi również w przypadku zgłoszenia się kilku jednostek funkcjonalnych. Powrót do normalnego funkcjonowania systemu następuje po przesłaniu rozkazu SPD.

Pewną wadą procedury szeregowej identyfikacji żądania obsługi jest konieczność wstępnego rozadresowania jednostek systemu. Wady tej nie posiada procedura równoległej identyfikacji. Inicjowana jest ona /np. cyklicznie/ przez kontroler przestaniem rozkazu uniwersalnego PPE, a następnie sygnału "1" na liniach EOI i ATN. Jednostka żądająca obsługi /maks. dopuszczalna ilość - 8/ przesyła w odpowiedzi "1" na przyporządkowanej jej linii DIO, co umożliwia identyfikację. Procedura kończy się rozkazem uniwersalnym PPD.

Kolejną ważną procedurą jest zmiana sterowania lokalnego jednostek funkcjonalnych na zdalne /poprzez interfejs/. Przebieg jej przedstawiono na rys. 5. Przejście do sterowania zdalnego inicjowane jest przez kontroler przesyłaniem rozkazu uniwersalnego LLO łącznie z sygnałem REN=1. Pociąga to za sobą blokadę odpowiednich nastaw ręcznych. Dane programujące mogą być przesłane po zaadresowaniu jednostki funkcjonalnej do odbioru. Zmiana sygnału REN na "0" lub przesłanie adresowanego rozkazu GTL powoduje powrót do stanu sterowania lokalnego. W zaleceniu IEC przewidziano, iż w systemie może pracować /na zmianę/ kilka kontrolerów. Przekazanie zarządzania systemem odbywa się w sposób zilustrowany na rys. 6. Kontroler aktywny zarządza przede wszystkim liniami ATN i IFC. Przekazanie kontroli do innego kontrolera realizowane jest po nadaniu adresu nadawania. TAD tego kontrolera, rozkazu adresowanego TCT i przełączeniu wartości ATN na "0". Od tego momentu zarządzanie systemem przejmuje kontroler nr 2. Powrót do poprzedniego stanu następuje w wyniku podobnej procedury, z inicjatywy kontrolera 2 lub po nadaniu sygnału zerowania /IEC=1/. Poza opisanymi wyżej funkcjami i procedurami zalecenie IEC przewiduje dwie funkcje związane z przesłaniem rozkazów do części funkcjonalnej przyrządów. Są to:

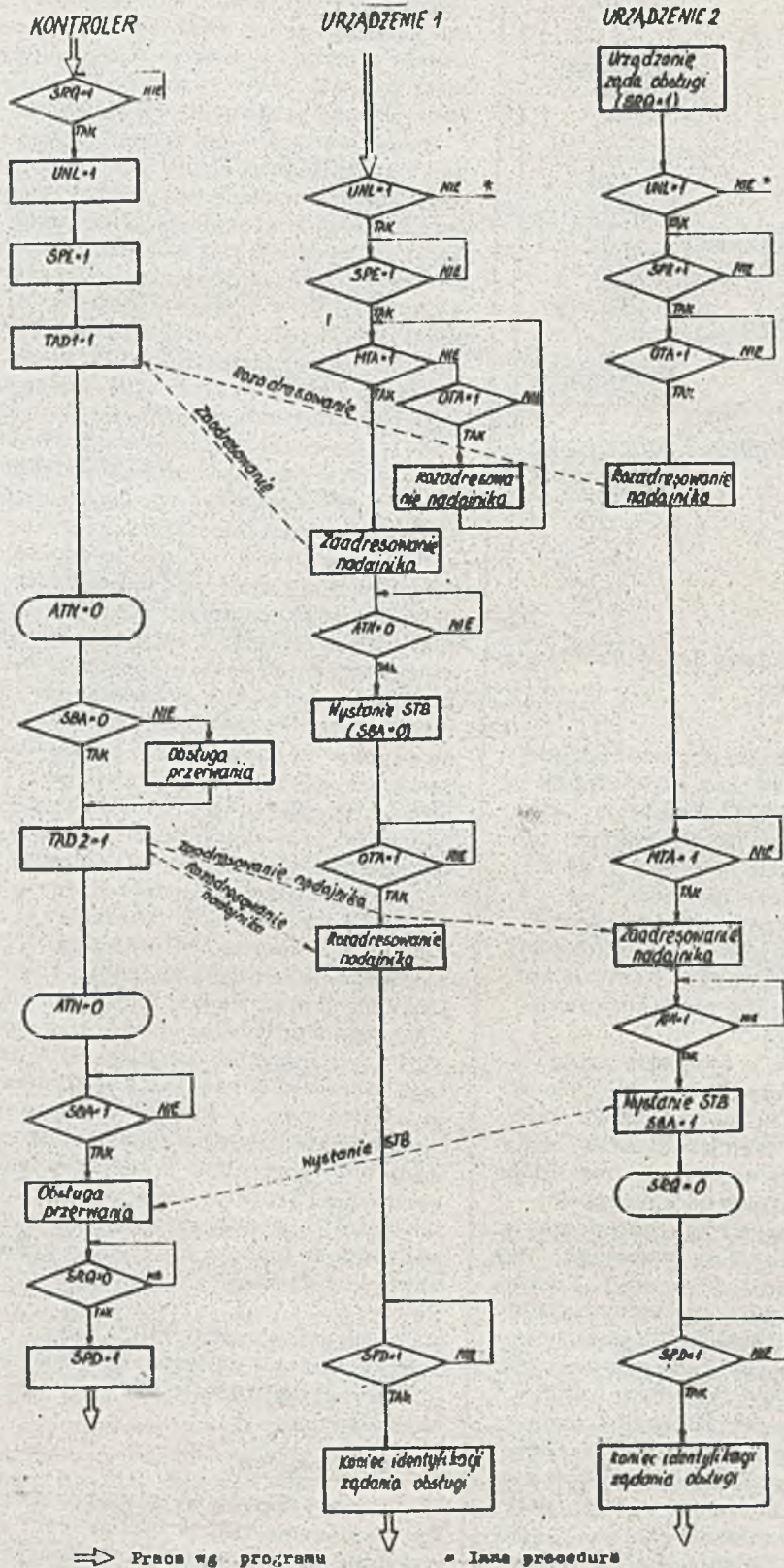
- uniwersalny rozkaz inicjujący
  - uniwersalny i adresowany rozkaz zerowania
- Z uwagi na prostotę nie będą one szerzej omawiane.

Formaty danych

Formaty danych wyjściowych przyjęte zostały w zaleceniu IEC w taki sposób, aby zawierały one możliwie pełną informację o wyniku pomiaru. Ogólna postać danych wyjściowych jest następująca:

T U V W X Y Z

Pole T kwalifikuje dane, których wartość liczbowa zawarta jest w polu V i zawierać mo-

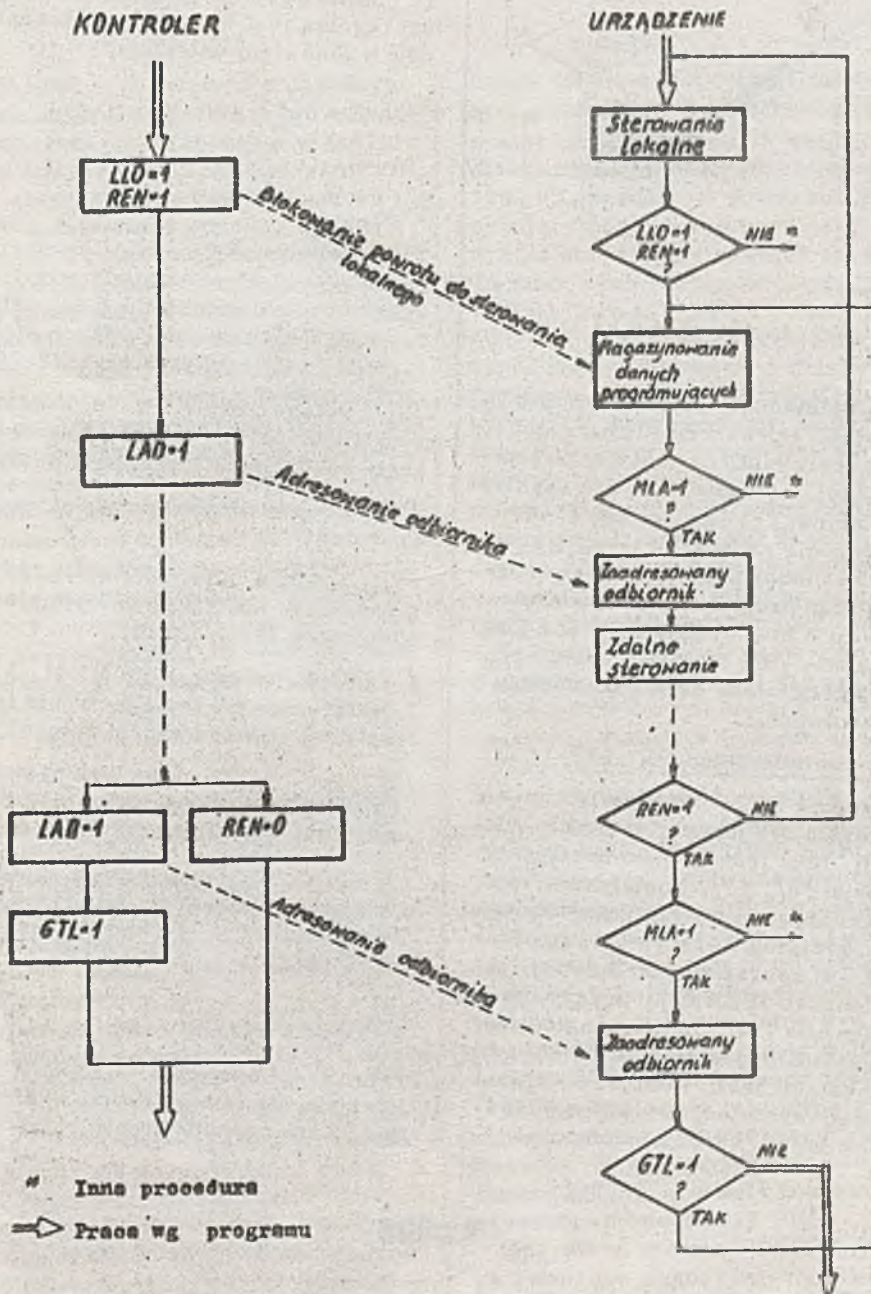


Rys. 4. Identyfikacja ządania obsługi

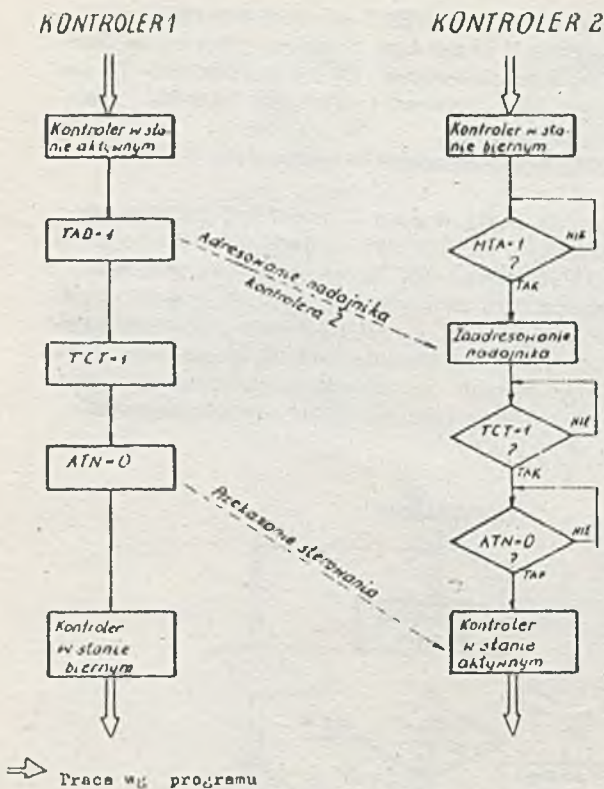
że symbole wyłącznie literowe, podające jednostki fizyczne lub dane np. o przekroczeniu zakresu, przeciążeniu itp. W polu U podawana jest informacja o znaku wielkości mierzonej. Pole W ma postać:  $E^{\pm}MN$ , gdzie M i N - liczby naturalne. Używane jest wówczas, gdy dane podawane są w postaci półlogarytmicznej. Pola XYZ służą do oznaczenia końca danych. Pole X może być przecinkiem lub średnikiem i oznacza koniec elementarnej informacji o danych w przypadku ciągu danych tego samego charakteru. Pole Y oznaczone jest symbolem ETB /kod ISO-7/ i oznacza koniec bloku danych. Pole Z oznaczone jest symbolem ETX i podaje koniec komunikatu. Łącznie z polem Y i Z może być

przysłany sygnał EOI-1 na linii interfejsowej EOI. Pole Y może być również oznaczone dwoma bajtami /symbole: CR i LF kodu ISO-7/ służącymi do przesuwu i cofnięcia karetki maszyny do pisania.  
Dane programujące mają postać: TV

Litera użyta w polu T może być traktowana jako podadres rejestru w jednostce funkcjonalnej. Pożądane jest, by ze względów mnemotechnicznych zachodziła zgodność między symbolem w polu T, a oznaczeniem umownym programowanej wielkości. Dzięki opisanemu formatowi danych programujących możliwe jest przesyłanie ich do urządzeń wielofunkcyjal-



Rys. 5. Sterowanie zdalne-lokalne



Rys. 6. Przekazywanie sterowania

nych w dowolnej kolejności, bez dodatkowych pól rozdzielających. Upraszcza to znacznie procedurę programowania. Dane o stanie jednostki funkcjonalnej /bajt statusowy/ mają również określony format. "1" na pozycji 7 bitu oznacza potwierdzenie żądania obsługi, na pozycji 6 bitu - stan nienormalny /np. błąd pomiaru, wykryty błąd programowania, alarm itp. /, a na pozycji 5 bitu - sygnalizowane jest działanie urządzenia /np. trwający pomiar/. Bity 8 i 1-4 zarezerwowane są dla kodowania informacji dodatkowych.

#### Stan wdrożenia interfejsu IEC-625

Mimo że zalecenie IEC dotyczące interfejsu IEC-625 nie ukazało się jeszcze w formie końcowej publikacji, lecz jedynie jako dokumenty Biura Centralnego [6], [7], zostały one powszechnie zaakceptowane w praktyce przemysłowej przez wszystkich liczących się producentów systemowej aparatury pomiarowej. W USA istnieje standard IEEE 488, będący odpowiednikiem zalecenia IEC. W ramach krajów RWPG w przygotowaniu jest norma RWPG identyczna z dokumentami IEC. W Polsce zaawansowane jest opracowanie odpowiadającej Polskiej Normy. Na całym świecie produkowanych

jest aktualnie ok. 160 typów aparatury pomiarowej [9] z interfejsem IEC-625, oferowane są również minikomputery i kalkulatory programowane z kanałem IEC-625, a także duży zestaw urządzeń peryferyjnych. Pojawiły się w sprzedaży układy scalone dużej skali integracji, w których zrealizowano uniwersalny, kompletny blok interfejsowy.

Interfejs IEC-625 z powodzeniem zastosowano w systemie automatyki przemysłowej dla celów zbierania danych pomiarowych i sterowania cyfrowego [8]. Zalety jego są tak bezsporne, że istnieje również tendencja do stosowania go do celów sterowania urządzeniami mechanicznymi, obrabiarkami itp. W Polsce interfejs IEC-625 wdrażany jest w ramach KSAiP POLMATIK w postaci systemu aparatury pomiarowej METRODIG B, którego cechą szczególną jest właśnie wyposażenie przyrządów w omawiany interfejs.

#### Literatura

- [1] Pribory elektronnyje izmierzitelnyje. Logiczeskije elektriczeskije swiazi elektronnych izmierzitelnyh priborow i dr. ustrojstw w informacjonnyh izmierzitelnyh sistemach /interfejs IIS-1/. RS SEW nr 3826-75
- [2] Polska Norma PN-76/T-06533. Interfejs elektronicznej aparatury pomiarowej. Równoległe przesyłanie informacji dyskretnej.
- [3] Projekt standardu branżowego: Interfejs IE-1, 1975
- [4] J. Klaus. Programmierbase Vielstellen-messanlage nach dem Partyline - System. Elektronik 1972, 10, 331.
- [5] G. E. Nelson, D. W. Ricci. A Practical Interface System for Electronic Instruments. Hewlett-Packard Journal, October, 1972.
- [6] IEC. TC 66: Interface System for Programmable Measuring Apparatus. Byte - Serial, Bit - Parallel. Publ. 66/CO/22.
- [7] IEC. TC 66: Interface System for Programmable Measuring Apparatus. Byte - Serial, Bit - Parallel. Code and Format Conversions. Publ. 66/CO/31.
- [8] P. F. Klein, H. J. Wilhelmy. Der IEC-Bus. Elektronik 1977, 10, 63.
- [9] B. J. Lopatin, J. O. Reznik. Standartnyj interfejs dla izmierzitelno-wycisliatelnyh sistem. Zarubieznaja Radioelektronika nr 4, 1979.

## URZĄDZENIA „CAMAC” I PRZEGLĄD ICH ZASTOSOWAŃ

Aparatura CAMAC w połączeniu z dowolnym minikomputerem, mikrokomputerem lub autonomicznym procesorem umieszczonym w kasecie CAMAC tworzy oprzyrządowanie elektroniczne, umożliwiające zbieranie danych oraz automatyczne pomiary i sterowanie dowolnym obiektem lub procesem. Dzięki konstrukcji blokowej możliwe jest tworzenie funkcjonalnych, złożonych zestawów przeznaczonych do różnych zastosowań. Bloki CAMAC spełniają rolę ogniw pośredniczących pomiędzy czujnikami, przetwornikami i elementami sygnalizacyjnymi lub wykonawczymi realizującymi pomiar lub sterowanie - a komputerem lub procesorem autonomicznym. Zapewniają one dwustronne przekazywanie informacji między obiektem i komputerem. Znormalizowana konstrukcja mechaniczna bloków i kaset umożliwia ich pełną wymiennność. Połączenie między blokami realizowane jest przy pomocy znormalizowanego okablowania magistrali kasyety CAMAC. Ustalona jest logika pracy oraz lista rozkazów i sygnałów, które są przesyłane między blokami po magistrali kasyety CAMAC, a także parametry sygnałów i napięć.

Sprzężenie z komputerem realizowane jest za pośrednictwem specjalnego bloku kontrolera, umieszczonego w prawym skrajnym stanowisku w kasecie. Blok ten organizuje i nadzoruje pracę wszystkich bloków wykonawczych w kasecie. Przy zmianie komputera współpracującego z zestawem CAMAC wymieniany jest tylko ww. blok kontrolera.

Koncepcja systemu CAMAC /Computer Application for Measurements And Control/ powstała w laboratoriach fizycznych dużych ośrodków naukowych Europy Zachodniej, w których w drugiej połowie lat sześćdziesiątych wystąpiła konieczność zbierania i obróbki dużej ilości danych pomiarowych uzyskiwanych w eksperymentach naukowych. Różnorodność posiadanych komputerów nieprzystosowanych w większości przypadków do bezpośredniego łączenia z używaną aparaturą pomiarowo-kontrolną, stwarzała dodatkowe trudności pomiarowe. Dla opraco-

wania dokumentów normalizacyjnych określających parametry i właściwości systemu CAMAC został powołany Komitet ESONE /European Standardson Nuclear Electronics/, który w 1969 r. przedstawił dokument EUR 4100 precyzujący podstawowe parametry systemu CAMAC i określający również zasady pracy jednokasetowych zestawów CAMAC.

W 1972 roku Komitet ESONE wydał poprawioną i uzupełnioną wersję dokumentu EUR 4100, która obowiązuje do dnia dzisiejszego. Równolegle prowadzone były prace nad dokumentem EUR 4600, który określił zasady pracy systemów z gałęzią równoległą, zawierającą do siedmiu kaset połączonych wieloprzewodową magistralą, umożliwiającą szybką wymianę informacji między tymi kasetami. W krótkim czasie zakres zastosowań systemu CAMAC rozszerzył się nie tylko na wiele nie związanych z fizyką dziedzin nauki, lecz również na inne liczne dziedziny zastosowań. Jego walory szczególnie uwidoczniły się przy automatyzacji eksperymentów naukowych. Burzliwy rozwój systemu CAMAC w Europie spowodował, że w 1972 r. został on uznany przez organizację normalizacyjną USA - Komitet US ERDA NIM. Dalsze wspólne już prace Komitetów ESONE, US ERDA NIM i PERDUE EUROPE doprowadziły do opracowania dokumentu EUR 6100 precyzującego zasady pracy systemów z gałęzią szeregową zawierającą do 62 kaset rozmieszczonych w dowolnych odległościach i połączonych dziewięć lub dwuprzewodową linią transmisyjną. Późniejsze prace ww. Komitetów doprowadziły do opracowania w 1977 r. dokumentu EUR 6500 określającego zasady współpracy bloków z rozłożoną inteligencją /zawierających mikroprocesory/ umieszczonych w tej samej kasecie. Należy podkreślić, że w pracach Komitetu ESONE aktywnie uczestniczą od 1970 r. przedstawiciele WRL i PRL.

Aparatura systemu CAMAC jest dobrze znana i szeroko wykorzystywana we wszystkich krajach socjalistycznych. Niewątpliwym potwierdzeniem jej wysokiej przydatności do ce-

łów naukowych jest przyjęcie w 1975 r. przez prezydentów Akademii Nauk krajów socjalistycznych uchwały, że system CAMAC będzie jedynym systemem używanym do automatyzacji eksperymentów naukowych. W ostatnim okresie ta dziedzina zastosowań aparatury CAMAC jest szczególnie intensywnie rozwijana w Związku Radzieckim, głównie w oparciu o dostawy aparatury CAMAC polskiej produkcji.

Według oceny przedstawicieli Komitetu ESO-NIE /European Standards of Nuclear Electronics/ i Europejskiego Stowarzyszenia CAMAC /European CAMAC Association/ szczytowy rozwój produkcji i zastosowań aparatury CAMAC w Europie Zachodniej i USA nastąpi za kilka lat, a sam system posiada cechy gwarantujące jego przydatność w różnych dziedzinach zastosowań co najmniej do roku 1990. Popularność systemu CAMAC przy jednoczesnym jego ciągłym bardzo szybkim rozwoju spowodowały, że istotnego znaczenia nabrała szeroka wymiana informacji między użytkownikami oraz użytkownikami i producentami. Dla jej ułatwienia i utworzenia organizowanych form wymiany tej informacji zostało powołane w 1975 r. Europejskie Stowarzyszenie CAMAC /European CAMAC Association/, które z każdym rokiem rozwija coraz bardziej intensywną działalność.

#### System CAMAC w Polsce

Działalność w zakresie aparatury systemu CAMAC podjęto w Polsce w końcu lat sześćdziesiątych w instytucjach zajmujących się badaniami w dziedzinie fizyki jądrowej. W 1970 r. system CAMAC został formalnie przyjęty w Polsce jako podstawowy i obowiązujący standard dla opracowań aparatury naukowo-badawczej w jednostkach podległych Urzędowi Energii Atomowej. W wyniku ww. decyzji w latach 1970-75 w Instytucie Badań Jądrowych w Świerku, w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie i w Uniwersytecie Warszawskim były prowadzone intensywne prace badawczo-konstrukcyjne, które stworzyły podstawy do podjęcia w Zjednoczonych Zakładach Urządzeń Jądrowych POLON produkcji przemysłowej aparatury CAMAC. Z upływem czasu w miarę rozwoju zastosowań aparatury CAMAC tematyką tą zajęły się również inne placówki naukowo-badawcze i zakłady przemysłowe nie związane z fizyką jądrową. W 1978 r. został powołany przy Zarządzie Głównym Stowarzyszenia Elektryków Polskich Komitet CAMAC, który popularyzuje zastosowanie aparatury CAMAC w różnych dziedzinach gospodarki narodowej oraz koordynuje rozwój tej aparatury.

#### Produkcja aparatury CAMAC w ZZUJ POLON

W załączniku do niniejszego artykułu podane jest zestawienie aktualnie produkowanego w ZZUJ POLON asortymentu urządzeń CAMAC oraz informacje o podstawowych parametrach każdego z tych urządzeń. Należy podkreślić,

że wszystkie produkowane urządzenia CAMAC spełniają wszystkie wymagania Krajowego Systemu Automatyki i Pomiarów KSAIP POLMATIK

#### Elementy konstrukcyjne CAMAC

Zakład Urządzeń Przemysłowych POLON w Krakowie produkuje pełny asortyment elementów konstrukcyjnych niezbędnych do wykonywania bloków elektronicznych i zestawów CAMAC. Produkowane są zarówno kasety CAMAC, okablowane w jednolity sposób zgodnie z międzynarodowymi dokumentami normalizacyjnymi jak również bloki /puste/, które wykorzystywane są do wykonywania bloków elektronicznych. W I kwartale 1979 r. zostały zakończone prace konstrukcyjne nad blokami /pustymi/ o poprawionej wentylacji. Ze względu na bardzo duże zapotrzebowanie na elementy konstrukcyjne CAMAC, produkcję tych bloków podejmie Zakład Urządzeń Badawczych i Przemysłowych ZZUJ POLON w Poznaniu. Natomiast Zakład Urządzeń Przemysłowych w Krakowie zwiększy ilość produkowanych kaset i zasilaczy CAMAC.

#### Zasilacze CAMAC

Zasilacze niskiego napięcia CAMAC przystosowane do zasilania bloków elektronicznych umieszczonych w kasetach CAMAC produkowane są przez Zakład Urządzeń Przemysłowych POLON w Krakowie. Zasilacze te dostarczają standardowe dla aparatury CAMAC stabilizowane napięcia zasilające  $\pm 6V$  i  $\pm 24V$  i spełniają wszystkie wymagania norm międzynarodowych CAMAC. Aktualnie prowadzone są również prace nad zasilaczami niskiego napięcia CAMAC o podwyższonej sprawności pracujących na zasadzie przetwarzania.

#### Bloki cyfrowe CAMAC

Produkcja bloków cyfrowych CAMAC jest skoncentrowana w Zakładzie Aparatury Elektronicznej POLON w Warszawie. Aktualnie produkowanych jest 41 typów bloków cyfrowych, które umożliwiają budowę złożonych zestawów CAMAC znajdujących bardzo różnorodne zastosowanie. Produkowane są:

- bloki wejściowe umożliwiające wprowadzenie informacji cyfrowej w postaci równoległej /rejstry wejściowe, rejstry przerwań i bramki wejściowe/,
- bloki wejściowe umożliwiające wprowadzenie informacji cyfrowej w postaci szeregowej /liczniki zwykłe i liczniki nastawne/,
- bloki wyjściowe umożliwiające wprowadzanie informacji cyfrowej w postaci równoległej /rejstry wyjściowe i rejstry wyjściowe mocy/,
- bloki wejściowe umożliwiające przyjmowanie sygnałów analogowych /przetworniki analogowo-cyfrowe i multipleksery/,
- bloki cyfrowe generujące i kodujące dane /generatory impulsów, generatory słowa, konwertery kodu/,



- interface urządzeń peryferyjnych /dalekopisów, drukarek, perforatorów, czytników taśm/.

- bloki optoizolacji umożliwiające galwaniczne odizolowanie zestawu CAMAC od sterowanego obiektu,

- bloki pamięci CAMAC /ferrytowe i półprzewodnikowe/.

Produkowany jest również zestaw bloków ręcznego kontrolera kasety i generatora /rejestr słów, który umożliwia kontrolę i sterowanie pojedynczych bloków, jak również jednokasetowych zestawów CAMAC. Jako bloki sterujące w kasetach CAMAC mogą być używane produkowane seryjnie:

- interface CAMAC minikomputerów SM3 i SM4 produkcji ZSRR oraz minikomputerów PDP 11 produkcji USA,

- interface CAMAC minikomputerów MERA 300 produkcji PRL,

- procesory autonomiczne stanowiące jednostkę centralną minikomputera realizowanego w systemie CAMAC. Bardzo duże zapotrzebowanie na procesory autonomiczne CAMAC 131 wskazuje, że urządzenie to będzie jednym z najpopularniejszych urządzeń sterujących w zestawach CAMAC. Jest to niewątpliwie spowodowane tym, że aktualnie na rynku krajowym nie są praktycznie w ogóle dostępne minikomputery lub mikrokomputery.

Należy podkreślić, że przeważająca większość producentów minikomputerów oferuje również dostawę interfejsów CAMAC do tych minikomputerów wraz z odpowiednim oprogramowaniem dla tych interfejsów. Równolegle z działalnością produkcyjną prowadzoną w ZZUJ POLON, biurach konstrukcyjnych Zakładów ZZUJ POLON, w licznych placówkach naukowo-badawczych są kontynuowane prace naukowo-badawcze i konstrukcyjne. W rezultacie tych prac w 1980 r. powinna zostać podjęta produkcja:

- sterowników mikroprocesorowych 180 budowanych na bazie mikroprocesorów Intel 8080A przystosowanych do umieszczania na stanowisku sterującym,

- sterowników mikroprocesorowych 182 przystosowanych do umieszczania na dowolnym stanowisku wykonawczym kasety. Należy podkreślić, że bloki typu 180 i 182 będą spełniały wszystkie wymagania dokumentu Komitetu ESONE EUR 6500, a między innymi będą wyposażone w dodatkową magistralę pozwalającą na pracę w jednej kasie kilku bloków inteligentnych /zawierających mikroprocesory/,

- przetworników cyfrowo-analogowych,

- bloków optoizolacji o napięciu izolacji co najmniej 1500V,

- liczników rewersyjnych przystosowanych do bezpośredniej współpracy z przetwornikami obrotowo-impulsowymi produkowanymi przez Polskie Zakłady Optyczne,

- interfejsów pamięci kasetowej,

Prowadzone są również ciągłe prace nad poprawieniem parametrów użytkowych produkowa-

wanych już typów bloków CAMAC, zwłaszcza w miarę pojawiania się coraz to nowszych elementów i podzespołów. Interesujący może być fakt, że spośród 41 typów bloków cyfrowych CAMAC produkowanych w 1979 r. ponad 75% typów tych urządzeń /31 typów/ zostało wdrożonych do produkcji w ciągu ostatnich 3 lat /1977-79/. Ciągłe wdrażanie do produkcji nowych typów bloków lub modernizacja już produkowanych jest możliwa dzięki bardzo szerokiej współpracy ZZUJ POLON z licznymi placówkami naukowo-badawczymi. Niezależnie od prac w zakresie hardware'u prowadzone są prace software'owe zwłaszcza w zakresie oprogramowania systemowego procesora autonomicznego 131 i sterowników mikrokomputerowych 180 i 182. Należy podkreślić, że istotnym ułatwieniem przy opracowywanych software'u dla zestawów CAMAC są niżej wymienione dokumenty normalizacyjne Komitetu ESONE:

- dokument ESONE/IML/01 podający definicję języka IML, który może być implementowany do dowolnego języka wyższego rzędu,
- dokument ESONE/RTB/02 podający wersję języka BASZC do pracy w czasie rzeczywistym w zestawach CAMAC,
- dokument ESONE/SR/01 określający zbiór podprogramów dla systemu CAMAC.

#### Bloki analogowe CAMAC

Produkowany zestaw bloków analogowych CAMAC jest głównie przeznaczony do prac naukowo-badawczych, prowadzonych w technice i fizyce jądrowej. Bloki tej grupy wykonywane w standardzie mechanicznym CAMAC są odpowiednikami bloków analogowych produkowanych w Europie Zachodniej i USA w standardzie NIM /Nuclear Instrument Module/. Produkowany asortyment umożliwia wykonywanie większości eksperymentów fizyki jądrowej niskich energii. Prowadzone są również ciągłe prace zmierzające do rozszerzania asortymentu jak również polepszania parametrów bloków już produkowanych. Bloki analogowe w zasadzie nie wykorzystują magistrali CAMAC a jedynie pobierają zasilanie z odpowiednich szyn tej magistrali. Połączenie między blokami wykonywane jest za pośrednictwem złączy umieszczonych na czołowych i tylnych płytach bloków. Parametry wejściowe i wyjściowe sygnałów cyfrowych w blokach analogowych są zgodne z parametrami sygnałów stosowanych w blokach cyfrowych CAMAC.

#### Produkcja bloków elektronicznych CAMAC przez inne jednostki

Bloki elektroniczne CAMAC produkowane są w skali jednostkowej i małoseryjnej przez Zakłady Doświadczalne podległe placówkom naukowo-badawczym. Produkcja ta uzupełnia asortyment bloków produkowanych w ZZUJ POLON. W przypadku wzrostu zapotrzebowania na określony typ bloku - z reguły ZZUJ POLON podejmie jego produkcję seryjną zaspokajając wszystkie zgłaszane potrzeby.

## Zestawy CAMAC

Produkowany obecnie w Polsce asortyment bloków CAMAC umożliwia budowę zarówno prostych, jednokasetowych zestawów jak również rozbudowanych wielokasetowych zestawów CAMAC. W zestawach tych możliwe jest także stosowanie bloków kupowanych od zagranicznych producentów aparatury CAMAC dzięki czemu praktycznie możliwe jest wykonywanie zestawów spełniających dowolne funkcje. Należy podkreślić, że potencjalne możliwości jednokasetowych zestawów CAMAC są bardzo duże i obejmują np.: wprowadzenie ponad 3000 sygnałów analogowych względnie wprowadzenie lub wyprowadzenie już obecnie do 1000 sygnałów cyfrowych.

Ze względu na dużą szybkość aparatury CAMAC /czas realizacji funkcji CAMAC wynosi 1  $\mu$ s/ szybkość realizacji zadań pomiarowych jest praktycznie uzależniona od szybkości działania zastosowanego mini lub mikrokomputera. Pomimo krótkiego okresu produkcji bloków CAMAC datującej się od 1975 r., zakres zainteresowań tą aparaturą w Polsce jest bardzo szeroki. Najlepiej o tym świadczy fakt, że dotychczas zostało już opracowanych lub znajduje się w opracowaniu ponad 50 typów zestawów CAMAC. Ciekawą ilustracją szerokiego zainteresowania aparaturą CAMAC w Polsce jest niżej podane zestawienie podające ilości typów zestawów CAMAC opracowanych lub opraco-

wywanych w jednostkach podległych różnym resortom gospodarczym

- Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej	- 20 typów
- Ministerstwo Nauki, Szkolnictwa Wyższego i Techniki	- 17 typów
- Ministerstwo Przemysłu Maszynowego	- 3 typy
- Ministerstwo Zdrowia i Opieki Społecznej	- 3 typy
- Ministerstwo Obrony Narodowej	- 31 typów
- Ministerstwo Hutnictwa	- 2 typy
- Ministerstwo Przemysłu Chemicznego	- 2 typy
- Ministerstwo Górnictwa	- 2 typy.

Na wyróżnienie zasługuje bardzo duże zainteresowanie zestawami CAMAC w resortcie Energetyki i Energii Atomowej co niewątpliwie jest spowodowane faktem, iż produkcją tej aparatury zajmują się zakłady podległe temu ministerstwu. Drugim największym odbiorcą zestawów CAMAC są placówki naukowo-badawcze, których duże zainteresowanie jest z pewnością spowodowane wysoką przydatnością tej aparatury do automatyzacji eksperymentów naukowych. Dla zilustrowania szerokiego i bardzo różnorodnych możliwości wykorzystywania aparatury systemu CAMAC podano poniżej wykaz wykonanych lub opracowywanych obecnie zestawów CAMAC.

Załącznik nr 1

## WYKAZ PRODUKOWANYCH ELEMENTÓW SYSTEMU CAMAC

### I. Elementy konstrukcyjne CAMAC

Nr	Typ	Nazwa przyrządu
1.	002	Kaseta CAMAC /5U wysokość, bez wentylacji 25 stanowisk, 360 mm głębokość/
2.	012B	Kaseta CAMAC /7U wysokość, z wentylacją wymuszoną, 25 stanowisk, 525mm głębokość/
3.	021A	Blok CAMAC /o pojedynczej szerokości/
4.	022A	Blok CAMAC /o podwójnej szerokości/
5.	023A	Blok CAMAC /o potrójnej szerokości/
6.	024A	Blok CAMAC /o poczwórnej szerokości/
7.	026A	Blok CAMAC /o sześciokrotnej szerokości/
8.	028A	Blok CAMAC /o ośmiokrotnej szerokości/
9.	030A	Blok CAMAC /o dziesięciokrotnej szerokości/
10.	032A	Blok CAMAC /o dwunastokrotnej szerokości/
11.	061	Przedłużacz
12.	070	Stojak 19" /możliwe jest umieszczenie 5 kaset/
13.	076	Panel wentylacji /1U wysokość bez wentylatorów/
14.	077	Panel wentylacji wymuszonej /2U wysokość, 4 wentylatory/
15.	090	Płytki uniwersalna
16.	092	Blok uniwersalny 1M /zawierający płytkę uniwersalną/
17.	093	Blok uniwersalny 2M /zawierający płytkę uniwersalną/

## II. Zasilacze niskiego napięcia

1. 041 Zasilacz CAMAC /300 W MAX. + 6V/25A, -6V/25A,  $\pm 24V/6A$ , 200 V/0, 1A, 117 V/0, 5A/
2. 043 Zasilacz CAMAC /400 W MAX, +6V/24A, -6V/25A,  $\pm 24V/6V$ , -24V/6A,
3. 058 Konwerter 24/12V

## III. Bloki cyfrowe wykonawcze CAMAC

1. 080A Wskaźnik cyfrowy /13 dekad, 2U wysokość, 19" szerokość/
2. 080B Wskaźnik cyfrowy /13 dekad, 1U wysokość, 19" szerokość/
3. 081 Wskaźnik stanu magistrali /wyświetlanie stanu wszystkich linii magistrali/
4. 082 \* Wskaźnik stanu magistrali /wyświetlanie stanu wszystkich linii magistrali, możliwość odczytu stanu szyn magistrali zarejestrowanego w poprzednim cyklu/
5. 201 Pamięć ferrytowa 1K /24 bity, 2  $\mu$ s czas cyklu/
6. 202 Pamięć ferrytowa 2K/24 bity, 2  $\mu$ s czas cyklu/
7. 203 \* Pamięć półprzewodnikowa
8. 222 Pamięć stała /32 słowa, 24-bitowe/
9. 230 Interfejs pamięci przełącznikowej /dla pamięci przełącznikowej typu 230-1/
10. 230-1 Pamięć przełącznikowa /16 słów 24-bitowych, stosowane z interfejsem 230/
11. 232A Generator /rejestr słowa/ słowo 24-bitowe, do współpracy z blokiem 140/
12. 233 Generator słowa /24-bitowego/
13. 303 Rejestr przerw /możliwość przyjmowania 24 przerw/
14. 305 Rejestr wejściowy /2 słowa 24-bitowe, możliwość pracy z HANDSHAKE/
15. 321 Bramka wejściowa /2 słowa 24-bitowe stała czasu całkowania 1  $\mu$ s/
16. 321A Bramka wejściowa /2 słowa 24-bitowe stała czasu całkowania 10  $\mu$ s/
17. 321B Bramka wejściowa /2 słowa 24-bitowe stała czasu całkowania 5 ms/
18. 322 Bramka wejściowa /8 słów 24-bitowych/
19. 350 Rejestr wyjściowy /2 słowa 24-bitowe, możliwość pracy z HANDSHAKE/
20. 360 Rejestr wyjściowy /16 bitów, max. nap. wyj. 50 V/0, 05A układ wyj. open collector/
21. 360A Rejestr wyjściowy /16 bitów, max. nap. wyj. 250 V/0, 1A układ wyj. open collector/
22. 360B Rejestr wyjściowy /16 bitów, max. nap. wyj. 25 V/0, 5A układ wyj. open collector/
23. 361 Rejestr sygnałów czterostanowych /24 wyj. open collector/
24. 361B Blok sygnalizacji czterostanowej /24 bit., nap. wyj. 25 V/0, 5A, układ wyj. open collector/
25. 401 Licznik binarny /pojemność 16 bitów, max. szybkość zliczania /15 MHz/
26. 402 Licznik binarny /pojemność 16 bitów, max. szybkość zliczania 50 MHz/
27. 420A Licznik nastawny /podwójny, pojemność 24 bity/
28. 500A Interfejs dalekopisu /8 ścieżek, kod ASCII/
29. 502 Interfejs dalekopisu /5 ścieżek, kod międzynarodowy nr 2/
30. 514 \* Interfejs pamięci kasetowej PK 1 /256-bajtowy bufor, kontrola CRC/
31. 515 Interfejs floppy-disc /możliwość sterowania pracą 4 floppy-disc'ów SP45 DE/
32. 520 Interfejs perforatora /do współpracy z perforatorem DT-105 S/
33. 526B Interfejs czytników taśmy serii CT 2000 /do współpracy z czytnikiem CT 2000/
34. 610A Konwerter kodu binarnego na kod BCD /długość słowa 24 bity, czas konwersji 10  $\mu$ s/
35. 632AA Blok optoizolacji /24 niezależne kanały, nap. izol. 500V/
36. 632SA Blok optoizolacji /24 niezależne kanały, nap. izol. 500V/
37. 633AA Blok optoizolacji /24 niezależne kanały, nap. izol. 500V/
38. 634AA Blok optoizolacji /24 niezależne kanały, nap. izol. 500V/
39. 701 Przetwornik analogowo-cyfrowy integracyjny /rozdzielczość 10 bitów, czas konwersji 10 ms/
40. 712 Przetwornik AC-spektrometryczny 1024-kanałowy /zakres analizowanych amplitud 100 mV-10V, częstotliwość zegara 50 MHz/
41. 730A Generator impulsów zegarowych /wewn. osc. 1 MHz/
42. 732A Zegar czasu rzeczywistego /wewn. osc. 5 MHz, stabilność  $5 \times 10^{-7}$ /
43. 733 Zegar/timer /wewn. osc. 5 MHz, stabilność  $\pm 5 \times 10^{-7}$ /
44. 750 Multiplexer przekaźnikowy /wejścia 32 x 2 lub 16 x 3 przewodowe/
45. 752 Multiplexer półprzewodnikowy /16 torów symetrycznych lub 32 tory niesymetryczne, czas przełączania 3  $\mu$ s/
46. 753 Multiplexer przekaźnikowy /możliwość sterowania 256 kanałami trojprzewodowymi/

47. 753-1 Multiplekser przekaźnikowy /32 x 3 kanały/  
 48. 753-2 Multiplekser przekaźnikowy /64 x 3 kanały/

IV. Bloki cyfrowe sterujące CAMAC

1. 102 Interface MERA 300-CAMAC /dla rodziny minikomputerów MERA 300/  
 2. 106A Interface CAMAC - SM3 /do współpracy z minikomputerem SM3/  
 3. 131 Procesor autonomiczny /operacje arytmetyczne i logiczne na słowach 24-bitowych/  
 4. 140 Blok ręcznego sterowania kasetą /do współpracy z blokiem 232A/  
 5. 151 Blok przerwania programu /do współpracy z procesorem autonomicznym 131/  
 6. 180 \* Mikroprocesorowy sterownik kasety 8080 A intel, max. 16k x 8 bit RAM.  
 7. 182 \* Pomocniczy sterownik kasety /8080 A INTEL/

V. Bloki i przyrządy analogowe

1. 1005 Przedwzmacniacz ładunkowy /0,5% nieliniowość, amplituda 0 do + 10V/  
 2. 1035A Przedwzmacniacz ładunkowy /0,2% nieliniowość, amplituda 0 do + 10V/  
 3. 1101 Wzmacniacz z filtrami aktywnymi /wzmocnienie 10-1900 V/V/  
 4. 1102 Układ odtwarzania składowej stałej /amplituda 0-10 V/  
 5. 1104 Układ sumujący /amplituda 0-10V, nieliniowość 0,2%/  
 6. 1105 Bramka liniowa /amplituda 0-10V nieliniowość 0,2%/  
 7. 1106 Układ wydłużający /szerokość imp. wej. 0,05-0,9 μs, na wyj. 1 us/  
 8. 1109 Wzmacniacz progowy /wzmocnienie 1-10 V/V, nieliniowość 0,2%/  
 9. 1201 Analizator jednokanałowy /zakres analizowanych amplitud 0,2 - 10V/  
 10. 1202 Analizator jednokanałowy /zakres analizowanych amplitud 0,5 - 10V/  
 11. 1301A Integrator liniowy /zakres częstotliwości sygn. wej. 1-10<sup>5</sup> imp/s, stała czasu 1-30 μs/  
 12. 1401 Generator opóźnienia /opóźnienie 0,2 - 11 μs/  
 13. 1402 Układ koincydencyjny /czas rozdzielczy koincydencji 0,1 - 2,0 μs/  
 14. 1403 Przelicznik /zakres częstotliwości sygnału wej. 0-10 MHz, pojemność 999.999 imp/  
 15. 1404 Układ eliminacji impulsów spiętrzonych i korekcji czasu żywego zestawu spektrometrycznego  
 16. 1501 Szybki wzmacniacz /czas narastania 10 ns/  
 17. 1502 Szybki dyskryminator /amplituda syg. wej. 0,15-1,0 V nieliniowość 2%/  
 18. 1503A Stałofrakcyjny dyskryminator /frakcja 0,05 - 0,3/  
 19. 1504 Układ rozdzielający /dwa tory szybkie, dwa tory logiczne/  
 20. 1506 Nanosekundowy układ opóźniający /opóźnienie 2,5 ns-32 ns/  
 21. 1510 Podwójny szybki wzmacniacz o sprzężeniu stałoprądowym  
 22. 1701 Konwerter czas - amplituda /zakres czasowy 0,5 - 5 μs, rozdzielczość 10 ps dla zakresu 0,05 μs w pozostałych zakresach 0,015%/  
 23. 1904 Zasilacz wysokiego napięcia /napięcie wyjściowe 0,25 - 2,5 kV, moc wyj. 3 W, stabilność 0,1%/  
 24. 1906 Źródło stałoprądowe /4 niezależne źródła 4 mA lub 10 mA/  
 25. 1907 Zasilacz obiektowy /nap. stabilizowane 24V, 1,2 A lub 18 V = 1,6 A oraz 12 V = 2,5 A lub 6V = 4A.

\*/ w opracowaniu

Załącznik nr 2

WYKAZ NAJBARDZIEJ INTERESUJĄCYCH ZESTAWÓW "CAMAC"

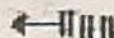
1. Laboratorium dydaktyczne dla wyższych uczelni
2. Laboratorium systemów sterowania dla wyższych uczelni
3. Zestaw wielowejściowego spektrometru efektu Mossbauera
4. Spektrometr neutronów TIKSN-420/SG
5. Uniwersalne stanowisko do badań wytrzymałościowych prototypowych rozwiązań systemów okrętowych
6. Zestaw do opracowywania wyników pomiarów radioaktywności w Zakładzie produkującym izotopy promieniotwórcze
7. Zestaw DELTA-1 do bilansowania międzynarodowej wymiany energii elektrycznej
8. Zestaw DELTA-2 do kontroli poboru mocy przez wielkich odbiorców energii elektrycznej
9. Układ MASTER - CAMAC sterowania sekwencyjnego zespołami technologicznymi bloku energetycznego w elektrowni

10. Zestaw do automatycznego testowania bloków automatyki zabezpieczeniowej stosowanych w energetyce
11. Zestaw ATEST-1 do automatycznego testowania bloków cyfrowych CAMAC
12. Zestaw ATEST-2 do automatycznego testowania pakietów procesora autonomicznego 131
13. Zestaw do automatycznego testowania procesora autonomicznego CAMAC typu 131
14. Zestaw intensywnego nadzoru chorych w szpitalach
15. Zestaw do nadzoru kardiologicznego tętna płodu
16. Zestaw do analizy pracy dysz zainstalowanych na samolotach agrotechnicznych rozpylających substancje chemiczne
17. Zestaw do analizy pracy dysz używanych w samolotach agrotechnicznych
18. Zestaw pelengacyjny do radiometrycznych badań dużych agregatów przemysłowych
19. Kompleksowy system do automatycznej kontroli wyprodukowanych transformatorów niskiego napięcia w fabryce transformatorów
20. Regulator impulsowy do maszyn wyciągowych
21. Zestaw do pomiarów eksplozywności gazów
22. Zestaw sterujący pracą systemu wodociągowego
23. Jednostka centralna systemu hydrometrycznego
24. Zestaw do automatyzacji badań amortyzatorów pojazdów mechanicznych
25. Zestaw do diagnostyki silników samochodowych

Załącznik nr 3

#### WYKAZ BLOKÓW PRODUKCJI ZDAE IBJ

1. 105 - Interface MERA 300 - CAMAC
2. 150 - Blok Przerwań Programu
3. 210 - Pamięć Operacyjna
4. 211 - Pamięć Operacyjna z Automatycznym Rejestrem Modyfikacji
5. 212 - Pamięć Operacyjna
6. 501 - Interface maszyny do pisania Optima 527 i 528
7. 503 - Interface Dalekopisu DD-390
8. 525 - Interface Czytników Taśmy CT 300
9. 559 - Blok Sterowania Dimpleyem /ros. /
10. ~~570~~-A - Blok Sterowania Silnika Stałego Napięcia
11. 570-1A - Tyrystorowe Źródło dla Silnika Stałego Napięcia
12. 571 - Blok Sterowania Silnikiem Krokowym
13. 1902 - Źródło Wysokiego Napięcia 2 kV
14. 1903 - Źródło Wysokiego Napięcia 3, 5 kV
15. 1107 - Wzmacniacz Liniowy z Dyskryminatorem
16. 540 - Generator Kodów
17. 540-1 - Klawiatura dla Generatora Kodów
18. 611 - Konwerter Kodu Greja
19. 589/1 - Układ Przekazywania Napędu
20. 669/1 - Generator Sterowania Napięcia
21. 698/1 - Adapter dla Szybkiego Licznika



## MST-1 - AUTOMATYZACJA POMIARÓW W PRZEMYSŁE ELEKTRONICZNYM

Przemysł elektroniczny wymaga szeroko pojętej automatyzacji pomiarów wykorzystywanych w procesach technologicznych. Chodzi bowiem o to, że przemysł elektroniczny wytwarza coraz bardziej złożone podzespoły i urządzenia elektroniczne i coraz częściej wytwarza je wielkoseryjnie. Z każdym podzespołem i z każdym urządzeniem elektronicznym związana jest konieczność dokonywania pomiarów, często bardzo wielu cech charakterystycznych. Udział operacji technologicznych, które można uznać za "operacje pomiarowe" w procesie technologicznym, jest więc bardzo wysoki. Z tego też głównie wynika potrzeba automatyzacji pomiarów technologicznych w przemyśle elektronicznym.

ZPE "Unitra" postanowiło podjąć własny, kompleksowy program, którego celem było zapewnienie szeroko rozumianego zespołu środków praktycznej realizacji automatyzowanych pomiarów w toku wytwarzania podzespołów i urządzeń elektronicznych. W związku z tym od roku 1975 w "Unitra-Unima" /Zakład Urządzeń Elektronicznych/ rozpoczęto prace nad koncepcją i realizacją możliwie nowoczesnego systemu. Jako jeden z celów postawiono sobie takie zadanie, aby w wyniku podjętej pracy uzyskać seryjne wytwarzanie powtarzalnych modułów /bloków i ich podzespołów/ oraz możliwość wykonywania jednostkowych zestawów tych modułów dla określonych klas pomiarów, z możliwością swobodnego doboru stopnia automatyzacji procesów pomiarowych. W praktyce oznaczało to konieczność przyjęcia takich standardyzacji, które pozwoliłyby na korzystanie z kooperacji krajowej i międzynarodowej, kooperacji aktywnej i biernej. Skutkiem tego zaproponowano i przyjęto do realizacji pewne zasady zawarte w Modułowym Systemie Testującym MST-1. Skrót MST-1 oznacza w praktyce "filozofię systemu pomiarowego", w swej istocie podobną do "filozofii" stosowanej przez firmę Hewlett Packard w ramach HPIB /Hewlett Packard Interface Bus/.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie ważniejszych aspektów MST-1 i krótkie omówienie zrealizowanych zestawów. W artykule będziemy się posługiwać terminem "sprzęg" lub "system sprzęgu", który zgodnie z propozycją Instytutu Podstaw Informatyki PAN powinien zastąpić powszechnie używany termin "interface" lub "system interface'u".

### Charakterystyka systemu MST-1

Modułowy System Testujący MST-1 stanowi zbiór:

- zasad metrologicznych, zasad organizacji systemu, zasad programowania zestawów, zasad konstrukcji urządzeń;
- urządzeń /aparatów/ pomiarowych spełniających wymogi wszystkich przyjętych zasad;
- urządzeń techniki komputerowej spełniających wymogi wszystkich przyjętych zasad.

Wszystkie przyjęte zasady zostały podporządkowane przeznaczeniu MST-1, to jest automatyzacji pomiarów i badań różnego rodzaju obiektów fizycznych, głównie obiektów wytwarzanych przez przemysł elektroniczny: podzespołów elektronicznych, modułów i bloków urządzeń elektronicznych, kompletnych urządzeń elektronicznych itp. Spełnia on wymogi światowej unifikacji urządzeń programowalnych określonych przez normę IEEE 1 i przez zlecenia IEC<sup>x/</sup>, których celem jest zapewnienie kompatybilności różnorodnych urządzeń programowalnych, wytwarzanych przez różnych wytwórców. Automatyzacja funkcji wykonywanych przez różne urządzenia lub zestawy urządzeń wymaga bowiem sprzęgania tych urządzeń w celu programowego sterowania ich funkcjami. Zapewnia to automatyczne wyzwalamie i składanie funkcji urządzeń w automatycznie wykonywany proces pomiarowy lub inny proces, np. proces bada-

x/ Digital Interface for Programmable Instrumentation - IEC Publication 66 CO 22.

nia obiektu fizycznego. Sprzęganie urządzeń programowalnych i programowe sterowanie ich działaniem narzuca potrzebę zapewnienia jednolitych technicznych środków realizacji sprzężeń i jednolitych zasad formułowania wiadomości przesyłanych tymi sprzężeniami. W systemie MST-1 zachowano zgodność stosowanego systemu sprzęgu z IPIB i oczywiście zgodność z zaleceniami IEC.

Dla zbioru urządzeń pomiarowych MST-1 przyjęto zasadę wyodrębniania urządzeń, które wykonują podstawowe funkcje pomiarowe, np. woltomierz cyfrowy, programowalne źródło napięcia, programowalny filtr itp. Każdy z tych aparatów może być użytkowany indywidualnie, przy sterowaniu lokalnym, lub może być użytkowany w zestawie, przy sterowaniu zdalnym. Sterowanie lokalne aparatu pomiarowego wykonywane jest z płyty czołowej - w sposób konwencjonalny. Sterowanie zdalne zestawu urządzeń wykonywane jest przez odpowiedni program sterujący, egzekwowany za pomocą odpowiedniego urządzenia techniki komputerowej sprzężonego z tymi urządzeniami.

Dla zbioru urządzeń techniki komputerowej MST-1 przyjęto zasadę wyodrębniania urządzeń, które wykonują podstawowe funkcje przetwarzania informacji, a do zbioru tego należą: czytnik taśmy papierowej, perforator taśmy papierowej, drukarka znakowa, klawiatura uniwersalna, pamięć kasetowa, czytnik taśmy jako najprostszy kontroler i grupa kontrolerów. Każde z tych urządzeń wykonuje przypisaną mu funkcję przetwarzania informacji lecz tak, że może być sprzężone z zestawem urządzeń pomiarowych i innych urządzeń techniki komputerowej MST-1 z użyciem standardowego systemu sprzęgu przy wykorzystaniu standardowych kodów i formatów przesyłanych wiadomości. Kontrolerem zestawu jest zawsze pewien procesor, którego zadaniem jest wykonywanie czynności do niego należących i egzekwowanie czynności należących do wszystkich pozostałych sprzężonych urządzeń. Czytnik taśmy papierowej może być też prostym kontrolerem, a jego pamięć zastępuje taśma perforowana. W takim przypadku występują jednak znaczne niedogodności, które mogą być akceptowane tylko dla prostych procesów pomiarowych. Konieczne jest uzupełnienie, że znaczna część urządzeń należących do zbioru urządzeń techniki komputerowej MST-1 wykorzystuje seryjnie wytwarzane urządzenia peryferyjne emc.

Wszystkie urządzenia systemu MST-1 oparte są na standardowych rozwiązaniach technicznych i technologicznych. W szczególności wykorzystują one:

- standardowe układy sprzęgu i kabli wg zaleceń IEC,
- standardowe płytki obwodów drukowanych /140x150 mm, złącze pośrednie 84-kontaktowe/,
- standardowe obudowy /dla każdego urządzenia/,

- standardowe szafy /dla zestawów urządzeń/,
- standardowe zasilacze /w każdym urządzeniu wykorzystuje się indywidualny układ zasilacza, lecz złożony ze standardowych modułów/,

- system automatycznego projektowania zasilaczy /system przetwarzania danych/,
- system projektowania tabel połączeń i generowania nośników sterujących urządzeniami do wykonywania połączeń owijanych i urządzeniami do sprawdzania wykonanych połączeń /system przetwarzania danych/.

Standardowość podstawowych rozwiązań technicznych i technologicznych pozwala na znaczne ułatwienia w procesie projektowania i w procesie wytwarzania urządzeń MST-1. Skraca to znacznie cykl opracowania i realizacji szczególnego zestawu. Zestawy urządzeń systemu MST-1 podlegają jednolitym zasadom programowania. Programowanie zestawów, na poziomie systemu sprzęgu IEC, odbywa się w języku ULAN-1. Jest to język klasy assemble-ra systemowego, posiadający formalny opis, stosujący znaki kodu ISO 7. Umożliwia on programowanie funkcji wszystkich urządzeń MST-1 i programowanie wszelkich procesów pomiarowych łącznie z obsługą przerwań. ULAN-1 posiada rozkazy 3-literowe i znaki redakcyjne. Program może być przygotowany na dowolnym stanowisku pracującym w kodzie ISO 7.

W języku ULAN-1 można wyróżnić następujące grupy rozkazów i znaków:

- rozkazy sterujące wprost liniami szyny sprzęgu:

- ATN - zapal linię ATN,
- IFC - zapal linię IFC /zerowanie sprzęgu/,
- UNL - nie odbieraj,
- UNT - nie nadawaj itp.
- rozkazy sterujące pracą bloku interpretującego /kontrolera/:
- BGN - początek programu,
- CNT - kontynuuj interpretację,

- STP - stop itp.

- znaki redakcyjne i kody sterujące:

- spacja,
- :komentarz:
- "tekst",
- kod nowej linii.

#### Przykładowy fragment programu prostego pomiaru

Do mikroukładu badanego dołączony jest przez komutator zasilacz napięciowo-prądowy i woltomierz. Drukarka została ustawiona w poprzednich krokach pomiarowych. Należy wymusić prąd +16 mA, zmierzyć napięcie i wydrukować wynik pomiaru na drukarce.

D a n e w o l t o m i e r z a :

- adres odbiorcy 6
- adres nadawcy V
- zakres U1 /1V/,  
U2 /10V/,  
U3 /100V/,  
U4 /1000V/.

- adres rejestru wyjściowego	W
Dane zasilacza	U/1:
- adres odbiorcy	1
- zasilanie napięciem	RU
- zasilanie prądem	RI
- adres rejestru wartości	W
- ograniczenie napięciowe	UO /bez ograniczenia/, U1 /do 7V/.

#### Dane drukarki:

- adres odbiorcy	4
------------------	---

Przykładowe zadanie pomiarowe realizuje następujący ciąg zdań w języku ULAN-1, który stanowi fragment programu:

```
100 IFC ATN 1, RI, W + 16, 0, U1 LF
101 ATN GET UNL 6, U2, W, ATN GET UNL
V4 LF
```

Przygotowanie programu i jego wykonanie przez zestaw sprzężonych urządzeń może być zrealizowane w różny sposób. Najprostszym sposobem jest wywołanie działania bloku należącego do zestawu przy pomocy klawiatury uniwersalnej, przez pisanie właściwego ciągu znaków alfanumerycznych - wiersza programu. Stosuje się również połączenie klawiatury z pamięcią kasetową, w której wstępnie można umieścić program, a później przenieść go do pamięci operacyjnej kontrolera, z której będzie wykonywany. Sposób przygotowania i egzekwowania programu zależy od składu zestawu. Uzupełnieniem jednolitych zasad programowania zestawów MST-1 jest grupa programów typu cross-assembler, służących do generowania programów użytkowych wyrażonych w języku ULAN-1 /w trybie off line/. Ułatwia to znacznie przygotowywanie wszelkich programów użytkowych.

Koniecznym uzupełnieniem krótkiej charakterystyki systemu MST-1 wydaje się być przedstawienie zasad, według których powstają konkretne zestawy przeznaczone do określonej klasy zadań pomiarowych. W odniesieniu do nowych zestawów przyjęto i stosuje się następujące postępowanie:

- ustalenie z użytkownikiem zakresu mierzonych cech obiektu, metod pomiarowych i podstawowych algorytmów, a w konkluzji wspólne określenie konfiguracji /składu/ zestawu;
- wykonanie projektu zestawu z użyciem istniejących urządzeń i urządzeń wymagających prac projektowych; określenie wymagań na nowe urządzenia;
- projektowanie dodatkowych urządzeń;
- wykonanie kompletu urządzeń wchodzących do zestawu oraz wszystkich akcesoriów zapewniających integrację zestawu /szafy, kable itp. /;
- przygotowanie programów użytkowych i wymaganych pomocy programowych;
- uruchomienie, sprawdzenie i przekazanie kompletnego zestawu użytkownikowi;
- nadzór nad eksploatacją zestawu u użytkownika, szkolenia, naprawy gwarancyjne itp.

Tak zorganizowany cykl realizacji zestawu dla określonych potrzeb użytkownika pozwala na właściwe rozpoznanie merytorycznej jego potrzeb i na dostawę zestawu możliwie trafnie dobranego do potrzeb i warunków organizacyjnych użytkownika. Te ostatnie mają tutaj bardzo poważne znaczenie. Rozpoznanie potrzeb użytkownika ma ogromne znaczenie. Często bowiem wraz z przyswojeniem pełnej wiedzy o użytkowanym zestawie, użytkownik zgłasza dalsze potrzeby, często znacznie wyprzedzające opracowania i możliwości dostawcy. Dalsza współpraca obu stron jest koniecznością, a dobrze jeśli jest prowadzona z pozycji znajomości wszystkich realiów techniczno-organizacyjnych występujących u użytkownika.

#### Charakterystyka zestawów MST-1

W rozdziale tym omówione zostaną ważniejsze zestawy MST-1, które zrealizowano w latach 1976-79 i skierowano do użytkowników.

Zestaw MST-1/MSI-24<sup>x/</sup> przeznaczony jest do badań funkcjonalnych i stałoprądowych cyfrowych układów scalonych TTL małej i średniej skali integracji o liczbie wyprowadzeń do 24. Badanie funkcjonalne mikroukładu polega na kolejnym wymuszaniu określonych stanów logicznych na jego wejściach i na sprawdzeniu czy wyjścia mikroukładu, w wyniku wymuszeń, przyjmują określone stany logiczne. Stany wejść i wyjść określone są tzw. tabelą wierności. Wymuszanie określonych stanów wejść odbywa się na podstawie wiadomości pochodzących z programu. Wyjściowe stany logiczne porównywane są z wiadomościami pochodzącymi z programu. Badania funkcjonalne można prowadzić przy dowolnie określonym napięciu zasilającym mikroukład oraz przy dowolnie określonych poziomach napięciowych odpowiadających wysokim i niskim poziomom logicznym, które wymuszane są na wejściach mikroukładu badanego. Podobnie, wyjściowe stany logiczne odnoszone są do dowolnie określonych poziomów. Badania stałoprądowe zawierają w sobie pomiary wybranych napięć i prądów wejściowych i wyjściowych mikroukładu badanego. Dokonywane to jest zwykle wraz z wymuszeniem napięć i prądów na jego wejściach i wyjściach. Pomiary te można wykonywać na dowolnie wybranych wyprowadzeniach mikroukładu badanego, w trakcie realizacji badań funkcjonalnych wykonywanych na pozostałych wyprowadzeniach lub też niezależnie.

Zestaw MST-1/MSI-24 można stosować jako wyposażenie linii technologicznej /badania ostrzowe struktur, badania wyrobu, badania typu/, w kontroli dostaw oraz w pracach badawczo-rozwojowych. Pełny zestaw MST-1/MSI-24 składa się z:

x/ Zestaw MST-1/MSI-24 został wyróżniony Złotym Medalem na Międzynarodowych Targach w Brnie /1977 r. /.



- jednego, dwóch, trzech lub czterech stanowisk badań funkcjonalnych,
- takiej samej liczby stanowisk badań stałoprądowych,
- zespołu bloków sterujących i bloków wejścia/wyjścia.

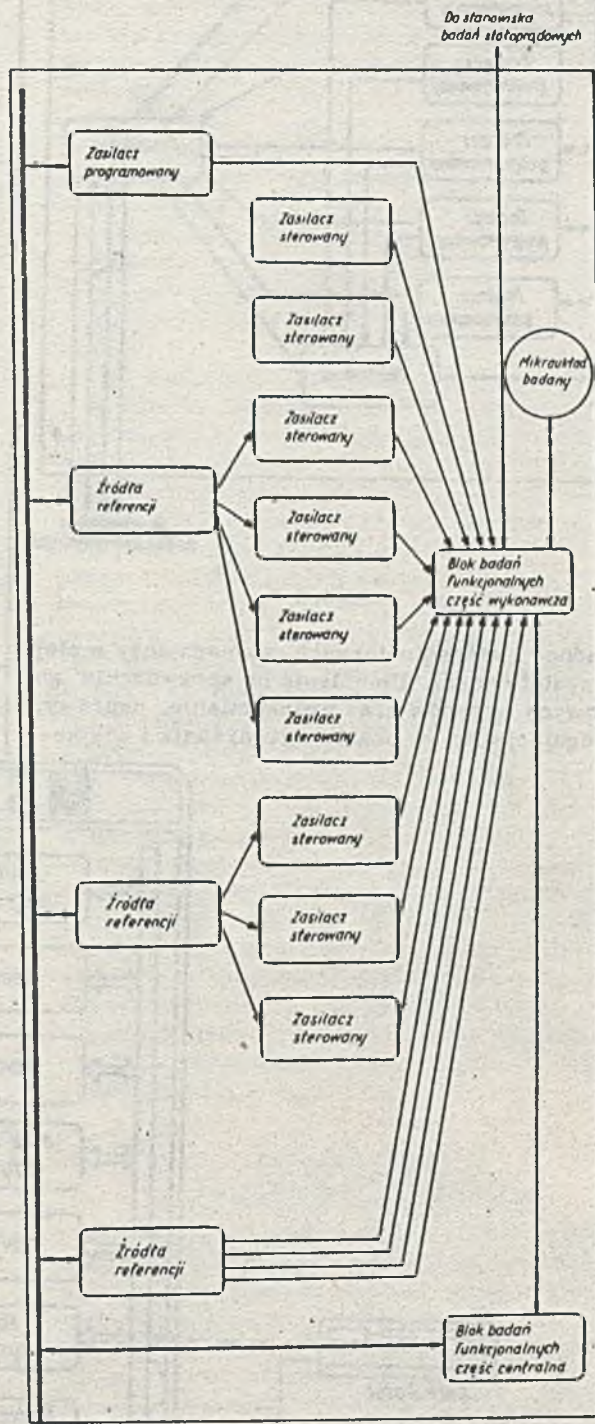
Badany mikroukład jest umieszczany w gnieździe roboczym, stanowiącym integralną część stanowiska badań funkcjonalnych lub dołączany jest do stanowiska badań funkcjonalnych za pomocą manipulatora ostrzowego. Stanowisko badań stałoprądowych jest połączone ze stanowiskiem badań funkcjonalnych połączeniami pomiarowymi. Programowe sterowanie obu stanowisk pozwala na wspólne działanie i wspólne oddziaływanie na badany mikroukład. Sterowanie zestawem złożonym z jednego stanowiska badań funkcjonalnych i jednego stanowiska badań stałoprądowych, dla testowania mikroukładów małej i średniej integracji, może być zapewnione przy pomocy bardzo prostego kontrolera, np. przy pomocy czytnika taśmy perforowanej, wyposażonego w układ interpretujący. Sterowanie zestawem złożonym z więcej niż jednej pary stanowisk może być zapewnione przy pomocy kontrolera zawierającego procesor lub przy pomocy takich kontrolerów lecz związanych z każdą parą stanowisk i kontrolera dodatkowego, który jest hierarchicznie nadrzędny względem pozostałych - organizuje działanie pełnego zestawu. W przypadku stosowania kontrolera organizującego działanie pełnego zestawu możliwe jest uzyskanie współpracy jednego stanowiska badań stałoprądowych z każdym stanowiskiem badań funkcjonalnych na zasadzie podziału czasu. Wydłuża to jednak czas testowania.

Z wielu możliwych konfiguracji zestawu MST-1/MSI-24 zalecane są trzy typowe:

- Konfiguracja A - przeznaczona jest do badań funkcjonalnych. Zawiera tylko stanowisko badań funkcjonalnych oraz zespół bloków sterujących i we/wy /w miarę potrzeb/. Zalecana jest do kontroli dostaw.
- Konfiguracja B - przeznaczona jest do badań funkcjonalnych i stałoprądowych. Zawiera tylko jedno stanowisko badań funkcjonalnych i jedno stanowisko badań stałoprądowych oraz zespół bloków sterujących i we/wy /w miarę potrzeb/. Zalecana jest do badań typu i do prac rozwojowych.
- Konfiguracja C - przeznaczona jest do badań funkcjonalnych i stałoprądowych w warunkach wielkoseryjnej produkcji. Zawiera maksymalnie 4 pary stanowisk sterowanych kontrolerami oraz kontroler hierarchicznie nadrzędny wraz z urządzeniami we/wy. Zalecana jest do badań wyrobu w warunkach produkcyjnych, w sytuacji gdy konieczne jest uzyskiwanie raportów zmianowych i raportów dotyczących oceny procesu technologicznego mikroukładów.

Typowe stanowisko badań funkcjonalnych składa się z zasilaczy programowalnych /U/, zasilaczy sterowanych wraz z źródłami referencji oraz z zespołu badań funkcjonalnych, który

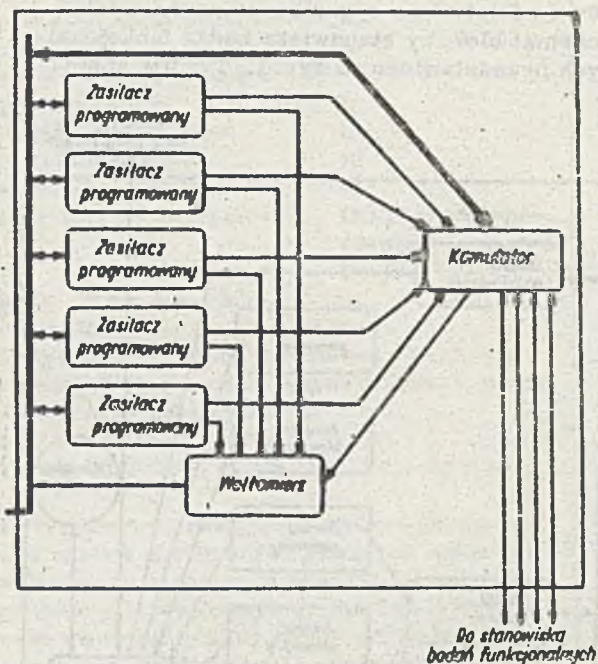
m. in. zawiera blok programowalnych nadajników i odbiorników sygnałów standardowych. Schemat blokowy stanowiska badań funkcjonalnych przedstawiono na rys. 1. Typowe stano-



Rys. 1.

wisko badań stałoprądowych składa się z zasilaczy programowalnych /U, I, U/I/, komutatora i woltomierza napięć stałych. Schemat blokowy przedstawiono na rys. 2.

Zestaw MST-1/AF - przeznaczony jest do pomiarów i testowania parametrów użytkowych

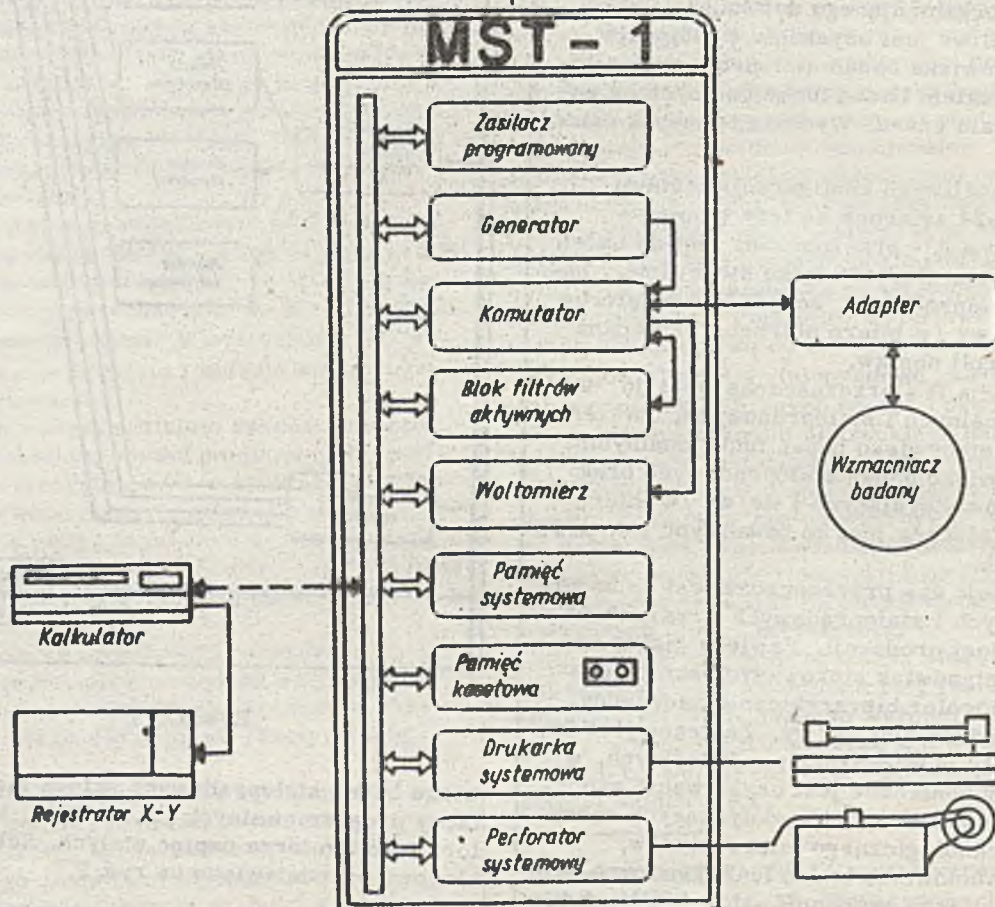


Rys. 2.

mono- i stereofonicznych wzmacniaczy małej częstotliwości. Umożliwia on sprawdzenie gotowych wyrobów oraz uruchamianie, naprawy, regulacje itp. w czasie wytwarzania i użytko-

wania wzmacniaczy małej częstotliwości. Pozwala testować kompletne samodzielne wzmacniacze /np. gramofonowe/, wzmacniacze wchodzące w skład odbiorników radiofonicznych i telewizyjnych oraz wzmacniacze jako elementy elektroniczne, wykonane w formie układu scalonego monolitycznego lub hybrydowego. Zestaw ten można stosować w badaniach wyrobu /linia produkcyjna/, w badaniach typu, w pracach badawczo-rozwojowych. Zestaw ten zawiera generator programowalny, programowalne filtry aktywne, woltomierz napięć stałych i zmiennych, zasilacz programowalny, komutator oraz bloki sterujące i we/wy. Wszystkie wymienione aparaty są oddzielnymi blokami. Zestaw dokonuje pomiarów wszystkich cech wzmacniaczy małej częstotliwości, które są określone przez właściwe normy. Niektóre złożone cechy badanego wzmacniacza, np. współczynnik zawartości harmonicznymieirzone są metodami pośrednimi, w tym przypadku przez przestrajanie filtrów programowalnych i obliczenie wartości współczynnika.

Zestaw MST-1/AF może być sterowany przy pomocy komputera stołowego, np. HP 9830A lub przy pomocy kontrolera zawierającego procesor. W przypadku stosowania komputera stołowego celowe jest korzystanie z rejestratora XY, w które są one często wyposażane. Pozwala to na uzyskiwanie cennych wykresów. Zaw-

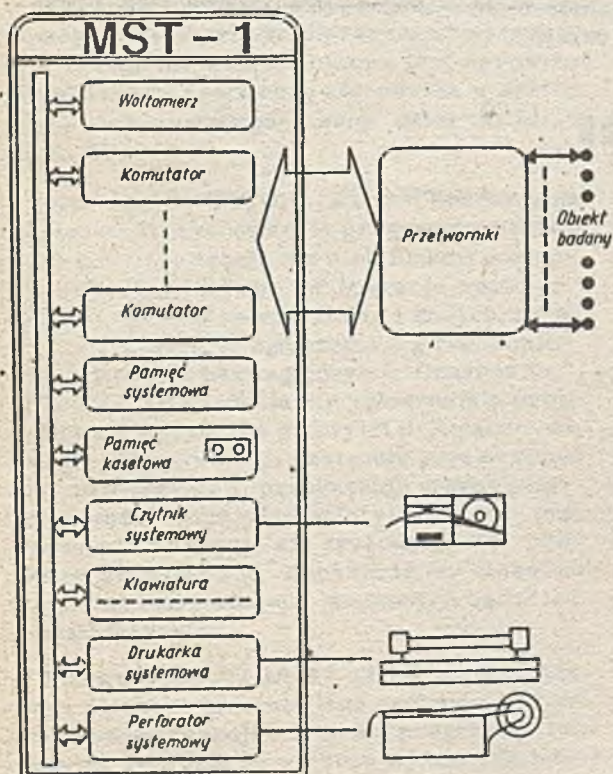


Rys. 3.

sze konieczne jest wyposażenie zestawu w drukarkę wierszową, na przykład DZM180 z jednostką sterującą MST-1. Schemat blokowy zestawu MST-1/AF z komputerem stołowym HP 9830 pokazano na rys. 3.

Zestaw MST-1/DA - przeznaczony jest do zbiorania i rejestracji danych. Umożliwia on pomiary napięć w wielu punktach oraz /po zastosowaniu odpowiednich przetworników/ temperatur, naprężeń, wilgotności, drgań, przyspieszeń i innych wielkości nieelektrycznych. Liczba punktów jest zależna od liczby komutatorów użytych w zestawie. Pomiary napięć dokonywane są za pomocą szybkiego woltomierza cyfrowego o dużej oporności wewnętrznej. Zestaw może być sterowany przez prosty kontroler lub też przez kontroler zawierający procesor. W tym drugim przypadku możliwe jest interpretowanie wyników pomiarów bądź sygnalizowanie przekroczenia poziomów alarmowych. Wyniki pomiarów mogą być dokumentowane w dowolnej formie, za pomocą różnych nośników informacji. Może być stosowana drukarka znakowa, perforator taśmy papierowej lub pamięć kasetowa. W skład zestawu MST-1/DA wchodzi woltomierz cyfrowy napięć stałych 1 - 10 bloków komutatora /a 100 kanałów/ oraz zespół bloków zawierający kontroler i urządzenia we/wy skompletowane wg wymaganego nośnika informacji. Przykładowy schemat blokowy zestawu MST-1/DA pokazano na rys. 4.

Rodzina zestawów MST-1/OTVC - zestawy te przeznaczone są do strojenia, naprawy i spraw-



Rys. 4.

dzenia modułów i bloków odbiorników telewizji kolorowej. Za ich pomocą możliwe jest również testowanie modułów odbiorników telewizji monochromatycznej, wskaźników kineskopowych, odbiorników radiofonicznych itp. Wyróżnia się 12 typowych zestawów, różniących się doбором typowych bloków i programem. W skład zestawów MST-1/OTVC wchodzi:

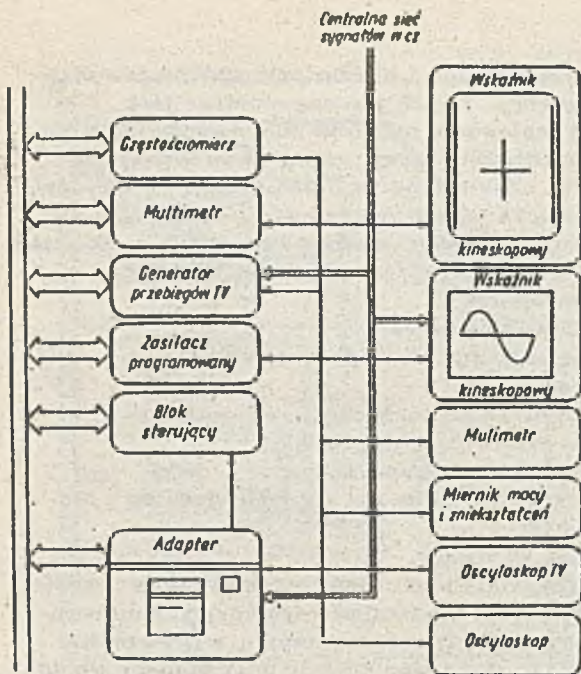
- multimetr, x/
- częstotściomierz, x/
- miernik mocy i zniekształceń,
- oscyloskop,
- wskaźnik kineskopowy,
- generator przebiegów TV, x/
- zasilacz programowany, x/
- adaptery /różne dla różnych modułów i bloków/, x/
- blok sterujący. x/

Wszystkie bloki mogą być sterowane ręcznie przy użyciu elementów regulacyjnych umieszczonych na płytach czołowych, a systemowe również sterowane zdalnie przy pomocy wiadomości przesyłanych sprzęgiem. Wszystkie zestawy MST-1/OTVC przystosowane są do współpracy z centralną siecią sygnałową w cz.. Tak zwany blok sterujący jest prostym kontrolerem, w którym rezyduje stały program. Program jest zapisany w pamięci półprzewodnikowej PROM, umieszczonej w wymiennej wkładce bloku sterującego. Dla każdego zestawu przygotowuje się odrębny program, związany z testowanym modułem lub blokiem. Program może być zmieniany przez wymianę wkładki. Program zapisany w pamięci umieszczonej we wkładce może być zmieniony przez kasowanie jej zawartości i przez ponowne nagranie innego programu. Zestawy MST-1/OTVC wykonywane są w postaci jednolitych szaf, w których znajdują się wszystkie bloki zestawu. Do każdej szafy dołączony jest stolik operatora zawierający właściwy adapter. Przykładowy schemat blokowy zestawu z rodziny MST-1/OTVC przedstawiono na rys. 5.

#### Porównanie MST-1 z opracowaniami innych firm

Ilustracją miejsca systemu MST-1 wśród światowych rozwiązań jednolitych /kompatybilnych/ programowalnych urządzeń pomiarowych, przeznaczonych do automatyzacji badań obiektów fizycznych, mogą być dane zaczerpnięte z literatury. W zeszycie 10/1977 niemieckiego miesięcznika "Elektronik" ukazał się artykuł P. E. Klein i H. Wilhelmy "Der IEC-BUS. Stand der Normung und Entwicklung...", w którym zamieszczono tabelę przedstawiającą czołówkę wytwórców kompatybilnych /sprzęgiem IEC/ aparatów pomiarowych oraz liczby opracowanych przez nich aparatów /wg stanu

x/ Bloki ze sprzęgiem IEC /systemowe/.



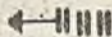
Rys. 5.

z sierpnia 1977 r. / . Dane te kształtują się następująco:

1. Hewlett Packard	70
2. UNITRA-UNIMA	10
3. Philips	8
4. Systron Donner	6
5. Rohde Schwarz	5
6. Kerthley Instrument Inc.	5
7. Fluke Mfg. Co.	5
8. Dana Exact Electronics	4
9. Bruel Kjaer	4

Dalej wymieniono 33 firmy o zasięgu światowym, które dysponują 1 - 3 aparatami pomiarowymi w tej konwencji. W tabeli tej wymieniono firmę "Unitra-Unima jako jedyną ze strefy RWPG. Brak bardziej aktualnych porównań. O stałym postępie w tej dziedzinie może jednak świadczyć fakt, że katalog firmy Hewlett-Packard na rok 1979 zawiera 107 aparatów w tej konwencji, a w 1977 r. było ich 70. Aktualna lista aparatów należących do systemu MST-1 obejmuje 34 aparaty/koniec 1978 r. / . W artykule zamieszczonym w piśmie "Electronic Packaging and Production" /r. 9, vol. 18, 1978 r. / , podano listę 75 amerykańskich wytwórców aparatury pomiarowej i innej, którzy obecnie dysponują urządzeniami kompatybilnymi z IEC - BUS. Ciekawostką jest to, że niektóre firmy amerykańskie, zajmujące się tzw. numerycznym sterowaniem obrabiarkami i serwowymechanizmami, przyjęły również ten system sprzęgu.

Przytoczone dane z literatury światowej oraz informacje z krajów RWPG świadczą o tym, że system sprzęgu zalecanego przez IEC znajduje coraz szersze zastosowanie. Miarą zainteresowania tym systemem może być również fakt, że coraz więcej światowych wytwórców półprzewodnikowych układów scalonych oferuje monolityczne układy scalone, które realizują funkcje objęte zaleceniami IEC. Symptomatyczne jest również to, że firma INTEL rozszerzyła listę elementów systemu mikroprocesorowego 8080 o odpowiedni element, zwany IEC PORT. Należy więc sądzić, że omawiany system będzie się rozwijał, a doświadczenia w wykorzystaniu tego systemu, uzyskane w ramach MST-1, mogą być pomocne dla rozwoju jego zastosowań w krajowych opracowaniach i produkcji.



## OPROGRAMOWANIE PODSTAWOWE MIKROPROCESOROWEGO STEROWNIKA KASETY „CAMAC”

W zakładzie komputerowego Sterowania IMM zrealizowano oprogramowanie podstawowego mikroprocesorowego sterownika kasety CAMAC typu CMC 8080.

Oprogramowanie podstawowe jest zbiorem programów umożliwiających jej funkcjonowanie, w skład którego wchodzi:

- programy zarządzające pracą systemu,
- programy ułatwiające uruchamianie programów.

### Program zarządzający pracą systemu

Mikroprocesory znajdują coraz większe zastosowanie w sterowaniu procesami wytwarzania. Z tego też względu celowe jest wyposażenie mikroprocesorowego sterownika w system czasu rzeczywistego, zwany dalej MONITOR-REM RT.

Zadaniem MONITORA RT jest koordynacja i planowanie wykonywania programów użytkowych oraz realizacja dla nich funkcji pomocniczych. Realizuje on też operacje wejścia-wyjścia, tworzy kolejki zadań i danych. MONITOR RT obsługuje zgłoszenia wg regulaminu z priorytetami bezwzględnymi. Oznacza to, że w chwili pojawienia się zgłoszenia o priorytecie wyższym niż priorytet programu aktualnie wykonywanego następuje jego przerwanie, zawieszenie i przekazanie sterowania programów o wyższym priorytecie. Po jego wykonaniu kontynuuje się przetwarzanie programu przerwano. Dopuszcza się stosowanie priorytetów stałych, zmiennych bądź też dynamicznych.

Program MONITOR RT został zoptymalizowany z punktu widzenia jego ogólności, krótkiego czasu reakcji i długości programu. Dlatego też stawiane są większe wymagania odnośnie programów użytkowych niż w przypadku bardziej skomplikowanego systemu operacyjnego.

Program ten zajmuje 234 bajty pamięci. Do tego dołączono następujące standardowe programy użytkowe zajmujące około 1 Kb pamięci:

- program obsługi monitora ekranowego,
- program obsługi czytnika,
- program obsługi zegara czasu astronomicznego.

Obecnie operator może komunikować się z maszyną za pomocą następujących zleceń:

- wprowadzanie programów do systemu,
- start programu od podanego adresu,
- nastawienie zegara,
- wydruk tablic systemowych.

Oczywiście zbiór zleceń, przy konkretnym zastosowaniu można dowolnie rozszerzać.

### Programy ułatwiające uruchamianie programów

Ponieważ uruchamianie programu jest sprawą dość trudną i długotrwałą, aby ułatwić i skrócić czas sterownik mikroprocesorowy wyposażono w system operacyjny, który umożliwia:

- wprowadzanie i wyprowadzanie programów,
- wyprowadzanie i ewentualna zmiana fragmentów pamięci,
- sprawdzanie i ewentualna zamiana zawartości rejestrów i komórek pamięci,
- zapisywanie i odczytywanie kostek pamięci stałej.

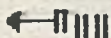
Program MONITOR działa w trybie konwersyjnym. Dyrektywy oznaczone są pojedynczymi literami alfabetu łacińskiego. Parametry cyfrowe muszą być wprowadzane w formie heksadecymalnej, przy czym zero na początku nie może być pomijane. Poszczególne dyrektywy wymagają określenia pary parametrów

<adres początkowy> i <adres końca>

Wyznaczają one zakres pamięci, która będzie używana w danej dyrektywie.

Zestawienie dyrektyw programu MONITOR

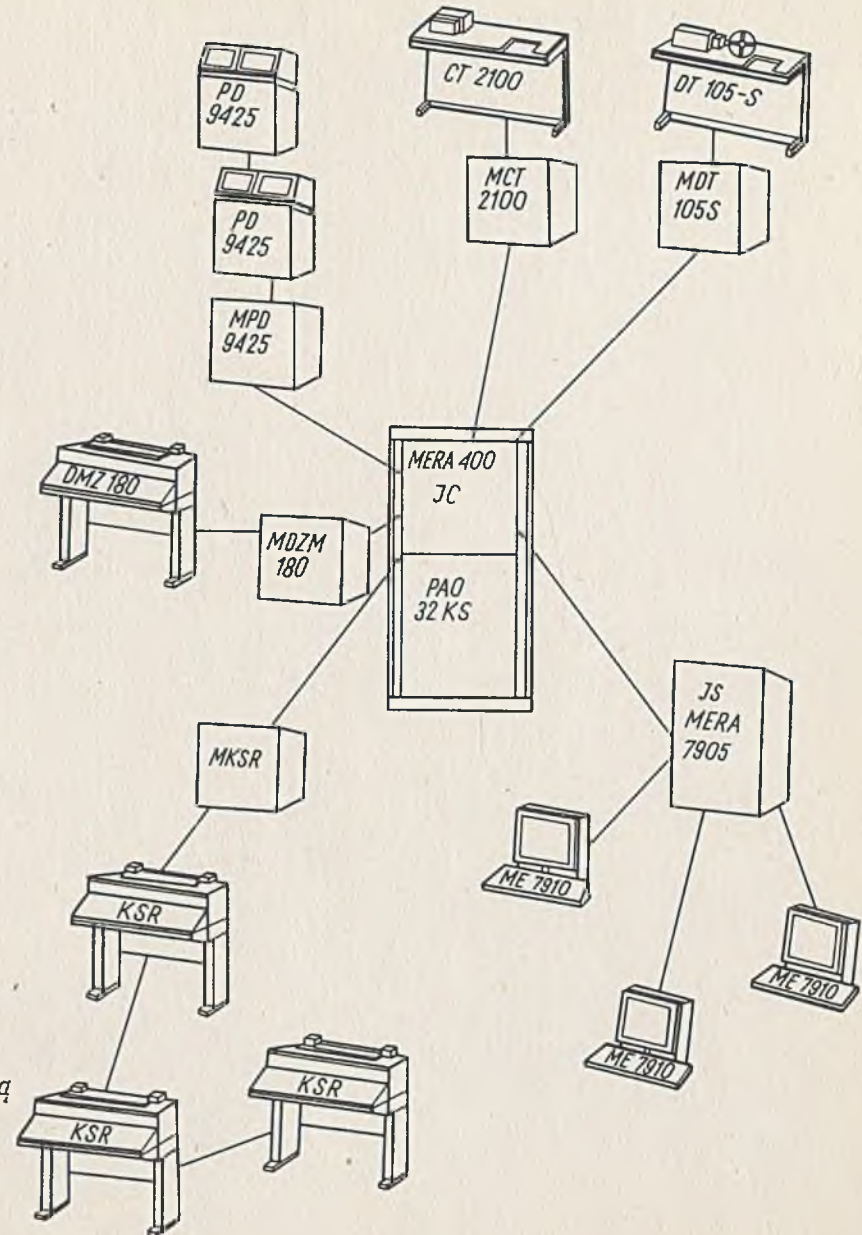
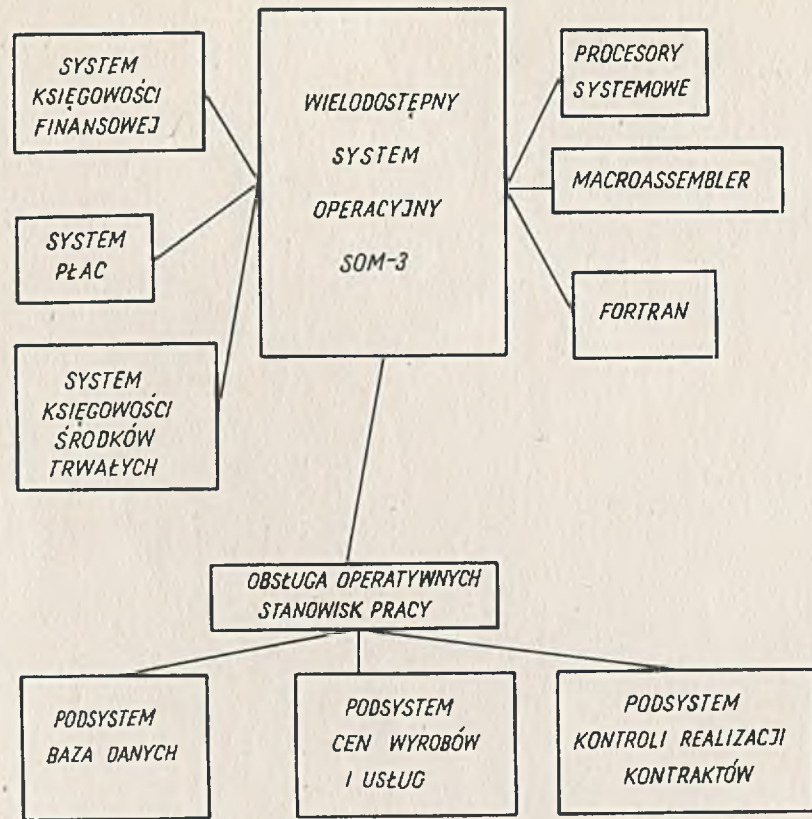
DYREKTYWY MONITORA	
Dyrektywa	Opis dyrektywy
A	Wczytanie taśmy binarnej wyprodukowanej przez crossassembler INTEL 8080 na MERA-400
E adr. startu	Start programu od zadanego adresu
GP	Zezwolenie na użycie w programie użytkowym przerw programowych
GBU adr. I przerw. adr. II przerw.	Umieszczenie w programie dwu przerw programowych
GBW	Wypisanie znajdujących się w programie przerw programowych i usuwanie ich
G.	Powrót do programu z przerw programowych
L adr. początku adr. końca	Odczytanie zawartości kostki znajdującej się w programatorze od adresu początkowego do adresu końcowego
P. adr. początku adr. końca	Przepisanie programu z pamięci operacyjnej na kostkę znajdującą się w programatorze od adresu początkowego do adresu końcowego
M adr. początku adr. końca	Wypisanie w postaci heksadecymalnej zawartości pamięci na monitor
T adr. początku adr. końca	Wprowadzenie do pamięci z klawiatury monitora ekranowego programu /heksadecymalnie/
W adr. początku adr. końca	Wyprowadza zawartość pamięci na taśmę papierową w postaci dozwolonej dla dyrektywy A.
X	Wypisuje zawartość rejestrów /możliwość zamiany zawartości wszystkich rejestrów/.
Z adres	Wypisuje na ekranie monitora zawartość pojedynczej komórki pamięci i opcjonalnie zmiany jej zawartości



# SYSTEM INFORMATYCZNY GMBH „DEPOLMA”

SCHEMAT POWIĄZAŃ PROGRAMOWYCH

KONFIGURACJA SPRZĘTOWA DLA GMBH „DEPOLMA”



Legenda:

PD 9425 - pamięć dyskowa  
 MPD 9425 - moduł sterujący pamięcią dyskową  
 CT 2100 - czytnik taśmy perforowanej  
 DT 105S - dziurkarka taśmy papierowej  
 MCT 2100 - moduł sterujący czytnikiem taśmy  
 MDT 105S - moduł sterujący dziurkarką taśmy

MERA 400 JC - jednostka centralna  
 PAO 32 KS - pamięć operacyjna 32 k stów  
 DZM 180 - drukarka znakowa  
 MDZM 180 - moduł sterujący drukarką znakową  
 KSR - terminal z drukarką i klawiaturą  
 MKSR - moduł sterujący terminala  
 JS MERA 7905 - jednostka sterująca monitorami ekranowymi  
 ME 7910 - monitor ekranowy

Cena zł 43

Prenumerata roczna zł 516

