

14056/02

187256

II

RODZINA MASZYN

MATEMATYCZNYCH

ZAM

LEON ŁUKASZEWICZ

informacje wstępne o rodzinie
maszyn matematycznych zam

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH

P R A C E

Instytutu Maszyn Matematycznych

P o l s k i e j A k a d e m i i N a u k

Praca C 1/4/

INFORMACJE WSTĘPNE O RODZINIE
MASZYN MATEMATYCZNYCH ZAM

Leon ŁUKASZEWICZ

Warszawa 1965

14058/67

M2g

Copyright © 1965 - by Instytut Maszyn Matematycznych,

Warszawa

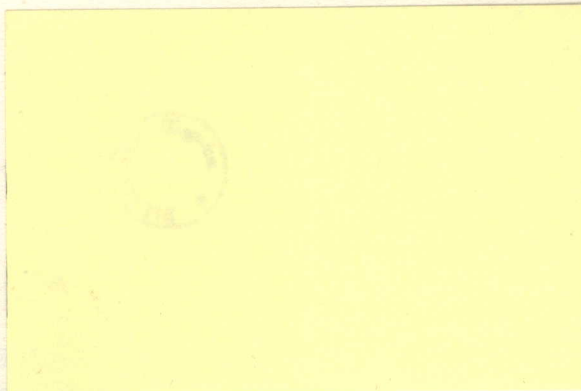
Wszelkie prawa zastrzeżone

187256

II

Dz. Cieszy.

27.8.67. 19.17.



K o m i t e t R e d a k c y j n y

Leon ŁUKASZEWICZ /redaktor/, Antoni MAZURKIEWICZ,
Tomasz PIETRZYKOWSKI /z-ca redaktora/, Dorota PRAWDZIC,
Zdzisław WRZESZCZ.

Redaktor działowy: Andrzej KOJEMSKI.

Sekretarz redakcji: Romana NITKOWSKA.

Adres redakcji: Warszawa, ul. Koszykowa 79, tel. 28-37-29

Rodzina Maszyn ZAM składa się z p i ę c i u typów maszyn o różnym przeznaczeniu, wielkości i cenie lecz o jednolitym systemie programowania i jednolitej bazie podzespołów i modułów technicznych.

Maszyny rodziny ZAM odznaczają się prostą logiczną budową, dużą sprawnością działania oraz wysoką niezawodnością pracy. Każda z nich może wykonywać jednocześnie kilka niezależnych programów.

Maszyny rodziny ZAM mogą być wydajnie i ekonomicznie stosowane do:

- Przetwarzania Danych,
- Obliczeń Naukowych i Technicznych,
- Sterowania Procesami.

Modułowa budowa maszyn ZAM pozwala na elastyczne dobieranie różnych zestawów maszyny oraz łatwą ich rozbudowę.

REPORT

CONFIDENTIAL

187356

The following information is being furnished to you for your information and use. It is the property of the Government and is to be kept confidential. It is not to be distributed outside your organization without the express approval of the source of this information.

This information is being furnished to you for your information and use. It is the property of the Government and is to be kept confidential. It is not to be distributed outside your organization without the express approval of the source of this information.

This information is being furnished to you for your information and use. It is the property of the Government and is to be kept confidential. It is not to be distributed outside your organization without the express approval of the source of this information.

This information is being furnished to you for your information and use. It is the property of the Government and is to be kept confidential. It is not to be distributed outside your organization without the express approval of the source of this information.

This information is being furnished to you for your information and use. It is the property of the Government and is to be kept confidential. It is not to be distributed outside your organization without the express approval of the source of this information.

INFORMACJE WSTĘPNE O RODZINIE
MASZYN MATEMATYCZNYCH ZAM

Leon ŁUKASZEWICZ

Pracę złożono 3.12.1964 r.

SPIS RZECZY

1. WSTĘP	7
2. ZASTOSOWANIA MASZYN RODZINY ZAM	9
3. TYPY MASZYN ZAM	10
4. MODUŁOWA KONSTRUKCJA MASZYN RODZINY ZAM	12
5. JEDNOLITOŚĆ PROGRAMOWANIA W RODZINIE MASZYN ZAM	16
6. CZĘŚĆ CENTRALNA MASZYN RODZINY ZAM	19
7. SYSTEM WEJŚCIA I WYJŚCIA	24
8. PODZIAŁ CZASU I WIELOPROGRAMOWOŚĆ W MASZYNACH ZAM	26
9. SYSTEMY PROGRAMOWANIA W MASZYNACH ZAM	31
10. ZARYS ORGANIZACJI OGÓLNEJ MASZYN ZAM	36
11. WARUNKI EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ MASZYN RODZINY ZAM	44
12. UWAGI KOŃCOWE	47
SUMMARY	48

INFORMACJA DOTYCZĄCA ROZWIĄZANIA
PROBLEMU WARTOŚCI WŁASNYCH
DLA OPERATORA
Prace Instytutu 3.15.1954 r.

WYKAZ TREŚCI

1	WSTĘP
2	WYKAZ SYMBOLI
3	1. WYKAZ SYMBOLI
4	2. WYKAZ SYMBOLI
5	3. WYKAZ SYMBOLI
6	4. WYKAZ SYMBOLI
7	5. WYKAZ SYMBOLI
8	6. WYKAZ SYMBOLI
9	7. WYKAZ SYMBOLI
10	8. WYKAZ SYMBOLI
11	9. WYKAZ SYMBOLI
12	10. WYKAZ SYMBOLI
13	11. WYKAZ SYMBOLI
14	12. WYKAZ SYMBOLI
15	13. WYKAZ SYMBOLI
16	14. WYKAZ SYMBOLI
17	15. WYKAZ SYMBOLI
18	16. WYKAZ SYMBOLI
19	17. WYKAZ SYMBOLI
20	18. WYKAZ SYMBOLI
21	19. WYKAZ SYMBOLI
22	20. WYKAZ SYMBOLI
23	21. WYKAZ SYMBOLI
24	22. WYKAZ SYMBOLI
25	23. WYKAZ SYMBOLI
26	24. WYKAZ SYMBOLI
27	25. WYKAZ SYMBOLI
28	26. WYKAZ SYMBOLI
29	27. WYKAZ SYMBOLI
30	28. WYKAZ SYMBOLI
31	29. WYKAZ SYMBOLI
32	30. WYKAZ SYMBOLI
33	31. WYKAZ SYMBOLI
34	32. WYKAZ SYMBOLI
35	33. WYKAZ SYMBOLI
36	34. WYKAZ SYMBOLI
37	35. WYKAZ SYMBOLI
38	36. WYKAZ SYMBOLI
39	37. WYKAZ SYMBOLI
40	38. WYKAZ SYMBOLI
41	39. WYKAZ SYMBOLI
42	40. WYKAZ SYMBOLI
43	41. WYKAZ SYMBOLI
44	42. WYKAZ SYMBOLI
45	43. WYKAZ SYMBOLI
46	44. WYKAZ SYMBOLI
47	45. WYKAZ SYMBOLI
48	46. WYKAZ SYMBOLI
49	47. WYKAZ SYMBOLI
50	48. WYKAZ SYMBOLI
51	49. WYKAZ SYMBOLI
52	50. WYKAZ SYMBOLI
53	51. WYKAZ SYMBOLI
54	52. WYKAZ SYMBOLI
55	53. WYKAZ SYMBOLI
56	54. WYKAZ SYMBOLI
57	55. WYKAZ SYMBOLI
58	56. WYKAZ SYMBOLI
59	57. WYKAZ SYMBOLI
60	58. WYKAZ SYMBOLI
61	59. WYKAZ SYMBOLI
62	60. WYKAZ SYMBOLI
63	61. WYKAZ SYMBOLI
64	62. WYKAZ SYMBOLI
65	63. WYKAZ SYMBOLI
66	64. WYKAZ SYMBOLI
67	65. WYKAZ SYMBOLI
68	66. WYKAZ SYMBOLI
69	67. WYKAZ SYMBOLI
70	68. WYKAZ SYMBOLI
71	69. WYKAZ SYMBOLI
72	70. WYKAZ SYMBOLI
73	71. WYKAZ SYMBOLI
74	72. WYKAZ SYMBOLI
75	73. WYKAZ SYMBOLI
76	74. WYKAZ SYMBOLI
77	75. WYKAZ SYMBOLI
78	76. WYKAZ SYMBOLI
79	77. WYKAZ SYMBOLI
80	78. WYKAZ SYMBOLI
81	79. WYKAZ SYMBOLI
82	80. WYKAZ SYMBOLI
83	81. WYKAZ SYMBOLI
84	82. WYKAZ SYMBOLI
85	83. WYKAZ SYMBOLI
86	84. WYKAZ SYMBOLI
87	85. WYKAZ SYMBOLI
88	86. WYKAZ SYMBOLI
89	87. WYKAZ SYMBOLI
90	88. WYKAZ SYMBOLI
91	89. WYKAZ SYMBOLI
92	90. WYKAZ SYMBOLI
93	91. WYKAZ SYMBOLI
94	92. WYKAZ SYMBOLI
95	93. WYKAZ SYMBOLI
96	94. WYKAZ SYMBOLI
97	95. WYKAZ SYMBOLI
98	96. WYKAZ SYMBOLI
99	97. WYKAZ SYMBOLI
100	98. WYKAZ SYMBOLI

1. WSTĘP

Opracowanie elektronicznych maszyn matematycznych i ich produkcja jest zadaniem trudnym i kosztownym. Wymaga ono wielkiego wkładu pracy wysoko kwalifikowanej kadry specjalistów oraz złożonej aparatury niezbędnej do prowadzenia badań naukowych oraz do oprzyrządowania produkcji. Opracowanie programów dla wyprodukowanych maszyn wymaga również znacznego wysiłku zarówno od konstruktorów jak i użytkowników maszyn.

Aby problem ten rozwiązać możliwie ekonomicznie, opracowano w Instytucie Maszyn Matematycznych koncepcję rodziny maszyn ZAM, która składa się z pięciu typów maszyn o różnym przeznaczeniu, lecz opartych na tych samych standartowych podzespołach technicznych oraz posiadających jednolity system programowania. W ten sposób starano się zrealizować ideę wspólnych nakładów dla rozwiązania kilku zadań.

Pramodelem rodziny ZAM jest mała maszyna lampowa ZAM-2, wyprodukowana w ilości dwunastu egzemplarzy przez Instytut Maszyn Matematycznych. Maszyna ta zaopatrzona jest w system automatycznego kodowania SAKO. Produkcja, instalowanie u użytkowników i eksploatacja tych maszyn przyniosła Instytutowi bogate doświadczenie. W międzyczasie opracowano w Instytucie wiele nowych rozwiązań technicznych, jak nowoczesna technika tranzystorowa, pamięci ferrytowe, bębnowe i taśmowe, elektronika urządzeń wejścia i wyjścia oraz

wiele innych. Rozpoczęte zostały pierwsze w kraju prace w dziedzinie przetwarzania danych, na razie jeszcze przy wykorzystaniu maszyn ZAM-2, które jednak przyniosły szereg ważnych doświadczeń. Opracowane zostały również projekty nowych języków automatycznego programowania, przeznaczonych zarówno do obliczeń numerycznych jak i do przetwarzania danych. Dzięki połączeniu doświadczeń i wysiłków kadry naukowej, technicznej i wykonawczej Instytutu stało się obecnie możliwe zaprojektowanie całej rodziny maszyn ZAM, spełniającej, jak się wydaje, najważniejsze postulaty wymogów ekonomicznych i rozwoju perspektywicznego, jakie można postawić maszynom krajowym.

Przy opracowaniu maszyn ZAM wykorzystano też szereg rozwiązań konstrukcyjnych Wrocławskich Zakładów Elektronicznych "Elwro", które przewidziane są jako podstawowy producent tych maszyn.

2. ZASTOSOWANIA MASZYN RODZINY ZAM

Maszyny matematyczne rodziny ZAM odznaczają się bardzo dużą uniwersalnością zastosowań. Przykłady takich zastosowań są następujące:

Przetwarzanie Danych:

- Planowanie produkcji zmierzające do możliwie efektywnego wykorzystania parku maszynowego, operatywna kontrola i korekta tego planu, rejestracja kosztów z rozbiciem na poszczególne zamówienia.
- Planowanie zaopatrzenia, ewidencja materiałowa, automatyczne drukowanie zamówień.
- Sporządzanie list wypłat.
- Księgowość bankowa, ubezpieczeniowa, budżetowa; analizy i statystyka ekonomiczna.
- Prowadzenie dużych i złożonych ewidencji.

Obliczenia Naukowe i Techniczne:

- Odwracanie macierzy wysokiego rzędu.
- Całkowanie równań różniczkowych zwyczajnych i cząstkowych.
- Modelowanie systemów przy użyciu metod statystycznych.
- Obliczenia geodezyjne.

Sterowanie Procesami w czasie realnym:

- Centralna rejestracja i redukcja danych.
- Sterowanie procesami chemicznymi lub metalurgicznymi.
- Automatyczna dyspozycja mocy w systemach energetycznych.
- Automatyczna nawigacja.

Maszyny rodziny ZAM mogą współpracować wzajemnie ze sobą, ewentualnie za pośrednictwem torów transmisji danych.

3. TYPY MASZYN ZAM

Rozróżniamy pięć następujących modeli maszyn rodziny ZAM:

ZAM 51 Najpełniej rozbudowany model maszyny o następujących właściwościach technicznych:

- **A u t o m a t y c z n e** przesyłanie bloku słów pomiędzy pamięcią ferrytową a urządzeniami wejścia i wyjścia lub pamięciami pomocniczymi, na przykład pamięcią na taśmach magnetycznych. W czasie tego przesyłania centralna część maszyny może jednocześnie wykonywać obliczenia.
- Operacje arytmetyczne zmiennoprzecinkowe wykonywane są automatycznie za pomocą rozkazów **w b u d o w a n y c h** o bardzo dużej szybkości działania.

Maszyny ZAM 51 są to maszyny **d u ż y c h** rozmiarów o wysokiej sprawności działania zarówno w obliczeniach naukowych i technicznych, jak i w przetwarzaniu masowych danych, występujących na przykład przy automatyzacji czynności zarządzania. Maszyny ZAM 51 są szczególnie przydatne w centralnych ośrodkach obliczeniowych, obsługujących jednocześnie instytuty naukowo-badawcze oraz wszelkiego typu instytucje gospodarcze.

ZAM 41 Model o następujących właściwościach technicznych:

- **A u t o m a t y c z n e** przesyłanie bloku słów pomiędzy pamięcią ferrytową a urządzeniami wejścia i wyjścia lub pamięciami pomocniczymi, podobnie jak w maszynie ZAM 51.
- Operacje arytmetyczne zmiennoprzecinkowe wykonywane są automatycznie przy pomocy rozkazów **p r o g r a m o w a n y c h**, które są powolniejsze od rozkazów wbudowanych lecz za to pozwalają na znacznie oszczędniejsze rozwiązanie arytmometru maszyny.

Maszyny ZAM 41 są to maszyny ś r e d n i c h rozmiarów, przeznaczone w szczególności dla ośrodków obliczeniowych, nastawionych na przetwarzanie m a s o w y c h d a n y c h.

ZAM 31 Model o następujących właściwościach technicznych:

- P r o g r a m o w e przesyłanie bloku słów pomiędzy pamięcią ferrytową a urządzeniami wejścia i wyjścia. System ten jest powolniejszy od przesyłania automatycznego, lecz pozwala na znaczne oszczędności środków technicznych.
- Operacje arytmetyczne zmiennoprzecinkowe wykonywane są automatycznie za pomocą rozkazów w b u d o w a n y c h.

Maszyny ZAM 31 są to maszyny ś r e d n i c h rozmiarów przeznaczone w szczególności dla ośrodków obliczeniowych, nastawionych na obliczenia n a u k o w e i t e c h n i c z n e.

ZAM 21 Model o następujących właściwościach:

- P r o g r a m o w e przesyłanie bloku słów pomiędzy pamięcią ferrytową a urządzeniami wejścia i wyjścia.
- Operacje zmiennoprzecinkowe wykonywane są automatycznie za pomocą rozkazów p r o g r a m o w a n y c h.

Maszyny ZAM 21 są to maszyny m a ł y c h rozmiarów lecz o uniwersalnym przeznaczeniu. Dość duże możliwości ZAM 21 w zakresie obliczeń naukowych i technicznych mogą zaspokoić potrzeby wielu instytutów i biur konstrukcyjnych. Bardzo duża szybkość działania na słowach 24-bitowych czyni je szczególnie przydatnymi do zagadnień sterowania, wymagających dużej szybkości działania.

ZAM 11 Model o najdalej idącej ekonomii wykonania. Większość operacji w tych maszynach wykonywana jest jako rozkazy p r o g r a m o w a n e. Maszyny ZAM 11 mogą być sto-

sowane do obliczeń naukowych i technicznych oraz do zagadnień a u t o m a t y k i, na przykład do sterowania procesami technologicznymi.

4. MODUŁOWA KONSTRUKCJA MASZYN RODZINY ZAM

Wszystkie maszyny rodziny ZAM posiadają wysoce elastyczną strukturę, pozwalającą na dobieranie różnych zestawów modułów w zależności od jej przeznaczenia.

Przykładowo, na rysunku 1 przedstawiony jest mały zestaw maszyny ZAM 21 przeznaczony do obliczeń n a u k o w o - t e c h n i c z n y c h.

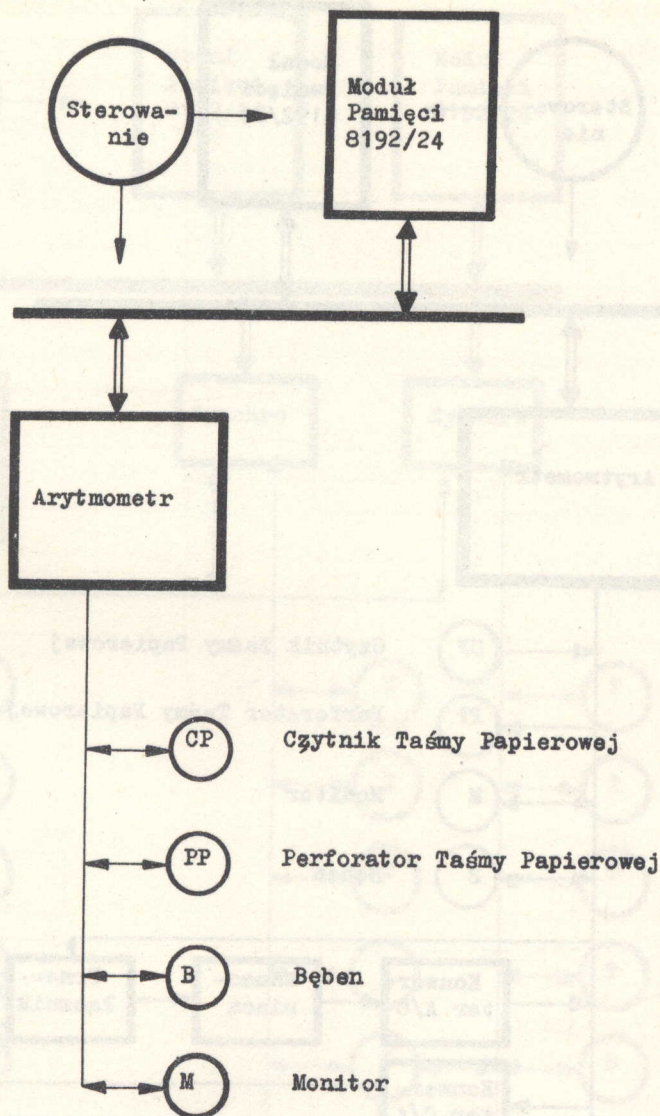
Jeśli powyższy zestaw ma służyć ponadto do sterowania obiektem przemysłowym, to dołączamy do niego przykładowo:

- Kanał Wejścia Cyfrowego.
- Kanał Wyjścia Cyfrowego.
- Kanał Wejścia Analogowego zawierający przełącznik wybierający jeden z 200 punktów pomiarowych, wzmacniacz sygnałów wejściowych oraz konwerter napięciowy analogowo-cyfrowy o dokładności 0,1%.
- Kanał Wyjścia Analogowego zawierający konwerter cyfrowo-analogowy, przekształcający informacje cyfrowe na napięcie stałe, sterujące przebiegiem procesu.
- Zegar elektronowy, pozwalający maszynie na odmierzanie czasu.

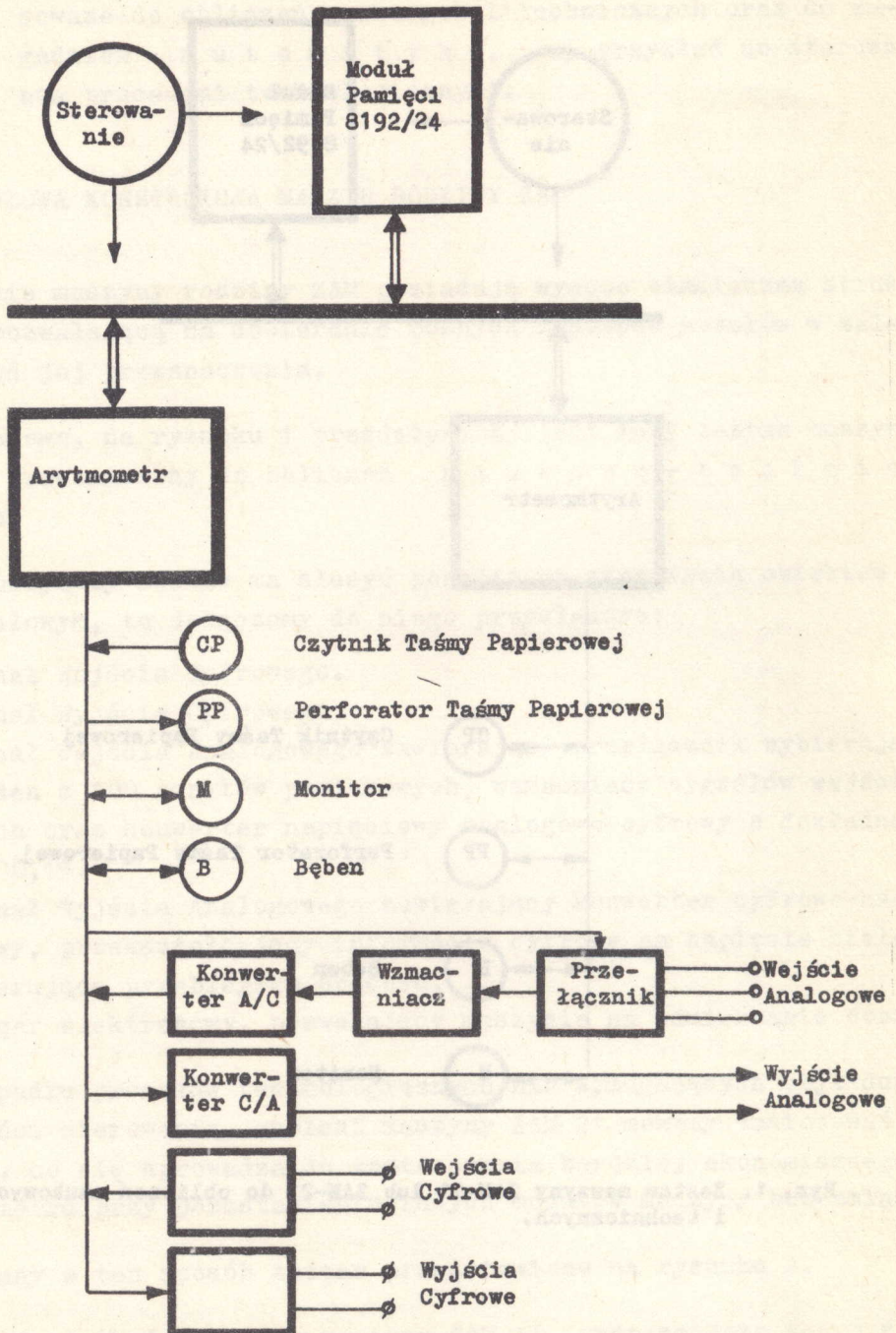
W przypadku procesów technologicznych nie wymagających zbyt dużej szybkości sterowania, zamiast maszyny ZAM 21 możemy zastosować ZAM 11, co się sprowadza do zastosowania bardziej ekonomicznego arytmometru przy pozostawieniu innych modułów maszyny bez zmiany.

Otrzymany w ten sposób zestaw przedstawiono na rysunku 2.

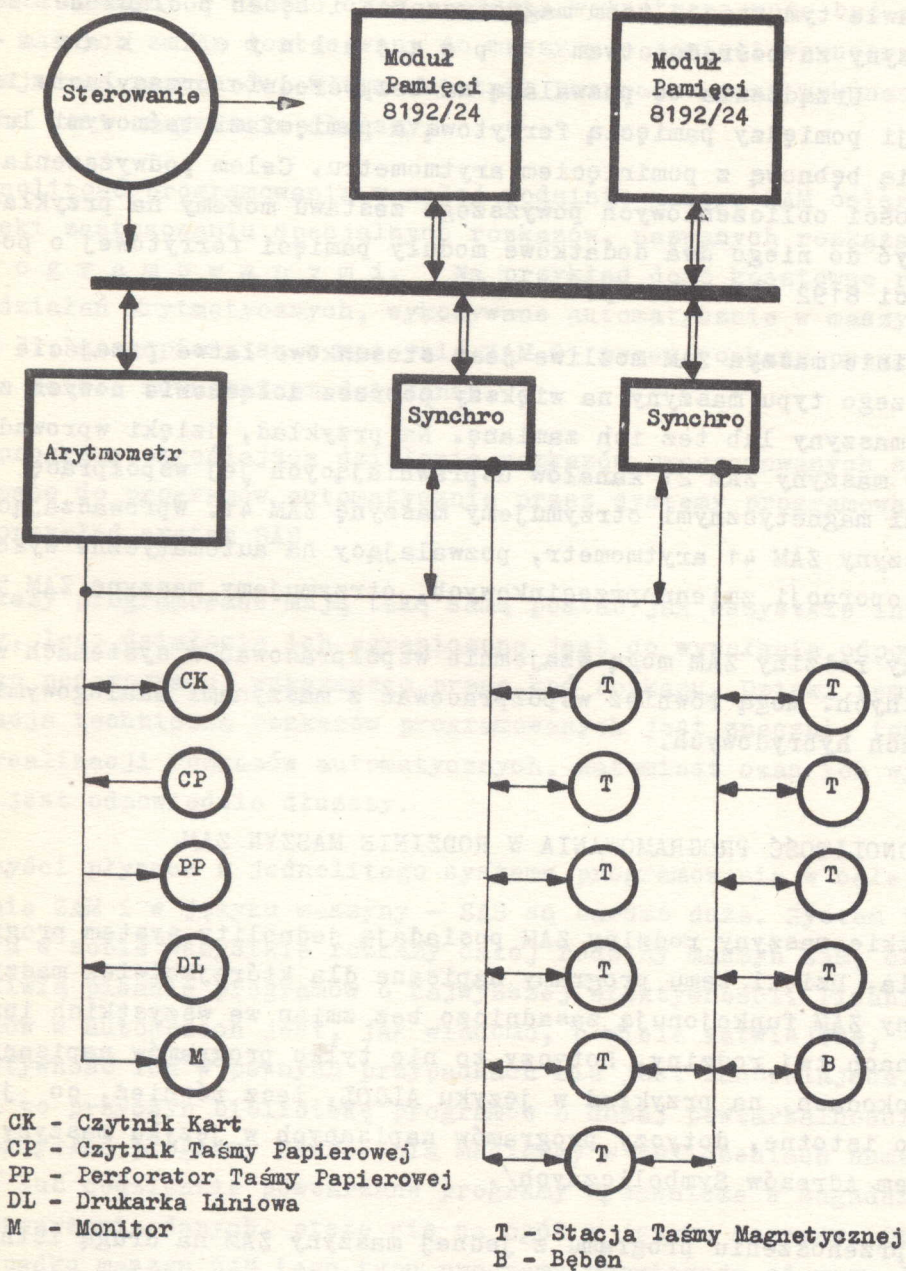
Średniej wielkości zestaw maszyny ZAM 41, przeznaczony do p r z e t w a r z a n i a d a n y c h, przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 1. Zestaw maszyny ZAM-11 lub ZAM-21 do obliczeń naukowych i technicznych.



Rys. 2. Zestaw maszyny ZAM-11 lub ZAM-21 do sterowania procesem przemysłowym.



Rys. 3. Zestaw maszyny ZAM-41 do przetwarzania danych.

W zestawie tym stacje taśm magnetycznych i bęben podłączone są do maszyny za pośrednictwem specjalnych kanałów. Urządzenia te pozwalają na bezpośrednie przesyłanie informacji pomiędzy pamięcią ferrytową a pamięciami taśmowymi lub pamięcią bębnową z pominięciem arytmometru. Celem podwyższenia możliwości obliczeniowych powyższego zestawu możemy na przykład dołączyć do niego dwa dodatkowe moduły pamięci ferrytowej o pojemności 8192 słowa każdy.

W rodzinie maszyn ZAM możliwe jest stosunkowo łatwe przejście z mniejszego typu maszyny na większy poprzez dołączenie nowych zespołów maszyny lub też ich zamianę. Na przykład, dzięki wprowadzeniu do maszyny ZAM 21 kanałów usprawniających jej współpracę z taśmami magnetycznymi otrzymujemy maszynę ZAM 41. Wprowadzając do maszyny ZAM 41 arytmometr, pozwalający na automatyczne wykonywanie operacji zmiennoprzecinkowych, otrzymujemy maszynę ZAM 51.

Maszyny rodziny ZAM mogą wzajemnie współpracować w systemach wielokrotnych. Mogą również współpracować z maszynami analogowymi w układach hybrydowych.

5. JEDNOLITOŚĆ PROGRAMOWANIA W RODZINIE MASZYN ZAM

Wszystkie maszyny rodziny ZAM posiadają jednolity system programowania. Dzięki temu programy napisane dla którejkolwiek maszyny rodziny ZAM funkcjonują zasadniczo bez zmian we wszystkich innych maszynach tej rodziny. Dotyczy to nie tylko programów napisanych w autokodach, na przykład w języku ALGOL, lecz również, co jest bardzo istotne, dotyczy programów napisanych w języku maszyny SAS /System Adresów Symbolicznych/.

Przy przenoszeniu programu z jednej maszyny ZAM na drugą istnieje zastrzeżenie, aby maszyna wykonująca program posiadała wyposażenie zewnętrzne przewidziane w programie, na przykład odpowiednią ilość stacji taśm magnetycznych. Natomiast zastosowana w maszynach ZAM automatyczna segmentacja programów sprawia, że program napisa-

ny dla maszyny z bardzo dużą pamięcią wewnętrzną może być często bez żadnych zmian dostosowany do maszyny o pamięci wewnętrznej mniejszych rozmiarów. W tym ostatnim przypadku czas wykonania programu jest oczywiście dłuższy.

Jednolitość programowania w całej rodzinie maszyn ZAM osiągnięto dzięki zastosowaniu specjalnych rozkazów, nazwanych rozkazami programowanymi. Na przykład dość kosztowne rozkazy działań arytmetycznych, wykonywane automatycznie w maszynie ZAM 31, zastąpione są w maszynie ZAM 21 przez rozkazy programowane o ściśle równoważnym działaniu.

Podprogramy określające działanie rozkazów programowanych są dołączane do programów automatycznie przez systemy programowania, na przykład system SAS.

Rozkazy programowane mają taką samą postać jak wszystkie inne rozkazy, lecz działanie ich ograniczone jest do wywołania odpowiedniego podprogramu, wskazanego przez kod rozkazu. Dzięki temu realizacja techniczna rozkazów programowanych jest znacznie tańsza od realizacji rozkazów automatycznych, natomiast czas ich wykonania jest odpowiednio dłuższy.

Korzyści płynące z jednolitego systemu programowania w całej rodzinie ZAM i w języku maszyny - SAS są bardzo duże. System ten zawiera w sobie wszystkie rozkazy całej rodziny maszyn ZAM, co umożliwia pisanie programów o najwyższej efektywności. Pisanie programów w autokodach jest, jak wiadomo, o wiele łatwiejsze, lecz efektywność ich w pewnych przypadkach nie jest zadowalająca. Z tych to przyczyn bibliotekę programów o dużej powtarzalności, jak na przykład programy odwracania macierzy w obliczeniach numerycznych lub codziennie powtarzane programy wydawnicze w zagadnieniach przetwarzania danych, pisze się na ogół w języku maszyny. Otóż w przypadku maszyn ZAM tego typu programy obowiązują od razu dla całej rodziny, a nie tylko dla poszczególnych jej typów.

W języku maszyny pisanych jest również wiele Programów Wyspecjalizowanych, translatorów dla autokodów oraz programów dla Systemów

Operacyjnych. Są to często programy bardzo trudne do opracowania, zawierające po kilkanaście lub kilkadziesiąt tysięcy rozkazów. I tu również jednolitość programowania w systemie SAS daje możliwość wykorzystania raz napisanych programów jednocześnie dla całej rodziny ZAM.

Jednolitość programowania całej rodziny różnego typu maszyn posiada w wielu konkretnych sytuacjach ogromne znaczenie. Rozpatrzmy dwa przykłady.

Rozwój ośrodka obliczeniowego w ramach jednego przedsiębiorstwa.

Założmy, że pewne przedsiębiorstwo organizuje ośrodek obliczeniowy, dla którego zakupuje stosunkowo niedrogą maszynę ZAM 21. Po pewnym okresie eksploatacji i po wyszkoleniu personelu, kierownictwo przedsiębiorstwa może uznać, że wydajność tej maszyny jest już niewystarczająca. Zamiana maszyny ZAM 21 na maszynę o innym systemie programowania spowodowałaby potrzebę tworzenia nowej biblioteki programów w języku maszyny oraz odpowiedniego przekwalifikowania programistów pracujących przy maszynie. Natomiast przy przejściu z maszyny ZAM 21 do maszyny ZAM 41 lub ZAM 51, wszystkie napisane dotychczas programy mogą być praktycznie bez żadnych zmian używane na nowej maszynie. Jednolitość rozwiązań technicznych wszystkich maszyn rodziny ZAM powoduje, że również personel konserwacyjno-techniczny maszyny musi być tylko w nieznacznym stopniu doszkolony.

Współpraca ośrodków obliczeniowych jednej organizacji.

Założmy, że duża organizacja lub duże przedsiębiorstwo planuje sieć ośrodków, z których jeden przewidziany jest jako centralny i powinien być zaopatrzone w dużą maszynę o wysokiej wydajności, natomiast inne ośrodki mogą być zaopatrzone w maszyny mniejsze, lecz za to stosunkowo niedrogie. Zakłada się przy tym stałą współpracę pomiędzy tymi ośrodkami ewentualnie przy zastosowaniu automatycznej transmisji danych.

Przykładowe rozwiązanie takiej sieci ośrodków przedstawione jest na rysunku 4. Ośrodek centralny wyposażony jest w maszynę ZAM 51 - w przypadku potrzeby znacznej ilości obliczeń numerycznych, lub w ZAM 41 - w przypadku nastawienia się w zasadzie na przetwarzanie danych. Ośrodki terenowe zaopatrzone są w stosunkowo niedrogie maszyny ZAM 21, w szczególnych przypadkach w maszyny ZAM 11.

Zasadniczym warunkiem do uzyskania sprawnej współpracy pomiędzy ośrodkami takiej sieci jest zapewnienie wymienności opracowywanych programów i podprogramów, napisanych zarówno w autokodach jak i w języku maszyny. Stosowanie w sieci ośrodków maszyn rodziny ZAM całkowicie zabezpiecza tę sprawę. Na przykład programy opracowane i uruchomione w ośrodku terenowym na maszynie ZAM 21 mogą być używane w maszynie ZAM 41 znajdującej się w ośrodku centralnym i odwrotnie - programy napisane w ośrodku centralnym mogą być używane bez zmian w ośrodkach terenowych.

Jednolitość rozwiązań technicznych maszyn rodziny ZAM upraszcza również rozwiązanie centralnego serwisu technicznego w całej sieci ośrodków obliczeniowych.

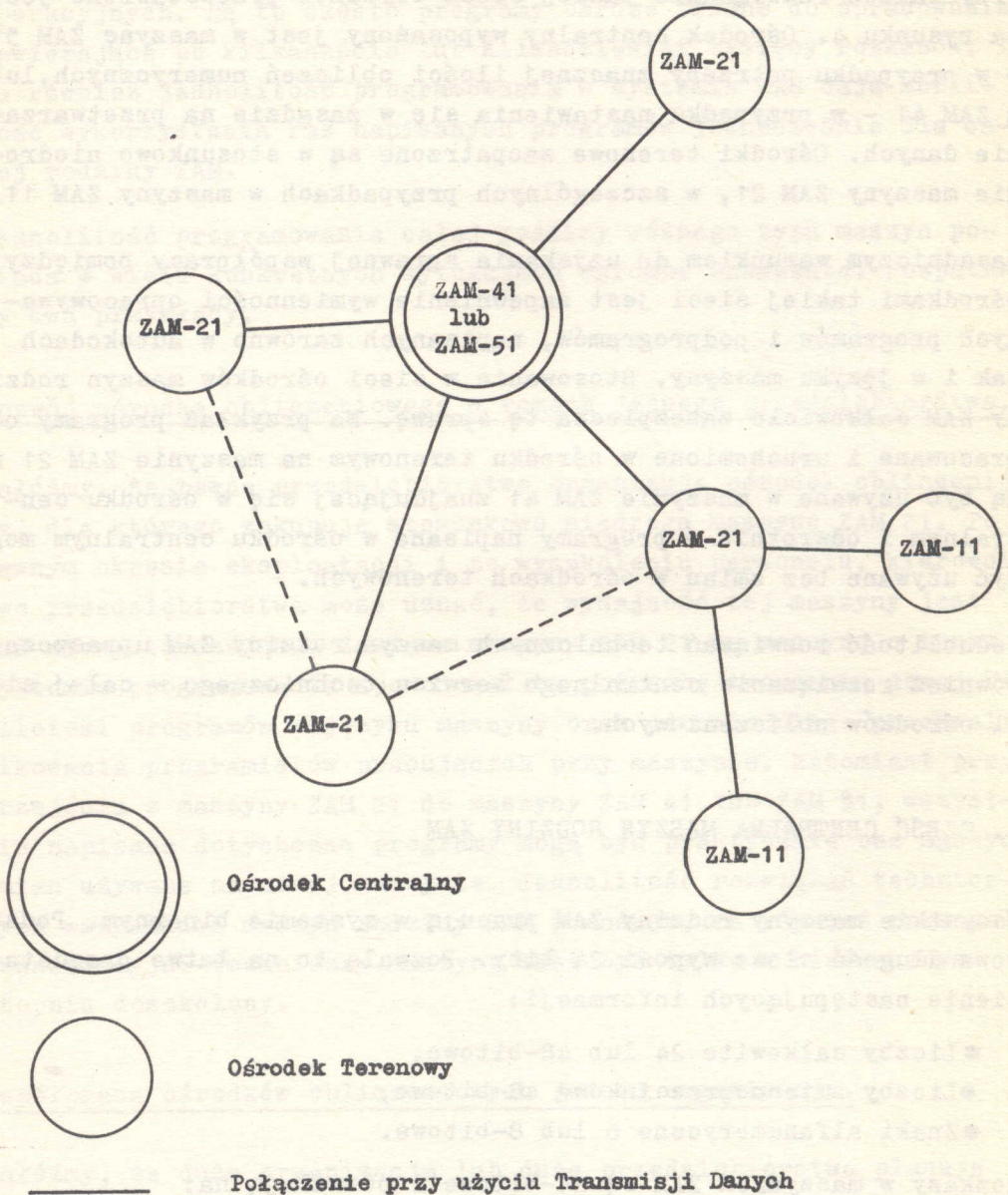
6. CZĘŚĆ CENTRALNA MASZYN RODZINY ZAM

Wszystkie maszyny rodziny ZAM pracują w systemie binarnym. Podstawowa długość słowa wynosi 24 bity. Pozwala to na łatwe przedstawienie następujących informacji:

- Liczby całkowite 24 lub 48-bitowe,
- Liczby zmiennoprzecinkowe 48-bitowe,
- Znaki alfanumeryczne 6 lub 8-bitowe.

Rozkazy w maszynach ZAM są 24-bitowe i pozwalają na:

- Wyróżnienie przeszło 80 różnych rozkazów.
- Tworzenie adresów efektywnych przez:
 - Pośrednie adresowanie (bit P)
 - Modyfikację przy pomocy rejestrów indeksów (bit B)



Rys. 4. Przykład sieci ośrodków obliczeniowych należących do jednej organizacji.

- Bezpośrednie adresowanie do 32 768 słów

- Efektywne adresowanie do 262 144 słów

Postać powyższych informacji w maszynach ZAM przedstawiona jest na rys. 5.

Pamięć ferrytowa w maszynach ZAM składana jest z bloków standardowych zawierających 4096 lub 8192 słów. Maksymalna pojemność pamięci ferrytowej przy normalnym wykonaniu maszyn ZAM wynosi 32 768 słów, a przy wykonaniu specjalnym - 262 144 słów.

Maszyny ZAM 21 do ZAM 51 posiadają specjalne układy ułatwiające wykonywanie kilku niezależnych programów jednocześnie. Układy te zapewniają również pełne zabezpieczenie przed wzajemną interferencją wykonywanych jednocześnie programów.

W każdej maszynie rodziny ZAM znajduje się 16 tak zwanych r o z k a z ó w p r o g r a m o w a n y c h, których znaczenie może być określone przez dowolny podprogram. Liczba ta nie obejmuje rozkazów programowanych zastępujących rozkazy wbudowane, na przykład rozkazy zmiennoprzecinkowe.

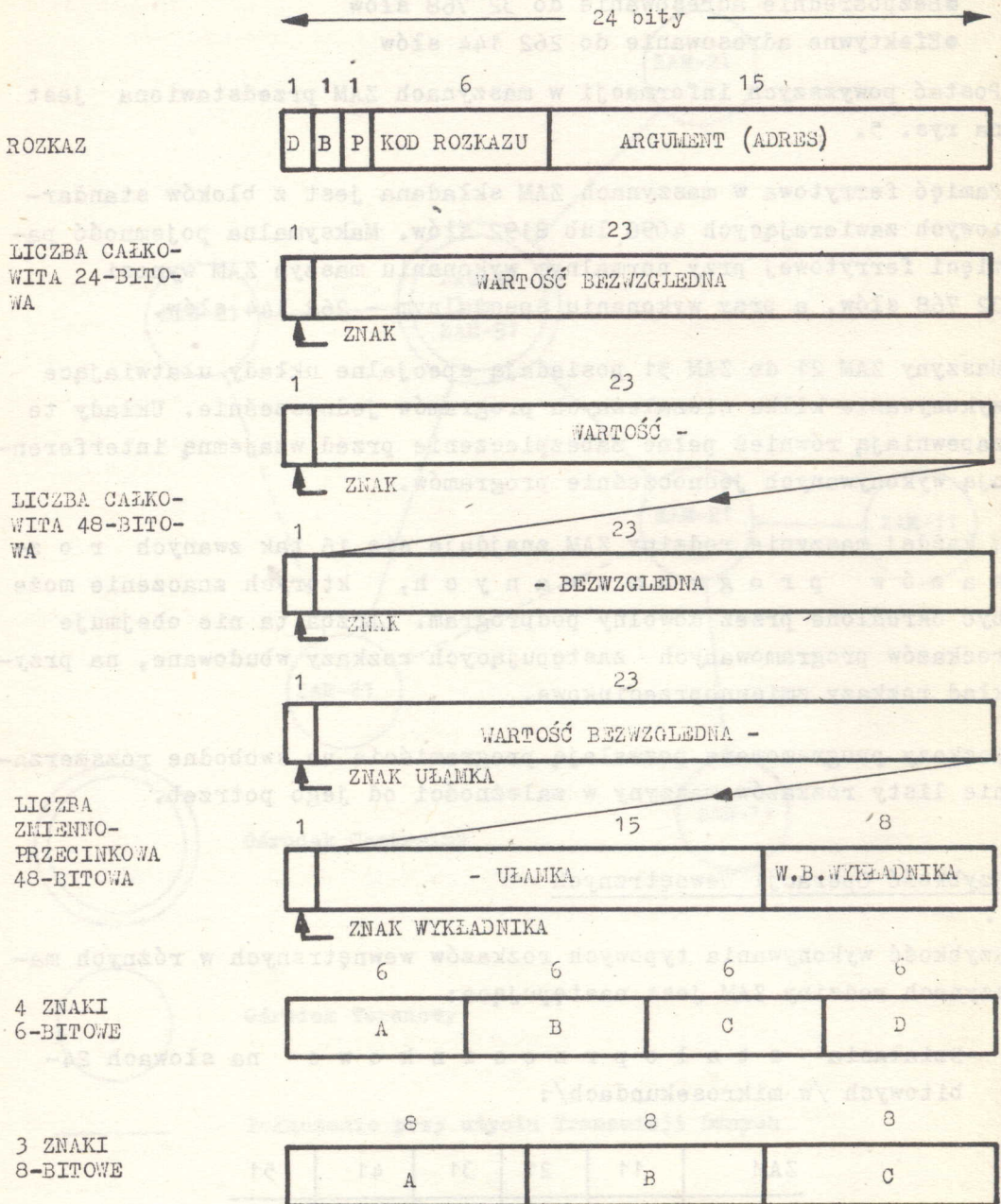
Rozkazy programowane pozwalają programiście na swobodne rozszerzanie listy rozkazów maszyny w zależności od jego potrzeb.

Szybkość Operacji Wewnętrznych

Szybkość wykonywania typowych rozkazów wewnętrznych w różnych maszynach rodziny ZAM jest następująca:

Działania s t a ł o p r z e c i n k o w e na słowach 24-bitowych /w mikrosekundach/:

ZAM	11	21	31	41	51
Dodaj	200	20	20	20	20
Mnóż	750	130	130	130	130



Rys. 5. Postać informacji w maszynach rodziny ZAM.

Działania zmiennoprzecinkowe przy wykładniku 9 bitów i ułamku 39 bitów /w mikrosekundach/:

ZAM	11	21	31	41	51
Dodaj	2000	450	80	450	80
Mnóż	3000	850	240	850	240

W maszynach ZAM 11, 21 i 41 celowe jest często stosowanie liczb zmiennoprzecinkowych, w których wykładnik posiada 9 bitów a ułamek 24 bity. Czas wykonania działań na tego rodzaju liczbach wynosi /w mikrosekundach/:

ZAM	11	21	41
Dodaj	800	350	350
Pomnóż	1200	500	500

Czas potrzebny na rozwiązanie układu 30 równań algebraicznych liniowych o 30 niewiadomych dla poszczególnych maszyn rodziny ZAM wynosi /w sekundach/:

ZAM	11	21	31	41	51
Ułamek 24 bity	90	20	-	20	-
Ułamek 39 bitów	150	30	8	30	8

W maszynach ZAM możliwe jest również stosowanie rozkazów programowanych na liczbach zmiennoprzecinkowych, w których wykładnik wynosi 9 bitów, a ułamek - 63 bity.

Przy rozwiązywaniu problemów przetwarzania danych większość wykonywanych rozkazów trwa niewiele ponad 20 mikrosekund. W wypadku tym szybkość pracy centralnej części maszyny, począwszy od ZAM 21, wynosi około 40 000 operacji na sekundę.

7. SYSTEM WEJŚCIA I WYJŚCIA

Wszystkie maszyny ZAM posiadają jednolity i wysoce uniwersalny system współpracy z urządzeniami wejścia i wyjścia. Dowolne z tych urządzeń może być podłączone do Arytmometru lub dowolnego Kanału za pośrednictwem takiej samej standartowej S z y n y W e j ś c i a - W y j ś c i a współpracującej z arytmometrem lub jednym z kanałów. Szyna ta zawiera ustaloną ilość przewodów służących do przesyłania danych, informacji sterujących oraz sygnałów przerwania programu. Wszystkie urządzenia wejścia i wyjścia są więc wykonywane standartowo, niezależnie od typu maszyny z jaką będą współpracować oraz sposobu ich współpracy z maszyną.

System współpracy z urządzeniami wejścia i wyjścia oparty jest w maszynach ZAM na zasadzie p o d z i a ł u c z a s u jednostki centralnej. Ponadto, dzięki dużej szybkości operacji wewnętrznych, wiele funkcji wykonywanych w innych maszynach przez urządzenia elektroniczne spełniają w maszynach ZAM odpowiednie p o d p r o g r a m y. Przyjęty system zapewnia w szczególności:

- Jednoczesność pracy wielu urządzeń wejścia i wyjścia w ramach jednego programu.
- Łatwość dołączenia do maszyny urządzeń wejścia lub wyjścia dowolnego typu.
- Dowolność przyjętego kodu zapisu informacji na nośnikach zewnętrznych, jak na przykład kartach perforowanych lub taśmie papierowej.

Każde urządzenie wejścia i wyjścia buforowane jest przez odpowiednie pole, znajdujące się w centralnej pamięci ferrytowej. Wielkość i położenie tego pola ustalone są programowo. Przesyłanie bloku informacji pomiędzy polem buforowym a urządzeniem wejścia i wyjścia może przebiegać w następujący sposób:

- P r o g r a m o w e przesyłanie bloku słów za pośrednictwem arytmometru. System ten używany jest przy powolniejszych urządzeniach wejścia i wyjścia, na przykład czytniku taśmy papierowej. Maksymalna szybkość przesyłania informacji w tym syste-

mie wynosi 12 000 znaków na sekundę w maszynach ZAM 11 i 30 000 znaków na sekundę w pozostałych maszynach.

- **A u t o m a t y c z n e** przesyłanie bloku słów za pośrednictwem kanałów, pozwalające na bardzo szybką współpracę maszyny z pamięciami masowymi, na przykład taśmami magnetycznymi. Maksymalna szybkość przesyłania informacji w tym systemie wynosi dla wszystkich maszyn ZAM 200 000 znaków na sekundę. Do każdej maszyny ZAM można dołączyć do sześciu kanałów.

W każdej maszynie ZAM zawarty jest system wielopriorytetowego przerywania programu o następujących możliwościach:

- Praktycznie dowolna ilość możliwych przyczyn przzerwania programu,
- Oddzielny priorytet dla każdej przyczyny,
- Programowe włączenie lub blokada przzerwania programu.

Do każdej maszyny rodziny ZAM dołączony może być zegar, pozwalający na sterowanie urządzeniami zewnętrznymi maszyny według zadanego z góry harmonogramu czasowego.

Standartowe Urządzenia Wejścia i Wyjścia

Do każdej maszyny rodziny ZAM może być dołączona praktycznie nieograniczona ilość urządzeń wejścia lub wyjścia dowolnego typu.

W najbliższym okresie przewiduje się wyposażenie maszyn ZAM w następujące urządzenia:

- Czytnik Taśmy Papierowej 5, 7 lub 8 ścieżkowej o szybkości czytania 300 lub 1000 znaków na sekundę.
- Perforator Taśmy Papierowej 5, 7 lub 8 ścieżkowej o szybkości dziurkowania 150 znaków na sekundę.
- Elektryczna Maszyna do Pisania o szybkości 10 znaków na sekundę.
- Drukarka Wierszowa 120 kolumnowa o szybkości drukowania 600 linii na minutę.
- Czytnik Kart z odczytem kolumnowym o szybkości czytania 400 - 600 lub 900 kart na minutę.

- Czytnik Kart z odczytem wierszowym o szybkości czytania do 900 kart na minutę.
- Perforator Kart o szybkości perforowania 100 kart na minutę.
- Bęben Magnetyczny o następujących danych:
 - Pojemność jednego bębna 131 072 lub 524 288 znaków.
 - Kontrola poprawności zapisu przez badanie parzystości.
 - Szybkość obrotów bębna 1500/sek
 - Do jednego kanału lub synchronizatora może być dołączonych osiem bębnow.
- Stacje Taśm Magnetycznych o następujących właściwościach:
 - Zgodność z proponowanym standardem ISO:
 - Szerokość taśmy 1/2 cala
 - Osiem ścieżek informacyjnych oraz jedna kontrolna.
 - Poprzeczna i podłużna kontrola parzystości.
 - Szybkość pisania i czytania 24 000 znaków 8-bitowych na sekundę.
 - Kontrola poprawności zapisu przez podwójny układ głowic.
- Kanały Automatyki łączące maszynę z obiektem sterowanym.

8. PODZIAŁ CZASU I WIELOPROGRAMOWOŚĆ W MASZYNACH ZAM

Maszyny rodziny ZAM, podobnie jak wiele innych współczesnych maszyn matematycznych, składają się z jednej bardzo szybkiej elektronicznej części centralnej /arytmometr, sterowanie i pamięć ferrytowa/ oraz z wielu stosunkowo powolnych mechanicznych urządzeń wejścia i wyjścia, takich jak czytniki, perforatory, drukarki lub taśmy magnetyczne. A więc w przypadku, kiedy maszyna współpracuje z jednym tylko takim urządzeniem, możliwości części centralnej są wykorzystane w niewielkim tylko stopniu.

Organizacja maszyn rodziny ZAM pozwala na to, aby w ramach jednego programu mogło pracować kilka urządzeń wejścia i wyjścia j e-

d n o c z e ś n i e. Uzyskuje się to przez p o d z i a ł c z a s u /Time Sharing/ części centralnej maszyny, która jest dostatecznie szybka, aby obsłużyć kilka takich urządzeń, nawet w przypadku pełnej szybkości ich działania.

Rozpatrzmy przykładowo czynność czytania przez maszynę danych zapisanych na taśmie papierowej. Przy szybkości pracy czytnika równej 300 znaków na sekundę jeden znak pojawia się średnio co 3,3 milisekundy. Na przeczytanie jednego znaku i umieszczenie go w odpowiednim miejscu pamięci ferrytowej część centralna maszyny ZAM 41 zużywa 0,2 milisekundy. Wynika z tego, że czynność odczytania danych z taśmy papierowej i umieszczenie ich w pamięci ferrytowej zabiera części centralnej średnio tylko 6% czasu.

Załóżmy, że czynność kontroli i przeliczenia danych przeczytanych z taśmy papierowej zajmuje 20% czasu części centralnej maszyny, a czynność zapisania przeliczonych wyników na taśmie magnetycznej wymaga 4% jej czasu. Wobec tego cały program przepisania danych z taśmy papierowej na taśmę magnetyczną łącznie z przeliczeniem wymaga tylko 30% czasu części centralnej maszyny. Ponadto, tego rodzaju program zajmuje na ogół tylko niewielką część pamięci ferrytowej maszyny.

Jak wynika z powyższego przykładu, często jeden program nie jest w stanie wykorzystać pełnych możliwości maszyny. Dlatego też organizacja maszyn matematycznych rodziny ZAM została tak pomyślana, aby umożliwić wykonywanie k i l k u programów j e d n o - c z e ś n i e. Podnosi to na ogół bardzo znacznie wydajność całego zestawu maszyny dzięki lepszemu wykorzystaniu szybkości jej części centralnej oraz zmniejszeniu przestojów urządzeń wejścia i wyjścia.

Wieloprogramowość maszyn rodziny ZAM została osiągnięta przy użyciu niewielkich dodatkowych układów elektronicznych, dołączonych do układów sterowania maszyną. Większość funkcji związanych z wieloprogramowością spełnia specjalny program, zwany DRYGENTEM, umieszczony na stałe w pamięci ferrytowej maszyny. Maksymalna ilość

jednocześnie wykonywanych programów, zwanych często PROGRAMAMI NORMALNYMI, zależy jedynie od struktury DRYGENTA i może być każdorazowo dostosowywana do przyjętego zastosowania maszyny. W praktyce ilość ta prawie nigdy nie przekracza pięciu.

Przykładowo, maszyna ZAM 41, pracująca w zestawie przedstawionym na rysunku 4, może jednocześnie wykonywać następujące programy:

A. Program czytania z kart perforowanych, przeliczania tych danych do postaci wewnętrznej w maszynie, następnie zapisywania ich na taśmie magnetycznej. Program ten wykorzystuje:

- Czytnik Kart o szybkości czytania 400 kart na minutę,
- jedną Stację Taśmy Magnetycznej
- 1500 słów z Pamięci Ferrytowej.

Przyjmując, że na każdej karcie wydziurkowanych jest przeciętnie po 60 kolumn i czytnik kart pracuje z pełną szybkością, program ten zajmie około 30% czasu centralnej części maszyny.

B. Program czytania danych z taśmy magnetycznej, przetwarzania ich do odpowiedniej postaci wydawniczej, następnie pisanie na drukarce wierszowej. Program ten wykorzystuje:

- jedną Stację Taśmy Magnetycznej,
- Drukarkę o szybkości pisania 600 wierszy 120-kolumnowych na minutę
- 2000 słów Pamięci Ferrytowej.

Przyjmując, że w każdym wierszu zapisujemy przeciętnie 20 znaków alfanumerycznych i 30 cyfr dziesiętnych oraz że drukarka pracuje z pełną szybkością, program ten zajmuje około 30% czasu części centralnej maszyny.

C. Program aktualizacji ewidencji. Polega on na przejrzeniu Ewidencji Pierwotnej, zapisanej na taśmach magnetycznych i utworzeniu Ewidencji Aktualnej, którą zapisujemy na nowych taśmach. Ewidencja Aktualna powstaje z Ewidencji Pierwotnej przez wprowadzenie do niej zmian zgodnie z Wykazem Zaszłości, zapisanym

na oddzielnych taśmach magnetycznych. Jednocześnie utworzona zostaje taśma Sprawozdań, zawierająca informacje związane z aktualizacją poszczególnych pozycji Ewidencji Pierwotnej. Przyjmujemy, że program ten zajmuje:

- cztery Stacje Taśmy Magnetycznej o maksymalnej szybkości czytania i pisania 24 000 znaków 8-bitowych na sekundę,
- 6000 słów Pamięci Ferrytowej.

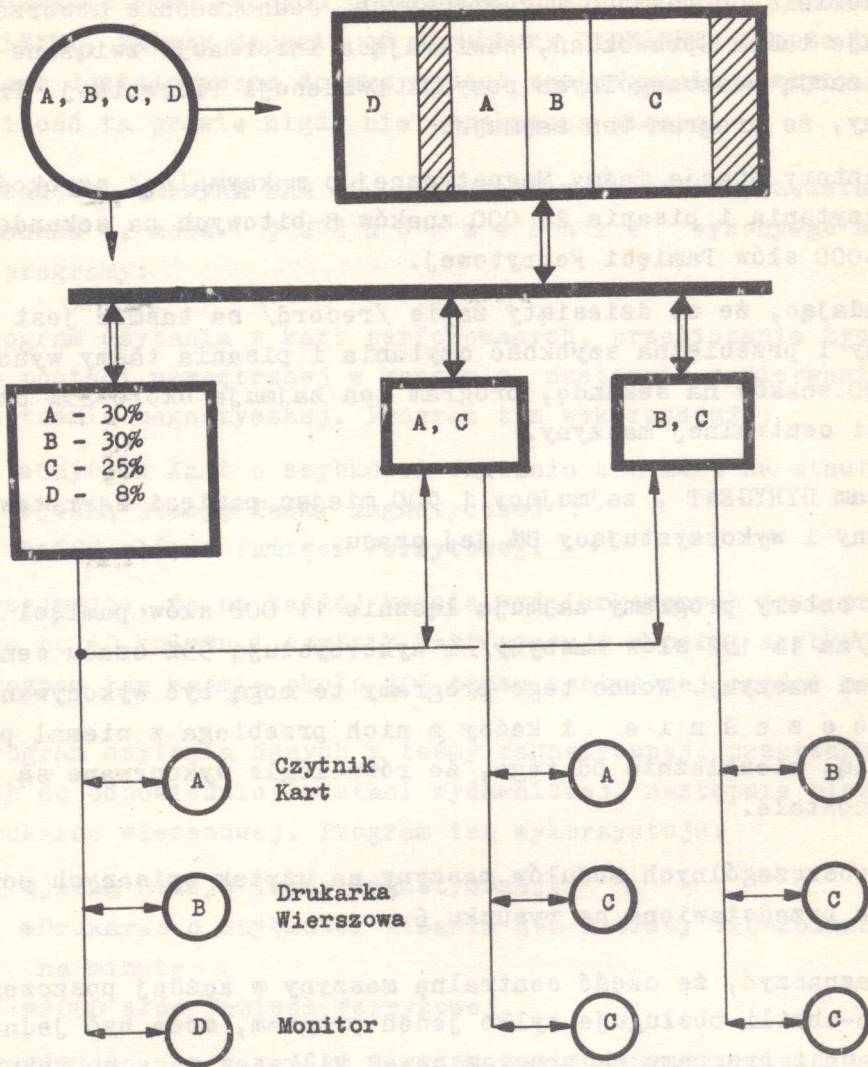
Zakładając, że co dziesiąty zapis /record/ na taśmie jest księgowany i przeciętna szybkość czytania i pisania taśmy wynosi 16 000 znaków na sekundę, program ten zajmuje około 25% czasu części centralnej maszyny.

D. Program DYRYGENT, zajmujący 1 500 miejsc pamięci ferrytowej maszyny i wykorzystujący 8% jej czasu.

Powyższe cztery programy zajmują łącznie 11 000 słów pamięci ferrytowej /na 16 192 słów maszyny/ i wykorzystują 93% czasu centralnej części maszyny. Wobec tego programy te mogą być wykonywane **j e d n o c z e ś n i e** i każdy z nich przebiega z niemal pełną szybkością, niezależnie od tego, że równolegle wykonywane są programy pozostałe.

Podział poszczególnych modułów maszyny na użytek opisanych powyżej programów przedstawiono na rysunku 6.

Należy zaznaczyć, że część centralna maszyny w każdej poszczególniej mikro-chwili obsługuje tylko jeden program, może być jednak przełączana z programu na program nawet kilkaset razy na sekundę. W ciągu nieco dłuższego czasu daje to wrażenie, że część centralna obsługuje trzy programy jednocześnie. Przełączanie części centralnej z programu na program sterowane jest przez program DYRYGENT.



Rys. 6. Podział modułów maszyny ZAM-41 na poszczególne programy A, B, C oraz program DYRYGENTA D.

Wieloprogramowość maszyn ZAM pozwala również na osiągnięcie pełnej niezależności wykonywanych jednocześnie programów, zarówno przy ich kodowaniu jak i wykonywaniu. W szczególności jakakolwiek omyłka w jednym programie nie jest w stanie zakłócić prawidłowego przebiegu programów pozostałych.

Wieloprogramowość maszyn ZAM jest na ogół bardzo opłacalna w zagadnieniach sterowania. Dzięki niej jedna maszyna może sterować wieloma obiektami w tym samym czasie i nie zależnie jeden od drugiego.

Z powyższych przykładów widoczne jest, że w wielu przypadkach jedna maszyna ZAM staje się równoważna wielu maszynom pracującym jednoprogramowo.

9. SYSTEMY PROGRAMOWANIA W MASZYNACH ZAM

Systemy programowania, przyjęte dla maszyn ZAM, pozwalają na stosunkowo łatwe opracowanie programów przez ich bezpośrednich użytkowników, jak na przykład konstruktorów lub ekonomistów. Systemy te rozszerzają krąg osób stosujących maszyny matematyczne, a ponadto samym użytkownikom przynoszą znaczne korzyści, gdyż umożliwiają im bezpośredni kontakt z maszyną bez pośrednictwa wysoko wyspecjalizowanych programistów.

Każdy system programowania składa się z języka, w którym użytkownik koduje swoje programy oraz programu translatora, który tłumaczy program zakodowany w języku systemu na program wynikowy zapisany w języku maszyny.

Przyjęte dla maszyn ZAM języki ALGOL i COBOL oparte są na międzynarodowych standardach, stosowanych już przez bardzo liczne ośrodki obliczeniowe. Język ALGOL posługuje się notacją, stosowaną na codzień przez matematyków, a język COBOL stosuje pojęcia łatwo zrozumiałe przez ekonomistów. Dzięki temu opanowanie tych

języków zabiera stosunkowo niewiele czasu. Ponadto pozwalają one na o wiele szybsze układanie programów niż w przypadku programowania w języku maszyny.

Programy - translatory, w przypadku maszyn ZAM, zawierają od kilku do kilkudziesięciu tysięcy rozkazów maszyny. Są one opracowywane przez odpowiednie zespoły specjalistów i tworzą standartowe wyposażenie wszystkich maszyn ZAM. Pozwalają one na uzyskiwanie sprawnych programów wynikowych, na ogół nie gorszych od programów pisanych przez doświadczonych programistów. Stało się to możliwe w znacznej mierze dzięki temu, że już od samego początku projektowania rodziny maszyn ZAM starano się uwzględnić wszystkie istotne potrzeby, wynikające z przewidywanych systemów programowania.

SAS - System Adresów Symbolicznych.

W języku SAS, zwanym też językiem maszyny, korzystać możemy ze wszystkich rozkazów przewidzianych przez organizację maszyny. Pozwala to na najbardziej sprawne i wszechstronne wykorzystanie wszystkich możliwości maszyny. Niektóre zastosowania języka SAS opisane zostały w rozdziale dotyczącym jednolitości programowania rodziny maszyn ZAM

W języku SAS a d r e s y poszczególnych miejsc pamięci oznaczone są s y m b o l i c z n i e, co znacznie ułatwia zarówno napisanie jak i korektę każdego programu. Symbole adresów w SAS mogą się składać z dowolnej ilości znaków.

Język SAS daje też możliwość łatwego korzystania ze standartowych podprogramów związanych na przykład z operacjami wejścia i wyjścia lub obliczaniem funkcji trygonometrycznych. Wystarczy w tym celu zapisać symbol danej operacji, a odpowiadający jej podprogram zostaje automatycznie dołączony do programu w czasie jego tłumaczenia przez translator.

MAKRO-SAS

Język MAKRO-SAS zawiera w sobie język SAS, a ponadto umożliwia definiowanie operacji symbolicznych, zwanych też często makro-rozkazami, których znaczenie jest określone przez programistę, na przykład za pomocą kilku rozkazów maszyny lub też odpowiedniego podprogramu. Przykładowo możliwe jest wprowadzenie makro-rozkazów określających działania arytmetyczne na wielkościach zespolonych. Programista, po określeniu znaczenia takich makro-rozkazów, może korzystać z nich zupełnie podobnie jak z rozkazów maszyny. W ten sposób programista może każdorazowo stworzyć nowy, własny język programowania, najlepiej dostosowany do rozwiązywanego przezeń problemu. Korzystanie z makro-rozkazów znacznie ułatwia i przyspiesza pisanie wielu programów przy jednoczesnym zachowaniu ich dużej efektywności.

Korzystanie z języka MAKRO-SAS jest na ogół trudniejsze od korzystania z autokodów ALGOL lub COBOL. Pomimo to, język MAKRO-SAS jest tak prosty w użyciu, że może być stosunkowo łatwo przyswojony przez bardzo wielu użytkowników nie będących zawodowymi programistami.

ALGOL - standartowy język algorytmiczny dla problemów numerycznych.

We wszystkich maszynach rodziny ZAM stosowany będzie język ALGOL, przyjęty już przez wiele organizacji zarówno jako standartowy język publikowania algorytmów oraz jako standartowy język programowania. W najbliższym czasie należy oczekiwać przyjęcia języka ALGOL jako oficjalnego standardu międzynarodowego. Do krajów, które przyjmują ALGOL jako język obowiązujący zaliczyć należy w szczególności większość państw socjalistycznych. Realizacja języka ALGOL w maszynach ZAM pozwoli więc użytkownikom tych maszyn na bezpośrednie korzystanie z bibliotek programów i podprogramów opracowanych w bardzo wielu ośrodkach na całym świecie.

Wersja języka ALGOL przyjęta dla maszyn ZAM zawiera w szczególności-

ci standartowy podzbiór ECMA oraz podzbiór SUBSET ALGOL 60 - IFIP. Ponadto nie posiada ona ograniczeń w "podstawianiu przez nazwę" w procedurach oraz pozwala na stosowanie procedur rekursywnych.

SAKO - polski język algorytmiczny dla problemów numerycznych.

Język SAKO opracowany został dla maszyn ZAM 2 i został dość szybko rozpowszechniony w naszym kraju. Stał się on narzędziem codziennego użytku dla wielu specjalistów różnych dziedzin, a ośrodki obliczeniowe, posiadające maszyny ZAM 2, zaopatrzone zostały w liczne programy i podprogramy w języku SAKO.

Dla przedłużenia aktualności tego dorobku wszystkie maszyny rodziny ZAM będą zaopatrzone również w system SAKO, dzięki czemu każdy program opracowany w tym języku dla maszyny ZAM 2 będzie mógł pracować bez żadnych przerw na każdej nowej maszynie rodziny ZAM. Pojawiają się tu nawet dodatkowe udogodnienia, na przykład rozszerzenie pamięci wewnętrznej maszyny usunie kłopoty związane z podziałem programu na rozdziały, a działania zmiennoprzecinkowe uczynią zbędne skalowanie liczb.

Należy zaznaczyć, że język SAKO odznacza się daleko idącą przejrzystością i prostotą, dzięki czemu jest on bardzo chętnie stosowany na przykład przez konstruktorów, którym zależy na szybkim opanowaniu programowania. Na tej podstawie można się spodziewać, że język SAKO utrzyma długo swój własny krąg zastosowań pomimo istnienia dla maszyn rodziny ZAM innych języków numerycznych, na przykład ALGOL-u.

COBOL - międzynarodowy język dla przetwarzania danych.

W maszynach rodziny ZAM, stosowanych do przetwarzania danych, używana będzie uproszczona wersja języka COBOL, który proponowany jest jako międzynarodowy język standartowy dla problemów przetwarzania danych.

Język COBOL będzie zrealizowany zarówno w oryginalnej wersji angielskiej jak i polskiej. Możliwość stosowania terminów polskich, jako tak zwanych słów kluczowych, ułatwi jego zastosowanie przez użytkowników krajowych. Istnieje też możliwość względnie łatwego przetłumaczenia słów kluczowych języka COBOL na dowolny inny język, na przykład język niemiecki.

Przyjęta wersja języka COBOL obejmuje wszystkie zasadnicze idee pełnej wersji tego języka, pomija natomiast bardzo wiele rozwiązań szczegółowych, które powodują w znacznym stopniu skomplikowanie tego języka. Dzięki temu przyjęta wersja języka COBOL jest stosunkowo prosta, łatwa do nauczenia się i stosowania. Została ona szczególnie dobrze przystosowana do maszyn binarnych, jakimi są maszyny ZAM, przez co efektywność programów wynikowych tego języka jest na ogół dość znaczna.

SO - System Operacyjny Maszyny

Obsługa maszyny matematycznej, zapewniająca ciągle i stosunkowo pełne jej wykorzystanie, jest zadaniem dość złożonym. Dlatego też w celu zasadniczego ułatwienia pracy operatorowi maszyny opracowany został dla maszyn ZAM specjalny program, zwany Systemem Operacyjnym Maszyny. Program ten składa się z szeregu podprogramów zapisanych na stałe w pamięci bębnowej i przekazywanych w miarę potrzeby do pamięci ferrytowej maszyny. Wykonuje on wiele funkcji, jakie normalnie musiałyby spełniać operator, w szczególności:

- Sporządza harmonogramy pracy maszyny zapewniające najlepsze jej wykorzystanie, co ma szczególne znaczenie w przypadku maszyn wieloprogramowych.
- Automatycznie "ładuje" do pamięci ferrytowej programy przewidziane do kolejnego wykonania i przechowywane przejściowo na taśmie magnetycznej lub w pamięci bębnowej maszyny. W ten sposób unika się niepotrzebnej straty czasu pomiędzy zakończeniem jednego programu a rozpoczęciem następnego.
- Sprawuje ciągłą kontrolę nad bieżąco wykonywanymi programami i dostarcza operatorowi odpowiednich raportów na temat przebiegu wszystkich programów.

- Włącza automatycznie standartowe podprogramy korekcji lub lokalizacji wykrytych błędów, dzięki czemu konieczność interwencji samego operatora ograniczona jest do minimum.
- Zapewnia łatwą komunikację operatora z maszyną.

W wyniku zastosowania Systemu Operacyjnego Maszyny obsługa maszyn ZAM staje się stosunkowo łatwa i nie wymaga wysokiej specjalizacji operatora.

Na zakończenie opisu systemów programowania w maszynach ZAM należy dodać, że zawierają one szereg dodatkowych środków kontrolnych, pozwalających na wykrycie nie tylko wielu błędów zawartych w samych programach, ale również wielu błędów maszyny, powstałych w czasie wykonywania tych programów.

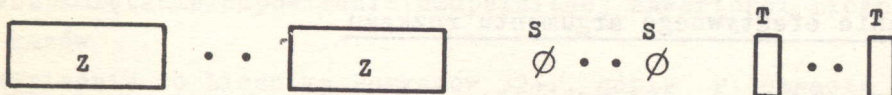
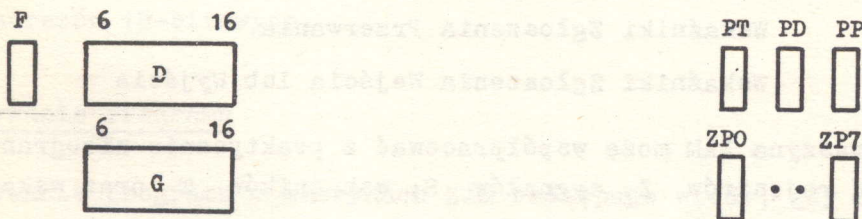
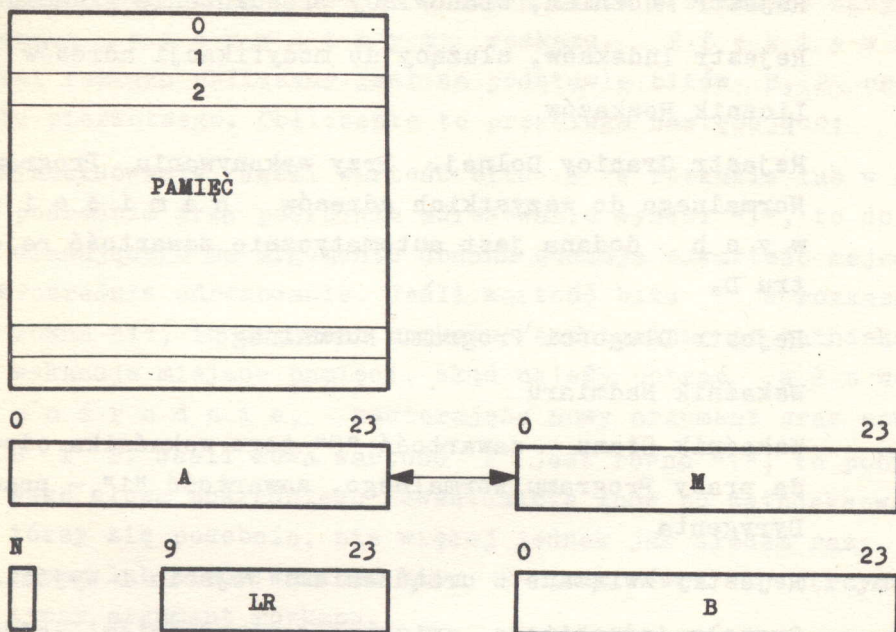
10. ZARYS ORGANIZACJI OGÓLNEJ MASZYN ZAM

Przedstawiony poniżej zarys organizacji ogólnej odnosi się do wszystkich maszyn ZAM, aczkolwiek zrealizowany jest w całości tylko w maszynach ZAM 51. W maszynach ZAM 21 i ZAM 41 rozkazy zmiennoprzebiegowe ZAM 51 zastąpione są przez rozkazy programowane. W maszynie ZAM 11 większość rozkazów w budowanych w ZAM 51 zastąpiono rozkazami programowanymi. Dzięki rozkazom programowanym wszystkie rozkazy ZAM 51 mogą być łatwo odtworzone w pozostałych maszynach ZAM, co pozwala na opracowanie systemu programowania jednolitego dla całej rodziny maszyn ZAM.

Rejestry i Wskaźniki

W maszynach ZAM dostępne są dla programisty rejestry i wskaźniki, przedstawione na rys. 7. Znaczenie ich jest następujące:

<u>Symbol</u>	<u>Nazwa i Funkcja</u>
A	Akumulator, podstawowy rejestr dla operacji arytmetycznych i logicznych. Może pośredniczyć pomiędzy rejestrami Z a pamięcią ferrytową maszyny.



Rys. 7. Rejestry i wskaźniki dostępne dla programisty w maszynach ZAM.

M	Rejestr Mnożnika, stanowiący przedłużenie Akumulatora
B	Rejestr Indeksów, służący do modyfikacji adresów
LR	Licznik Rozkazów
D	Rejestr Granicy Dolnej. Przy wykonywaniu Programu Normalnego do wszystkich adresów p a m i ę c i o - w y c h dodana jest automatycznie zawartość rejestru D.
G	Rejestr Długości Programu Normalnego
N	Wskaźnik Nadmiaru
F	Wskaźnik Stanu - zawartość "0" tego wskaźnika odpowiada pracy Programu Normalnego, zawartość "1" - pracy Dyrygenta
Z	Rejestry związane z urządzeniami Wejścia i Wyjścia
S	Sygnały jednobitowe, związane z urządzeniami Wejścia i Wyjścia
T	Wskaźniki związane z urządzeniami Wejścia i Wyjścia
PP, PD, PT	Wskaźniki Przyjęcia Przerwania
ZP	Wskaźniki Zgłoszenia Przerwania
ZW	Wskaźniki Zgłoszenia Wejścia lub Wyjścia

Każda maszyna ZAM może współpracować z praktycznie nieograniczoną ilością rejestrów Z, sygnałów S, wskaźników T oraz wskaźników ZW.

Rejestry D i G oraz wskaźnik F znacznie ułatwiają wieloprogramowy system pracy maszyny.

Obliczanie efektywnego argumentu rozkazu

Argumenty, odnoszące się do pamięci ferrytowej maszyny, nazywamy adresami pamięciowymi lub też krótko a d r e s a m i.

Zawartość określona przez 15 prawych bitów w rozkazie nazywamy argumentem pierwotnym rozkazu. Efektywny argument rozkazu obliczany jest na podstawie bitów B, P oraz argumentu pierwotnego. Obliczenie to przebiega następująco:

- Indeksowanie. Jeśli wartość bitu B w rozkazie lub w słowie pośrednim przy pośrednim adresowaniu wynosi "1", to do odpowiadającego mu argumentu dodana zostaje zawartość rejestru B.
- Pośrednie adresowanie. Jeśli wartość bitu P w rozkazie jest równa "1", to argument rozkazu /ewentualnie po zaindeksowaniu/ wskazuje miejsce pamięci, skąd należy pobrać słowo pośrednie, zawierające nowy argument oraz nowe bity B i P. Jeśli nowa wartość P jest równa "1", to pobranie nowego słowa pośredniego /ewentualnie znów po zaindeksowaniu/ powtórzy się podobnie, nie więcej jednak jak siedem razy. Za ósmym razem lub kiedy wartość bitu P jest równa "0" otrzymujemy efektywny argument rozkazu.

Indeksowanie może następować na każdym szczeblu pośredniego adresowania i poprzedza zawsze pobranie następnego argumentu. Indeksowanie i pośrednie adresowanie pozwalają na otrzymywanie efektywnych adresów 18-bitowych.

Przerywanie Programu

Przerywanie programu w maszynach ZAM następuje wtedy, gdy chociaż jeden wskaźnik Zgłoszenia Przerwania ZP zawiera bit "1" oraz odpowiedni wskaźnik Przyjęć Przerwań PP lub PD zawiera bit "1". Podstawowe czynności maszyny przy przerywaniu programu to:

- Zakończenie cyklu wykonania bieżącego rozkazu
- Zapamiętanie odpowiednio uzupełnionej zawartości Licznika Rozkazów
- Wpisanie do Licznika Rozkazów 32+P, gdzie P oznacza numer tego wskaźnika ZP, który posiada najwyższy priorytet i zawiera bit "1".

Skutkiem powyższych czynności jest naruszenie sekwencji rozkazów jaka jest zadana przez program i przejście do wykonania rozkazu umieszczonego w miejscu pamięci o adresie 32+P.

Rozkazy Nielegalne

Są to rozkazy, które mogłyby zakłócić pracę innych Programów Normalnych. Jeśli wskaźnik F zawiera "0", to próba wykonania rozkazu nielegalnego powoduje przerwanie programu i przejście do odpowiedniego podprogramu DYRYGENTA. Jeśli wskaźnik F zawiera "1", to wszystkie rozkazy nielegalne wykonywane są tak samo jak rozkazy legalne.

Rozkazy Programowane

Rozkazy programowane powodują wywołanie podprogramu określonego przez KOD tego rozkazu. Dzięki temu ARGUMENT rozkazu może być swobodnie wykorzystany przez ten podprogram. Rozkazy programowane mają więc postać rozkazów wbudowanych, a znaczenie ich może być stosunkowo łatwo określone przez programistę.

Lista Rozkazów Maszyn ZAM

Rozkazy Sterujące:

SKO	Skocz
SZA	Skocz przy Zerze Akumulatora
SMA	Skocz przy Minusie Akumulatora
SLR	Skocz pamiętając Licznik Rozkazów
SSL	Skocz ze Śladem
SOB	Skocz po Odjęciu jeden od B
SUB	Skocz i Umieść w B
SSE	Skocz do Segmentu
SDY	Skocz do Dyrygenta
WRO	Wróć

Rozkazy Programowane:

Pnm Wykonaj rozkaz programowany nm /istnieje 18 takich rozkazów w ZAM 51/

Rozkazy rejestru B:

UEB Umieść Efektywny Adres w B
 UMB Umieść w B
 PAB Pamiętaj B
 DOB Dodaj do B
 ODB Odejmij od B
 POB Porównaj B

Przesłania A oraz M:

UMA Umieść w A
 PZA Pamiętaj i Zeruj A
 UMM Umieść w M
 PMM Pamiętaj M
 UAM Umieść w A oraz M
 PAM Pamiętaj A oraz M
 UAD Umieść Akumulator Długi
 PAD Pamiętaj Akumulator Długi

Działania Logiczne:

DOL Dodaj Logicznie do A
 ODL Odejmij Logicznie od A
 MNL Mnóż Logicznie przez A
 POL Porównaj Logicznie A

Działania Stałoprzecinkowe A oraz M:

DOA Dodaj do A
 ODA Odejmij od A
 DOM Dodaj do M
 ODM Odejmij od M
 MNM Mnóż przez M
 DZD Dziel Akumulator Długi

Działania Zmiennoprzecinkowe:

DOZ Dodaj w Zmiennym Przecinku
ODZ Odejmij w Zmiennym Przecinku
MNZ Mnóż w Zmiennym Przecinku
DZZ Dziel w Zmiennym Przecinku

Działania na słowach w Pamięci:

DOP Dodaj do Pamięci jeden
ODP Odejmij od Pamięci jeden i Przeskocz

Zmiana Zawartości Rejestrów:

Przeskoki:

PPB Przeskocz przy Plusie B
PPM Przeskocz przy Plusie M
PRM Przeskocz przy Różnym od zera M
PZN Przeskocz przy Zerze N
PEB Przeskocz gdy Efektywny argument nie mniejszy od B

Przesłania:

ZBA Zamień Zawartość B oraz A
ZAM Zamień Zawartość A oraz M
ZMB Zamień Zawartość M oraz B
WMB Przepisz Wykładnik z M do B
WBM Przepisz Wykładnik z B do M
LMB Mnóż Logicznie M przez Efektywny Argument oraz umieść w B

Normalizacja, Zaokrąglenia i Działania na Znakach:

NOR Normalizuj
OKZ Zaokrąglij w Zmiennym Przecinku
OAM Zaokrąglij A oraz M
ZZN Zrównaj Znaki
NZB Neguj Znak B

Przesunięcia:

LCA	Przesuń w Lewo Cyklicznie A
PCA	Przesuń w Prawo Cyklicznie A
LCM	Przesuń w Lewo Cyklicznie M
PCM	Przesuń w Prawo Cyklicznie M
LCD	Przesuń w Lewo Cyklicznie AD
PCD	Przesuń w Prawo Cyklicznie AD
LAR	Przesuń w Lewo Arytmetycznie AD
PAR	Przesuń w Prawo Arytmetycznie AD

Różne:

STO	Stop
PDG	Pisz w D oraz G
CKA	Czytaj Klucze do A
PLA	Pisz Lampki z A
NNR	Nic Nie Rób

Operacje Wejścia i Wyjścia:

Operacje Arytmometru:

NAS	Nadaj Sygnał
PZS	Przeskocz przy Zerze Sygnału
CRA	Czytaj Równolegle do A
PRA	Pisz Równolegle A
CTA	Czytaj Trzy Znaki do A
PTA	Pisz Trzy Znaki z A

Operacje Kanału KS:

NAS	Nadaj Sygnał
PZS	Przeskocz przy Zerze Sygnału
CRP	Czytaj Równolegle do Pamięci
PRP	Pisz Równolegle z Pamięci
CTB	Czytaj po Trzy Znaki Blok Słów
PTB	Pisz po Trzy Znaki Blok Słów
CRB	Czytaj Równolegle Blok Słów
PRB	Pisz Równolegle Blok Słów

Bliższy opis Listy Rozkazów maszyn ZAM znajduje się w innym opracowaniu wydanym przez IMM.

11. WARUNKI EKSPLOATACJI TECHNICZNEJ MASZYN RODZINY ZAM

Niezawodność maszyn

Wysoką niezawodność działania maszyny uzyskano przez:

- Wyłącznie stosowanie półprzewodników i ferrytów z całkowitym pominięciem układów lampowych.
- Liczne układy elektroniczne, kontrolujące poprawność pracy maszyny.
- Kontrolę programową włączoną automatycznie w podprogramy czytania i pisania danych.
- Profilaktykę uszkodzeń niezależną we wszystkich modułach maszyny poprzez ręczne lub programowe próby marginesowe.

Dzięki zastosowaniu powyższych środków średni czas użyteczny centralnej części maszyny, przy prawidłowej eksploatacji, jest nie mniejszy niż 22 godziny na dobę.

Obsługa maszyny

Konstrukcja maszyn ZAM zapewnia wygodną obsługę, łatwość przeniesienia oddzielnych zespołów oraz łatwość dostępu do poszczególnych elementów dla konserwacji i napraw.

Konstrukcja maszyn ZAM zapewnia wmontowanie i zainstalowanie typowego zestawu każdego typu maszyny względnie jej zdemontowanie w czasie nie dłuższym niż 12 godzin.

Celem zapewnienia prawidłowej obsługi technicznej maszyny ZAM 41 w zestawie podanym na rysunku 3 wraz z typowym zestawem urządzeń

do przygotowywania danych oraz przy pracy na t r z y z m i a n y niezbędny jest następujący personel techniczny:

- J e d e n inżynier elektroniki – kierownik zespołu, dobrze zaznajomiony z konstrukcją i programowaniem maszyny.
- C z t e r e c h techników elektroników wyszkolonych w obsłudze i konserwacji elektronicznych części maszyny.
- C z t e r e c h techników mechaników wyszkolonych w naprawach i konserwacji urządzeń wejścia i wyjścia oraz urządzeń do przygotowywania danych.

Obsługa maszyny ZAM 51 wymaga podobnej ilości personelu jak ZAM 41. W przypadku maszyn ZAM 11, ZAM 21 lub ZAM 31 ilość techników mechanicznych może być odpowiednio zmniejszona, ze względu na mniejsze wyposażenie maszyny w urządzenia mechaniczne.

Każda osoba należąca do personelu obsługi technicznej powinna umieć spełniać funkcję operatora maszyny.

Wymagania mechaniczne i klimatyczne

Maszyna w wykonaniu standardowym wytrzymuje przechowanie w granicach temperatur od $+5$ do $+45^{\circ}\text{C}$.

Maszyna bez taśm magnetycznych i w wykonaniu standardowym może pracować w następujących warunkach:

- Temperatura otoczenia od $+15$ do $+30^{\circ}\text{C}$,
- Wilgotność względna otoczenia do 75%.

Przy stosowaniu taśm magnetycznych w pomieszczeniu powinny być spełnione następujące warunki:

- Temperatura otoczenia $20^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$,
- Wilgotność $52\% \pm 5\%$,
- Pomieszczenie odpylane.

Pomieszczenie dla maszyny

Wygodne pomieszczenie dla maszyny, nie licząc powierzchni pozostałych części ośrodka obliczeniowego, jest następujące /w metrach kwadratowych/:

ZAM	11	21	31	41	51
Pomieszczenie dla maszyny	30	40	50	80	80
Powierzchnia dla obsługi technicznej	20	20	30	40	40
R a z e m	50	60	70	120	120

Wielkość całego ośrodka obliczeniowego zależna jest od konkretnego zastosowania maszyny i na ogół mieści się w granicach od 100 do 500 m² powierzchni użytkowej.

Zasilanie maszyny

Napięcie sieci: 3 fazy 380/220 V; 50 Hz

Zainstalowana moc zasilania dla dużego zestawu maszyny ZAM 41 lub ZAM 51 wynosi około 30 kVA, natomiast dla dużego zestawu maszyny ZAM 11, ZAM 21 lub ZAM 31 wynosi około 4 kVA.

Moc tracona na ciepło wydzielane w pomieszczeniu wynosi około 15 kW dla maszyn ZAM 41 lub ZAM 51 oraz około 2,5 kW dla maszyn ZAM 11, ZAM 21 lub ZAM 31.

12. UWAGI KOŃCOWE

- a. Rodzina maszyn matematycznych ZAM została opracowana w Instytucie Maszyn Matematycznych, Warszawa, Koszykowa 79.
- b. Produkcja doświadczalna maszyn rodziny ZAM przebiega w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu.
- c. Produkcja seryjna maszyn ZAM przebiega we Wrocławskich Zakładach Elektronicznych ELWRO, Wrocław, Ostrowskiego 30.
- d. Początek dostaw maszyn ZAM 21 i ZAM 41 przewidziany jest w roku 1966, natomiast maszyn ZAM 11, 31 oraz 51 - w roku 1967.
- e. Rozdzielnik maszyn ZAM pozostaje w dyspozycji Pełnomocnika Rządu do Spraw Elektronicznej Techniki Obliczeniowej, Warszawa, Wawelska 3.
- f. Zastrzega się możliwość pewnych zmian w informacjach, podanych w całym niniejszym opracowaniu.

INTRODUCTION TO ZAM COMPUTER FAMILY

Summary

The paper gives a description of the new ZAM computer family developed in the Institute of Mathematical Machines, Warsaw. The family consists of five computer types of various scale, price and application, the programming system being homogenous.

Simple organization, high speed and high reliability are basic features of the ZAM computers. Every ZAM computer is able to run several independent programs simultaneously. High efficiency at low costs is achieved when applying ZAM computers to data processing, scientific and technical computation and process control.

ZAM computers modular construction permits a flexible composition of various computer sets and their easy expansion.



