POLSKA AKADEMIA NAUK
Zakład Aparatów Matematycznych

# KRÓTKI OPIS
## Programowanej Maszyny Cyfrowej
## XYZ-1

Zakład Aparatów Matematycznych
Polskiej Akademii Nauk

# K R Ó T K I  O P I S
# PROGRAMOWANEJ MASZYNY CYFROWEJ X Y Z - I

## Ogólna charakterystyka maszyny X Y Z

Zasadnicze dane maszyny X Y Z podane są w następującym zestawieniu.

Rodzaj pracy maszyny : szeregowy
Rozkazy jednoadresowe o 18 bitach
Kod rozkazowy składa się z 24 rozkazów

Liczby w systemie binarnym mogą być 18 i 36 bitowe. Każda liczba przedstawiona jest przez znak i wartość bezwzględną / 1 + 17 lub 1 + 35 bitów /.

Arytmometr w układzie stałoprzecinkowym z dzieleniem. Średni czas wykonywania dodawania lub odejmowania - ok.1 ms, a mnożenia lub dzielenia 2,7 ms.

Pamięć rtęciowa o pojemności 512 słów długich /1024 krótkie/.

Przewidywane w przyszłości dołączenie pamięci o 8000 ÷ 16000 słów długich.

Wejście i wyjście na kartach dziurkowanych z reproducera " Bull ".

Stolik umożliwia ręczne wprowadzenie danych kontrolę optyczną stanu rejestrów oraz ręczne sterowanie niektórymi mikrooperacjami.

Budowa maszyny oparta jest na elementach typowych o technice dynamicznej /impulsowej/.

Częstotliwość podstawowa ok. 700 kc/s.
Ilość użytych lamp ok. 400, diod ok. 2000 Pobór mocy ok. 3 kW

Przy opracowywaniu projektu maszyny kierowano się następującymi przesłankami:

a/ pełny charakter użytkowy maszyny do średnio obszernych problemów wymagających $10^6$ - $10^7$ operacji arytmetycznych,

b/ wykorzystanie opracowanej pamięci rtęciowej i dynamicznych elementów logicznych pracujących z częstotliwością ok. 700 kc/s.

c/ prostota logiczna i układowa oraz zapewnienie niezawodności działania maszyny nawet kosztem zwiększenia ilości użytego sprzętu.

Kod rozkazowy maszyny X Y Z obejmuje wszystkie podstawowe działania arytmetyczne łącznie z różnicą wartości bezwzględnych i dzieleniem.

Operacje te są wykonywane zgodnie z prawami liczenia na liczbach zakresu $-1<x<+1$ tj. w zakresie wartości bezwzględnych mniejszych od jedności.

Przy działaniach na liczbach o większej wartości bezwzględnej stosujemy odpowiednie przesunięcia.

Przy mnożeniu otrzymujemy iloczyn podwójnej długości 70 bitów, a przy dzieleniu dzielna zawiera 70 bitów. Pozwala to na stosowanie programów o podwójnej długości słowa.

Możliwe jest również przeprowadzenie obliczeń na liczbach krótkich /18 bitowych/, co przy mniejszej dokładności daje znaczne zwiększenie ilości miejsc pamięci.

Programowana, warunkowa zmiana obliczeń może być uzależniona od znaku, lub zerowej wartości akumulatora, jak również od stanu wskaźnika nadmiaru, sygnalizującego przekroczenie wartości 1 przez moduł liczby w akumulatorze.

Schematy logiczne maszyny starano się rozwiązać możliwie prosto. Bardziej złożone czynności maszyny sprowadzono do wykonywania kilkunastu czynności prostszych, tzw. mikrooperacji. Obwody szeregu mikro-operacji zostały wydzielone i stanowią niezależne całości.

Ponadto dla celów kontrolnych sterowanie wielu mikrooperacji zostało wyprowadzone do stolika i może być uruchomione indywidulanie niezależnie od układu głównego sterowania. Dane mogą być też wprowadzone do maszyny ręcznie poprzez rejestr P , pośredniczący między pamięcią i innymi częściami maszyny. Obserwacje podstawowych przebiegów mogą być dokonywane na wmontowanym oscyloskopie.

## 1. słowa, liczby i rozkazy

W dalszym ciągu przez termin "bit" rozumieć będziemy dowolny ze znaków "0" lub "1". Znaki te w X Y Z są reperezentowane przez impulsy elektryczne. Pojawienie się

impulsu w danym miejscu maszyny i w określonej chwili oznacza bit "1",a jego brak - bit "0".

Ciągi po 18 lub 36 bitów nazywać będziemy słowami.

Numeracja bitów w słowie następuje kolejno w czasie zgodnie z numeracją impulsów wytwarzanych przez urządzenie zwane zegarem. Zegar w maszynie X Y Z wysyła impulsy periodycznie co okres wynoszący 1,4 $\mu s$. Impulsy te synochronizują pracę całej maszyny tzn. wyznaczają chwile ewentualnego występowania impulsów w określonym miejscu maszyny. Następujące po sobie grupy kolejnych 36-ciu impulsów, począwszy od impulsu mającego numer 0, a skończywszy na 35-tym tworzą tzw. okresy duże T maszyny, odpowiadające słowom długim /36-bitowym/. Numeracja bitów w słowie długim rozpoczyna się zgodnie z pojawieniem się ich w czasie od bitu "zerowego" a kończy na 35-tym.

W każdym słowie długim wyróżnić możemy dwa słowa krótkie z których "prawe" zajmuje w słowie długim 18 bitów ponumerowanych od 0 do 17, a "lewe" 18 bitów ponumerowanych od 18 do 35.

Przez k-ty bit słowa krótkiego rozumieć będziemy: k-ty bit słowa długiego w przypadku słowa prawego i k + 18 bit słowa długiego w przypadku słowa lewego.

Słowa stanowią zarówno liczby jak i rozkazy, przy czym rozkazy są zawsze słowami krótkimi.

Bitów używamy do zapisu liczb w układzie binarnym.

Liczby wyrażamy w maszynie X Y Z przy pomocy znaku i modułu /wartości bezwzględnej/. Następujące kolejno w czasie bity od zerowego do przedostatniego oznaczają cyfry w układzie binarnym, począwszy od najmniej znaczącej. Ostatni bit oznacza znak /zero oznacza +, jedynka oznacza minus/

Liczba w X Y Z może zajmować całe długie słowo, wówczas jej znak jest wyrażony przez bit 35-ty a moduł przez pozostałe bity. Liczbę taką nazywamy długą. Liczba może również zajmować tylko słowo krótkie, wówczas jej znak wyrażony jest przez bit 17 w wypadku słowa prawego, lub przez bit 35 w wypadku słowa lewego.

Położenia przecinka w liczbach nie wyrażamy żadnymi dodatkowymi bitami w słowie. Arytmometr X Y Z wykonuje działania arytmetyczne tak, jak gdyby przecinek umieszczony

był bezpośrednio na lewo od skrajnej lewej cyfry modułu liczby, tzn. wszystkie liczby traktuje jako ułamki właściwe. Jednakże przy pomocy pewnych rozkazów /rozkazów przesunięcia/ możemy działanie arytmetyczne modyfikować tak, jak gdyby przecinek umieszczony był np. w środku liczby.

Rozkaz zajmuje zawsze słowo krótkie lewe, albo prawe.

Rozkaz składa się z części operacyjnej i części adresowej. Część operacyjna określa rodzaj operacji. Część adresowa oznacza adres miejsca w pamięci dla operacji związanych z pamięcią. Dla operacji niezwiązanych z pamięcią część adresowa ma inne znaczenie.

Rozmieszczenie rozkazów i liczb w słowie i ich budowę przedstawia rys.1.

Arytmometr i urządzenia wejścia - wyjścia operują tylko słowami długimi. Sterowanie pobiera rozkazy z pamięci tylko w postaci słów krótkich. Pamięć natomiast przechowuje słowa w sposób taki, że mogą być traktowane jako długie, albo jako krótkie.

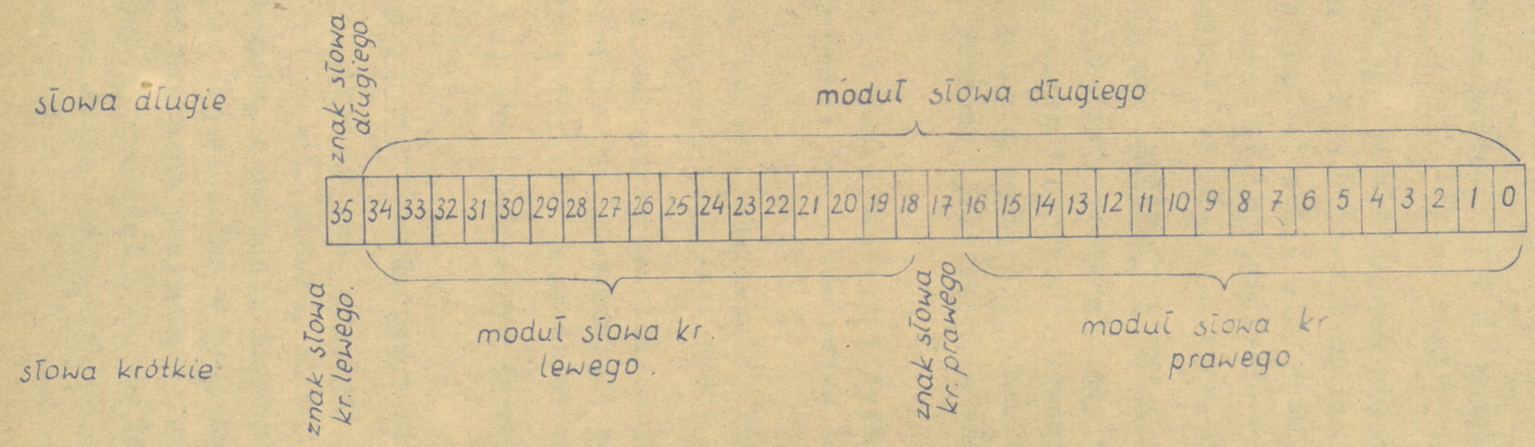
Gdy słowo, prawe lub lewe, jest przesyłane z pamięci do arytmometru, to po drodze zostaje przekształcone w słowo długie, którego 18 lewych bitów stanowi przesyłane słowo krótkie, a pozostałe 18 prawych bitów są zerami. Podobnie lewe 18 bitów słowa długiego, zapisanego w arytmometrze może być przesłane do pamięci jako pół-słowo lewe lub prawe. Na to, czy przesłane ma być słowo długie czy krótkie wskazuje bit 11 adresu zawartego w rozkazie.

## 2. Adresowanie słów

W pamięci wewnętrznej X Y Z mieści się 512 słów długich albo 1024 słowa krótkie. Słowa krótkie numerowane są kolejno od 0 do 1023 i numery te umieszczone są w rozkazach jako adresy. Dla zaznaczenia, że adres odnosi się do słowa krótkiego bit 11 adresu /tzw "znak adresu" / czynimy równy zero " + ". Słowa długie adresujemy liczbami parzystymi od 0 do 1022, a dla zaznaczenia że, adres odnosi się do słowa długiego " znak adresu " /bit 11/ czynimy równy jedności " - ". Np. adresy + 1022 i + 103 odnosi się do słów krótkich, zaś adresy - 102 i - 1022 odnoszą się do słów długich. Należy podkreślić, że tzw "znak adresu" nie

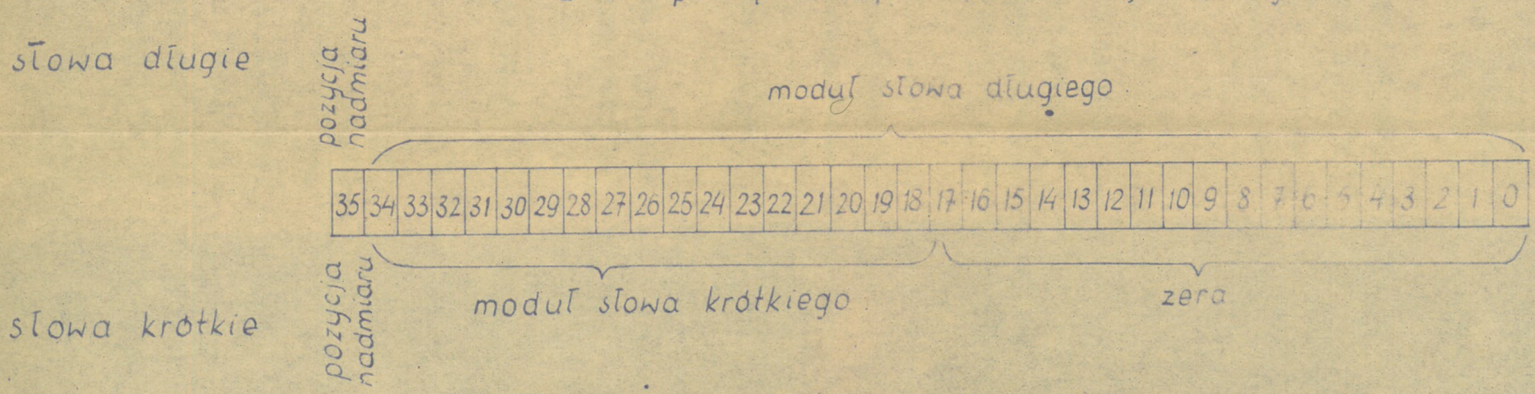
Rys. 1.

## Rozmieszczenie słowa w pamięci.

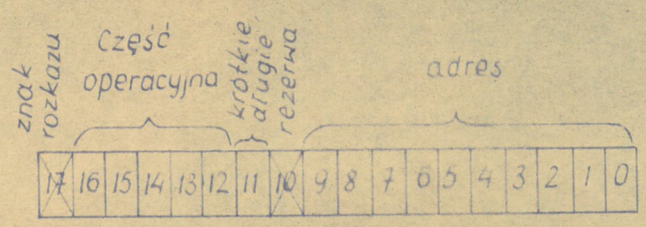



## Rozmieszczenie słowa w rejestrach A i M

(znaki pamiętane są w rejestrach Sgn A i Sgn M)




## Budowa rozkazu




pozycje wykreślone nie wchodzą do rejestru R.

ma własności znaku liczby. Jest on poprostu cyfrą binarną. Tak więc dla adresów mamy np.: - 1020 + 2 = - 1022.

## 2. Części składowe maszyny

Schemat blokowy X Y Z przedstawiono na rys.2. Wyróżniamy w nim następujące części składowe:

1. Pamięć - składająca się z 32 rur rtęciowych o pojemności 16 słów 36-bitowych każda. Słowa te obiegają rurę w w ok. 850 μs. Położenie słów w rurach określone jest przez licznik czasu LT. Wprowadzenie względnie pobieranie liczb z pamięci odbywa się wg adresu, zapisanego w aR.

2. Rejestr przerzutnikowy P, pracujący jako:

a. Rejestr pośredniczący między pamięcią a innymi układami maszyny cyfrowej. Wszystkie słowa są zapisywane lub pobierane z pamięci poprzez rejestr P., który również w razie potrzeby przekształca słowa długie w krótkie lub odwrotnie,

b. Rejestr Wejścia i Wyjścia. Karty w reproducerze są odczytywane lub dziurkowane za pośrednictwem rejestru P.

c. Rejestr sterowania. Pobieranie rozkazów odbywa się za pośrednictwem rejestru P.

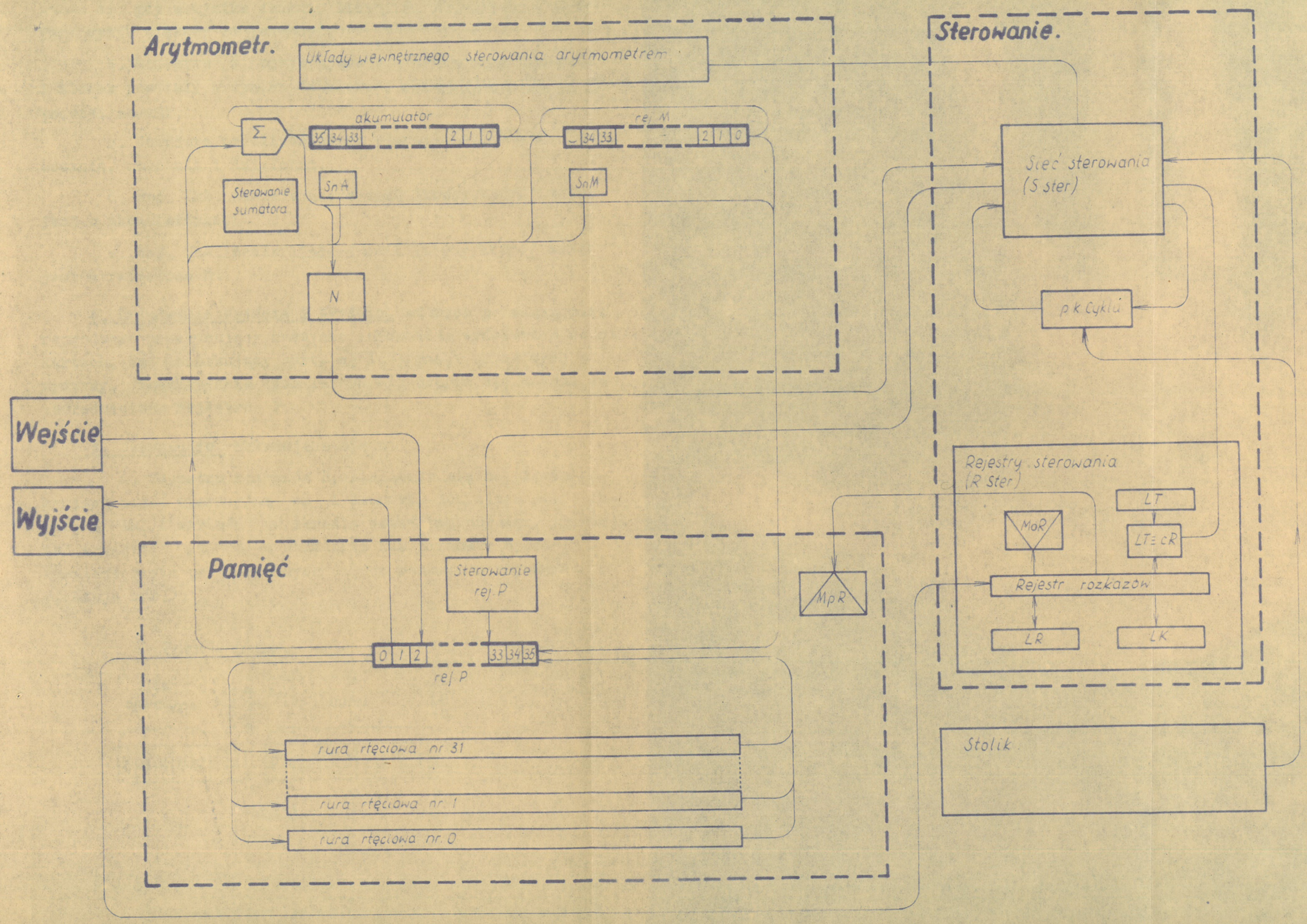
d. Rejestr pomocniczy arytmometru, zawierający jeden ze składników przy dodawaniu i odejmowaniu, mnożną przy mnożeniu i dzielnik przy dzieleniu.

Rejestr P może być ładowany ręcznie ze stolika bit po bicie.

3. Arytmometr składający się z:

a. Akumulatora /rejestr A/ zawierającego 36 pozycji Oprócz 35 pozycji modułu, akumulator zawiera dodatkową pozycję modułu, o wartości liczbowej równej $2^0 = 1$. Pozycja ta nie ma odpowiednika w pozostałych składnikach maszyny, m.innymi nie może przyjmować informacji z pamięci ani przesyłać swojej zawartości do pamięci. Poza tym pozycja ta ma te same własności przesuwania, dodawania itd. jak pozo-

# Schemat blokowy maszyny XYZ.



stałe pozycje 0-34 akumulatora. Celem wprowadzenia tej pozycji jest notowanie bitów powstałych z ew.przekroczenia zakresu np. gdy w wyniku dodania liczby do akumulatora otrzymujemy wynik większy od jedności,

b. Rejestru M, zawierającego mnożnik przy mnożeniu i iloraz powstały w wyniku dzielenia, składającego się z 35 pozycji modułu,

c. Sumatora umożliwiającego operacje dodawania, odejmowania, mnożenia i dzielenia,

d. Rej. SnA. zawierającego znak liczby, której moduł jest w akumulatorze,

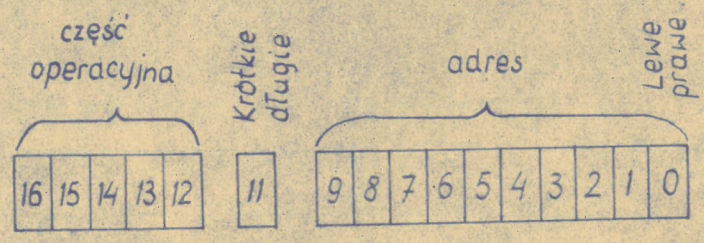
e. Rej. SnM. zawierającego znak liczby, której moduł jest w rejestrze M.

4. Urządzenia Wejścia i Wyjścia, których podstawą jest reproducer przekazujący maszynie informacje wydziurkowane na kartach, lub dziurkujący karty wg informacji uzyskanych z myszyny. Przekazywanie tych informacji odbywa się zawsze za pośrednictwem rejestru P.

5. Sterowanie składające się z:

a. Rejestru rozkazów R, dzielącego się na pięcio-pozycjową część operacyjną oR i dwunasto-pozycjową część adresową aR. Zawartość oR określa rodzaj wykonywanej operacji, zaś zawartość aR adres składnika lub parametr operacji. Rozmieszczenie poszczególnych części rozkazu w rejestrze R pokazuje rys.3.

Rejestr rozkazów.




Rys.3.

b. Rejestru nadmiaru N sygnalizującego przekroczenie zakresu akumulatora. Wyzerowanie rejestru N zachodzi jedynie w wyniku specjalnego rozkazu, a nie jest związane ze zniknięciem jedynki z pozycji nadmiarowej akumulatora.

c. Licznika rozkazów LR, zawierającego adresy kolejnych rozkazów. Wartość jego po wykonaniu jakiegolwiek rozkazu zwiększa się o jedność, albo też przy rozkazach zmieniających sekwencje rozkazów - staje się równa zawartości aR.

d. Licznika kroków, określającego czas trwania operacji długich /mnożenie, dzielenie, przesuwanie w lewo i prawo/,

e. Licznika czasu, określającego pozycję określonego przez aR słowa w rurze,

f. Sieci sterującej, rządzącej przekazywaniem i przekształcaniem informacji w całej maszynie,

g. Stolika operatora, umożliwiającego kierowanie pracą maszyny i jej kontrolę przez operatora. Bliższe informacje dotyczące stolika podane zostaną w rozdziale 9.

## 3. Przesyłanie informacji w maszynie

Przesyłanie informacji w X Y Z odbywa się dwoma sposobami, szeregowo i równolegle.

Przesyłanie szeregowe polega na przesyłaniu słowa z jednego miejsca maszyny w drugie bit po bicie, przy czym czas przesłania jednego bitu wynosi $\tau$, a całego słowa $T = 36\tau$.

Szeregowe przesyłanie jest stosowane przy przekazywaniu informacji:

z pamięci do rejestru P i odwrotnie,
z rejestru P do rejestru R
" P do " A i odwrotnie
" P do " M "

Przesyłanie równoległe polega na przesyłaniu wszystkich bitów słowa jednocześnie,

Równolegle przesyła się:
Zawartość wiersza karty z reproducera do rejestru P
Zawartość rejestru P do reproducera celem wydziurkowania,

z części aR rejestru R do LR i odwrotnie
z " aR " R " LK
z " aR do przerzutników " Inf."

## 4. Cykl pracy maszyny

Maszyna pracuje, wykonując kolejno cykle pracy. Cykl taki składa się zawsze z dwóch czynności: pobranie rozkazu i wykonanie pobranego rozkazu.

Cykl pracy maszyny przedstawia schematycznie rys.4. W prostokątach zaznaczone są symbolicznie czynności maszyny, a linie opatrzone strzałkami wskazują na ich kolejność.

Pierwsza czynność cyklu: /n/→ P następuje albo po naciśnięciu guzika "start" albo po zakończeniu poprzedniego cyklu, Symbol /n/→ P oznacza "Prześlij zawartość n-tego miejsca w pamięci do rejestru P". W tym przypadku zawartość ta przedstawia rozkaz, który ma być wykonany w cyklu pracy. Wybieranie tego rozkazu dokonuje się zgodnie ze stanem aR.

Następna czynność P→R powoduje przesłanie pobranego rozkazu z rejestru P do R.

W wyniku więc dwóch pierwszych czynności został pobrany z pamięci i umieszczony w R odpowiedni rozkaz.

Następna czynność: Op polega na wykonaniu operacji określonej pobranym rozkazem /tj.zawartością R/.

Jeżeli w rejestrze R znajdował się np rozkaz "Zawartość n-tego miejsca w pamięci dodaj do zawartości akumulatora" to przebieg czynności maszyny jest mniej więcej następujący. Najpierw zawartość n-tego miejsca w pamięci zostaje przesłana do rejestru P podobnie jak w przypadku pierwszego kroku cyklu. Pierwszych pięć bitów zawartych w aR określa numer rury, w której znajduje się szukane słowo, a ostatnie pięć bitów - pozycję tego słowa w rurze. Pozycja ciągu słów w rurze wskazywana jest przez LT, po zrównaniu się jego stanu z ostatnimi pięcioma bitami aR następuje pobranie słowa. Dodatkowo bit 11 wskazuje czy mamy pobrać słowo długie czy krótkie. Gdy liczba jest umieszczona w P następuje dodanie jej do zawartości A przy pomocy sumatora.

Przy rozkazie "przesuń zawartość A i M w lewo" stan aR zostaje przesłany do ŁK i rozpoczyna się przesuwanie. Po każdym przesunięciu o jedno miejsce, stan LK zmniejsza się o jedność, a gdy osiągnie 0, wykonanie rozkazu zostaje zakończone.

Po wykonaniu rozkazu np. arytmetycznego dalsze czynności przebiegają po linii zaznaczonej na rys. 4 zapisem "Kol" /kolejny/, tzn. zawartość licznika rozkazów zostaje zwiększona o 1 /" LR + 1"/, a następnie przesłana do aR / LR → aR /. W ten sposób w następnym cyklu pracy zostanie pobrany kolejny co do numeru rozkaz. LR spełni więc tutaj rolę rejestru pamiętającego adres wykonywanego rozkazu.

Przy rozkazach skocz, stop oraz przy spełnieniu warunków dla rozkazów warunkowych dalsza czynność przebiega po linii zaznaczonej na rys. 4 napisem " sk " /skok/, tj.zawartość aR zostaje przesłana do LR. W ten sposób dalsza sekwencja pobieranych rozkazów rozpocznie się od adresu zawartego w rozkazie warunkowym.

Po wymienionych wyżej czynnościach, jednych lub drugich, rozpoczyna się następny cykl pracy maszyny.

## 5. Zestawienie rozkazów X Y Z

Rozkazy X Y Z zestawione są w tablicy I.

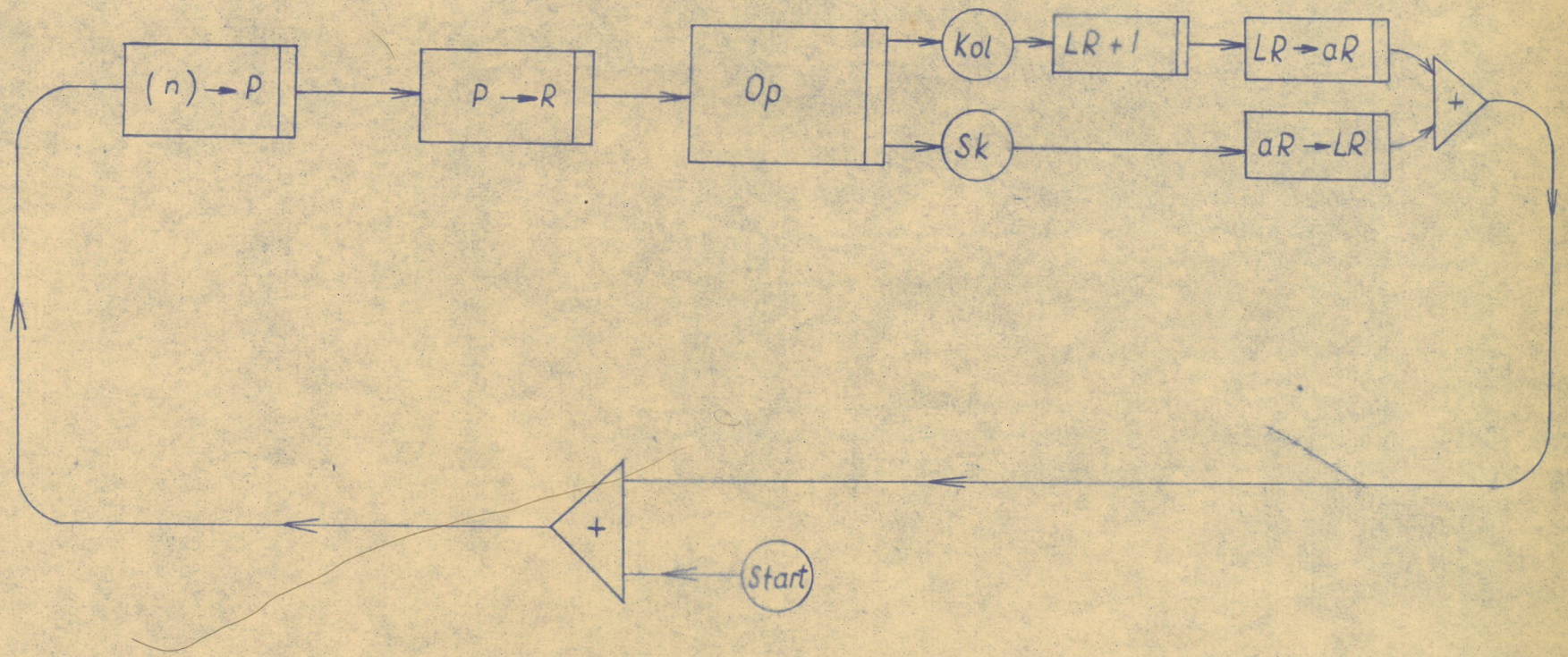
W kolumnie "kod" podany został dziesiętny odpowiednik kodu operacji zawartej w rozkazie, który w rzeczywistości wyrażony jest przy pomocy pięcio-cyfrowej liczby w układzie binarnym.

Dla oznaczenia rozkazu można używać zarówno jego symbolu jak i skrótu, które podane zostały w kolumnie drugiej i trzeciej tablicy.

Dwie następne kolumny zawierają czas minimalny i średni wykonywania danego rozkazu. Czas działania jest czasem wykonania rozkazu odliczając czas oczekiwania i pobrania rozkazu i ew. czas oczekiwania na odpowiednie słowo w pamięci /np. przy dodawaniu/. Czas średni obliczony jest przy założeniu, że wszystkie czasy oczekiwania równe są 7,5T.

W ostatniej kolumnie podana jest pełna nazwa rozkazu.

Rys. 4.



Tablica I - Zestawienie rozkazów X Y Z

| Kod | Symbol | Skrót | Czas dział. | Czas średni | Grupa rozk. | Pełna nazwa |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | Stop n | Stop | 1 T | 10,5 T | b | Stop i skocz |
| 1 | n→R | Roz | 2 T* | 9,5 T* | | Wykonaj podany rozkaz |
| 2 | Sk n | Sk | 1 T | 10,5 T | b | Skocz |
| 3 | Sk + n | Sk + | 1 T | 10,5 T | b | " przy plusie |
| 4 | SkO n | SkO | 1 T | 10,5 T | b | " " zerze |
| 5 | SkN n | SkN | 1 T | 10,5 T | b | " " nadmiarze |
| 6 | A +(n) | Do | 2 T | 19 T | a | Dodaj |
| 7 | A -(n) | Od | 2 T | 19 T | a | Odejmij |
| 8 | \|A\| -\|(n)\| | \|Od\| | 2 T | 19 T | a | Odejmij Absolutne Wartości |
| 9 | M · (n) | Mn | 38 T | 55 T | a | Pomnóż |
| 10 | AM : (n) | Dz | 38 T | 55 T | a | Podziel |
| 11 | n→A | do A | 2 T | 19 T | a | Zeruj i dodaj |
| 12 | n→M | do M | 2 T | 19 T | a | Naładuj M |
| 13 | A→n | zA | 2 T | 19 T | a | Zapamiętaj A |
| 14 | M→n | zM | 2 T | 19 T | a | " M |
| 15 | Okr. | Okr. | 1 T | 10,5 T | b | zaokrąglij |
| 16 | AM. $2^n$ | Lw. | n+1 T | (n+10,5)T | b | Przesuń AM w lewo |
| 17 | AM: $2^n$ | Pr. | n+1 T | (n+10,5)T | b | " " w prawo |
| 18 | PgCz | PgCz | 1 T | 10,5 T | b | Przygotuj czytanie |
| 19 | PgPsn | PgPsn | 1 T | 10,5 T | b | Przygotuj pisanie |
| 20 | Cz n | Cz | | | a | Czytaj |
| 21 | Psn n | Psn | | | a | Pisz |
| 22 | Inf. | Inf. | 1 T | 10,5 T | b | Informuj |
| 23 | Pkp | Pkp | 2 T | 10,5 T | b | Pisz koniec pliku |

Dokładny czas dla rozkazów typu a/ oblicza się w następujący sposób:

Czas całkowity = czas oczekiwania na rozkaz + 2 T + czas działania + czas oczekiwania na liczbę.

Dla rozkazów typu b/

Czas całkowity = czas oczekiwania na rozkaz + 2 T + czas działania.

Dla rozkazu "Roz"

Czas całkowity = czas oczekiwania na rozkaz + 2 T + czas całkowity dla rozkazu określonego adresem.

---

* Należy do tego czasu dodać czas wykonania rozkazu określonego adresem rozkazu "Roz"
W wypadku czasu średniego dodajemy czas średni.

## 6. Opis rozkazów X Y Z

W tablicy II podany został dokładniejszy opis rozkazów X Y Z.

| Kod | Symbol | Objaśnienie |
|---|---|---|
| 0. | Stop n | Zatrzymaj maszynę. Po naciśnięciu guzika "start" jako pierwszy rozkaz weź zawartość n-tego miejsca w pamięci. [Przerwanie cyklów pracy i aR→LR] |
| 1. | n→R | Wykonaj rozkaz zawarty w n-tym miejscu pamięci. Weź kolejny rozkaz z niezmienionej sekwencji rozkazów. [Wprowadzenie z pamięci n rozkazu do R i wykonanie jego. Poprzednia zawartość LR zwiększa się o 1.] |
| 2. | Sk n | Weź następny rozkaz z n-tej pamięci [aR→LR] |
| 3. | Sk+n | Jeżeli znak A równa się plus (0), następny rozkaz weź z n-tej pamięci. W przeciwnym przypadku weź rozkaz kolejny. [Jeżeli SnA=0 to aR→LR] |
| 4. | Sk0 n | Jeżeli zawartość A równa jest liczbie + 0 lub - 0, następny rozkaz weź z n-tej pamięci. W przeciwnym przypadku weź rozkaz kolejny. Zawartość pozycji nadmiaru w rejestrze A nie wpływa na przebieg operacji. [Jeżeli A = 0 to aR→LR.] |
| 5. | SkN n | Jeżeli w wyniku jakiejkolwiek poprzedniej operacji licząc od ostatniego rozkazu SkN /lub uruchomienia maszyny/ nastąpiło przekroczenie zakresu pozycji 0-34 akumulatora, następny rozkaz weź z n-tej pamięci. [Wyzeruj rejestr N. Przekroczenie zakresu powoduje N=1, i wówczas rozkaz SkN powoduje aR→LR i powrót do N=0] |
| 6. | A +(n)* | Do zawartości akumulatora dodaj zawartość n-tego miejsca w pamięci i sumę umieść w akumulatorze [n→P. P + A→A ewentualna sygnalizacja nadmiaru.] |

* / Jeśli w wyniku tych operacji, otrzymujemy zero, to znak akumulatora jest odwrotny do znaku z przed operacji.

| Kod | Symbol | Objaśnienie |
|---|---|---|
| 7. | A -(n) */ | Jak w p.6, tylko zamiast dodawania mamy odejmowanie. Ewentualna sygnalizacja nadmiaru. |
| 8. | A -(n) ** | Jak p.6, tylko odejmowanie dotyczy bezwzględnych wartości zawartości akumulatora i n-tego miejsca w pamięci. |
| 9. | M ·(n) | Skasuj poprzednią zawartość A. Pomnóż zawartość M przez zawartość n-tego miejsca w pamięci. Z 70 cyfr pełnego iloczynu, 35 lewych umieść w pozycjach 0-34 akumulatora, a 35 prawych w pozycjach 0-34 rejestru M. Znaki A i M uczyń równe znakowi iloczynu [n→P, P.M→AM] |
| 10. | AM: n | Podziel łączną zawartość rejestrów A i M traktując ją jako jedną liczbę o znaku równym SnA i module złożonym z pozycji 0-34 rejestru A i pozycji 0-34 rejestru M, przez zawartość n-tego miejsca w pamięci, 35 cyfr iloczynu umieść w M ., a 35 cyfr reszty w A. [n→P, A:P→M znak M = znakowi ilorazu. Ewentualna sygnalizacja nadmiaru.] |
| 11. | (n)→A | Skasuj poprzednią zawartość A. Zawartość n-tego miejsca w pamięci prześlij do akumulatora [n→P, P→A] |
| 12. | (n)→M | Skasuj poprzednią zawartość M. Zawartość n-tego miejsca w pamięci prześlij do rejestru M. [n→P, P→M] |
| 13. | A→(n) | Zawartość akumulatora prześlij do n-tego miejsca w pamięci [A→P, P→n] |
| 14. | M→(n) | Zawartość rejestru M prześlij do n-tego miejsca w pamięci [M→P, P→n] |
| 15. | Okr. | W ostatniej najmniej ważnej pozycji rejestru M zapisz 1. Jeżeli w pierwszej najważniejszej pozycji rejestru M jest cyfra 1 dodaj jedność do ostatniej pozycji akumulatora. Ewentualna sygnalizacja nadmiaru. |

*/ Jeśli w wyniku tych operacji, otrzymujemy zero, to znak akumulatora jest odwrotny do znaku z przed operacji.

**/ Jeśli w wyniku operacji 8 otrzymujemy zero znak jego jest minus.

| Kod | Symbol | Objeśnienie |
|---|---|---|
| 16. | $AM \cdot 2^n$ | Łączną zawartość rejestrów A i M przesuń o n miejsc w lewo. Znak A uczyń równy znakowi M. [aR → LK . Ewentualna sygnalizacja nadmiaru.] |
| 17. | $AM:2^n$ | Jak wyżej, lecz w prawo. Bez sygnalizacji nadmiaru. |
| 18. | PgCz | Włącz mechanizm podający karty. Za każdym razem, gdy kolejny wiersz karty jest gotów do czytania, podaj maszynie impuls Syn /synchronizujący/. Gdy jakikolwiek wiersz nie zostanie odczytany przez rozkaz Cz, wstrzymaj podawanie impulsów synchronizujących jak również zatrzymaj podanie następnych kart. |
| 19. | PgPsn | Jak wyżej, tylko czytanie kart zastąpione jest dziurkowaniem i rozkaz Cz rozkazem Psn. |
| 20. | Cz | Na impuls synchronizujący z urządzenia czytającego karty /por.rozkaz PgCz/ przeczytaj treść bieżącego wiersza i umieść w n-tym miejscu pamięci. [ Zawartość bieżącego wiersza → P., P → n.] Przy znaku "Koniec pliku " przeskocz przez cztery rozk. i skasuj " PgCz " dla następnej karty. |
| 21. | Psn | Na impuls synchronizujący z urządzenia drukującego karty /por.PgPsn/, zawartość n-tego miejsca w pamięci wydrukuj w bieżącym wierszu Karty. W wypadku nie podania rozkazu Psn dla jakiegoś wiersza Karty, skasuj stan Pg Psn dla następnej Karty. [n → P, P → bieżący wiersz Karty ] |
| 22. | Inf. | Na stoliku operatora zapal kombinację lampek Inf. wskazaną przez ostatnie sześć bitów adresu. Bitom " 1 " odpowiada lampka zapalona, bitom " 0 " - zgaszona. |

| Kod | Symbol | Objaśnienie |
|---|---|---|
| 23 | Pkp | W bieżącym wierszu karty wypisz symbol "koniec pliku". /Rozkaz ten nie może następować po rozkazie Psn w czasie dłuższym niż 15 m s./. Jeżeli w czasie ≤ 15 m s. po poprzednim Psn, a za Pkp pojawi się znów rozkaz Psn, zawartość rejestru P zostanie wypisana w tym samym wierszu co "koniec pliku". Brak rozkazu Psn, po rozkazie Pkp powoduje skasowanie stanu PgPsn dla następnej karty: |

## 7. Bliższe dane, dotyczące wejścia i wyjścia

W X Y Z przewidziano zastosowanie kart dziurkowanych systemu 80-kolumnowego. Słowa zapisywane są w 12 wierszach karty; w każdym wierszu zapisujemy jedno słowo 36-bitowe, w kolumnach 1-36 licząc od lewej. Razem więc na karcie możemy zapisać 12 słów długich lub 24 słowa krótkie.

Kolumna 37 może zawierać otwory, zwane znakami końca pliku. Znak taki powoduje że:

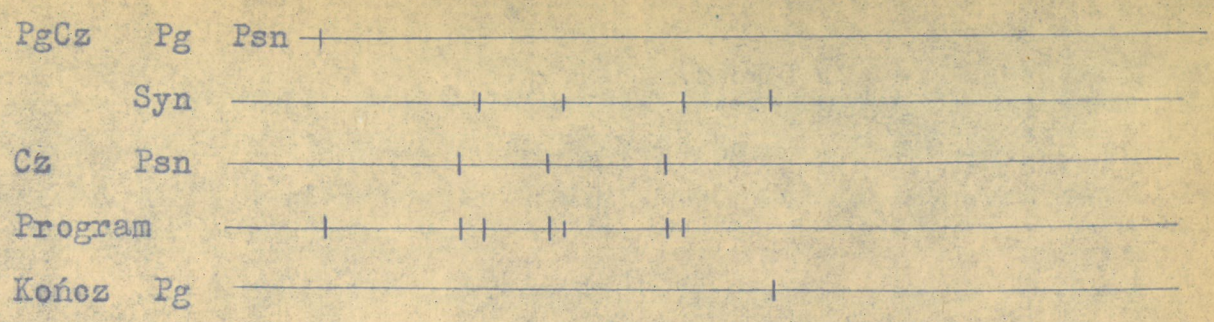
a/ maszyna przeskoczy przez 4 rozkazy,

b/ "stan przygotuj" zostanie skasowany, tzn. impulsy synchronizujące przestaną być wydawane i reproducer nie poda następnej karty.

Znaki końca pliku mają na celu załatwienie zakończenia czytania określonego pliku kart.

Jeśli w pewnych wierszach zapisane są liczby, np. w systemie dziesiętnym, to przy pomocy odpowiedniego programu maszyna pobiera te liczby, tworzy ich "obraz" w pamięci i przekształca np. na zapis dwójkowy. Odwrotnie, dla zapisania na karcie np. liczb w układzie dziesiętnym, maszyna przy pomocy programu tworzy najpierw ~~odpowiedź~~ "obraz karty" w pamięci, który następnie drukuje na karcie.

Harmonogram programu przy czytaniu lub pisaniu przedstawiony jest na rys. 6. Program ten rozpoczyna się rozkazem PgCz /lub Pg Psn/, który powoduje rozpoczęcie podawania kart.




rys. 6
Harmonogram programu przy czytaniu lub pisaniu

w reproducerze. Po tym rozkazie maszyna wykonuje dalsze, aż do momentu wydania rozkazu Cz /lub Psn/. Wówczas to maszyna wstrzymuje pracę, aż do otrzymania impulsu Syn, wskazującego gotowość do przeczytania /wydziurkowania/ odpowiedniego wiersza Impuls "Syn" powoduje wydawanie rozkazu Cz /Psn/ i przejście do następnych rozkazów aż do nowego rozkazu Cz /Psn/, który znów wstrzymuje pracę maszyny itd. Dla przeczytania /wydziurkowania/ danego wiersza konieczne jest poprzedzenie impulsu Syn przez rozkaz Cz /Psn/. Gdy pojawi się impuls "Syn" nie poprzedzony takim rozkazem, stan wywołany rozkazem Pg zostaje skasowany, tzn. nie zostaną już wydane, dalsze impulsy "Syn" i podanie następnej karty zostanie wstrzymane.

Pojawienie się w rej. R rozkazu PgCz powoduje uruchomienie urządzenia podającego karty. Od tej chwili, aż do skasowania stanu "przygotuj czytanie". Karty będą podawane z szybkością 1 karty na każde 0,5 sek. Od chwili pojawienia się rozkazu PgCz w rej. R do chwili w której należy wydać rozkaz Cz dla pierwszego czytanego wiersza karty upływa ok. 140 ms. Czas ten może być wykorzystany przez maszynę na wykonanie programu.

Czas do wykorzystania między kolejnymi rozkazami "Cz" dla wierszy jednej karty wynosi do 23 m s. Między rozkazem " Cz " dla ostatniego wiersza karty, a rozkazem "Cz" dla pierwszego wiersza karty następnej można wykorzystać na wykonanie programu do 180 m s.

Jak podano wyżej nie podanie w odpowiednim czasie rozkazu "Cz" /"Psn"/ powoduje skasowanie stanu "Pg Cz" /"Pg Psn"/. Aby spowodować przeczytanie /napisanie/ następnego wiersza, należy rozkaz "Cz" /"Psn"/ poprzedzić rozkazem "Pg Cz" /"Pg Psn"/.

Pojawienie się w rejestrze R rozkazu Pg Psn powoduje uruchomienia urządzenia podającego karty, które będzie podawało karty z szybkością 1 karty na sekundę, aż do chwili skasowania stanu Pg Psn.

Od chwili wydania rozkazu Pg Psn do chwili w której powinien pojawić się rozkaz "Psn" dla pierwszego wiersza karty upływa ok. 720 ms. Czas ten może być wykorzystany przez wykonywanie programu.

Czas do wykorzystania między rozkazami Psn dla kolejnych wierszy jednej karty nie powinien przekraczać 15 ms.

Między rozkazem "Psn" dla ostatniego wiersza karty a rozkazem "Psn" dla pierwszego wiersza następnej karty można wykorzystać do 650 ms.

Uwaga

Podanie rozkazu "Cz" / "Psn"/niepoprzedzogo w odpowiednim czasie rozkazem "PgCz" / "Pg Psn"/ spowoduje zatrzymanie maszyny w połowie cyklu. Ponowne uruchomienie musi być w tym wypadku poprzedzone załadowaniem rej. R adresem pod którym znajduje się nast. rozkaz.

Rozkaz Pkp

powoduje wydziurkowanie symbolu " koniec pliku " w wierszu karty, który się najprędzej pojawi. Rozkaz ten jest niezależny od rozkazów " Pg Psn" i "Psn".

## 9. Stolik operatora

Operator kieruje i kontroluje pracę maszyny posługując się stolikiem operatora. Stolik ten zawiera następujące urządzenia:

1. Klucz yalowski, którego przekręcenie uruchamia stolik. Przy kluczu nieprzekręconym stolik jest nieczynny. Klucz ten zabezpiecza przed manipulowaniem na stoliku przez osoby nieuprawnione.
2. Guzik Start uruchamiający cykle pracy maszyny,

3. Guzik Stop zatrzymujący cykle pracy maszyny,

4. Guzik Kas. kasujący zawartość wszystkich rejestrów /realizacja - wstrzymanie impulsów katodowych wszystkich przerzutników,

5. Guzik 1 Cykl uruchamiający pojedynczy cykl pracy maszyny,

6. Guzik n Cykli powodujący /podczas przyciskania/ wykonywanie kolejnych cykli pracy z częstotliwością około 5 cykli pracy na sekundę,

7. Guzik Op powodujący wykonanie danej operacji określonej rozkazem znajdującym się w rejestrze rozkazów,

8. Guzik n→P powodujący przesłanie zawartości n-tego miejsca pamięci /określonego zawartością części adresowej rejestru rozkazów/ do rejestru P,

9. Guzik P→n powodujący przesłanie zawartości rejestru P do n-tego miejsca pamięci

10. Guzik P→R powodujący przesłanie zawartości rejestru P do rejestru rozkazów R.

11. Guzik aR→LR powodujący przesłanie zawartości części adresowej rej. R do licznika rozkazów LR,

12. 12 guzików powodujących wykonanie jednej z 12 operacji oznaczonych w liście rozkazów numerami 6 do 17. Operacje te nie obejmują jednak przesyłania informacji na drodze Pamięć - rej.P, a jedynie wykonywanie działań w arytmometrze i przesyłań informacji na drodze Arytmometr - rej. P.

13. 17 przełączników i 1 guzik pozwalający ręcznie nastawić rozkaz i załadować nim rej. R.

14. 36 przełączników i 1 guzik pozwalający ręcznie naładować rej. P dowolną zawartością,

15 Guzik Zer. oR powodujący wyzerowanie części operacyjnej rej. R.

16. Guzik Zer.aR - powodujący wyzerowanie rej. R.

17. Guzik Zer.P - powodujący wyzerowanie rej. P,

18. Przełącznik Wł.-Wył. P - powodujący uruchomienie i zatrzymanie rej. P.

19. Guzik Lektura - powodujący uruchomienie drogi lektury
20. Guzik Pisanie - powodujący uruchomienie drogi pisania,
21. Guzik Przepisz kartę powodujący przepisanie karty przez urządzenie zewnętrzne,
22. Oscyloskop A M P wskazujący stan rejestrów A M i P,
23. Oscyloskop Rura n wskazujący zawartość rury której numer nastawiony jest pięcioma przełącznikami / 32 kombinacje /,
24. Lampki R - 17 neonówek wskazujących zawartość rej.R.
25. Lampki LR - 11 neonówek wskazujących zawartość rej. LR.
26. Lampki Inf. - 6 neonówek informujących o aktualnym stanie maszyny w czasie wykonywania programu,
27. Lampka SnA - wskazująca znak zawartości rej. A.
28. Lampka SnM - wskazująca znak zawartości rej. M
29. Lampka N - wskazująca powstanie nadmiaru w rej. A.

Posługując się stolikiem operator może wprowadzić dane do maszyny, zmieniać przebieg programu, kontrolować poprawność działania maszyny itp.