

PEŁNOMOCENIK RZĄDU DO SPRAW ELEKTRONICZNEJ TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

**PRACE**  
**Instytutu**  
**Maszyn**  
**Matematycznych**

**Sprawozdania**

Tom I

Nr 6

PAMIĘĆ TAŚMOWA MASZINY ZAM-3M

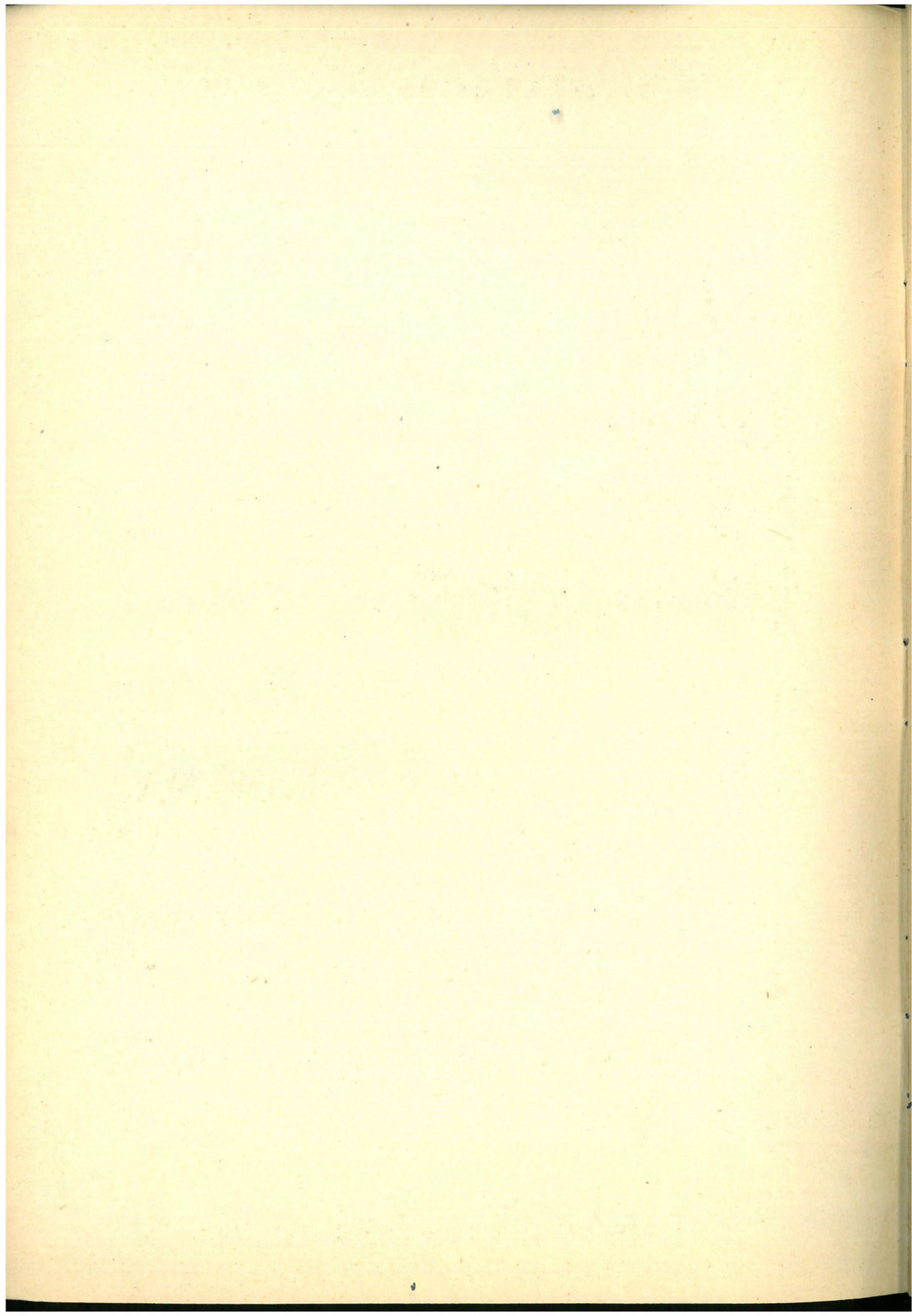
K. GÓJSKI

J. KOWALCZYK

A. WIECKOWSKI

**INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH**







P R A C E

Instytutu Maszyn Matematycznych

S P R A W O Z D A N I A

Tom I

Nr 6

PAMIĘĆ TAŚMOWA MASZINY ZAM-3M

K. GÓJSKI

J. KOWALCZYK

A. WIĘCKOWSKI

Warszawa 1967



Wydaje  
INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH  
Warszawa, ul. Koszykowa 79

Wszelkie prawa zastrzeżone

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: Zbigniew ŚWIĄTKOWSKI,  
Sekretarz redakcji: Romana NITKOWSKA,

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

Wykonano w IMM. Nakład 150 egzemplarzy.  
zam. wewn. nr 1/IV z 3.IV.67 r. papier kl. V/70



Instytut Maszyn Matematycznych  
Sprawozdania  
Nr 6  
1967.03

681.327.64

PAMIĘĆ TAŚMOWA MASZINY ZAM-3M  
Kazimierz GÓJSKI  
Joanna KOWALCZYK  
Andrzej WIĘCKOWSKI  
Pracę złożono 30.06.1966

W pracy opisano pamięć na taśmie magnetycznej do maszyny ZAM-3M, składającą się z dwóch indywidualnie sterowanych jednostek. Opisano zasady współpracy z maszyną, organizację układów logicznych, podano podstawowe parametry pamięci i uproszczone przebiegi czasowe oraz rozwiązanie techniczne wybranych układów. Opisano także pokrótce proces uruchamiania i przebieg wstępnej eksploatacji pamięci.

## S P I S   T R E Ś C I

1. Wstęp . . . . .	4
2. Schemat blokowy . . . . .	4
3. Ogólna charakterystyka pamięci taśmowej . . . . .	7
4. Podstawowe dane pamięci taśmowej . . . . .	10
5. Wykonanie rozkazów maszyny . . . . .	11
6. Sterowanie napędem . . . . .	16
7. Techniczna realizacja układów elektroniki . . . . .	17
8. System synchronizacji . . . . .	19
9. Wstępna eksploatacja . . . . .	21
Literatura	
Summary	



## 1. WSTĘP

Pamięć na taśmie magnetycznej maszyny ZAM-3M jest pierwszą zrealizowaną pamięcią tego typu w Polsce. Została ona zaprojektowana i zbudowana w roku 1964. Nazwą "pamięć taśmowa" zostało objęte w artykule całe urządzenie pamięci na taśmie magnetycznej jakim dysponuje maszyna. W pamięci tej, składającej się z dwóch jednostek realizujących zapis i odczyt na taśmie magnetycznej, użyte zostały układy napędowe i głowice f-my CdC /Compagnie des Compteurs - Francja/, wraz ze wzmacniaczami zapisu i odczytu oraz kodery i dekodery odpowiednie dla przyjętej metody zapisu, f-my SEA /Société d'Electronique et d'Automatisme - Francja/. Sterowanie pamięcią taśmową zostało opracowane przy uwzględnieniu sposobu wydawania rozkazów i informacji przez maszynę ZAM-3M z jednej strony i niezbędnych sygnałów narzuconych przez zastosowane układy napędu, zapisu i odczytu z drugiej. Treść artykułu dotyczy układów zaprojektowanych przez autorów<sup>\*)</sup>, które przetwarzają informacje i rozkazy przychodzące z maszyny na sygnały sterujące układami napędu, zapisu i odczytu oraz przetwarzają odczytane informacje do postaci wymaganej przez maszynę. Dostarczają one również do maszyny sygnały o wykonaniu i przygotowaniu do wykonania rozkazów, a także informacji o stanie pamięci taśmowej. Ponadto zapewniają właściwy rozkład informacji na taśmie magnetycznej przy dowolnym następstwie rozkazów i dokonują kontroli prawidłowości dokonanego zapisu lub odczytu.

## 2. SCHEMAT BLOKOWY PAMIĘCI TAŚMOWEJ

Schemat blokowy pamięci taśmowej przedstawiony jest na rys. 1. W obszarze ograniczonym linią przerywaną znajdują się układy zaprojektowane przez autorów i stanowiące przedmiot niniejszego opracowania. Na rysunku tym pokazane zostały bloki realizujące funkcje składające się na wykonanie poszczególnych rozkazów.

---

<sup>\*)</sup> W opracowaniu opisywanej pamięci taśmowej brała także udział mgr inż. Bożena Rozuńska.



B l o k s y g n a l i z a c j i s t a n ó w t a ś m y zawiera układ gotowości do współpracy z maszyną oraz układ wyodrębniający strefę użyteczną taśmy. Układ gotowości sygnalizuje obecność wszystkich napięć zasilających oraz przygotowanie pamięci przez operatora. Obecność sygnału gotowości niezbędna jest do wykonania przez pamięć jakiegokolwiek rozkazu przychodzącego z maszyny. Ponadto brak jego powoduje wyzerowanie wszystkich układów w elektronice pamięci taśmowej, co gwarantuje prawidłowy stan elektroniki w momencie załączania pamięci taśmowej. W tym celu sygnał gotowości doprowadzony jest do wszystkich bloków, co nie zostało pokazane na schemacie blokowym. Układ wyodrębniający strefę użyteczną taśmy sterowany jest sygnałami otrzymywanymi przy przejściu przez czujniki nalepek początku i końca taśmy.

W b l o k u z a b e z p i e c z a j ą c y m w y k o n a n i e r o z k a z ó w każdemu rozkazowi przyporządkowany jest jeden przerzutnik, który pozostaje zapalony na cały czas wykonania rozkazu. Zapalenie przerzutnika przypisanego danemu rozkazowi może nastąpić tylko wtedy, gdy zgaszone są przerzutniki związane z innymi rozkazami. Jedynie zapalenie przerzutnika związanego z rozkazem "Czytaj" nie jest uwarunkowane zgaszeniem przerzutników związanych z rozkazami "Pisz" i "Kasuj", gdyż po wykonaniu tych rozkazów podanie rozkazu "Czytaj" byłoby niecelowe. Uzasadnione jest to tym, że każdy zapis informacji dokonywany jest bądź na taśmie niezapisanej, bądź na taśmie zawierającej informacje nieużyteczne, które ulegają kasowaniu nowym zapisem. W przypadku dokonywania nowego zapisu na taśmie zapisanej uprzednio informacjami, te ostatnie muszą być uznane za zniszczone od miejsca, w którym dokonano nowego zapisu, do końca taśmy.

Gaszenie przerzutników związanych z rozkazami następuje w zasadzie po zakończeniu wykonania rozkazu, tj. po zahamowaniu taśmy. Wyjątek stanowi przerzutnik związany z rozkazem "Kasuj", który może być zgaszony w czasie trwania ruchu taśmy, jeżeli po czasie nie większym niż 7 ms od chwili zakończenia przesyłania z maszyny tego rozkazu zostanie podany sygnał "Pisz".



Ponadto wszystkie przerzutniki zabezpieczające wykonanie rozkazów gaszone są sygnałem zerującym podawanym ręcznie z pulpitu oraz brakiem gotowości pamięci taśmowej do pracy z maszyną.

W bloku sterowania ruchem taśmy generowane są sygnały inicjujące ruchy: w przód, wstecz oraz szybkie przewijanie wstecz. Ponadto generowany jest tam impuls "Stop", wstrzymujący wszelki ruch. Sygnały wprowadzające taśmę w ruch generowane są w chwili zapalania przerzutników rozkazowych i powodują ruch odpowiedni do wykonywanego rozkazu. Zapoczątkowanie jakiegokolwiek ruchu jest możliwe przy dowolnym stanie taśmy, jeśli tylko istnieje sygnał gotowości do pracy. Jedynie w przypadku, gdy pod głowicami znajduje się odcinek poprzedzający znacznik początku taśmy, nie może być zapoczątkowany ruch wsteczny. Wstrzymywanie ruchu taśmy dokonywane jest zawsze sygnałem "Stop", niezależnie od rodzaju wykonywanego ruchu. Sygnał "Stop" generowany jest jednak inaczej przy wykonywaniu każdego rozkazu, co związane jest z koniecznością zapewnienia właściwej wielkości przerwy międzyblokowej i zatrzymywania taśmy w takim położeniu, aby w stanie spoczynku głowice znajdowały się w odpowiednim miejscu tej przerwy. W związku z tym, w przypadku zapisywania i przesuwania taśmy wstecz generacja impulsu "Stop" dokonywana jest z opóźnieniem po sygnale wykrycia końca bloku przez układy odczytu.

Blok odmierzania czasów obejmuje opóźnienia zapewniające prawidłowy rozkład bloków informacji na taśmie, tj. prawidłową wielkość przerwy międzyblokowej oraz pozwala uzyskać wymagane odstępy czasowe między kolejnymi rozkazami ruchu przesyłanymi do napędu. Ponadto w bloku odmierzania czasów generowany jest impuls końca operacji z odpowiednim opóźnieniem względem wykrytego końca bloku.

Blok sterowania zapisem zawiera generator impulsów taktujących zapis informacji /zegar/ oraz układy wytwarzające sygnały sterujące przepływem prądu przez głowice zapisu /tj. sterujące koderami i wzmacniaczami zapisu/.



Blok bramkowania przesyłanej informacji zezwala na przesyłanie do maszyny cyfrowej odczytanej informacji tylko w czasie wykonywania operacji "Czytaj".

W bloku kontroli dokonywana jest kontrola poprzeczna i podłużna odczytywanego bloku informacji oraz bramkowanie przesyłania do maszyny wyników kontroli.

Blok przesyłania impulsów synchronizujących ma za zadanie wytwarzanie impulsów synchronizujących przesyłanie informacji między maszyną a pamięcią taśmową przy wykonaniu operacji zapisu i odczytu.

Układy przejściowe służą do nadania sygnałom wytwarzanym przez układy elektroniki zrealizowane w technice S-400 poziomów wymaganych przez układy sterowania napędem oraz kodery i wzmacniacze f-my SEA. Oprócz tego w układach przejściowych następuje przetworzenie sygnałów pochodzących z układów odczytu do postaci wymaganej przez technikę S-400.

W standaryzatorach następuje przekształcenie sygnałów statycznych do postaci impulsów techniki ferrytowo-diodowej, przesyłanych z pamięci taśmowej do maszyny ZAM-3M synchronicznie z zegarem maszyny. Oprócz tego w standaryzatorach odbywa się przekształcanie sygnałów przesyłanych z maszyny do postaci wymaganej przez pamięć taśmową.

### 3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PAMIĘCI TAŚMOWEJ

Pamięci taśmowe maszyny ZAM-3M podłączone są do maszyny poprzez synchronizator. Synchronizator pozwala podłączyć dwie jednostki pamięci taśmowej.

Jednocześnie może być realizowany tylko jeden rozkaz z synchronizatora w jednej jednostce pamięci, z wyjątkiem rozkazu "Odwiń". W czasie realizacji tego rozkazu przez jedną jednostkę pamięci w drugiej jednostce może być realizowany dowolny inny rozkaz.



Każda jednostka pamięci taśmowej przesyła do maszyny sygnały informujące o jej stanie. Są to następujące sygnały:

- sygnał "gotowość współpracy",
- sygnał "początek taśmy",
- sygnał "koniec taśmy".

Obecność sygnału gotowości do współpracy z maszyną warunkuje wykonanie przez pamięć jakiegokolwiek rozkazu.

Obecność sygnału zbliżającego się początku taśmy uniemożliwia wykonanie rozkazu ruchu wstecznego taśmy.

Obecność sygnału zbliżającego się końca taśmy ogranicza ruch taśmy w przód. W przypadku zapisu informacji na taśmie magnetycznej po pojawieniu się tego sygnału można tylko zakończyć zapis danego bloku o długości nie większej niż 2048 słów i dodatkowo wpisać blok etykiety.

Maszyna steruje pamięcią taśmową, przesyłając do każdej jednostki oddzielnym torem następujące sygnały:

"PISZ"

"CZYTAJ"

"KASUJ"

"SKOCZ DO TYŁU O 1 BLOK"

"ODWIŃ"

inicjujące wykonanie poszczególnych rozkazów.

Po zakończeniu wykonania rozkazów "Pisz", "Czytaj" i "Skocz do tyłu o 1 blok" pamięć taśmowa przesyła do maszyny wspólnym torem dla obu jednostek sygnał końca operacji.

Czas trwania sygnałów rozkazowych "Pisz", "Czytaj" i "Kasuj" określa maszyna, a więc:

sygnał "Pisz" powinien być podawany tak długo, jak długo trwa przesyłanie z maszyny informacji, która ma być zapisana na taśmie w jednym bloku,

sygnał "Czytaj" powinien trwać do momentu odczytu do maszyny odpowiedniej ilości rzędków,

sygnał "Kasuj" powinien trwać do momentu wykasowania zadanej przez maszynę ilości rzędków. Zliczanie ilości wykasowanych rzędków odbywa się w maszynie,



sygnał "Skocz do tyłu o 1 blok" zależy od długości danego bloku i powinien trwać do momentu przesłania przez pamięć do maszyny sygnału końca operacji,

sygnał "Odwiń" powinien być podawany do momentu zapoczątkowania operacji odwijania /ok.20 ms/, ale nie musi trwać do jej zakończenia; maszyna może wcześniej odejść od danej jednostki i zacząć współpracę z drugą jednostką pamięci. Dalszym przebiegiem odwijania sterują układy elektroniki pamięci taśmowej.

Wykonując rozkazy "Pisz", "Czytaj" i "Kasuj" pamięci taśmowe przesyłają do maszyny impulsy synchronizujące. Impulsy te przesyłane są do maszyny wspólnym torem dla obu jednostek.

Przy wykonywaniu rozkazu "Pisz" impulsy synchronizujące informują maszynę o pobraniu przez pamięć taśmową 7-bitowego znaku i dokonania jego zapisu. Przy rozkazie "Czytaj" impulsy synchronizujące informują maszynę o przesłaniu znaku odczytanego z taśmy. Impulsy synchronizujące przesyłane przy rozkazie "Kasuj" pozwalają maszynie na obliczenie ilości wykasowanych rzędków.

Informacja, która ma być zapisana na taśmie, jest przesyłana z maszyny w postaci 7-bitowego znaku równoległe, wspólnymi torami dla obu jednostek. Znak zapisywany jest na taśmie magnetycznej w jednym rzędku. Siedmiobitowy znak zawiera 6 bitów informacyjnych i 1 bit kontrolny, dopełniający ilość "1" w rzędku do nieparzystości i pozwalający na dokonanie przy odczycie kontroli rzędka.

Podział 24-bitowego słowa maszynowego na 4 znaki 6-bitowe i uzupełnianie ich bitem kontrolnym dokonywany jest w maszynie.

Informacje zapisywane są na taśmie blokami o zmiennej ilości słów. Ilość słów w bloku nie może być mniejsza niż 1. W każdym bloku ilość zapisanych "1" na ścieżkach uzupełniana jest do parzystości, co pozwala przy odczycie na dokonanie kontroli ścieżki.

Przy odczycie informacja z taśmy przesyłana jest do maszyny również w postaci 7-bitowego znaku, który zawiera 6 bitów informacyjnych i 1 bit kontrolny. Formowanie słów maszynowych odbywa się w maszynie. Siedmiobitowe znaki przesyłane są do maszyny równoległe wspólnymi torami dla obu jednostek.



Przy wykonywaniu rozkazów "Pisz" i "Czytaj" pamięci taśmowe przesyłają do maszyny wspólnymi torami dla obu jednostek sygnały wyników kontroli rządka i sygnały wyników kontroli ścieżek /dla każdej ścieżki oddzielnie/. Przy rozkazie "Czytaj" sygnał kontroli rządka przesyłany jest równocześnie z przesyłaniem znaku, a sygnały kontroli ścieżek przesyłane są po zakończeniu odczytania bloku, równocześnie z impulsem końca operacji. Wyniki kontroli wszystkich ścieżek przesyłane są równolegle.

Takie przesyłanie sygnałów kontroli pozwala maszynie dokładnie zidentyfikować jeden błędny bit w bloku i skorygować go, gdyż znając ścieżkę, na której był sygnalizowany błąd można w rządku, w którym ten błąd był wykryty, znaleźć błędny bit i odtworzyć jego poprawną wartość przez zmianę jej na przeciwną w stosunku do odczytanej.

Przy dokonywaniu zapisu impulsy kontroli rządka są przesyłane albo w czasie trwania zapisu, równocześnie z impulsami synchronizującymi, albo po zakończeniu zapisu bloku, równocześnie z impulsem końca operacji. Wynika to z opóźnienia odczytu kontrolnego w stosunku do zapisu. Impulsy kontroli ścieżek przesyłane są również po zakończeniu odczytu kontrolnego, równocześnie z impulsem końca operacji. Taki stan rzeczy pozwala stwierdzić, że blok został zapisany błędnie i winien być zapisany ponownie.

#### 4. PODSTAWOWE DANE PAMIĘCI TAŚMOWEJ

- Częstotliwość przekazywania informacji pomiędzy maszyną a pamięcią taśmową wynosi 16 000 rządków na sekundę.
- Przyjęta gęstość zapisu wynosi 10,5 rządków/mm.
- Metoda zapisu: bez powrotu do zera zmodyfikowana /NRZ1 - zapisywanej "1" odpowiada zmiana kierunku namagnesowania nośnika magnetycznego na taśmie, "0" - brak zmiany/.
- Szerokość taśmy magnetycznej: 12,7 mm /1/2"/.
- Ilość ścieżek zapisu: 8.



- Zespół głowic zapisu i odczytu dwuszczelinowy o odległości między szczelinami 9,5 mm.
- Prędkość przesuwu taśmy pod głowicami:  $1,524 \pm 2\%$  m/sek.
- Maksymalny czas rozpędzania taśmy liczony od chwili podania rozkazu ruchu do uzyskania prędkości nominalnej z dokładnością  $\pm 10\%$ : 5msek.
- Maksymalny czas hamowania taśmy liczony od chwili podania impulsu "Stop": 5 msek.
- Odcinek rozpędzania taśmy: 6-9 mm.
- Odcinek hamowania taśmy: 4-6 mm.
- Wielkość przerwy międzyblokowej: 20,5 - 25,5 mm.
- Pojemność szpuli: 750 m taśmy.  
Szpule typu NARTB lub IBM /ze specjalną wkładką dopasowującą/.
- Czas szybkiego przewijania szpuli zawierającej 750 m taśmy: 4 min.
- Ilość bloków zawierających 1 000 rzędów zapisanych na krążku taśmy: ok. 6 300.
- Zasilanie: 220 V, 50 Hz.
- Temperatura otoczenia:  $+15 \div +30^{\circ}\text{C}$ .
- Wilgotność względna:  $40 \div 80\%$ .

## 5. WYKONANIE ROZKAZÓW MASZINY

### 5.1. Odczyt

Przy wykonywaniu rozkazu "Czytaj" wykonanie operacji zapoczątkowane zostaje w chwili zapalenia przerywacza związanego z tym rozkazem. W tym momencie przesłany zostaje do układów napędowych impuls powodujący ruch taśmy w przód.

Po rozpędzeniu taśmy do prędkości nominalnej, pod głowicami odczytu znajduje się odcinek taśmy zapisany treścią bloku. W czasie przebiegu tego odcinka pod głowicami, ze wzmacniaczy odczytu przesyłane są impulsy odpowiadające odczytywanej treści bloku, oraz synchronicznie z nimi z układu formowania znaku impulsy taktujące. Impulsy te po odpowiednim przekształceniu przesyłane są do



maszyny oraz wprowadzane do układów kontrolnych. Stan ten trwa do chwili wyróżnienia ostatniego rzędu w bloku, co następuje wtedy, gdy w ciągu 125  $\mu$ s nie zostanie odczytany ani jeden impuls na całej szerokości taśmy. Dokonywane jest to przez układ wyczuwania końca odczytu, z którego wysyłany jest impuls powodujący wstrzymanie przesyłania odczytanych informacji do maszyny. Po upływie 200  $\mu$ s od chwili pojawienia się tego impulsu przesłany zostaje do maszyny sygnał końca operacji i ewentualny sygnał błędu. Po upływie następnych 700  $\mu$ s układ wyczuwania końca bloku generuje impuls, który jest wykorzystywany do wytworzenia impulsu "Stop" wstrzymującego ruch taśmy.

Ilość informacji przesyłanej do maszyny przy odczycie danego bloku uzależniona jest od czasu trwania rozkazu "Czytaj" podawanego z maszyny. Ale w układach zabezpieczenia wykonania rozkazów, sygnał "Czytaj" będzie pamiętany przez przerzutnik do momentu wykrycia końca bloku, co zapewni prawidłowe ustawienie głowic w przerwie międzyblokowej.

Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Czytaj" przedstawiony został na rys.2.

## 5.2. Zapis

W chwili zapalenia przerzutnika związanego z rozkazem "Pisz" przesłany zostaje do układów napędowych impuls wprowadzający taśmę w ruch do przodu, a przez głowice zapisu zaczyna przepływać prąd w kierunku powodującym magnesowanie nośnika w sposób przyjęty dla przerw międzyblokowych. Od chwili tej odmierzany jest czas 8 ms, w którym taśma zostaje rozpędzona do prędkości nominalnej oraz przebiega dodatkowo odcinek niezbędny do uzyskania odpowiedniej wielkości przerwy międzyblokowej. Po upływie tego czasu pobudzony zostaje generator impulsów zegarowych, taktujący zapis informacji na taśmie. Zapis dokonywany jest na 8-iu ścieżkach. Na 6-ciu ścieżkach zapisywana jest informacja, a na 7-ej bit kontrolny stanowiący dopełnienie ilości jedynek w rzędzie do nieparzystości. Na 8-ej ścieżce zapisywane są dodatkowo impulsy zegarowe.



W ten sposób w każdym rządku zapisane zostają przynajmniej dwie jedynki, co zabezpiecza przed "zgubieniem" rządka zapisanego na taśmie i pozwala spełnić warunek stawiany przez układy formowania znaku f-my SEA.

Zapisywana treść przesyłana jest w postaci poziomów napięć do koderów i wzmacniaczy zapisu, w których przekształcane są one na prądy zapisu. Taśma magnetyczna z dokonany na niej zapisem przesuwana jest spod głowic zapisu pod głowice odczytu, z których sygnały przesyłane są do układów kontroli, sprawdzających poprawność zapisu. Stan ten trwa do chwili zaniku rozkazu "Pisz" przesyłanego z maszyny, co oznacza, że zostały zapisane wszystkie słowa danego bloku. Od tej chwili wstrzymana zostaje generacja impulsów zegarowych, a po upływie 200  $\mu$ s, tj. po przesunięciu taśmy o około 0,3 mm we wszystkich głowicach zapisu zostaje ustalony kierunek prądu odpowiadający namagnesowaniu w przerwie międzyblokowej. W chwili tego ustalenia prądu następuje dopisanie "1" na tych ścieżkach, na których zapisana była w bloku nieparzysta ich ilość i tym samym zapisany zostaje rządka kontrolny.

Po około 6 ms, tj. po czasie, w którym ostatni zapisany rządka zostanie przesunięty spod głowicy zapisu pod głowicę odczytu, układy odczytu wykrywają koniec bloku i tak jak w opisanym procesie odczytu, przesyłane są do maszyny sygnały końca operacji i ewentualnego błędu.

Sygnał końca bloku powoduje wyzwolenie opóźnienia 2-milisekundowego, w czasie trwania którego taśma przebiega dodatkowy odcinek z prędkością nominalną i dopiero po tym czasie zostaje wygenerowany impuls "Stop". Dodatkowy przebieg tego odcinka dokonywany jest w celu zwiększenia obszaru kasowania w przerwie międzyblokowej, aby w przypadku dalszego następstwa rozkazów obejmującego rozkazy "Skocz do tyłu" i "Czytaj", rozrzuty w wielkościach odcinków rozpędzania i hamowania nie spowodowały błędów w odczycie i sterowaniu ruchem taśmy.

Wygenerowanie impulsu "Stop" zapoczątkowuje hamowanie taśmy, przy czym prąd "kasujący" przepływa przez głowice zapisu do chwili zupełnego zatrzymania taśmy.



Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Pisz" przedstawiony został na rys.3.

### 5.3. Kasowanie

Kasowanie zapisu na taśmie dokonywane jest przez głowicę piszącą. W chwili zapalenia przerzutnika związanego z rozkazem "Kasuj" przesłany zostaje do układów napędowych impuls wprowadzający taśmę w ruch w przód, a przez głowicę zapisu zaczyna przepływać prąd powodujący magnesowanie taśmy w kierunku przyjętym dla przerwy międzyblokowej. Od tej chwili, tak jak przy wykonywaniu rozkazu "Pisz", odmierza się czas 8 ms, po czym generowane są impulsy taktujące. Nie są one jednak przesyłane do układów zapisu, lecz tylko do maszyny dla obliczenia ilości rzędów, które mają zostać wykasowane. Po odliczeniu maszyna wstrzymuje przesyłanie rozkazu "Kasuj" i od tej chwili odmierza się dodatkowy czas, w ciągu którego magnesowany jest odcinek taśmy, zwiększający obszar kasowania. Ma to na celu usunięcie wpływów rozrzutów prędkości, które mogłyby spowodować niezupełne wykasowanie uszkodzonego miejsca na taśmie.

Należy tu wyjaśnić, że zarówno w czasie wykonywania rozkazu "Kasuj" jak i w obszarze przerwy międzyblokowej taśma magnesowana jest zawsze w tym samym kierunku. W ten sposób unika się odczytania z taśmy jakichkolwiek sygnałów, które nie są sygnałami zapisanej informacji.

Przy wykonywaniu rozkazu "Kasuj" nie istnieją sygnały odczytu i sterowanie ruchem taśmy opiera się na sygnale otrzymywanym z maszyny. Dodatkowy czas 7 ms odmierza się po zaniku sygnału rozkazu, pozwala taśmie na przebiegnięcie odcinka, w który wchodzi odległość między szczelinami zapisu i odczytu oraz niezbędne zapasy na rozrzuty wynikające z niestabilności prędkości taśmy, odcinków rozpędzania i hamowania. Po odmierzeniu czasu dodatkowego następuje wygenerowanie impulsu "Stop". Następnie odbywa się hamowanie taśmy, po czym aż do momentu jej zatrzymania przez głowicę przepływa prąd kasujący.



Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Kasuj" przedstawiony został na rys.4.

#### 5.4. Przesuwanie taśmy wstecz

Podanie do układów pamięci taśmowej sygnału "Skocz do tyłu o 1 blok" powoduje przesunięcie taśmy wstecz o odcinek zajęty przez blok informacji znajdujący się najbliższej głowicy, niezależnie od jego długości i wielkości przerwy międzyblokowej. W chwili zapalenia przerzutnika związanego z tym rozkazem, do układów napędowych zostaje przesłany impuls wprowadzający taśmę w ruch wstecz. Po rozpędzeniu taśmy do prędkości nominalnej pod głowicami odczytu znajduje się odcinek taśmy zapisany treścią bloku, która zostaje odczytana w odwrotnej kolejności niż była zapisywana, tj. zaczynając od rządka kontrolnego.

Po przesunięciu się pod głowicami całego bloku zostaje wygenerowany impuls końca bloku, który pobudza opóźnienie 6,5 ms. W tym czasie taśma przebiega dodatkowy odcinek, a następnie zostaje wygenerowany impuls "Stop". Dzięki dodatkowemu przebiegowi taśma zatrzymuje się pod głowicami w takim miejscu przerwy międzyblokowej, z którego może wystartować do następnego ruchu zarówno wstecz jak i w przód, a odcinki zapisane treścią bloku znajdują się pod głowicami po osiągnięciu nominalnej prędkości przesuwu taśmy.

Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Skocz do tyłu" przedstawiony został na rys.5.

#### 5.5. Szybkie przewijanie

Rozkaz "Odwiń" powoduje szybkie przewinięcie taśmy wstecz, na szpulę górną /szpula dolna jest praktycznie szpulą związaną stale z jednostką i przy normalnej eksploatacji nie jest nigdy zdejmowana/. W chwili zapalenia przerzutnika związanego z rozkazem "Odwiń" zostaje do układów napędowych przesłany impuls wprowadzający taśmę w szybki ruch wstecz. Ruch ten trwa do chwili przejścia



przez czujnik nalepki sygnalizującej początek taśmy. W chwili tej generowany jest impuls "Stop", następuje hamowanie ruchu taśmy i do maszyny przesyłany jest sygnał oznaczający, że taśma znajduje się w strefie swego początku. Hamowanie i stabilizacja układów napędowych trwa kilka sekund i przez ten czas pozostaje zapalony przerzutnik związany z rozkazem "Odwiń". Zgaszenia tego przerzutnika dokonuje specjalny sygnał pochodzący z przekaźnika z opóźnieniem termicznym.

Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Odwiń" przedstawiony został na rys.6.

## 6. STEROWANIE NAPIĘDEM

Wykonanie każdego rozkazu obejmuje 3 etapy: rozpędzanie taśmy, wykonywanie operacji właściwych temu rozkazowi oraz hamowanie taśmy.

Przy wykonywaniu rozkazów powodujących ruch w przód lub wstecz rozpędzanie taśmy rozpoczyna się w momencie zapalenia któregoś przerzutnika rozkazowego /przerzutniki te zabezpieczone są przed zapaleniem dwóch z nich równocześnie/. Nie dotyczy to obszaru początku taśmy przy wykonywaniu rozkazów powodujących ruch w przód, zapalenie przerzutników następuje bowiem dopiero po wyjściu taśmy z tego obszaru. Ma to na celu zabezpieczenie się przed zapisem i odczytem informacji w strefie początku taśmy.

Ruch taśmy w strefie początku inicjują sygnały rozkazowe przesyłane bezpośrednio z maszyny.

Każdorazowe wygenerowanie impulsu "Stop" powoduje pobudzenie opóźnienia 14 ms. W tym czasie następuje hamowanie taśmy oraz stabilizacja układów napędowych. Rzeczywiste zahamowanie taśmy następuje w czasie krótszym /ok. 5 ms/, lecz zgodnie z wymaganiami stawianymi przez f-mę SEA czas ten jest wydłużony dla umożliwienia zupełnej stabilizacji położenia ramion zapasu taśmy i wygaszenia tyratronów zasilających silniki napędu szpul. Gaszenie



przerzutników rozkazowych następuje w zasadzie po odmierzeniu tego czasu, jednak przy następstwie rozkazów "Czytaj - Czytaj" lub "Skocz do tyłu - Skocz do tyłu", jeżeli drugi rozkaz taki sam zostanie podany w czasie trwania wyżej opisanych impulsów przedłużających czas przesuwania taśmy z normalną prędkością, to impuls "Stop" nie zostaje wygenerowany, przerzutnik rozkazowy nie zostaje zgaszony i wykonanie drugiego rozkazu następuje bez zatrzymywania taśmy. Podobnie przy następstwie rozkazów "Kasuj" - "Pisz", jeżeli rozkaz "Pisz" zostanie podany w czasie trwania impulsu przedłużającego po rozkazie "Kasuj", ruch taśmy nie zostaje wstrzymany i prąd kasujący zostaje podtrzymany w głowicach do chwili rozpoczęcia wpisywania informacji na taśmę.

Sytuacja takie są możliwe dzięki temu, że sygnał końca operacji przesyłany jest do maszyny przed zakończeniem wszystkich działań związanych z wykonaniem rozkazu i wygenerowaniem impulsu "Stop". Organizacja taka została wprowadzona przede wszystkim celem zaoszczędzenia czasu maszyny, dla której wykonanie rozkazu kończy się w chwili otrzymania impulsu końca operacji, po którym może ona przejść do wykonywania dalszego ciągu programu, nie czekając na zakończenie procesów dokonywanych w jednostce pamięci taśmowej.

## 7. TECHNICZNA REALIZACJA UKŁADÓW ELEKTRONIKI

Układy, których działanie zostało opisane wyżej, zrealizowane zostały w oparciu o elementy techniki S-400 [8].

Technika ta zapewnia konieczną szybkość działania układów oraz prostą ich realizację.

Elementem podstawowym techniki S-400 jest inwerter statyczny o poziomych wyjściowych 0 V i -6 V. Schemat ideowy inwertera przedstawiony został na rys.7.

Omówione układy elektroniki pamięci taśmowej współpracują z jednej strony z napędem firmy SEA opartym również na technice statycznej, lecz posiadającym inne poziomy wyjściowe, a mianowicie -5 V i +5 V, z drugiej strony współpracują z maszyną ZAM-3M, która zrea-



lizowana jest w dynamicznej technice magnetycznej /ferrytowo - diodowe układy logiczne, np. opisane w [10] / o amplitudzie impulsów 8 V, od poziomu 0 V do +8 V. W związku z tym zaistniała konieczność stworzenia układów nietypowych pozwalających dopasować odpowiednie poziomy wyjściowe różnych technik.

Jako układ przejściowy pomiędzy technikami statycznymi zastosowano specjalne układy nazwane przekształtnikami.

Przy przejściu z poziomów 0 ÷ -6 V na poziomy +5 ÷ -5 V wykorzystano specjalny układ inwertera, przedstawiony na rys.8.

Od strony wejścia inwerter ten współpracuje z inwerterem z odłączonym kolektorem techniki S-400, a jego stopień wyjściowy zasilany jest napięciami typowymi dla układów SEA. Napięcie kolektora stopnia wyjściowego podcinane jest diodą do -5 V, emiter zaś podparty jest napięciem +5 V i na wyjściu przekształtnika otrzymujemy poziom -5 V lub +5 V.

Dzięki takiemu rozwiązaniu uzyskano w prosty sposób dopasowanie różnych poziomów 0 i -6 V do poziomów +5 i -5 V.

Dopasowanie układów o poziomach +5 ÷ -5 V do poziomów 0 ÷ -6 V uzyskano przez zastosowanie specjalnego inwertera - przekształtnika, przedstawionego na rys.9., którego wejście dostosowane jest do poziomów sygnałów wejściowych +5 V i -5 V, a na jego wyjściu otrzymuje się sygnały o poziomach typowych dla techniki S-400.

Do zapewnienia prawidłowej współpracy między maszyną a pamięcią taśmową służą układy zwane standaryzatorami. Istnieją tutaj dwa odrębne zagadnienia: jedno, to dopasowanie poziomów napięciowych sygnałów, a drugie zagadnienie - synchronizacja przesyłanych sygnałów z zegarem maszyny, wynikające z asynchronicznej pracy pamięci taśmowej w stosunku do maszyny.

Dopasowanie poziomu sygnałów impulsowych do poziomów techniki S-400 zapewnia układ całkujący, na wejście którego podawany jest ciąg impulsów, natomiast na wyjściu otrzymuje się odpowiedni poziom napięcia. Schemat układu całkującego przedstawiony został na rys.10a.



Przez podanie na wejście układu ciągu impulsów otrzymujemy na wyjściu poziom 0 V, przy braku impulsów wejściowych - -6 V. Stała czasu układu jest tak dobrana, że układ reaguje zarówno na zanik jednego impulsu w ciągu, jak i na pojawienie się jednego impulsu wejściowego. Na wejściu tego elementu realizowany jest iloczyn dwóch ciągów impulsowych. Na jedno wejście układu podawany jest ciąg impulsów informacyjnych, na drugie - odpowiednio zawężony ciąg impulsów zegara maszyny. Zawężone impulsy zegara mają taką szerokość i występują w tak dobranej chwili, że impulsy zakłócające występujące w ciągu impulsów z układów diodowo-ferrytowych przy braku impulsów sygnałowych nie spełniają warunków iloczynu wejściowego układu całkującego, co zostało pokazane na rys.10b.

Dla dopasowania poziomów techniki S-400 do poziomów napięć techniki ferrytowo-diodowej wykonano specjalny układ oparty na diodzie Zenera, pozwalający przesuwac poziomy napięć. Schemat tego układu przedstawiony został na rys.11. Układ na wejściu pozwala realizować iloczyn wieloargumentowy na poziomach techniki S-400 i na jego wyjściu otrzymujemy sygnały o parametrach techniki ferrytowo-diodowej.

## 8. SYSTEM SYNCHRONIZACJI

Ze względu na szczególne znaczenie omówiono dodatkowo zagadnienie synchronizacji przesyłania informacji między pamięcią taśmową a maszyną. Układ synchronizacji dzieli się na dwa zespoły:

- zespół synchronizacji pojedynczych impulsów
- zespół synchronizacji ciągów impulsów.

Oba zespoły są opracowane w oparciu o technikę S-400. Elementy nietypowe omówione wyżej służą jedynie do dopasowania poziomów.

### 8.1. Zasada pracy zespołu synchronizacji pojedynczych impulsów

Uproszczone przebiegi czasowe dla zespołu synchronizacji pojedynczych impulsów przedstawiono na rys.12a.



Zespół synchronizacji pojedynczych impulsów składa się z dwóch układów pamiętających, układu iloczynującego oraz układów przekształcających, przedstawionych na rys.11. Wzajemne powiązanie tych układów przedstawiono na rys.12b.\*)

Impuls synchronizujący przesyłanie informacji do maszyny, ustawia dodatnim zboczem pierwszy układ pamiętający w stan "1". Wyjście tego układu podane jest na jedno z wejść iloczynu, na którego drugie wejście podany jest zegar maszyny w I fazie /patrz zasady pracy układów ferrytowo-diodowych [10]/. Impuls z układu iloczynującego podany jest na drugi układ pamiętający i dodatnim zboczem ustawia go w stan "1".

Układ ten zapalany jest tylko w I fazie zegara maszyny, niezależnie od chwili pojawienia się impulsu synchronizującego.

Drugi układ pamiętający ustawiany jest w stan "0" przez dodatnie zbocze impulsu II fazy zegara maszyny. Układ ten przechodząc w stan "0" zeruje pierwszy układ pamiętający i standaryzator powraca do stanu wyjściowego.

W ten sposób, w odpowiedzi na pojedynczy impuls podany na wejście zespołu asynchronicznie z zegarem maszyny, na wyjściu drugiego układu pamiętającego pojawia się impuls synchroniczny z zegarem II fazy maszyny. Impuls ten podawany jest na jedno z wejść iloczynujących układu przekształcającego. Na drugie wejście tego układu podawana jest informacja podlegająca standaryzacji /jest ona podawana jednocześnie z impulsem synchronizującym/, a na trzecie wejście podany jest zegar II fazy wyznaczający dokładnie chwilę pojawienia się impulsu wyjściowego.

Na wyjściu zespołu otrzymujemy impuls o parametrach impulsu techniki ferrytowo-diodowej i w fazie II zegara maszyny. Impuls wyjściowy jest zawsze opóźniony w stosunku do chwili w jakiej został podany impuls synchronizujący o 0,5 do 1,5 fazy zegarowej /2,5 ÷ 7,5  $\mu$ s/. Opóźnienie to zależy od chwili pojawienia się impulsów synchronizujących w stosunku do I fazy zegara.

---

\*) Rysunek wykonany jest w symbolice techniki S-400.



## 8.2. Zasada pracy zespołu synchronizacji ciągu impulsów

Uproszczone przebiegi czasowe dla zespołu synchronizacji ciągu impulsów przedstawiono na rys.13a.

Zespół ten składa się z elementu pamiętającego, dwóch elementów realizujących iloczyn oraz z układu przekształcającego, przedstawionego na rys.11. Wzajemne powiązanie tych układów przedstawiono na rys.13b.

Zapalenie i gaszenie układu pamiętającego zachodzi w ściśle określonej chwili wyznaczonej I fazą zegara maszyny. Zapalenie i gaszenie układu pamiętającego w czasie trwania impulsu zegara I fazy zapewnia, że pierwszy i ostatni impuls ciągu, którego pojawienie uwarunkowane jest zegarem II fazy, nie będzie zniekształcony.

Wyjście układu pamiętającego podane jest na jedno z wejść układu przekształtnika, na którego drugie wejście podany jest ciąg zegara II fazy. Na wyjściu elementu przekształcającego otrzymuje się ciąg impulsów o parametrach impulsów techniki diodowo-ferrytowej i w fazie z zegarem maszyny.

## 9. WSTĘPNA EKSPLOATACJA

Opisana pamięć taśmowa została po zmontowaniu zbadana wstępnie za pomocą uproszczonego symulatora kanału maszyny. W połowie roku 1964 pamięć została podłączona do maszyny ZAM-3M i szczegółowo przebadana programami sprawdzającymi.

Przed wszystkim sprawdzono poprawność wykonywania przez pamięć taśmową wszystkich operacji w dowolnej kolejności. Sprawdzono także poprawność jednoczesnej pracy obu jednostek pamięci, tj. poprawność wykonywania dowolnych operacji przez jedną jednostkę pamięci, podczas gdy na drugiej odbywało się odwijanie taśmy.

Szczególnie dokładnie badana była poprawność dokonywania zapisu informacji na taśmie magnetycznej oraz poprawność odczytu z taśmy. Między innymi zapisywano na taśmie magnetycznej bloki pseudolosowej treści o pseudolosowej długości, przy czym poprawność odczytanej



informacji oceniano nie tylko na podstawie wyników kontroli dokonywanej w samej pamięci taśmowej, lecz także przez porównanie jej z wzorcem przechowywanym w pamięci operacyjnej.

W ramach tych badań, taśmę magnetyczną zapisaną na jednej jednostce odczytywano na drugiej jednostce i sprawdzano poprawność odczytu. W ten sposób zbadano i stwierdzono pełną wymiennność taśm między jednostkami.

Za pomocą specjalnego programu sprawdzającego badano także poprawność działania układów kontroli pamięci taśmowej. Stwierdzono, że sygnalizacja błędów oparta na badaniu parzystości jest wystarczająca. Stosując powtarzanie zapisu lub odczytu bloku, w którym został wykryty błąd, uzyskano całkowitą niezawodność działania pamięci taśmowej.

Opracowane programy używane były także w czasie eksploatacji pamięci taśmowej do okresowej kontroli poprawności współdziałania pamięci z maszyną cyfrową.

W czasie współpracy z maszyną nie stwierdzono potrzeby wprowadzenia istotnych zmian w zaprojektowanym systemie. Kilkaset godzin pracy każdej jednostki pamięci z maszyną pozwoliło stwierdzić dużą pewność działania urządzeń w szerokim zakresie zmian temperatury otoczenia.

#### Literatura

1. HUNTER D.G., RIDLER D.S.: The Recording of Digital Information on Magnetic Drums, Electronic Engineering, October 1957.
2. Review of Input and Output Equipment Used in Computers Systems Joint AIEE - ACM Comp. Conference, March 1953.
3. WILLIS D.W., SKINNER M.A.: Some Engineering Aspects of Magnetic Tape System Design, Brit. IRE, November 1960.
4. FRANCK E.: Magnetic Tape Dropouts, Instr. and Control Systems, March 1959.



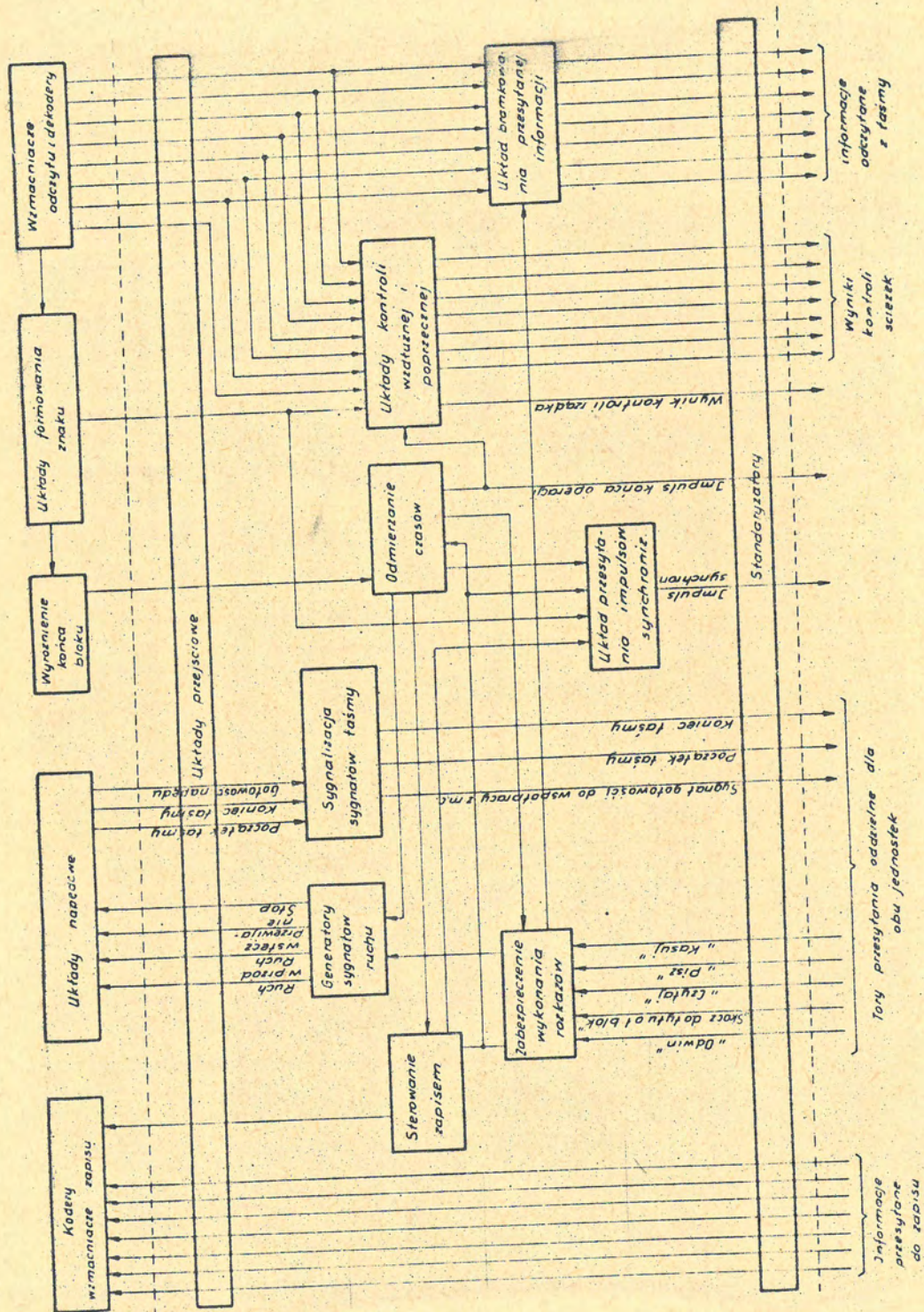
5. Automatic Error Detection and Rejection on the 729 - opis pamięci taśmowej IBM 729.
6. PHISTER M.: Logical Design of Digital Computers, 1959.
7. GRISAMORE N.T., ROTOLO L.S., UYEHARA G.U.: Logical Design Using the Stroke Function, IRE Trans. on El. Comp., 1958:2
8. PRACA ZBIOROWA: Katalog techniki S-400, Opracowanie IMM, 1964.
9. Urządzenie pamięci na taśmie magnetycznej typ 325, Opis p.t. SEA.
10. ŚWIATKOWSKI Z.: Ferrytowo-diodowe układy podstawowe do maszyny cyfrowej ZAM-3M, Prace IMM 1963:B 5/18/.

#### MAGNETIC TAPE STORAGE OF ZAM-3M COMPUTER

##### Summary

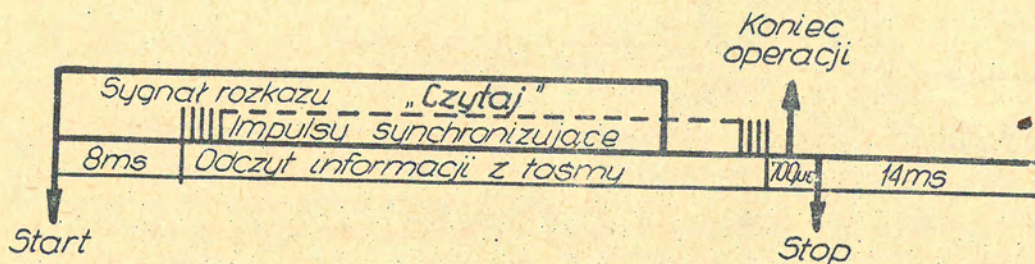
Magnetic tape storage of ZAM-3M computer is described. The memory consists of two separately controlled units. The paper describes the principles of the co-operation with the computer, logical circuit organization, basic storage parameters and simplified time runs, as well as technical solutions of chosen circuits. A short description of the commissioning and primary exploitation of storage are also given.



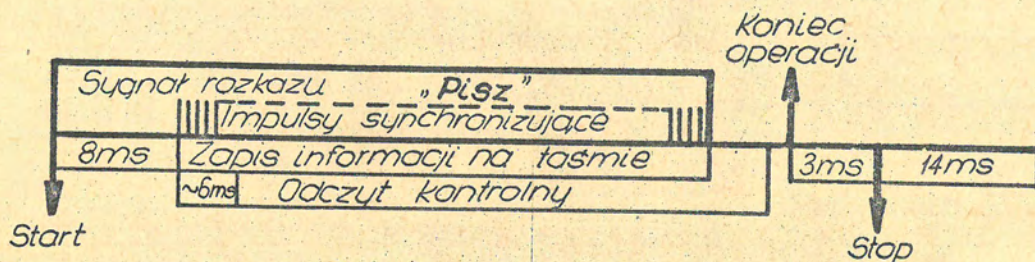


Rys. 1. Schemat blokowy pamięci taśmowej dla maszyny ZAM-3M

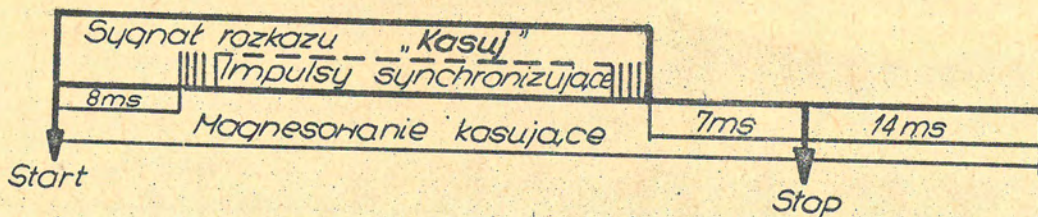




Rys. 2. Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Czytaj"

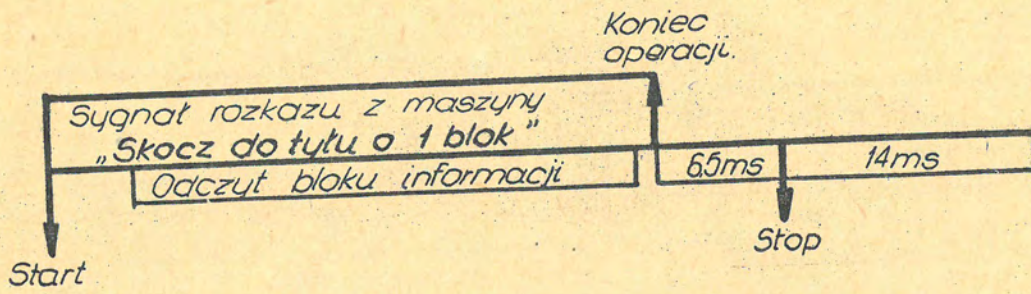


Rys. 3. Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Pisz"

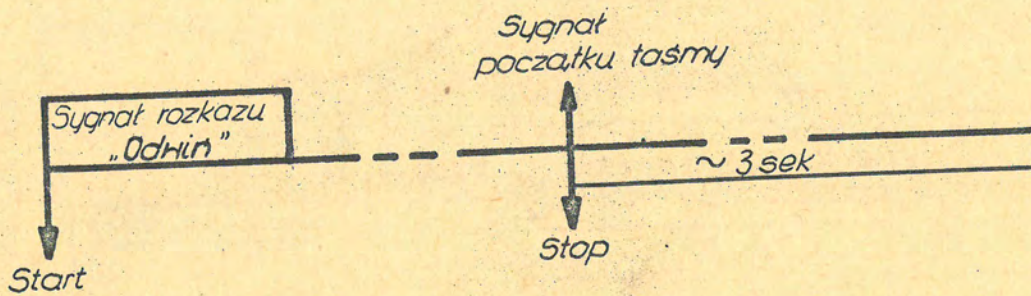


Rys. 4. Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Kasuj"

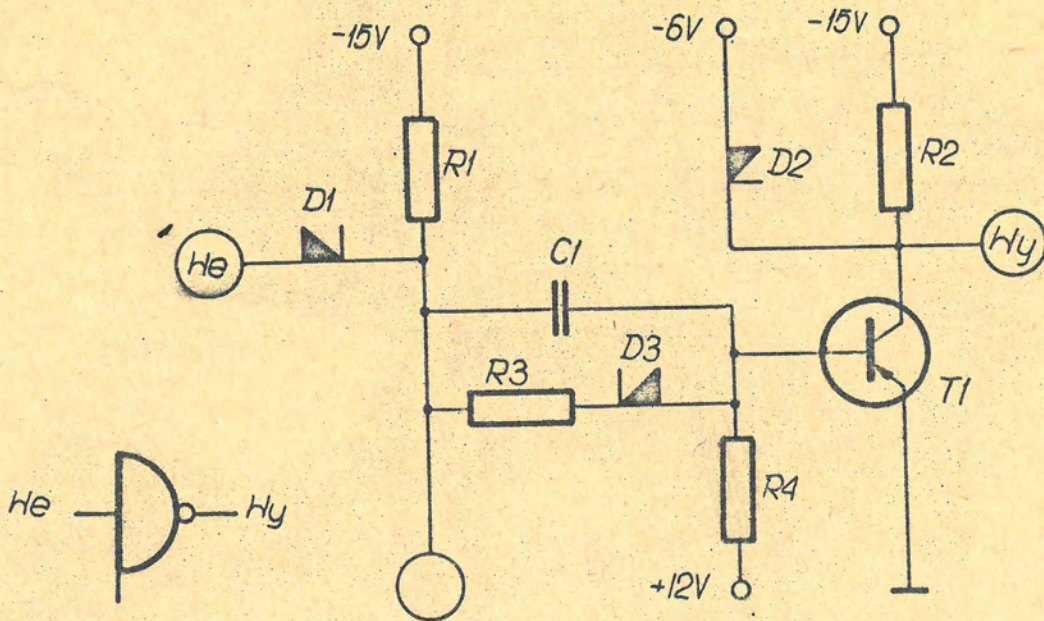




Rys. 5. Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Skocz do tyłu".

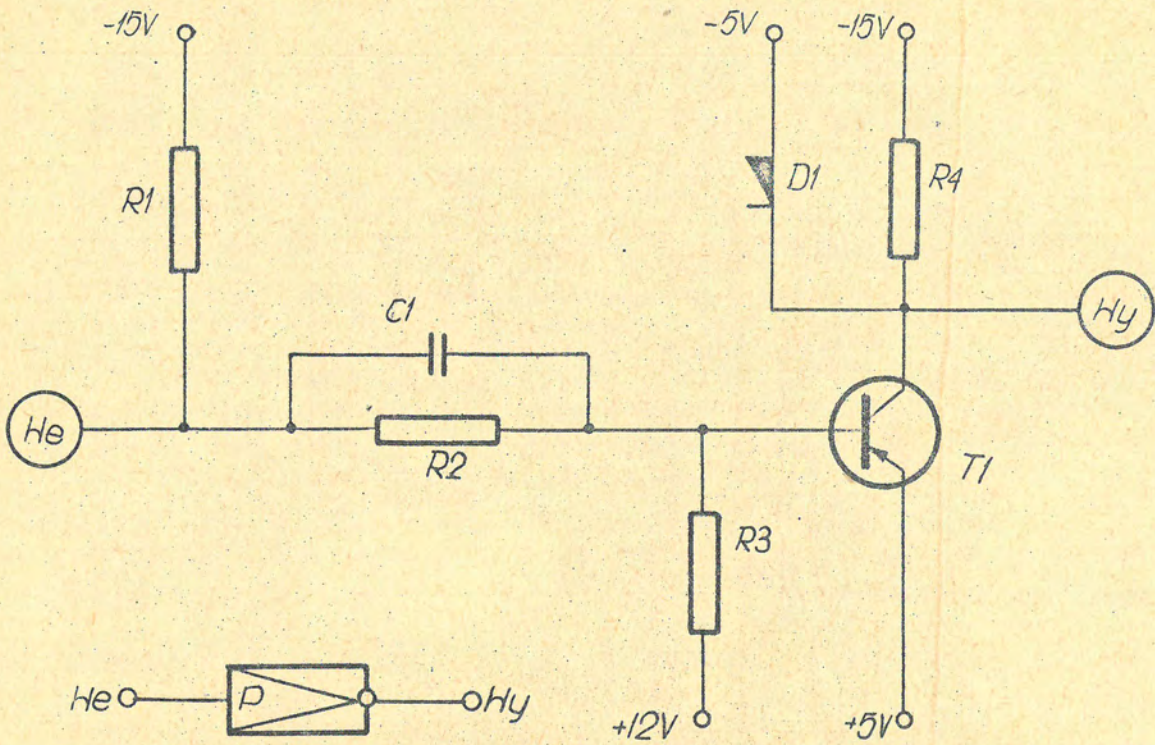


Rys. 6. Uproszczony harmonogram czasowy wykonania rozkazu "Odwiń".

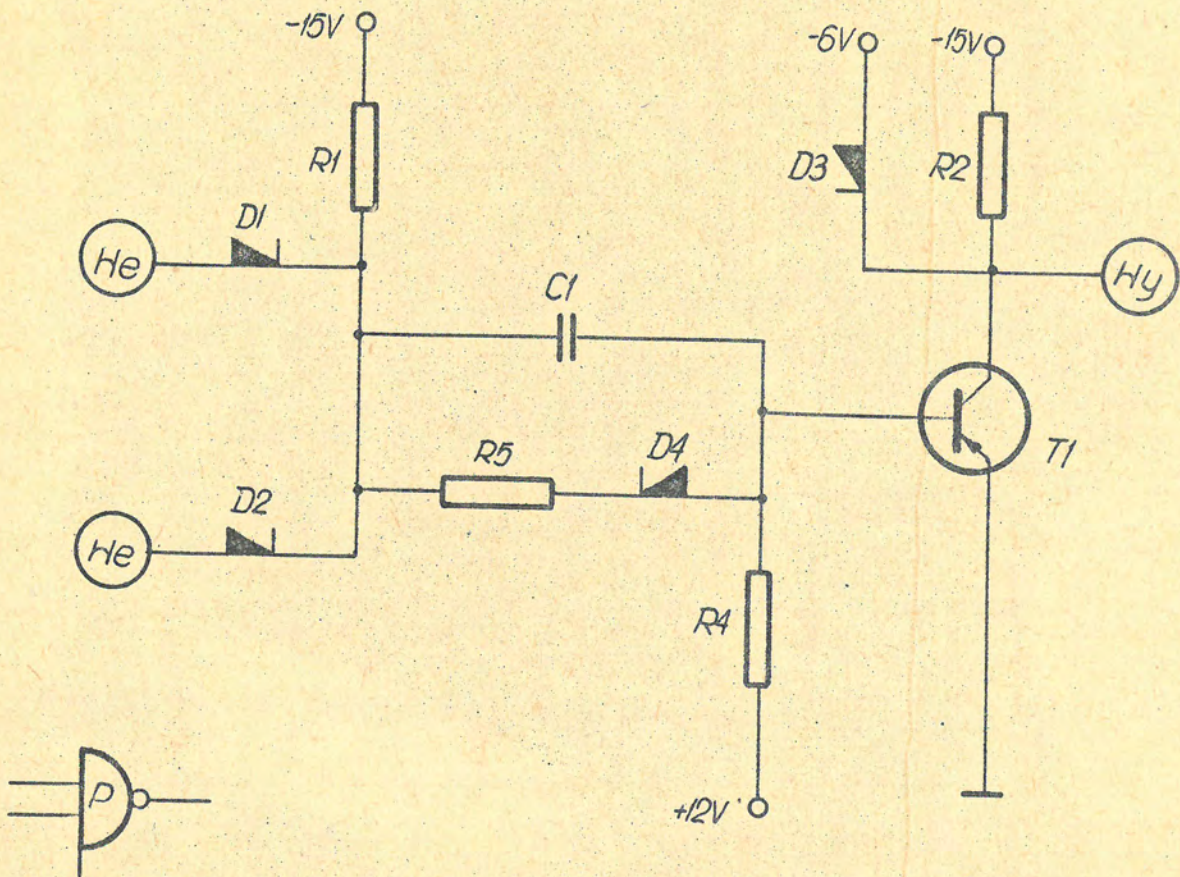


Rys. 7. Schemat ideowy inwertera techniki S-400



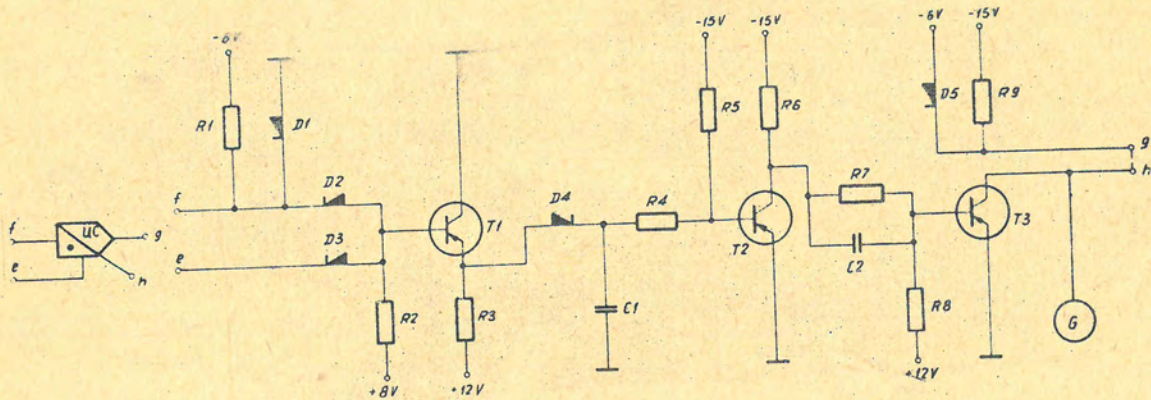


Rys. 8. Schemat układu przejściowego z poziomów 0 - -6 V na poziomy +5 - -5V

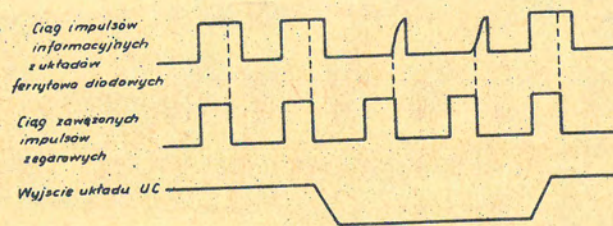


Rys. 9. Schemat układu przejściowego z poziomów +5V - -5V na poziomy 0 - -6V

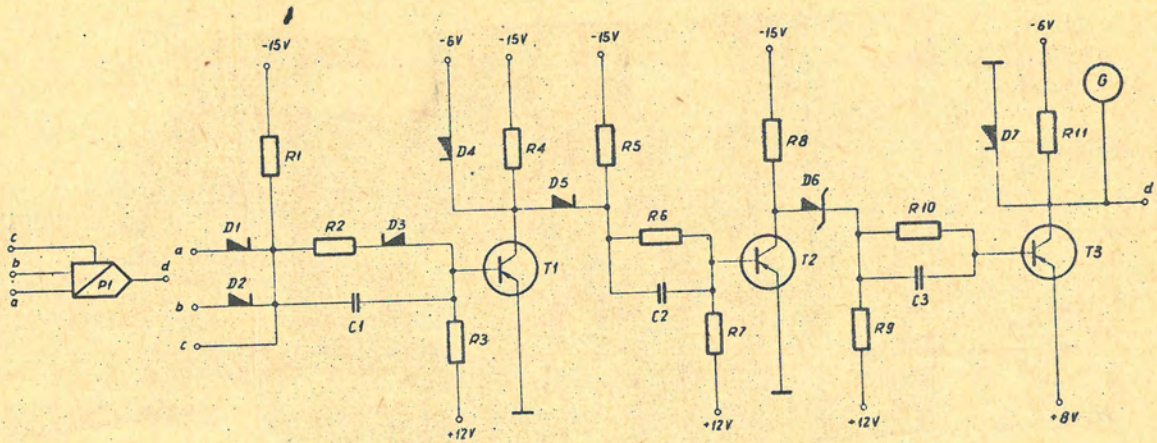




Rys. 10a. Układ całkujący



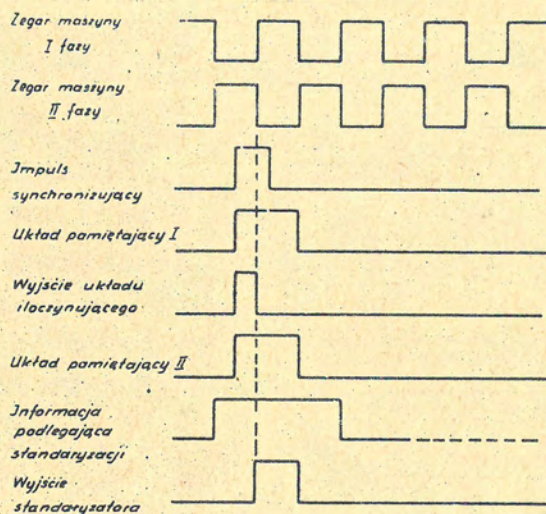
Rys. 10b. Uprozczone przebiegi czasowe w układzie całkującym



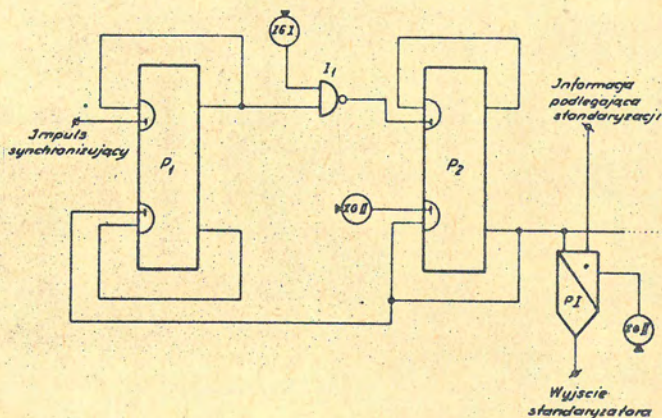
Rys. 11. Schemat układu przekształcającego z poziomów -6V, 0V na poziomy 0V, +8V



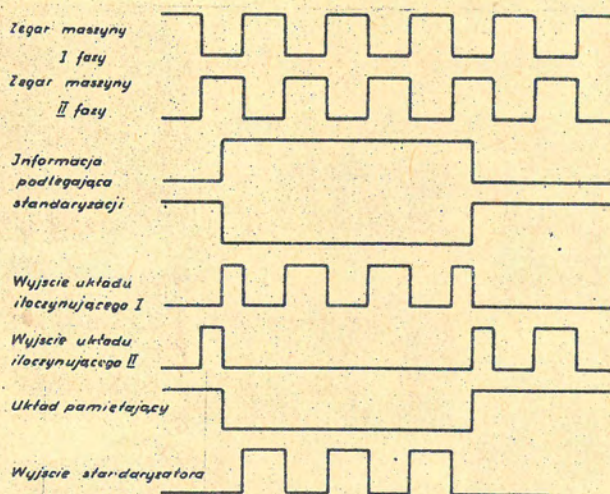
Rys. 12a. Uprozczone przebiegi czasowe dla zespołu synchronizacji pojedynczych impulsów



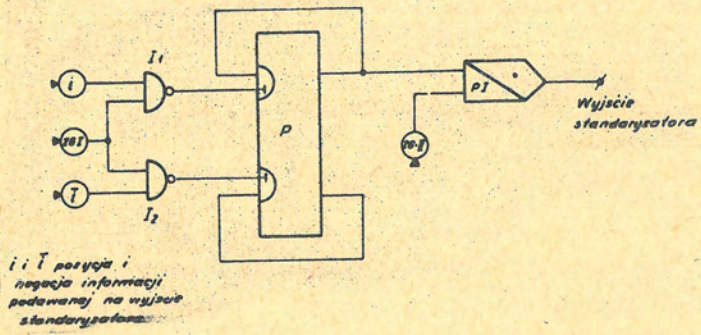
Rys. 12b. Uproszczony schemat zespołu synchronizacji pojedynczych impulsów



Rys. 13a. Uprozczone przebiegi czasowe dla zespołu synchronizacji ciągu impulsów







Rys. 13b. Uproszczony schemat zespołu standardyzatora ciągu impulsów



