

Prace Instytutu Maszyn Matematycznych



P. 2229 | 68

ROK X

ZESZYT 3

Warszawa 1968

PEŁNOMOCNIK RZĄDU D/S ELEKTRONICZNEJ TECHNIKI OBLICZENIOWEJ

P R A C E

Instytutu Maszyn Matematycznych

Rok X

Zeszyt 3

Warszawa 1968

INSTYTUT MASZYN MATEMATYCZNYCH

DZIAŁOWY OŚRODEK INTE.

Copyright © 1968 - by Instytut Maszyn Matematycznych
Poland

Wszelkie prawa zastrzeżone

PW1147/bg
Komitet Redakcyjny

Bartłomiej GŁOWACKI, Jerzy GRADOWSKI /redaktor naczelny/, Andrzej KOJEMSKI,
Włodzimierz MARDAL /z-ca redaktora/, Jan RELUGA

Sekretarz redakcji: Romana NITKOWSKA

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

WDN - Zam. 921/0/68. Nakł. 475 egz.

Od redakcji

Redakcja "PRAC IMM" zamierza wprowadzić, począwszy od 1969 r., nową rubrykę pn. "Listy do redakcji". W związku z powyższym zwracamy się do Czytelników o nadsyłanie uwag merytorycznych o treści zamieszczonych artykułów, o ich przydatności oraz na temat formy wydawniczej zeszytów. Ciekawsze wypowiedzi będziemy publikować.

От Редакции

Редакция сборника "PRACE IMM" намерена ввести, начиная с 1969 года, новый отдел под заглавием: "Письма в Редакцию". В связи с этим, мы обращаемся к нашим читателям с просьбой присылать нам замечания по нашим статьям и их пригодности, а также по издательской форме нашего сборника. Более интересные письма будут опубликованы.

Editorially

The Editorial office "PRACE IMM" is going since 1969 to introduce a new column entitled "Letters to the Editorial office". In connection with this the readers are asked to send us their substantial remarks about the content of inserted articles, their usefulness, as well as the editorial form of "PRACE IMM". More interesting utterances will be published.

SPIS TREŚCI ZESZYTU 3
СОДЕРЖАНИЕ
CONTENTS

1. Nowak E., Pietraszko J.
Pamięć bębnowa PB-5 5
Запоминающее устройство на магнитном барабанае PB-5
/Резюме/
The PB-5 drum storage /Summary/

2. Orzechowski J., Szczęśny Z., Witczak S.
Uzwojenia metalizowane do rdzeniowej pamięci operacyjnej 37
Металлизованная обмотка для запоминающего устройства на ферритовых сердечниках /Резюме/
Metallized wirings for operational core storage
/Summary/

3. Kwiatkowski A., Kuźnicka H., Karasińska-Kwiatkowska J.
Wybrane zagadnienia z badań właściwości magnetycznych i fizykochemicznych taśm cyfrowych z gamma tlenkiem żelazowym 63
Проблемы избранные из исследований магнитных и физико-химических свойств цифровых лент с γ -Fe₂O₃ /Резюме/
Chosen problems from investigations of magnetic and physicochemical properties of digital tapes with γ -Fe₂O₃ /Summary/

4. Autorzy artykułów zamieszczonych w zeszycie 3 "PRAC IMM" . 93
5. Wykaz "PRAC IMM" opublikowanych w 1968 roku 97

PAMIĘĆ BĘBNOWA PB-5

Eugeniusz NOWAK
Jan PIETRASZKO

Pracę złożono 20.07.1967 r.

W pracy opisano pamięć bębnową PB-5, opracowaną w Instytucie Maszyn Matematycznych głównie z przeznaczeniem dla maszyn ZAM-21/41. Omówiono zasady działania pamięci i jej współpracy z maszyną oraz dokonano przeglądu rozwiązań konstrukcyjnych poszczególnych zespołów funkcjonalnych pamięci, ze szczególnym uwzględnieniem zespołów elektronicznych.

S P I S T R E Ś C I

1.	WSTĘP	6
2.	KONSTRUKCJA PAMIĘCI	7
3.	ZASADY DZIAŁANIA PAMIĘCI	10
3.1.	Schemat blokowy	10
3.2.	Współpraca z maszyną	13
3.3.	Opis działania	15
4.	UKŁADY ELEKTRONICZNE PAMIĘCI	17
4.1.	Wzmacniacz zapisu	18
4.2.	Układy odczytu	19
4.2.1.	Układ odczytu ścieżki zegarowej	19
4.2.2.	Układ odczytu ścieżek informacyjnych i ścieżki adresowej	23
4.3.	Układ wybierania głowic	29
	ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW PAMIĘCI BĘBNOWEJ	29
	Literatura	31
	Resumé	32
	Summary	34

1. WSTĘP

Pamięci bębnowe, jako magazyn znacznych ilości informacji, stanowią nieodłączny element wielu maszyn matematycznych niemal od początku ich rozwoju, nierzadko pełniąc - na skutek stosunkowo krótkiego czasu dostępu - rolę pamięci operacyjnych. Dzięki prostocie konstrukcji i związanej z tym wysokiej niezawodności, przetrwały do dnia dzisiejszego i w dalszym ciągu są instalowane w nowoczesnych maszynach jako pamięci zewnętrzne /np. ICT-Seria 1900, IBM-System/360/.

Pamięć bębnowa PB-5 została opracowana w Instytucie Maszyn Matematycznych z zasadniczym przeznaczeniem dla maszyn ZAM-21/41, dlatego też ogólna koncepcja tych maszyn zaważyła na jej rozwiązaniach konstrukcyjnych. Niemniej jednak, dzięki modułowej budowie, pamięć może być stosunkowo łatwo adaptowana do dowolnej maszyny.

Również sam bęben tej pamięci może znaleźć zastosowanie w innych maszynach. Na przykład od pewnego czasu jest on produkowany przez WZE ELWRO dla maszyn cyfrowych ODRA. Pamięć bębnowa, podobnie jak i inne pamięci zewnętrzne o powszechnym zastosowaniu, jest urządzeniem elektromechanicznym, w którym podstawowym elementem jest część mechaniczna - w tym przypadku bęben. Istotą wszystkich pamięci zewnętrznych obecnie stosowanych w maszynach jest wykorzystywanie zapisu magnetycznego, służącego już od dawna do rejestracji i reprodukcji dźwięku. Podczas gdy zapis dźwięku stawia przede wszystkim wymagania częstotliwościowe /wierność odtwarzania/, cyfrowy zapis magnetyczny - a z takim mamy do czynienia w pamięciach maszyn matematycznych - wykorzystując tylko dwa stany nasycenia materiału magnetycznego, podporządkowuje wszystkie zagadnienia konstrukcyjne pamięci wymaganiu bezbłędnego i niezawodnego odczytu zarejestrowanych impulsów. Zagadnień tych jest wiele. W pamięci bębnowej dotyczą one głównie samego bębna, a także w pewnym stopniu elektronicznych układów z nim współpracujących. Z najważniejszych można tu wymienić: wpływ warunków cieplnych na zmianę odległości głowicy od warstwy magnetycznej, dobór materiałów konstrukcyjnych, łobyskowanie wirnika bębna, wpływ drgań na jego pracę, odporność pamięci na zewnętrzne zakłócenia elektryczne i mechaniczne itp. Realizacja tych wymagań w bębnie została szczegółowo omówiona w pracy [1],

tutaj ograniczymy się do przypomnienia jej niektórych punktów, szczególną uwagę poświęcając organizacji i rozwiązaniom układów elektronicznych pamięci.

2. KONSTRUKCJA PAMIĘCI

Wszystkie układy pamięci bębnowej PB-5 zostały rozmieszczone w standartowej - pod względem architektury zewnętrznej - szafie maszyn ZAM-21/41. W skład szafy wchodzi:

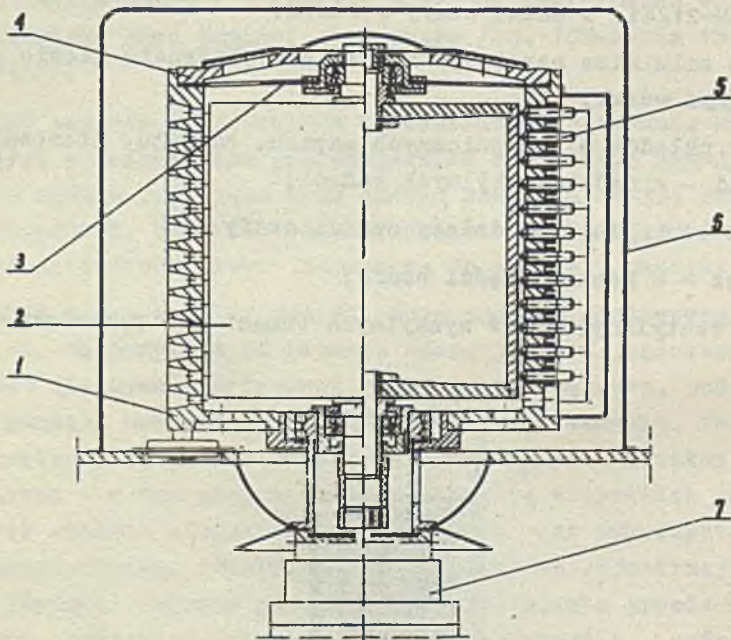
- bęben z silnikiem napędowym i układem wybierania głowic - na specjalnym wózku;
- pakiety układów elektronicznych zapisu, odczytu, sterowania, kontroli - w dwóch wychylnych ramach;
- tablica kontrolna - w dolnej części szafy;
- zasilacz - w górnej części szafy;
- układy wentylacyjne - w wychylnych ramach pod pakietami.



Rys. 1. Widok ogólny pamięci bębnowej PB-5

Rys. 1 przedstawia widok modułu pamięci bębnowej PB-5. Dla pokazania niektórych szczegółów konstrukcyjnych bęben wysunięto z szafy i zdjęto z niego osłonę.

Spośród wyżej wymienionych zespołów bęben w sposób najbardziej istotny decyduje o różnych walorach pamięci, dlatego też w tym rozdziale na jego konstrukcję zwrócimy większą uwagę.



Rys. 2. Bęben magnetyczny w przekroju
1 - korpus, 2 - wirnik, 3 - membrana, 4 - pokrywa, 5 - głowica,
6 - osłona, 7 - silnik

Na rys. 2 pokazano uproszczony przekrój bębna. W konstrukcji tej można wyróżnić dwie zasadnicze części: wirnik pokryty materiałem magnetycznym i korpus z głowicami pisząco-ozytającymi, mocowanymi sztywno.

Zarówno wirnik jak i korpus wykonane są ze stopów aluminiowych. Wirnik zamocowany jest pionowo w ultraprecyzyjnych łożyskach kulko-

wych skośnych, z których górne osadzone jest w membranie, a dolne w przegubie kulistym, utworzonym z łożyska wahliwego, zabezpieczonego przed obrotem. Takie rozwiązanie uelastycznia konstrukcję, uniezależnia ją od cieplnych zmian części, pozwala na kompensowanie bicia wzdłużnego łożysk i błędów montażu.

Zewnętrzna, cylindryczna powierzchnia wirnika, odpowiednio obrabiona, pokryta jest warstwą magnetyczną, utworzoną z tlenków żelaza $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, dla których spoiwem jest żywica epoksydowa. Po obróbce końcowej /wraz z warstwą/ ekscentryczność powierzchni zewnętrznej w stosunku do osi wirnika wynosi około $1\ \mu$, a efektem końcowym tych zabiegów jest nie tylko zwiększenie trwałości bębna, ale przede wszystkim zmniejszenie do minimum szkodliwych wahań amplitudy sygnałów odczytywanych z bębna, powodowanych zmienną w czasie obrotu odległością głowica-warstwa magnetyczna.

W korpusie bębna osadzonych jest indywidualnie 150 głowic pisząco-odczytujących. Ich mechaniczna konstrukcja jest bardzo prosta, nie posiadają one żadnych układów regulacji odległości od warstwy magnetycznej. Odległość ta wynosi $16\ \mu$ w warunkach statycznych.

Pod względem elektrycznym głowica stanowi obwód magnetyczny utworzony z dwóch symetrycznie umieszczonych kształtek ferrytowych o grubości $1\ \text{mm}$. Na kształtki nałożony jest karkas z dwoma symetrycznie nawiniętymi uzwojeniami /2 x 26 zwoi/, a między biegunami znajduje się folia miedziana o grubości $40\ \mu$. Wszystkie głowice przed ustawieniem ich w korpusie bębna są selekcyjonowane w warunkach odpowiadających rzeczywistej pracy. Podczas pracy bęben jest nakryty osłoną, wyłożoną materiałem izolacyjnym, zabezpieczającym go przed nagłymi zmianami temperatury otoczenia. Wielkość tych zmian może dochodzić do 20°C .

W eksploatacji bęben nie wymaga żadnych zabiegów konserwacyjnych przez cały okres jego użytkowania, który oceniany jest na co najmniej 5 lat pracy ciągłej.

3. ZASADY DZIAŁANIA PAMIĘCI

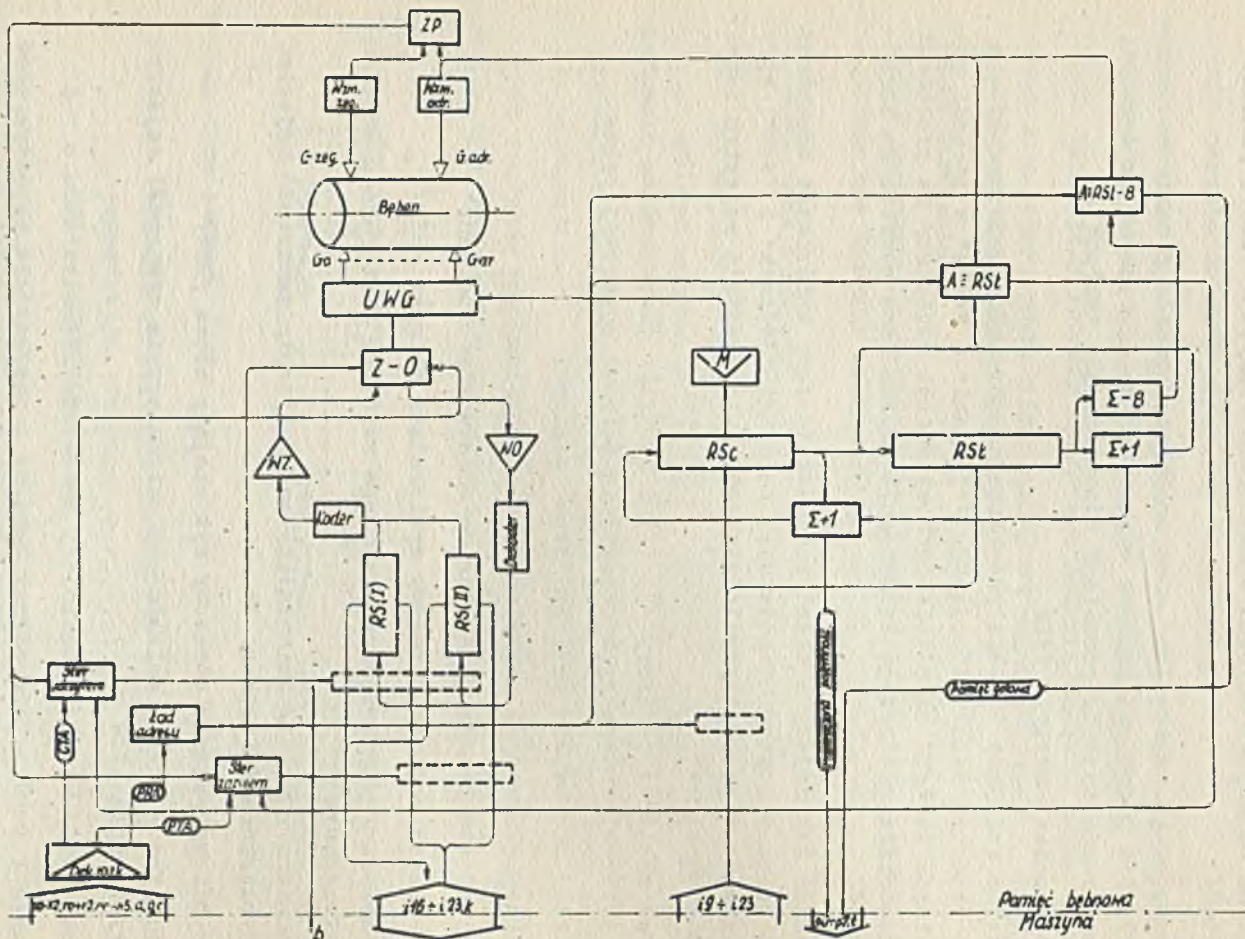
3.1. Schemat blokowy

Pamięć bębnowa PB-5 charakteryzuje się następującymi cechami:

- współpracuje asynchronicznie z maszyną cyfrową
- zapis i odczyt informacji dokonywane są szeregowo
- słowo bębnowe dzieli się na 3 znaki alfanumeryczne /9-bitowe/, jest ono najmniejszą jednostką informacji, jaką można zapisać w pamięci, względnie z niej odczytać
- pomiędzy maszyną i pamięcią bębnową informacje /znaki/ przesyłane są równolegle
- poprawność przesłań nie jest kontrolowana w pamięci; czyni to maszyna przez uzupełnianie znaku 8-bitowego do nieparzystej ilości "jedynek" przy przesyłaniu do pamięci bębnowej i sprawdzanie tej nieparzystości po nadesłaniu znaku z pamięci /kontrola "parity check"/
- za pomocą jednego rozkazu można zapisać względnie odczytać dowolną ilość kolejno następujących po sobie słów
- czas pracy maszyny poświęcony na współpracę z pamięcią bębnową ograniczony jest do niezbędnego minimum; oczekiwanie na informację nie zajmuje czasu maszyny
- pamięć współpracuje z maszyną na zasadach wspólnych dla wszystkich urządzeń zewnętrznych
- elektroniczne układy pamięci wykonane są techniką półprzewodnikową /germanową/ na obwodach drukowanych z wykorzystaniem standardów stosowanych w maszynach ZAM-21/41 /technika S-400/.

Współzależność układów, wchodzących w skład pamięci bębnowej i realizujących wyżej wymienione funkcje, została przedstawiona na schemacie blokowym /rys. 3/. Układy te są następujące:

- bęben magnetyczny wraz z głowicami /G/, omówiony w p. 2
- bezstykowy układ wybierania głowic /UWG/, włączający jedną ze 128 głowic informacyjnych do obwodów zapisu lub odczytu



Rys. 3. Schemat blokowy pamięci bębnowej PB-5

- układ blokujący wejścia wzmacniacza odczytu w czasie pisania /Z-0/
- wzmacniacz zapisu /WZ/, dostarczający podczas pisania na jednym wyjściu przebiegi prądowe odpowiadające "jedynkom" informacji, na drugim wyjściu przebiegi odpowiadające "zerom"
- wzmacniacz odczytu /WO/
- układ kodujący - układ przekształcający informacje wychodzące z rejestru synchronizującego /"jedynki" i "zera" w postaci poziomów stałych na oddzielnych wyjściach rejestru/ na przebiegi odpowiadające przyjętej metodzie zapisu /bez powrotu do zera - NRZ/
- układ dekodujący - układ przekształcający informacje odczytane z bębna w postaci zakodowanej na ciągi "jedynek" i "zer", wprowadzane w postaci impulsów na oddzielne wejścia rejestru synchronizującego
- dwa 9-bitowe rejestry /RS (I) i RS (II)/ pracujące na przemian synchronicznie z częstotliwością ścieżki zegarowej bębna
- układ sterowania zapisem /Ster. zapisem/
- układ sterowania odczytem /Ster. odczytem/
- układ sterowania przesyłaniem adresu /Ład. adresu/
- 7-bitowy rejestr adresowy wybierający ścieżki /RŚo/
- matryca /M/ dekodująca stan tego rejestru i sterująca układem wybierania
- sumator / $\Sigma + 1$ / zmieniający automatycznie zawartość rejestru wybierania ścieżek o $+1$
- 8-bitowy rejestr adresowy wybierający słowa /RSł/
- sumator / $\Sigma' + 1$ / zmieniający automatycznie zawartość rejestru wybierania słów o $+1$
- sumator / $\Sigma - 8$ / zmieniający zawartość rejestru słów o -8
- układy porównujące adresy bębnowe z zawartością rejestru słów /A=RSł/ i zawartością tego rejestru pomniejszoną o 8 /A=RSł-8/; zgodność w drugim przypadku sygnalizuje maszynie, że za około 1,2 msek pamięć będzie gotowa do współpracy /Pamięć gotowa/

- układ odczytu ścieżki zegarowej /Wzm. zeg./
- układ odczytu ścieżki adresowej /Wzm. adr./
- układ wytwarzający ciągi impulsów sterujących, określających poszczególne chwile słowa, tzw. zegar programowy /ZP/
- układ dekodujący rozkazy dotyczące pamięci bębnowej /Dek. rozk./
- układ kontrolny, pozwalający na sprawdzenie poprawności działania pamięci bez udziału maszyny
- układ zasilania

Celem zachowania przejrzystości schematu blokowego dwa ostatnie układy nie zostały na nim uwidocznione.

3.2. Współpraca z maszyną

Jak już wspomniano poprzednio organizacja pamięci bębnowej PB-5 podlega ogólnym zasadom dołączania urządzeń zewnętrznych do maszyn ZAM-21/41.

Wynikają z nich zasady szczegółowe, które w skrócie przedstawiają się następująco:

Lista rozkazów maszyny zawiera wspólny dla wszystkich urządzeń zewnętrznych rozkaz OWW /operacja wejścia-wyjścia/ o budowie:

bity	9	10	11	15	20	21	22	23					
	x0	x1	x2		n0	n1	n2	n3	n4	n5	r0	r1	r2
	Operacja				Nr urzadz. zewn.					Parametr			

Treścią tego rozkazu jest:

Wykonaj określoną operację /x/ w urządzeniu zewnętrznym o wskazanym numerze /n/ z uwzględnieniem parametru /r/

Każde urządzenie zewnętrzne wyposażone jest w układy umożliwiające zdekodowanie powyższego rozkazu, docierającego po wspólnych szynach do wszystkich urządzeń dołączonych do systemu. Do wykonania

tego rozkazu przystąpi tylko to urządzenie, któremu przyporządkowano numer zgodny z zawartym w rozkazie. Rozkaz określa nie tylko funkcje jakie urządzenie ma spełnić, ale służy również do analizowania różnych stanów tego urządzenia.

W tabeli 1 przedstawione zostały wszystkie informacje zawarte w rozkazie OWW, odnoszące się do pamięci bębnowej. Można je podzielić na dwie grupy. Pierwsza /1 ÷ 3/ dotyczy podstawowych funkcji pamięci, druga /4 ÷ 7/ jej stanów.

Tabela 1.

L.p.	Operacja			Nr pamięci					Parametr			Nazwa operacji	Nazwa stanu pamięci
	x0	x1	x2	n0	n5	r0	r1	r2				
1	0	1	0	? ^{x/}					0	0	0	Przesłanie adresu /PRA/	-
2	1	0	0	?					0	0	0	Pisanie /PTA/	-
3	1	0	1	?					0	0	0	Czytanie /CTA/	-
4	0	0	1	?					0	0	0	-	Pamięć włączona
5	0	0	1	?					1	1	0	-	Pamięć gotowa
6	0	0	1	?					0	1	1	-	Pamięć martwa
7	0	0	1	?					1	0	1	-	Przekroczona pojemność pamięci

Oprócz programowych sygnałów sterujących, wykazanych w tabeli 1 między maszyną i pamięcią przesyłane są sygnały układowe:

a, t, g, p, o, b. Towarzyszą one sygnałom programowym, bądź też je inicjują. I tak:

- sygnał strobujący /a/ zapoczątkowuje operację w pamięci;
- sygnał /t/ odczytu układów sygnalizacji stanów pamięci /tzw.wskazników/ informuje o zaistnieniu w pamięci określonego stanu;

^{x/} Numer pamięci ustalany jest przy zestawianiu konfiguracji maszyny.

- sygnał zerowania wskaźników /g/ wysyła maszyna po ustaleniu, jaki stan pamięci był sygnalizowany;
- sygnał przerwania programu /p/ informuje maszynę na jednym z ośmiu poziomów priorytetowych /p0 - p7/ o zaistnieniu w pamięci stanu, wymagającego interwencji maszyny;
- sygnał ciągłego wykonywania operacji pisania lub czytania /o/ podtrzymuje operację PTA lub CTA na czas przesyłania całego bloku informacji;
- sygnał synchronizujący zapis lub odczyt informacji /b/ informuje maszynę o wykorzystaniu przez pamięć informacji przesyłanej do niej, lub o wysłaniu do maszyny informacji odczytanej z pamięci.

3.3. Opis działania

Przedstawione na rys. 3 układy działają w następujący sposób: każde zwrócenie się maszyny do pamięci bębnowej - po uprzednim stwierdzeniu na podstawie analizy wskaźnika "Pamięć włączona" obecności pamięci w systemie - poprzedzone jest przesłaniem adresu pierwszego słowa w bloku, jaki ma być zapisany lub odczytany. Po szynach x, r, n, a przesłany więc zostaje rozkaz OW", zawierający numer pamięci bębnowej i funkcję PRA, która wprowadza z szyn "i" /9 ÷ 23/ 15-bitowy adres pierwszego słowa do rejestrów pamięci /RSc i RSł/. Adres ten określa ścieżkę m /jedną z 128/ i słowo na niej n /jedno z 256/. Zawartość rejestru ścieżek dekodowana jest w matrycy /M/ i steruje jeden z szesnastu pionów oraz jeden z ośmiu rzędów układu wybierania głowic /UWG/. Na przecięciu sterowanego pionu i rzędu znajduje się głowica, odpowiadająca poszukiwanej ścieżce.

Jednocześnie następuje uruchomienie krążenia zawartości rejestru słów w pętli zamkniętej i szeregowe porównywanie jej, pomniejszonej o 8, z liczbami odczytywanymi ze ścieżki adresowej. Uzyskanie zgodności powoduje zapalenie wskaźnika "Pamięć gotowa" i wysłanie do maszyny /po szynach "p"/ sygnału, że za około 1,2 msek /czas równy 8 słowom bębnowym/ żądane słowo znajdzie się pod głowicą pisząco-ozytającą. W maszynie ZAM-21 /gdyż głównie ze względu na nią układ ten, skracający w sposób logiczny czas dostępu,

został zastosowany/ czas ten jest wystarczający do przerwania aktualnie realizowanego programu i wysłania do pamięci bębnowej nowego rozkazu OWW, określającego tym razem operację pisania /PTA/ lub czytania /CTA/. W momencie znalezienia liczby o 8 mniejszej od poszukiwanego adresu rozpoczyna również pracę układ porównania właściwych adresów, a zgodność wystąpi po czasie równym ośmiu słowom bębnowym. Tym razem zgodność powoduje uruchomienie - w zależności od rodzaju operacji - jednego z dwóch układów sterowania.

Dla wykonania operacji PTA zostaje uruchomiony układ sterowania zapisem, do którego zadań należy:

- wysyłanie do maszyny impulsów "b", sygnalizujących pobranie przez pamięć bębnową znaku 9-bitowego z szyn "i", "k",
- zerowanie i równoległe ładowanie na przemian rejestrów synchronizujących RS(I) i RS(II) /dwukrotnie RS(I) i jednokrotnie RS(II) dla zapisu jednego słowa/,
- otwarcie drogi do zapisu,
- przesuwanie szeregowe na przemian obydwu rejestrów synchronizujących, w celu przekazania zawartej w nich informacji do kodera, a następnie do wzmacniaczy zapisu.

Dla wykonania operacji CTA zostaje uruchomiony układ sterowania odczytem, realizujący następujące funkcje:

- szeregowe wprowadzanie odczytywanych z bębna informacji na przemian do rejestrów RS(I) i RS(II),
- równoległe przekazywanie tych informacji /znaków/ do maszyny,
- wysyłanie do maszyny impulsów "b" sygnalizujących moment dostarczenia 9-bitowego znaku na szyny "i", "k".

Zastosowanie dwóch rejestrów synchronizujących pozwala na przygotowanie informacji w jednym z nich, w czasie, gdy przesuwany jest drugi.

Zgodność adresów powoduje także przygotowanie sumatora rejestru słów do zmiany stanu tego rejestru do wartości $n + 1$, co odbywa się podczas pisania lub czytania słowa o adresie n .

Operacja na ostatnim /255/ słowie ścieżki powoduje preadresowanie rejestru słów na słowo początkowe /0/ ścieżki oraz przygoto-

wanie sumatora rejestru ścieżek do zmiany stanu tego rejestru z wartości m na wartość $m+1$. Zmiana ta ma miejsce w czasie przerwy /równej 8 słowom/ między ostatnim a początkowym słowem ścieżki, trwającej około 1,2 msek i przeznaczonej na przełączanie głowio. Długość przesyłanego bloku, wyrażająca się całkowitą liczbą słów, określana jest za pomocą sygnału "c", włączanego przez maszynę na cały czas wykonywania operacji pisania lub ozytania.

Przerwanie operacji pisania może nastąpić również w przypadku wybrania ścieżki z pola tzw. pamięci martwej. Informacje zapisane tam mogą być tylko ozytane i ze względu na swoje przeznaczenie /np. programy/ muszą być chronione przed uszkodzeniem przez przypadkowy zapis. Zadanie to spełnia "układ blokady pamięci martwej" /nie pokazany na rys. 3/, stanowiący połączenie układu wybierania głowio i odpowiednich kluczy. Z przerwaniem tym związane jest włączenie wskaźnika "Pamięć martwa" i wysłanie do maszyny odpowiedniego sygnału po szynie "p".

Przesłanie słowa o adresie 32767 i równoczesny zamiar kontynuowania współpracy z bębniem powoduje zapalenie wskaźnika "Przekroczona pojemność pamięci", co również sygnalizowane jest maszynie po szynie "p".

Przesyłanie informacji między pamięcią bębnową i maszyną odbywa się równolegle za pośrednictwem szyn "16 + 23" oraz szyny "k", po której przesyłany jest impuls kontroli parzystości.

4. UKŁADY ELEKTRONICZNE PAMIĘCI

W poprzednim rozdziale rozpatrywaliśmy zasady działania pamięci z punktu widzenia zależności występujących pomiędzy poszczególnymi zespołami elektronicznymi podczas wykonywania podstawowych zadań pamięci: rejestracji informacji i jej odtwarzania. W rozdziale tym zespołom elektronicznym przypisano pewne nazwy /np. rejestr, układ sterowania itp./, określające ich funkcje w pamięci, nie mówiące jednak nic o rozwiązaniach układowych.

Ze względu na technikę realizacyjną zespoły pamięci dadzą się podzielić na dwie grupy:

- zespoły oparte na technice podstawowej maszyny /technika S-400/, tzw. układy logiczne,

- zespoły specjalne, takie jak: układy zapisu, odczytu, wybierania głowio.

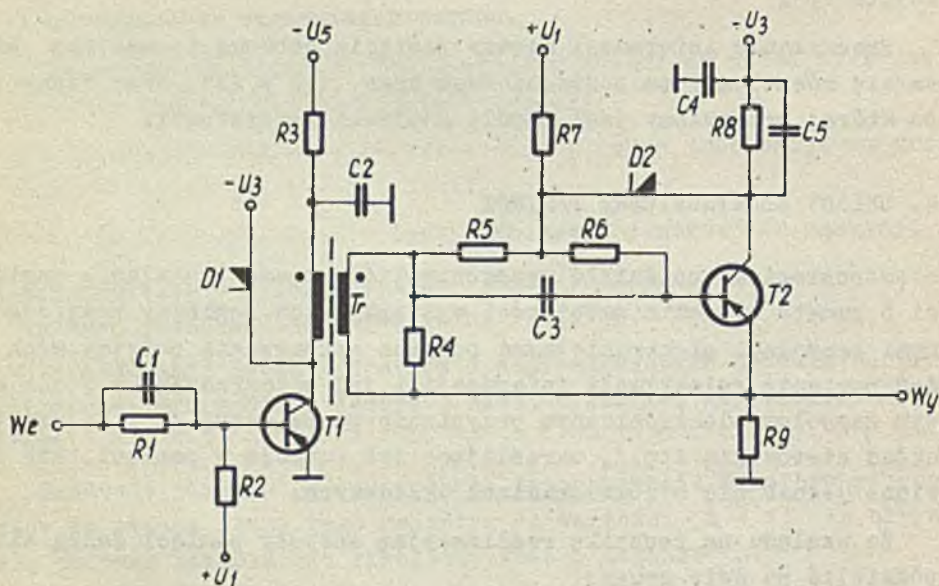
W dalszym ciągu zajmiemy się tylko grupą drugą.

4.1. Wzmacniacz zapisu

Wzmacniacz zapisu /rys. 4/ jest impulsowym wzmacniaczem dwustopniowym ze sprzężeniem transformatorowym. Stopień pierwszy, na tranzystorze T1, jest sterowany impulsami ujemnymi z układu kodującego. Pojemność C1 przyspiesza sterowanie stopnia, oporność R3 ogranicza prąd i zapobiega zniszczeniu tranzystora w przypadku sterowania wzmacniacza stałym poziomem ujemnym, co może wystąpić w razie awarii układu kodującego.

Transformator wyjściowy Tr /o przekładni 1:1/ umożliwia sterowanie stopnia następnego impulsami ujemnymi. Do ograniczenia przerwania napięcia na transformatorze zastosowano diodę D1.

Drugi stopień /moocy/ pracuje w układzie wtórnika emitorowego i zapewnia uzyskanie impulsowego prądu zapisu o amplitudzie 0,5 A i



Rys. 4. Wzmacniacz zapisu

czasie narastania mniejszym od 0,5 μ sek. Przyspieszenie narastania prądu uzyskuje się dzięki pojemnościom C3, C5, a jego ograniczenie do wymaganej wartości - za pomocą oporności R7. Dioda D2 zapobiega wejściu tranzystora T2 w nasycenie.

W układzie zapisu pamięci bębnowej pracują dwa identyczne wzmacniacze, oddzielne dla zapisu "1" i "0".

4.2. Układy odczytu

W pamięci bębnowej PB-5 zastosowano następujące układy odczytu:

- układ odczytu ścieżki zegarowej,
- układ odczytu ścieżek informacyjnych,
- układ odczytu ścieżki adresowej.

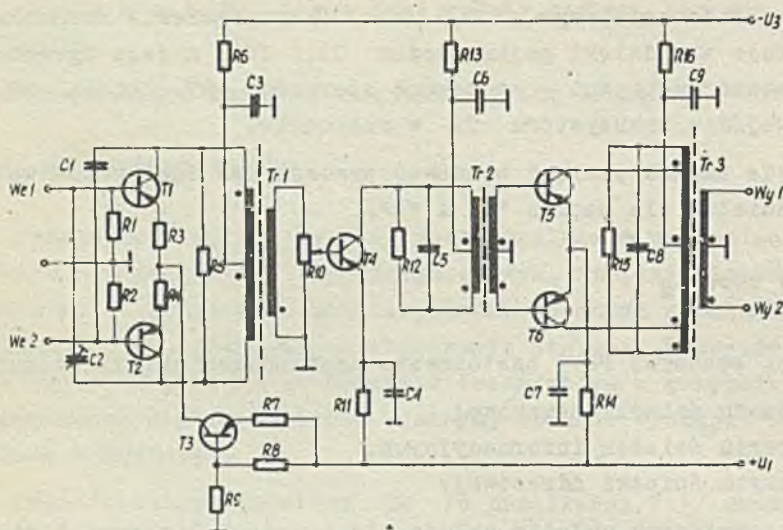
Każdy z powyższych układów składa się z części liniowej i nieliniowej. Część liniową stanowi wzmacniacz sygnałów dostarczanych przez głowice. W skład części nieliniowej wchodzi układy formujące, które przekształcają wzmacniane przebiegi na impulsy, oddziałujące na układy logiczne pamięci bębnowej.

Układy odczytu informacji i adresów posiadają taką samą budowę. Różnią się one między sobą tylko tym, że układ odczytu informacji jest wyłączony w czasie zapisu oraz w okresie przełączania ścieżek za pomocą oddzielnego układu blokady, podczas gdy odczyt adresów odbywa się w sposób ciągły.

4.2.1. Układ odczytu ścieżki zegarowej

W z m a c n i a o z l i n i o w y /rys. 5/ odczytujący sinusoidalne sygnały ze ścieżki zegarowej jest wzmacniaczem pasmowym o paśmie przenoszenia wyznaczonym przez dwa końcowe stopnie rezonansowe, rozstrojone względem siebie. Charakterystyki wzmacniacza zapewniają stałość wzmocnienia i małe przesunięcia fazowe przy dość znacznych zmianach częstotliwości zegarowej. Częstotliwość ta ulega pewnym wahaniom na skutek zmian szybkości obrotowej bębna, głównie pod wpływem zmian częstotliwości sieci.

Dla zmian częstotliwości sieci o ± 2 o/s częstotliwość zegarowa oscyluje wokół wartości 95 ko/s o ± 4 ko/s, a przesunięcie fazowe



Rys. 5. Wzmacniacz odczytu ścieżki zegarowej

sygnału wzmoconego względem wejściowego nie przekroczą $1/10$ okresu $/0,5 \text{ } \mu\text{sek}/$ i nie zakłóca pracy układów logicznych.

Pierwszy stopień wzmacniacza pracuje w układzie transformatorowym symetrycznym z niedużym ujemnym prądowym sprzężeniem zwrotnym. Stopień ten posiada bardzo małe wzmocnienie $/około 2 \text{ V/V}/$ i pasmo zapewniające przeniesienie częstotliwości zawartych w krzywych rezonansu stopni następnych.

Zastosowanie układu symetrycznego w stopniu wejściowym dostosowuje wejście wzmacniacza do głowicy symetrycznej oraz umożliwia eliminowanie zakłóceń zewnętrznych. Skuteczność eliminowania zakłóceń zewnętrznych jest zwiększona przez włączenie dużej oporności w obwód emiterów obu tranzystorów T1, T2 stopnia wejściowego. Oporność tę stanowi tranzystor T3, pracujący jako źródło o stałej wydajności prądowej. Również mała oporność wejściowa wzmacniacza wpływa korzystnie na tłumienie zakłóceń zewnętrznych, indukowanych w obwodzie wejściowym wzmacniacza. Silne zakłócenia zewnętrzne mogą jednak przenosić się do dalszych stopni wzmacniacza przez pojemności baza-kolektor $/C_{T_2}/$ tranzystorów pierwszego stop-

nia. Wpływ ich ograniczany jest za pomocą mostka, utworzonego z pojemności C_{T0} tranzystorów wejściowych i dodatkowych pojemności $C1, C2$.

Drugi stopień wzmacniacza, pracujący w układzie niesymetrycznym, jest stopniem rezonansowym z obwodem dostrojonym do częstotliwości rezonansu 115 ko/s. Na jego wejściu znajduje się potencjometr $R10$, regulujący wzmacnienie wzmacniacza.

Trzeci, wyjściowy stopień wzmacniacza, jest układem symetrycznym, podobnie jak stopień pierwszy. Zastosowanie układu symetrycznego jest spowodowane koniecznością uzyskania stosunkowo dużych niezniekształconych sygnałów wyjściowych /2 V/. Częstotliwość rezonansowa trzeciego stopnia wynosi 75 ko/s.

Obwody rezonansowe drugiego i trzeciego stopnia są silnie tłumione /dobroć około 2/. Charakter przebiegów rezonansowych obu stopni końcowych oraz ich wzajemne rozstrojenie warunkują uzyskanie odpowiednio szerokiej wypadkowej charakterystyki przenoszenia wzmacniacza, posiadającej również cechy przebiegu rezonansowego. Szerokość krzywej rezonansu, określona spadkiem wzmacnienia o 3 db w stosunku do wzmacnienia przy 95 ko/s, jest wyznaczona przez częstotliwości: górną 135 ko/s i dolną 70 ko/s.

Maksymalne wzmacnienie wzmacniacza dla częstotliwości 95 ko/s, określone jako $k_u = U_{wy}/U_{we}$, wynosi 1200 V/V / U_{wy} jest amplitudą wzmacnionego sygnału na jednym z uzwojeń wyjściowych, U_{we} amplitudą sygnału wejściowego na połowie uzwojenia głowicy symetrycznej/.

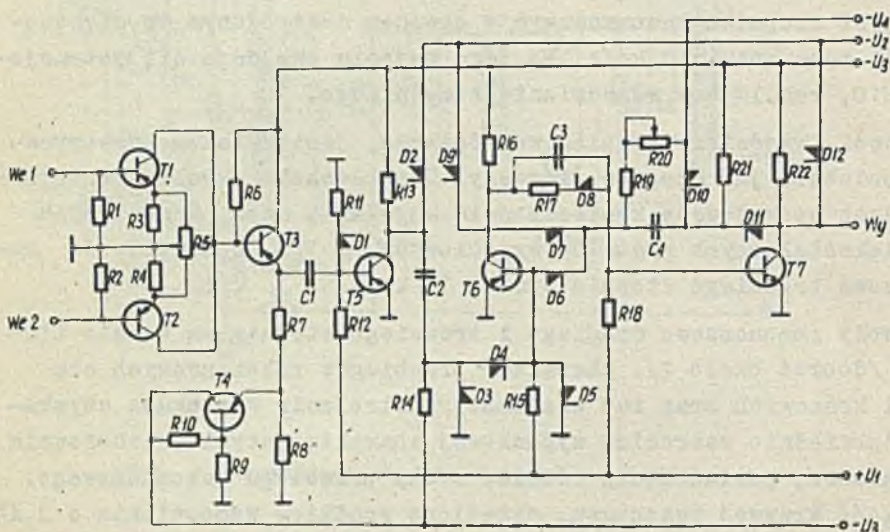
Odporność wzmacniacza na zakłócenia zewnętrzne jest określona przez tzw. współczynnik dyskryminacji, wyznaczony jako stosunek wzmacnienia sygnałów o fazach przeciwnych /antyfazowych/ do wzmacnienia sygnałów o fazach zgodnych /synfazowych/

$$F = \frac{k_{\text{antyfaz.}}}{k_{\text{synfaz.}}}$$

Przyjęte rozwiązanie wzmacniacza zapewnia stosunkowo wysoką wartość tego współczynnika - większą od 6000.

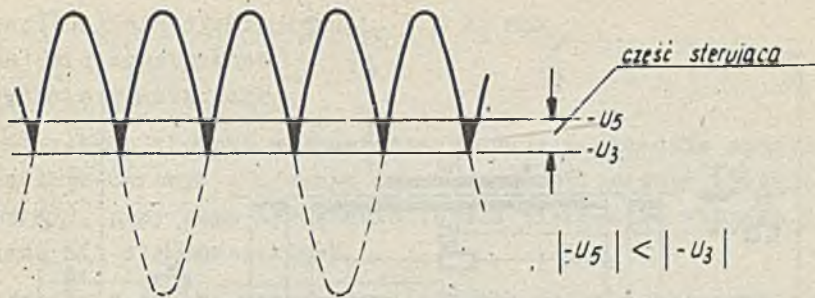
Wzmocniona sinusoida zegarowa przekształcana jest w układzie formującym /rys. 6/ na standartowe impulsy

zegarowe pamięci bębnowej o częstotliwości dwukrotnie większej. Okres tego nowego ciągu jest wyznaczany przez kolejne przejścia sinusoidy zegarowej przez poziom zerowy /poziom określający stan równowagi przebiegu/.



Rys. 6. Układ formujący impulsy zegarowe

Zadaniem układu formującego jest możliwie największe zbliżenie chwili formowania impulsów do punktów zerowych sinusoidy. Formowanie impulsów zegarowych jest poprzedzone prostowaniem wzmacnionej sinusoidy w symetrycznym stopniu wejściowym układu formującego /tranzystory T1, T2/. Napięcie wyprostowane i dodatkowo wzmacnione powstaje na oporności R6, będącej wspólną opornością obciążenia obu wejściowych tranzystorów. Poziom zerowy prostowanej sinusoidy znajduje się na potencjale źródła zasilania kolektorów tranzystorów T1 i T2 $-U_1$. Sterowanie tym przebiegiem następnego stopnia układu z tranzystorem T3 powoduje wyodrębnienie z niego części zbliżonej do poziomu zerowego /rys. 7/. Jest to zapewnione przez spolaryzowanie emitera tranzystora T3 poziomem /uzyskany w układzie z tranzystorem T4/, odcinającym zbyteczną część przebiegu wyprostowanego.



Rys. 7. Wytwarzanie wąskich impulsów sterujących

Wyodrębnione przebiegi powstają na oporności R7, znajdującej się w obwodzie emitera tranzystora T3. Posiadają one kształt wąskich odwróconych trójkątów i sterują przez pojemność C1 stopień na tranzystorze T5 z niewielkim napięciem progowym. Tranzystor T5, wprowadzony w stan przewodzenia węższą częścią impulsów trójkątnych, wytwarza w obwodzie kolektora wąskie impulsy dodatnie, które z kolei wyzwalają /przez pojemność C2/ multiwibrator monostabilny na tranzystorach T6, T7. Na wyjściu multiwibratora otrzymuje się dodatnie impulsy zegarowe o wymaganych parametrach. Czas ich trwania wyznacza stała czasu, określona przez elementy C4, R19, R20.

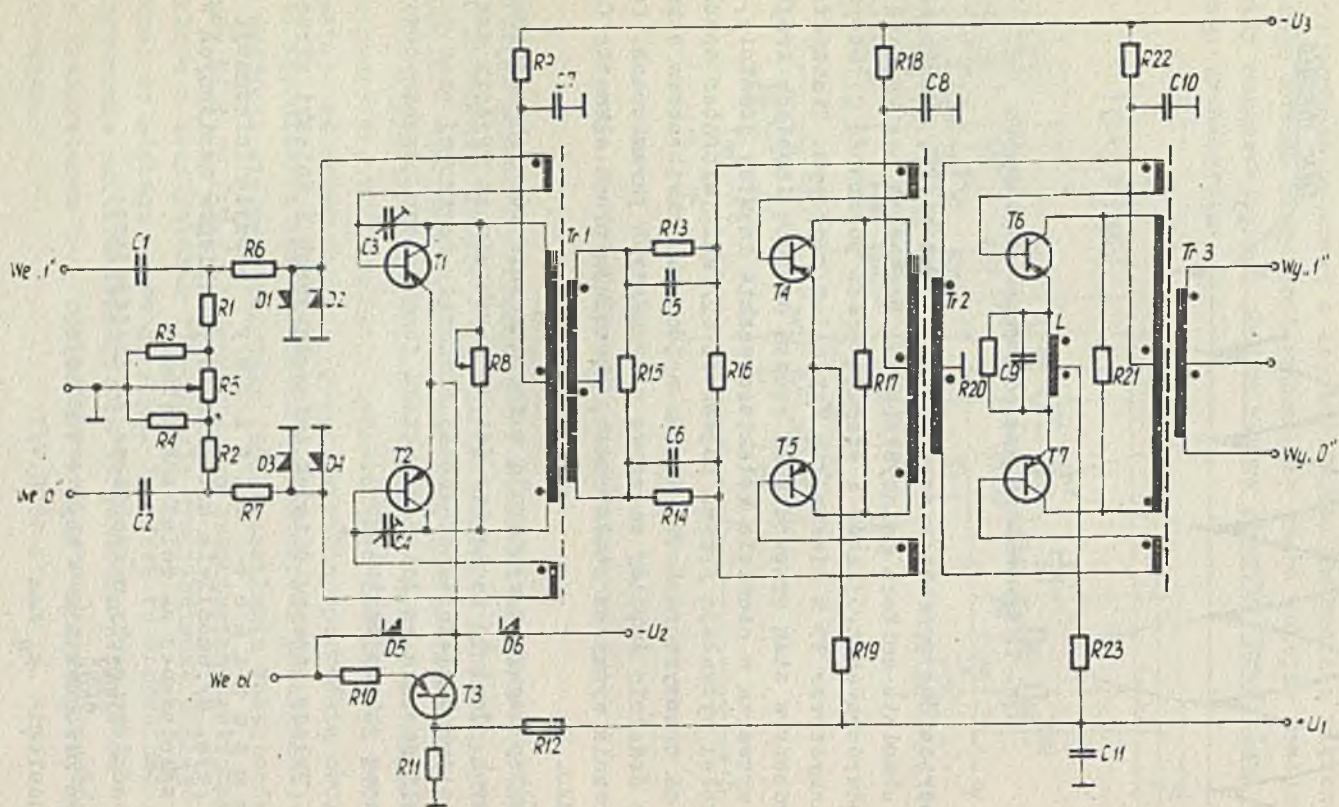
Impulsy zegarowe występują w dostatecznie równych odstępach czasowych. Jest to zachowane dzięki uzyskaniu na wyjściu wzmacniacza liniowego niezniekształconej sinusoidy zegarowej oraz dzięki symetrii stopnia wejściowego układu formującego, symetryzowanego za pomocą potencjometru R5.

4.2.2. Układy odczytu ścieżek informacyjnych i ścieżki adresowej

W z m a o n i a o z l i n i o w y odczytu informacji i adresów /rys. 8/ umożliwia odtwarzanie przebiegów zapisanych w postaci zakodowanej na ścieżkach bębna.

Zasadnicze cechy wzmacniacza są następujące:

- pasmo przenoszenia 3 ko/s + 700 ko/s
- wzmacnienie k_u max ≥ 1800 V/V



Rys. 6. Wzmacniacz odczytu informacji

- współczynnik dyskryminacji $F \geq k_u \max$
- wejście symetryczne
- wyjście symetryczne

Wszystkie stopnie wzmacniacza pracują w układzie symetrycznym transformatorowym z ujemnym szeregowym napięciowym sprzężeniem zwrotnym, przy czym sprzężenie to dla pierwszego stopnia jest silniejsze niż dla pozostałych.

Podobnie jak we wzmacniaczu odczytu ścieżki zegarowej zasilanie emiterów tranzystorów T1, T2 pierwszego stopnia odbywa się za pośrednictwem tranzystora T3, pracującego jako źródło o stałej wydajności prądowej.

Skuteczność tłumienia zakłóceń zewnętrznych w całym paśmie wzmacniacza jest zapewniona przez możliwość dodatkowego symetryzowania stopnia wstępnego wzmacniacza dla dolnych i górnych częstotliwości przenoszonego pasma. Korekcyjną symetryzację dla dolnych częstotliwości umożliwia potencjometr R5, dla górnych pojemności C3, C4 /trymery/, dołączone równolegle do pojemności kolektor-baza / C_{Tc} / tranzystorów T1, T2. Regulację wzmocnienia zapewnia potencjometr R8.

Włączenie ewentualnie zablokowanie wzmacniacza odbywa się przez przyłożenie do obwodu emitera tranzystora T3 / $W_{e_{b1}}$ / odpowiednich potencjałów: dodatniego w czasie odczytu, ujemnego w czasie zapisu i przełączania ścieżek. Blokada potencjałem ujemnym ma ograniczyć oddziaływanie na wzmacniacz impulsów zapisu i stanów nieustalonych układu wybierania głowic, mających bardzo dużą amplitudę. Potencjał ujemny powoduje zatkanie tranzystora T3 oraz przepływ prądu przez diody D5, D6, dzięki czemu na emiterach tranzystorów T1, T2 stopnia wstępnego ustala się potencjał blokujący.

Dodatkowym zabezpieczeniem ograniczającym wpływ dużych impulsów jest układ oporowo-diodowy na wejściu wzmacniacza /oporności R6, R7, diody D1, D2, D3, D4/. W czasie odczytu diody stanowią dla małych sygnałów dużą oporność i nie mają żadnego wpływu na przebieg odczytu.

Blokowanie przeciwdziała silnemu przesterowaniu wzmacniacza, powoduje jednak po zniknięciu potencjału blokującego powstanie

stanu nieustalonego, który zanika po czasie uwarunkowanym stałą czasową obwodów wzmacniacza. Dla zlikwidowania ujemnego wpływu tego stanu na sygnał odczytywany, drogi odczytu są dodatkowo zamknięte w sposób logiczny na czas około jednej milisekundy /okres równy 8 słowom/, odmierzany od początku działania blokady wzmacniacza.

Przedstawione wyżej rozwiązanie stopnia wejściowego wzmacniacza umożliwia również skuteczne eliminowanie wpływu zakłóceń zewnętrznych i pozwala na zastosowanie nieekranowanych połączeń między głowicami a układem wybierania.

Oba końcowe stopnie wzmacniacza pracują w podobnym układzie jak stopień pierwszy. Zasilanie emiterów tranzystorów tych stopni jest jednak prostsze niż w stopniu pierwszym i odbywa się za pośrednictwem oporników R19 i R23.

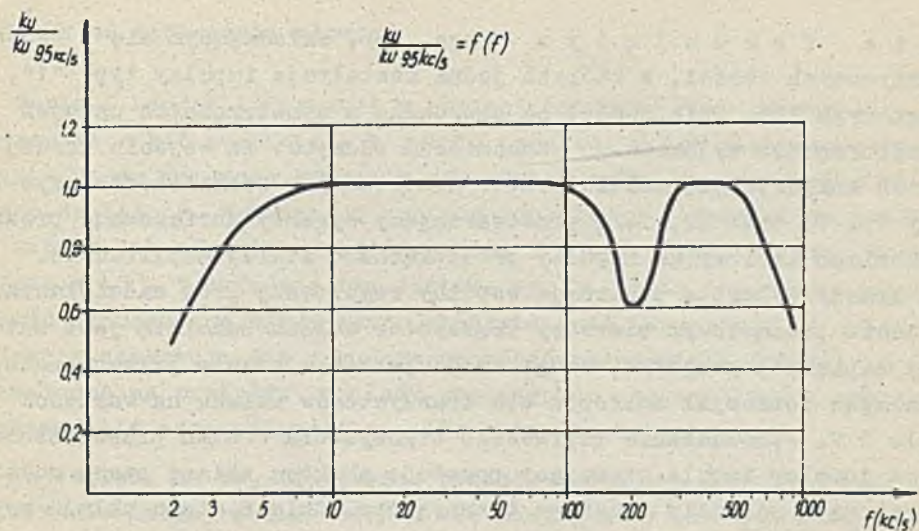
Na obu wyjściach wzmacniacza uzyskuje się niezniekształcone przebiegi o amplitudzie do 5 V.

Stopień końcowy wzmacniacza posiada dodatkowo wbudowany filtr w postaci obwodu rezonansowego o małej dobroci /elementy C9, L, R20/. Filtr ten powoduje selektywny spadek wzmożenia wzmacniacza przy częstotliwości 190 ko/s do wartości stanowiącej ok. 0,6 wzmożenia przy 95 ko/s. Zapewnia to tłumienie w sygnale odczytywanym przebiegów o częstotliwości zegarowej 190 ko/s, powstałych przy impulsowym zapisie informacji. Obrazuje to charakterystyka wzmacniacza /rys. 9/.

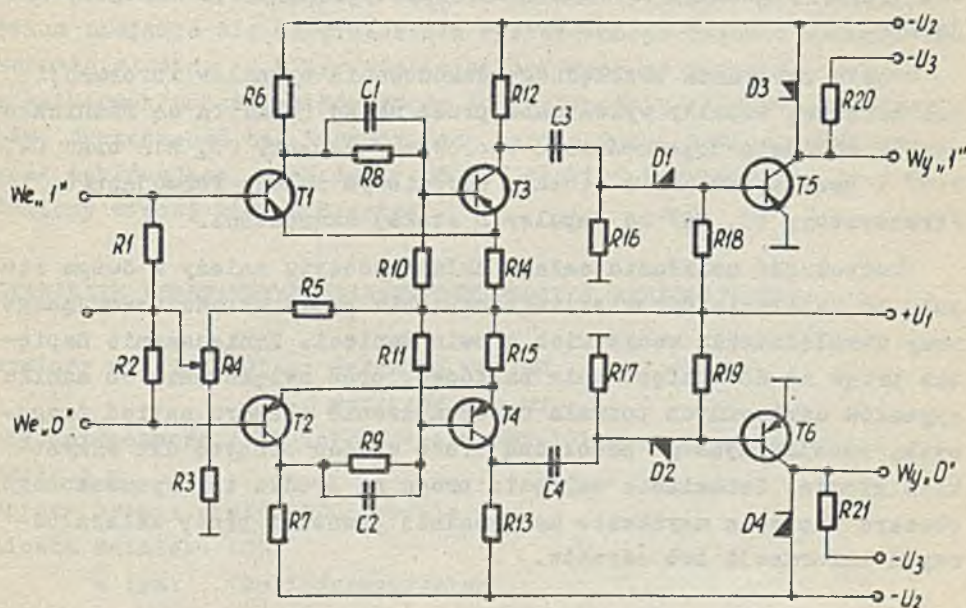
Wyższe częstotliwości pasma wzmacniacza są korygowane za pomocą układu oprowo-pojemnościowego na wyjściu pierwszego stopnia /R13, R14, C5, C6/.

Współczynnik dyskryminacji wzmacniacza odczytu informacji i adresów jest niższy niż wzmacniacza odczytu ścieżki zegarowej. Jest to spowodowane trudniejszą symetryzacją wzmacniacza o stosunkowo szerokim paśmie. Tym niemniej uzyskany współczynnik dyskryminacji zapewnia wystarczającą odporność wzmacniacza na zakłócenia zewnętrzne.

Wzmocnione we wzmacniaczu liniowym sygnały informacji lub adresów podlegają przed zdekodowaniem ukształtowaniu w u k ł a



Rys. 9. Charakterystyka przenoszenia wzmacniacza odczytu informacji



Rys. 10. Układ formujący impulsy informacji

d z i e f o r m u j ą o y m /rys. 10/, składającym się z dwóch identycznych części, z których jedna kształtuje impulsy typu "1", druga typu "0". Obie części są sterowane z symetrycznych uzwojeń transformatora wyjściowego wzmacniacza odczytu. Na wejściu każdej z nich znajduje się multiwibrator monostabilny Schmitta /tranzystory T1, T3 oraz T2, T4/, przetwarzający sygnały dostarczane przez wzmacniacz liniowy na impulsy prostokątne o stałej amplitudzie. Oba układy Schmitta posiadają wspólny regulowany próg zadziałania. W stanie początkowym pierwszy tranzystor układu Schmitta jest zatkany napięciem progowym, drugi znajduje się w stanie przewodzenia, ustalając potencjał emiterów obu tranzystorów układu na wartości około 0 V. Wprowadzenie pierwszego tranzystora w stan przewodzenia przez dowolny impuls sterujący powoduje skokową zmianę stanu multiwibratora i zatkanie drugiego tranzystora. Zmiana stanu układu występuje tylko w czasie działania impulsu sterującego. Po jego zniknięciu układ wraca skokowo do stanu początkowego. W obwodzie kolektora drugiego tranzystora powstaje prostokątny impuls ujemny o stałej amplitudzie i zmiennej szerokości, zależnej od wielkości napięcia progu /regulacja za pomocą R4/ oraz amplitudy przebiegu sterującego.

W celu uzyskania bezbłędnego dekodowania sygnałów informacji lub adresów, impulsy wytwarzane przez układ Schmitta są różniczkowane w obwodzie pojemnościowo-oporowym /elementy C3, R16 oraz C4, R17/ i przekształcone w stopniu wyjściowym układu formującego /tranzystory T5, T6/ na impulsy o stałej szerokości.

Skuteczność działania całego układu odczytu zależy w dużym stopniu od ustalenia odpowiedniego napięcia progu układu formującego przy uwzględnieniu wszystkich głowic pamięci. Zmniejszanie napięcia progu aż do występowania zakłóceń, oraz zwiększanie do zaniku sygnałów użytecznych pozwala na wyznaczenie obszaru napięć progowych, umożliwiającego bezbłędną pracę układu odczytu dla wszystkich głowic. Ustawienie napięcia progu na środku tak wyznaczonego obszaru zapewnia uzyskanie maksymalnej pewności pracy układu odczytu informacji lub adresów.

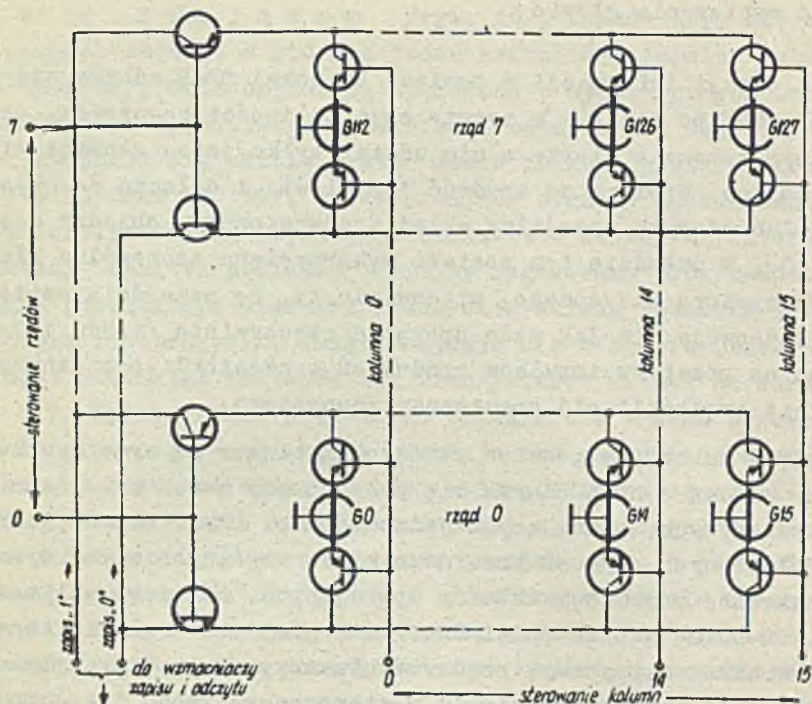
4.3. Układ wybierania głowic

Zapis i odczyt informacji w pamięci bębnowej PB-5 odbywa się szeregowo - bit po bicie - w rytmie częstotliwości zegarowej, przy czym w danym momencie bierze w nim udział tylko jedna głowica pisząco-czytająca. Wybiera ją spośród 128 głowic i dołącza do układu zapisu lub odczytu specjalny układ tranzystorowy, opisany szczegółowo w [3]. W układzie tym została wykorzystana szczególna właściwość tranzystora nasyconego, mianowicie to, że przejście emiter-kolektor zachowuje się jak mała oporność rzeczywista /rzędu 1Ω /, pozwalając na przepływ impulsów prądowych o częstotliwości znacznie większej niż częstotliwość graniczna tranzystora.

Ze względu na to, że głowice pisząco-czytające są symetryczne, wybieranie każdej z nich odbywa się przy pomocy dwóch przełączników tranzystorowych, pracujących jednocześnie. Dla większej ilości głowic, dołączonych poprzez przełączniki do wspólnych szyn, wymagałoby to znacznej rozbudowy układów sterujących. Aby tego uniknąć, w pamięci PB-5 128 głowic podzielono na 8 grup po 16 głowic każda, łącząc je w układ matrycowy, rzędowo-kolumnowy /rys. 11/. Wybrana głowica znajduje się na przecięciu wysterowanego rzędu i kolumny. Pozostałe głowice są w tym czasie zablokowane co najmniej opornością zatkanych przełączników rzędu lub opornością własnych przełączników. Skuteczność tej blokady jest bardzo duża, bowiem wypadkowy sygnał zakłócający, pochodzący od 127 głowic niewybranych, jest stłumiony więcej niż 40 decybeli.

ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH PARAMETRÓW PAMIĘCI BĘBNOWEJ PB-5

- wymiary wirnika bębna: średnica 280 mm
wysokość 255 mm
- eksocentryczność /"bicie"/ powierzchni bębna w stosunku do osi:
około 1μ
- obroty bębna: około 1500 obr/min
- liczba ścieżek: 150
 - w tym: 128 informacyjnych
 - 1 zegarowa
 - 1 adresowa
 - 20 zapasowych



Rys. 11. Układ wybierania głowic

- szerokość ścieżek: 1 mm; odstęp między ścieżkami: 0,5 mm
- pojemność pamięci: 32.768 słów 29-bitowych /24 bity informacyjne, 3 bity kontroli parzystości, 2 bity techniczne/
- pojemność ścieżki: 256 słów informacyjnych + 8 słów do odmierzenia czasu przełączania układu wybierania głowic,
- gęstość zapisu: 9 bitów/mm w metodzie NRZ,
- zapis impulsowy /czas trwania impulsu 1,5 μ s/
- częstotliwość pracy pamięci: około 190 ko/s,
- szybkość przesyłania informacji: około 6400 słów/s,
- wszystkie układy elektroniczne /wraz z układem wybierania głowic/ wykonano techniką półprzewodnikową germanową z zastosowaniem obwodów drukowanych,
- czas przełączania układu wybierania głowic z jednej ścieżki na drugą: około 1,2 msek,

- odległość głowicy od stojącego bębna: około 16 μ ,
- szerokość szczeliny roboczej głowicy: 40 μ ,
- ilość zwojów głowicy: 2 x 26,
- zakres temperatur pracy pamięci: +10°C + +35°C,
- pamięć przystosowana do pracy ciągłej,
- zasilanie: 3 x 380/220 V, 50 Hz, 0,6 kVA,
- wymiary modułu: szerokość 625 mm
 głębokość 675 mm
 wysokość 1700 mm

Literatura

- [1] KALINOWSKI W.: Konstrukcja bębnow pamięci magnetycznej, PRACE IMM, 1967:IV, B 21/34/.
- [2] Patent PRL Nr 53609: Bęben pamięci magnetycznej i sposób jego ochłodzenia.
- [3] IWAŃSKI R., NOWAK E.: Wybieranie ścieżek w pamięciach z przypadkowym dostępem, ETO Nowości, w przygotowaniu do druku.

ЗАПОМИНАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО НА МАГНИТНОМ БАРАБАНЕ РВ-5

Резюме

Запоминающее устройство на магнитном барабане РВ-5 было разработано в Институте Математических Машин и в основе предназначено для вычислительных машин ЗММ 21/41. Потому на его конструкции отразилась общая концепция этих машин. В особенности это касается схем управления базирующих на стандарт-интерфейсе этих машин, а также элементарных схем и источников питания.

Так как проблемы связанные с барабаном рассмотрены в работе [1], в настоящей работе мы ограничились лишь к их напоминанию, особенного внимания уделяя организации к решениям электронных систем запоминающего устройства.

Организация памяти РВ-5 /показанная на блок-схеме/ основана на следующих принципах:

- память работает асинхронно с ЭЦМ
- запись и считывание информации производится последовательно
- наименьшей единицей информации, которую можно записать в запоминающем устройстве или прочесть из него, является слово, состоящее из 3-буквенно-цифровых знаков /9 разрядных/
- между машиной и памятью информация пересылается параллельно по знакам
- с помощью одной команды можно записать или прочесть любое количество очередных слов
- совместная работа памяти с машиной происходит согласно принципам применяемым для всех внешних устройств.

Для управления работой запоминающего устройства на магнитном барабане /и работой других внешних устройств/ список команд машины содержит только одну команду ОММ /операция ввода-вывода/ Содержанием этой команды является: Выполни определенную операцию /х/ во внешнем устройстве с указанным номером /n/, учитывая параметр /г/.

Для запоминающего устройства на магнитном барабане, команда ОММ определяет основные функции: РАА - засылка адреса, РТА - запись, СТА - считывание, а кроме того используется для анализа его разных состояний /например готовность к работе/.

Кроме сигналов представляющих команду ОММ, между машиной и памятью пересылаются системные сигналы /a, t, g, p, c, b, / задачей которых является информация о возникнувших в памяти состояниях, стробирование, установка в нуль итп.

Появление соответствующих последовательностей сигналов и их взаимозависимость приведены в описании действия запоминающего устройства.

Во второй части работы на основе принципиальных схем - рассмотрены конструктивные решения специальных систем памяти, таких как: усилители записи, считывания, система

выбора головок.

Усилитель записи -- это импульсный двухступенчатый усилитель с трансформаторной связью. Он обеспечивает в головке амплитуду тока 0,5 А и время нарастания меньше 0,5 мкс. Запись "1" и "0" происходит при помощи отдельных усилителей.

Память имеет следующие системы считывания:

- считывание синхронизирующей дорожки
- считывание адресной дорожки
- считывание информационных дорожек

Каждая из вышеуказанных систем состоит из линейной части, усиливающей сигналы, считываемые головками и нелинейной части преобразовывающей усиленные сигналы на импульсы воздействующие на логические схемы памяти. Первая система усиливает синусоидальный сигнал и выпрямляя заменяет его на последовательность тактовых импульсов двойной частоты, две остальные системы приспособлены к усилению и декодированию сигналов записанных по методу NRZ.

Запись и считывание информации происходят последовательно по ритму тактовых импульсов причём в данный момент в записи принимает участие лишь одна пишущее-считывающая головка, которую выбирает из 128 головок и подключает к система записи или считывания специальная транзисторная схема. Ввиду того, что головки симметричны, каждая из них выбирается с помощью работающих одновременно двух транзисторных переключателей. Все переключатели образуют матричную схему, в которой избранная головка находится на пересечении соответствующей строки и соответствующего столбца.

В окончании работы приводится сводка основных параметров памяти.

THE PB-5 DRUM STORAGE

Summary

The PB-5 drum storage has been designed in the Institute of Mathematical Machines in Warsaw. It was mainly destined for ZAM 21/41 computers, therefore the general concept of these computers influenced the solution of the PB-5 construction. It especially concerned the control circuits executed on the basis of the standard interface of the above mentioned computers, their basic technique and supply sources.

As the problems connected with the drum itself are presented in paper [1], the present paper is limited to remind them, paying particular attention to the organization of the storage /presented in block diagram/, conditioned by the following assumptions:

- The storage cooperates asynchronously with digital computer
- information is written/read in series /bit by bit/
- word /three 9-bit characters/ is the smallest unit of information written/read in the storage; information is transferred parallelly /in 9-bit characters/ between the computer and the storage
- any number of successive words can be written/read on the basis of one instruction
- principles of storage cooperation with the computer are common for all external devices.

The computer instruction list contains only one instruction OWW/input-output operation/ for all external devices. Its meaning is the following: perform the determined operation (x) within the external device indicated by the number (n), considering the parameter (r).

In relation to the drum storage, the instruction OWW determines its basic functions: PRA - address transfer, PTA - writing, CTA - reading, and moreover, it also serves to analyze its various states /e.g. operational readiness/.

Besides the signals representing the OWW instruction the circuit signals /a, t, g, p, c, b/ are being transferred between the computer and

the storage. These signals inform about various states of the storage, serve for strobbing, zeroing and so on.

The appearing of adequate sequences of the signals and their mutual dependences are presented in the description of the storage operation.

In the second part of the paper constructional solutions of special storage circuits /such as write and read amplifiers, head selection circuit/ are discussed.

The write amplifier is a two stage pulse circuit with a transformer coupling. It gives the current amplitude of 0,5 A at the rise time less than 0,5 μ sec in the head. "1-s" and "0-s" are recorded by means of separate amplifiers.

The storage is provided with read circuits of:

- clock track
- address track
- information tracks.

Each of these circuits consists of a linear part amplifying the signals read by the heads, and a nonlinear part transforming these signals into pulses affecting the storage logic circuits. The first of the circuits amplifies the sine run and changes it - by means of rectifying - into a sequence of clock pulses with a doubled frequency. The two other circuits are adapted to amplify and encode the signals recorded in the NRZ method.

Writing and reading of information proceeds in series - bit by bit - according to the rhythm of the clock frequency with only one read/write head acting at the given moment. A special transistorized system selects the proper head from among 128 heads and attaches it to the write or read circuits. Because of the fact that the heads are symmetric, the above mentioned selection occurs by means of two transistor switches operating simultaneously. All the switches make a row-column matrix system in which the selected head is on the crossing of the proper row and the proper column.

At the end of the paper the list of basic storage parameters is given.

UZWOJENIA METALIZOWANE DO RDZENIOWEJ
PAMIĘCI OPERACYJNEJ

Jan ORZECOWSKI
Zbigniew SZCZĘSNY
Stanisława WITCZAK

Pracę złożono 20.12.1967

Przedstawiono niektóre wyniki doświadczeń nad opracowaniem technologii pamięciowego uzwojenia metalizowanego, nazwanego od kształtu paskiem, oraz opisano jego konstrukcję. Uzwojenie metalizowane zastąpiło jedno z uzwojeń drutowych jakie stosowane jest w płytach pamięci, w konwencjonalnych wykonaniach. Konstrukcja paska oraz technologia wytwarzania opracowane były i zbadane dla trzech typów rdzeni ferrytowych produkcji krajowej, o średnicy zewnętrznej 1,3 mm, z przeznaczeniem do zastosowania w pamięci operacyjnej z liniowym wybieraniem.

1. WSTĘP

Rozwój pamięci elektronicznych maszyn cyfrowych zmierzający w kierunku zwiększenia ich pojemności i szybkości działania spowodował koncentrację badań nad nowymi nośnikami informacji. Zgod-

nie z przewidywaniami [1], [2] w początkowym okresie tego rodzaju nośnikami informacji, w większości magnetycznymi, stały się elementy ze znanych materiałów; przez zmniejszenie ich wymiarów lub odpowiednie wykorzystanie ich właściwości magnetycznych. Ostatnie lata przyniosły pewne osiągnięcia w tym zakresie, nie zmniejszyło to jednak intensywności badań, szczególnie nad wykorzystaniem właściwości cienkich warstw magnetycznych oraz zjawisk nadprzewodnictwa w zastosowaniu do pamięci maszyn. Przewiduje się [3], [4], [5], że najmniejsze rdzenie ferrytowe w połączeniu z techniką mikromodułową zapewnią konstruowanie pamięci o pojemnościach rzędu 10^7 bitów i czasach cyklu rzędu $0,3 \mu s$.

Otrzymane wyniki badań [6], [7] nad nośnikami informacji w postaci cienkich warstw magnetycznych Ni-Fe osadzanych elektrolitycznie na drutach Be-Cu otwierają nowe możliwości budowania pamięci o czasach cyklu pracy od 1 do $0,1 \mu s$ i pojemnościach rzędu od 10^3 do 10^9 bitów.

Pamięci o większych pojemnościach rzędu 10^9 bitów mogą być konstruowane przy wykorzystaniu zjawisk nadprzewodnictwa [8]. Należy jednak podkreślić, że pomimo wielu istniejących już rozwiązań konstrukcyjnych i technologicznych nowych elementów pamięciowych oraz prowadzenia prób laboratoryjnych nad zastosowaniem nowych nośników informacji w pamięciach, rdzenie ferrytowe o zmniejszonych wymiarach są w dalszym ciągu najbardziej rozpowszechnionymi nośnikami informacji w zastosowaniu do pamięci EMC. Jak podają autorzy publikacji [3], [5], stosowanie rdzeni ferrytowych obecnie jest jeszcze uzasadnione technicznie i ekonomicznie szczególnie dla pojemności rzędu 10^5 bitów i czasach cyklu pracy poniżej $0,5 \mu s$.

Pamięci z rdzeniami ferrytowymi są budowane zarówno w systemach liniowego wybierania jak i koincydencyjnych. Wprawdzie pamięci koincydencyjne mają przewagę w zastosowaniach do dużych pamięci, uzasadnioną ekonomicznie i wyższą jakością rdzeni ferrytowych, tym niemniej równolegle budowane są pamięci w systemach liniowego wybierania, szczególnie pamięci o mniejszych pojemnościach i krótszych czasach cyklu. Uzyskanie krótkich cza-

sów cyklu wymaga zmniejszenia średnio rdzeni, a przez to bardziej pracochłonne staje się uzwajanie ich w płaty pamięci. W celu uproszczenia uzwajania płatów z rdzeniami o średnicach zewnętrznych 0,8 mm niektóre firmy amerykańskie, jak na przykład RCA [9], Lockheed [10] zainicjowały odmienne od konwencjonalnych sposoby uzwajania płatów szczególnie w zastosowaniu do wytwarzania pamięci z liniowym wybieraniem. W tym samym kierunku rozpoczęto prace w IMM w 1964 r. Opracowano dwa nowe sposoby uzwajania płatów [11], [12], [13] do pamięci operacyjnych w systemie z liniowym wybieraniem. Dla jednego z tych sposobów [12-13] zapewniającego wytwarzanie pamięci o wyższej niezawodności i z większą wydajnością opracowano technologię produkcji seryjnej. Charakterystyczne dla tego sposobu jest to, że jedno z uzwojeń wykonuje się w postaci listewki z umieszczonymi w jej otworach rdzeniami ferrytowymi i pokrytego warstwą przewodzącą tak, że przewodzi prąd elektryczny poprzez otwory rdzeni w określonym kierunku. Tak wykonane uzwojenie nazwano od kształtu paskiem. Drugie uzwojenie jest tu wykonane konwencjonalnie. Sposób wykonywania tego rodzaju uzwojeń jest mniej pracochłonny niż przy dwudrutowym uzwajaniu rdzeni, pozwala na zmechanizowanie produkcji, na większą obciążalność prądową uzwojeń paskowych, umożliwia montowanie płytek o większej wytrzymałości mechanicznej i przy składaniu bloków pozwala na stosowanie prostszych do wykonania konstrukcji nośnych. Uzawajanie płatów według tego sposobu znacznie się upraszcza i ogranicza się tylko do przewlekania, przez otwory rdzeni umieszczonych w paskach, drutów izolowanych emalią, stanowiących drugie uzwojenia płytki. Te właściwości zadecydowały o wyborze powyższego sposobu również do uzawajania płatów z rdzeniami ferrytowymi o średnicy zewnętrznej 1,3 mm, a nie tylko, jak przewidywano pierwotnie, z rdzeniami 0,8 mm.

2. DANE KONSTRUKCYJNE BLOKU PAMIĘCI Z PASKAMI

Uzwojenia metalizowane - paski zastosowano do budowy modelowego bloku z liniowym wybieraniem słowa w systemie dwóch rdzeni.

na bit. Przewidywano, że zastosowanie pasków wniesie pewną poprawę parametrów elektrycznych pamięci, jak i znacznie uprości montaż płytów. Blok konstrukcyjnie miał być złożony z kilkudziesięciu płytów, każdy płyt ze stu pasków. Całkowita pojemność pamięci była zaprojektowana ponad $2 \cdot 10^5$ bitów. Czas cyklu pracy 4 μ s. Podstawowa komórka pamięciowa była tworzona z dwóch rdzeni znajdujących się w dwóch paskach, stanowiących parę. Przez umieszczenie 50 par pasków z 64 rdzeniami ferrytowymi o średnicy zewnętrznej 1,3 mm uzyskano płyt pamięci zawierający 64 słowa 50-bitowe. Wyliczono, że dla otrzymania niezwiększonych czasów narastania impulsów przesyłanych wzdłuż linii i przy uwzględnieniu zjawiska naskórkowości, oporność rzeczywista paska nie powinna być większa niż 0,15 Ω .

Konstrukcja i wykonanie bloku pamięci miały zapewnić odporność mechaniczną i klimatyczną pamięci zgodnie z wymaganiami dla sprzętu profesjonalnego.

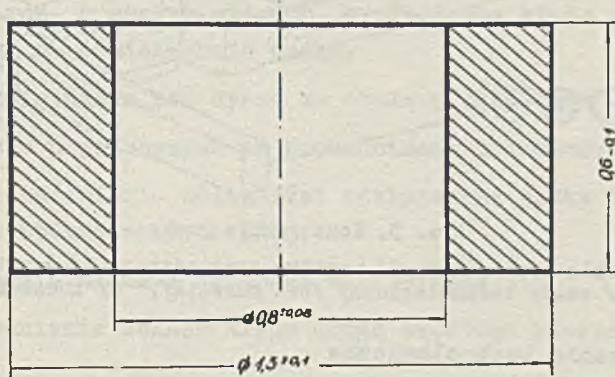
3. DANE TECHNOLOGICZNE WYKONANIA PAMIĘCI Z PASKAMI

Wykonanie bloku pamięci zgodnie z ustaloną kolejnością rozpoczęto od wykonania pasków, następnie montowania ich w płytach. Zgodnie z przewidywaniami uzyskano dwukrotnie krótszy czas montowania w porównaniu z uznawaniem płytów sposobem konwencjonalnym. Ramki z wyprowadzeniami lutowniczymi do montowania pasków, uzwojeń słowa i uzwojeń przełączników magnetycznych były wykonywane metodą obwodów drukowanych.

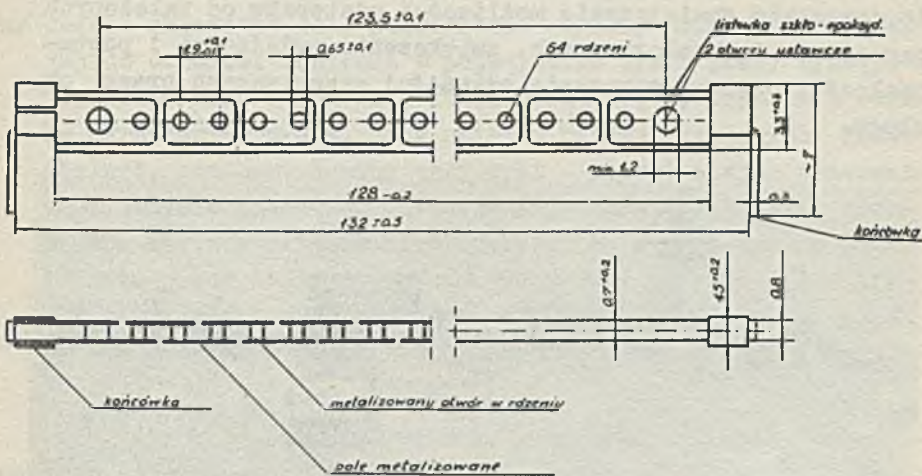
3.1. Konstrukcja paska pamięci

Pasek pamięci zawiera 64 rdzenie o wymiarach jak na rys. 1. Elementem scalającym jest listewka wykonana z laminatu szkłoepoksydowego o wymiarach i kształcie jak na rys. 2. Rdzenie są wklejone w otwory listewki za pomocą kleju elastomerowego, tak dobranego, aby nie wnosił naprężeń mechanicznych. Na tak przygotowany pasek nanosi się metodami próżniowymi i elektrolitycz-

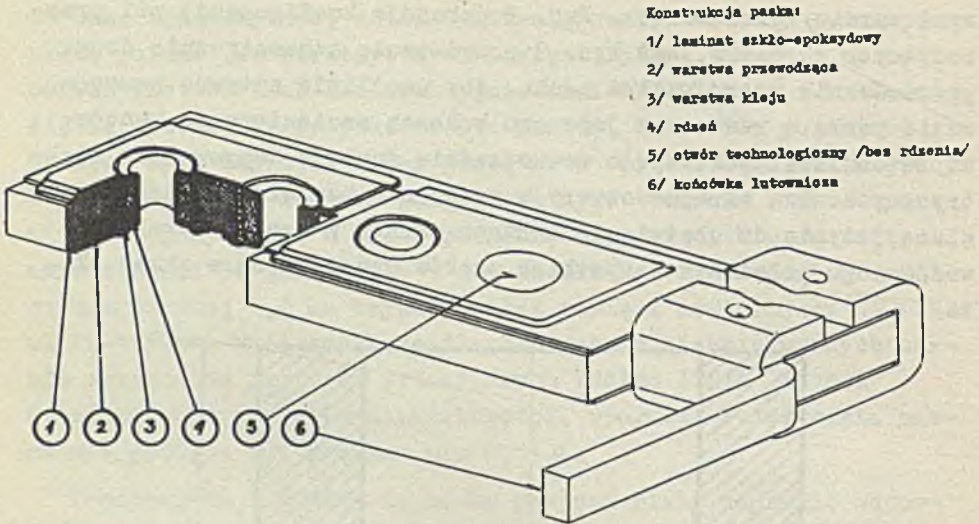
nyimi warstwy przewodzące. Rys. 3 pokazuje konfigurację pól przewodzących na pasku, zaś rys. 2 przedstawia schematycznie drogę przewodzenia prądu wzdłuż paska. Aby umożliwić sztywne zamocowanie paska w ramce, na jego obu końcach zaciśnięte są końcówki lutownicze spełniające równocześnie funkcję doprowadzeń elektrycznych. Dwa skrajne otwory w pasku nie zawierają rdzeni i służą jedynie do ułatwienia montażu pasków w ramce /ustalenie wzajemnego położenia wszystkich pasków wchodzących w skład płyta/.



Rys. 1. Rdzeń ferrytowy



Rys. 2. Element paskowy pamięci rdzeniowej

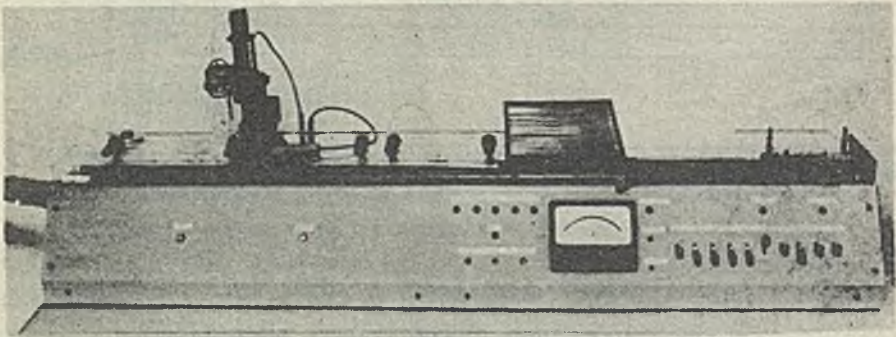


Rys. 3. Konstrukcja paska:

1/ laminat szkło-epoksydowy, 2/ warstwa przewodząca, 3/ warstwa kleju, 4/ rdzeń, 5/ otwór technologiczny /bez rdzenia/, 6/ końcówka lutownicza

3.2. Urządzenia technologiczne

Podstawowe operacje wchodzące w skład procesu technologicznego zostały zmechanizowane. Mechanizacja miała na celu przede wszystkim zmniejszenie możliwości odstępstw od założonych parametrów technologicznych, zwiększenie wydajności i powtarzalności oraz uproszczenie czynności wykonywanych przez obsługę.



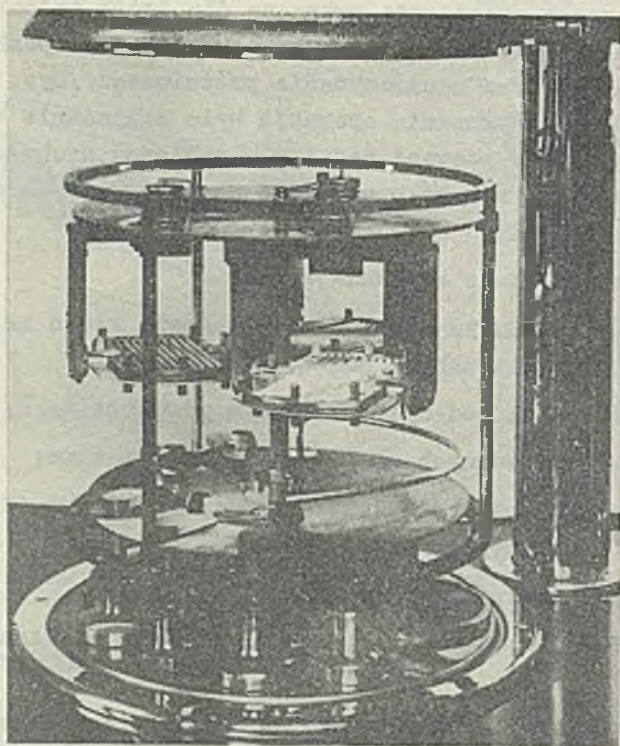
Rys. 4. Urządzenie do automatycznego pokrywania pasków warstwą kleju

Półautomatyczne urządzenia wykonano dla dwóch najbardziej złożonych operacji technologicznych: nakładania na paski warstwy kleju /rys. 4/ oraz naparowywania próżniowego /rys. 5/. Najbardziej trudną do wykonania operacją było nakładanie warstwy kleju. Warstwę tę, w postaci pasma o określonej grubości, szerokości i długości, należało umieścić na wewnętrznych ściankach otworów listewki.

Warunki te spełniono zapewniając:

- a/ równomierne, o stałym wydatku, wypłynięcie kleju ze specjalnej dyszy na powierzchnię paska;
- b/ przesuwanie paska pod dyszą ze stałą prędkością;
- c/ brak luzów poprzecznych na prowadnicach przesuwu;
- d/ dokładne ustawienie odległości powierzchni paska od końcówki dyszy, z której wypływa klej;
- e/ ograniczenie maskami długości warstwy kleju;
- f/ ujednorodnianie składu kleju drogą częstego mieszania w pojemniku;
- g/ wtłaczanie kleju do otworów za pomocą sprężonego powietrza o stałym ciśnieniu;
- h/ ściśle określony czas podsuszania warstwy przed wtłaczaniem jej do otworów. Ponieważ w pojedynczym cyklu pracy występuje bardzo dużo czynności, które muszą być wykonywane w ściśle określonym czasie, aby uniknąć błędów wywołanych przez obsługę, zautomatyzowano cały cykl - pozostawiają pracownikowi jedynie zamocowanie i wyjęcie paska. Dodatkowym argumentem za zautomatyzowaniem operacji była konieczność odizolowania pracownika od wydzielających się w czasie cyklu silnie toksycznych par rozpuszczalnika. Są one odprowadzane z tunelu, w którym odbywa się proces, za pomocą wyciągu miejscowego.

Drugą operacją, dla której konieczne było wykonanie specjalnego urządzenia, jest naparowywanie próżniowe pierwszej warstwy przewodzącej. Warstwa ta, oprócz ściśle określonej oporności, musi być wykonana jedynie na pewnych obszarach na powierzchni paska oraz we wnętrzach otworów rdzeni.

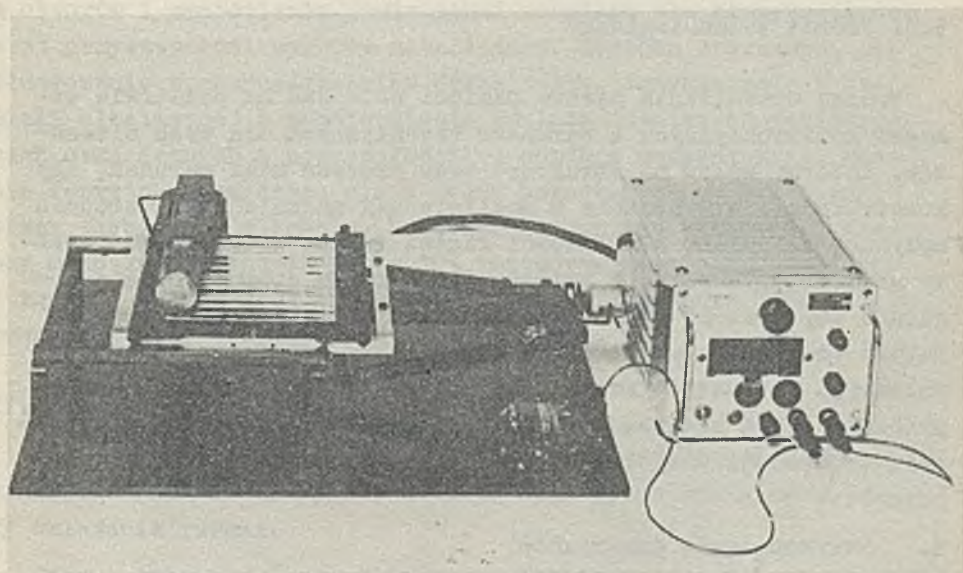


Rys. 5. Półautomatyczne urządzenie do naparowywania próżniowego pasek.
Widoczne trzy kasety zawierające po 10 pasek

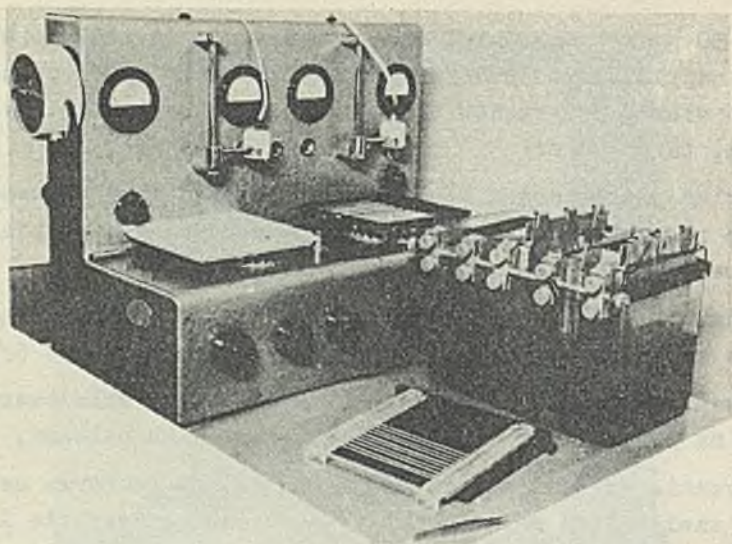
Aby naporować warstwę metalu w otworze rdzenia strumień par powinien być skierowany ukośnie w stosunku do powierzchni paska. W celu równomiernego naporowania otworów, pasek w czasie procesu musi być jednocześnie obracany wokół dwóch równoległych do siebie osi obrotu. W wykonanym do tego celu urządzeniu /rys. 5/ każdy punkt paska zakreśla względem źródła tor w postaci epicykloidy. Paski umieszczone są w specjalnych kasetach zaopatrzonych w maski decydujące o kształcie obszarów naporowanych. Każda kasetka zawiera 10 pasek. Jednocześnie naporowuje się 30 pasek w 3 kasetkach. Urządzenie zawiera specjalny system zapadek umożliwiający obracanie kaset o 180° wokół osi poziomej, co daje możliwości kolejnego naporowania obu powierzchni paska bez konieczności zapowietrzania komory. Naporow-

wywanie 30 pasków trwa około 45 min. Urządzenie zostało wbudowane do napyłarki BA 350N firmy Balzers. Poza wyżej opisanymi wykonano szereg przyrządów ułatwiających wykonywanie innych operacji, takich jak:

- a/ przegląd pasków pod mikroskopem - przyrząd zawiera kasetę z 30-ma paskami. Posuw wzdłuż paska - mechaniczny, wybieranie pasków - urządzeniem zapadkowym,
- b/ przedmuchiwanie otworów sprężonym powietrzem - przyrząd zawiera kasetę na 30 pasków i posuw mechaniczny /rys. 6/,
- c/ ładowanie kaset - przyrząd umożliwia szybkie załadowanie kasety na 30 pasków bez potrzeby dotykania ich palcami,
- d/ pokrywanie galwaniczne - wykonano kasety z tworzywa sztucznego zawierające po 24 paski. Zapewniają one szybkie i łatwe mocowanie pasków, dobry kontakt elektryczny między końcówkami pasków a źródłem zasilania /rys. 7/.



Rys. 6. Urządzenie do przedmuchiwania otworów w paskach po operacji odprężania warstwy kleju



Rys. 7. Stanowisko do pokryć galwanicznych pasków. Widoczny uchwyt z zamocowanymi paskami

3.3. Proces technologiczny

Proces wytwarzania pasków pamięci ustalono na podstawie wymagań konstrukcyjnych i warunków technicznych dla tych elementów. Istotny wpływ na strukturę tego procesu miał warunek, aby konstrukcja i wytwarzanie w możliwie jak najmniejszym stopniu wpływały na zmianę właściwości rdzeni ferrytowych poprzez efekty magnetostrykcyjne. W związku z tym każda operacja technologiczna poprzedzona była eksperymentami mającymi na celu wybór takich wersji operacji, które zapewniłyby niewielką zmianę impulsowych parametrów rdzeni pod wpływem oddziaływań mechanicznych. Kończącym efektem tych eksperymentów było opracowanie procesu technologicznego, którego przebieg przedstawia się następująco:

- I. Przygotowanie substratów
- II. Wklejanie rdzeni
 1. Nakładanie warstwy kleju na nośniki
 2. Wkładanie rdzeni

3. Odprężenie w rozpuszczalniku organicznym

III. Wykonanie uzwojenia

1. Naparowywanie próżniowe
2. Nakładanie końcówek lutowniczych
3. Odtłuszczenie
4. Elektrolityczne osadzanie warstwy miedzi

IV. Nakładanie warstwy ochronnej

1. Srebrzenie elektrolityczne
2. Lakierowanie

V. Kontrola impulsowych parametrów rdzeni i oporności pasków

I. Przygotowanie substratów

Pierwszy etap tego procesu dotyczy obróbki wstępnej elementów składowych pasków: nośników z laminatu szkło-epoksydowego, rdzeni ferrytowych i końcówek lutowniczych. Do oczyszczania nośników wykorzystano obróbkę mechaniczną i chemiczną. Zadaniem obróbki mechanicznej w formie piaskowania jest usunięcie gradu z otworów i zmatowienie powierzchni nośników dla otrzymania dobrej przyczepności warstwy metalicznej. Obróbka chemiczna, odtłuszczenie w rozpuszczalniku organicznym, oczyszczanie w kąpeli alkalicznej i zobojętnianie uwalnia nośniki od zanieczyszczeń organicznych i pozostałości po obróbce mechanicznej. Rdzenie ferrytowe oczyszcza się z pyłów pozostałych po szlifowaniu przez płukanie w alkoholu. Końcówki lutownicze wykonane z blachy miedzianej zanurza się w 10% roztworze kwasu azotowego lub w kąpeli składającej się z bezwodnika chromowego i kwasu siarkowego, w celu oczyszczenia ich z tlenków.

II. Wklejanie rdzeni

Ten etap procesu wymagał dobrania właściwego tworzywa uszczelniającego rdzenie ferrytowe w pasku oraz opracowania samej metody wklejania rdzeni.

Wyboru tworzywa uszczelniającego dokonano na podstawie uprzednio przeprowadzonych badań nad klejami o właściwościach plastycznych. Badano kleje z grup żywic termoplastycznych i elastomerów

oraz żywice "Epidian 51" i "Epidian 53". O przydatności kleju decydowały następujące jego właściwości:

- mechaniczne: duża sprężystość, dobra przyczepność do podłoża, dobra przyczepność warstwy naparowywanej i niezbyt duże naprężenia wewnętrzne kleju powodujące zmianę parametrów impulsowych rdzeni
- chemiczne: duża odporność na rozcieńczone kwasy i zasady, odpowiedni czas wiązania i łatwość procesu klejenia.

Spośród przeszło 20-tu badanych klejów, jedynie klej, którego bazą jest kauczuk naturalny, spełniał wyżej wymienione wymagania i wobec tego został tutaj zastosowany.

Wklejanie rdzeni wymagało specjalnego opracowania, gdyż stosowane powszechnie sposoby nanoszenia kleju przez rozprowadzanie pędzlem i natryskiwanie pistoletem, zastosowane w czasie wstępnych prób laboratoryjnych, okazały się nietechnologiczne przez zbyt dużą pracochłonność i małą pewność wyników.

Klej oprócz silnego związania musi całkowicie uszczelniać rdzeń w pasku, a jednocześnie nie może dostać się do otworu rdzenia. W przypadku niecałkowitego uszczelnienia rdzenia może powstać na nim w trakcie metalizowania zwój zwarty. Natomiast przy zmniejszonej średnicy otworu rdzenia pomiar jego parametrów impulsowych jest niemożliwy ze względu na wymiar średnicy igły pomiarowej dostosowanej do pomiarów tego typu rdzeni.

W związku z tym wykonano specjalne urządzenie nanoszące pasmo kleju o szerokości większej niż średnice otworów i przebiegające środkiem paska. W celu usunięcia nadmiaru kleju z otworów i uzyskania równomiernych warstw na ich powierzchniach bocznych, przedmucha się otwory pasków przez stworzenie nadciśnienia nad paskiem lub podciśnienia pod spodem paska. O jakości nałożonej warstwy kleju decydują następujące czynniki: lepkość kleju, średnica otworu dyszy nanoszącej klej, odległość dyszy od paska, ciśnienie hydrostatyczne kleju w zbiorniku, prędkość przesuwu paska względem dyszy oraz ciśnienie gazu wdmu-

ohującego klej. Po naniesieniu kleju wkłada się w otwory paska rdzenie i zanurza cały element w rozpuszczalniku organicznym celem odprężenia wiązań. Próbowano nakładać klej po uprzednim umieszczeniu rdzeni w otworach paska, ale jakość takiego klejenia była niedostateczna. Poza tym nanoszenie kleju na puste nośniki było łatwiejsze do zmechanizowania na etapie produkcji laboratoryjnej.

1. III. Wykonanie uzwojenia

W celu wykonania uzwojenia rdzeni w pasku według założeń konstrukcyjnych, zastosowano metodę metalizowania elektrolitycznego. W związku z tym należało najpierw umieścić warstwę przewodzącą. Było to możliwe do zrobienia przez wykorzystanie procesu chemicznego osadzania lub naparowywania próżniowego. Początkowo próbowano wykonać pierwszą warstwę ze srebra przez osadzanie chemiczne. Proces ten, łatwy do przeprowadzenia i nie wymagający skomplikowanej aparatury, okazał się pracochłonny i niepewny. Otrzymane warstwy charakteryzowały się brakiem przewodzenia lub też dużym rozrzutem oporności. Poza tym, metodą chemicznego metalizowania bardzo trudno uzyskać warstwę o ściśle określonych przez konstrukcję wymiarach. Zastosowanie naparowywania próżniowego było bardziej korzystne ze względu na jakość otrzymywanej warstwy jak i na prostotę procesu. W celu uzyskania dużej wydajności tego procesu i dużej pewności jego wyników, przeprowadzono badania dla określenia wpływu: czasu naparowywania, ilości naparowywanego materiału, kształtu grzejnika oraz sposobu mocowania pasków. Odpowiednia konstrukcja urządzenia do mocowania pasków zapewniła dużą jednorodność warstwy na powierzchni pasków i wewnątrz otworów oraz mały rozrzut oporności. Warstwy naparowywano z miedzi w próżni 10^{-4} Tr. Oporność elektryczna tych warstw była rzędu od 3 - 6 Ω . Do otrzymania uzwojenia o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i wymaganej oporności elektrycznej 0,12 - 0,18 Ω wykorzystano proces elektrolitycznego osadzania miedzi z kąpeli siarczanowej. Kąpiel siarczanową zastosowano ze względu na jej prosty skład, dużą trwałość i łatwość kontroli. Poza tym warstwy otrzymywane z tej kąpeli charakteryzują się stosunkowo niskimi naprężeniami we-

wnętrznymi. O wielkości naprężeń powstających w warstwach galwanicznych podczas ich nakładania decydują następujące czynniki: stężenie składników kąpielii, gęstość prądu, temperatura kąpielii, intensywność mieszania, dodatki blaskotwórcze oraz sama grubość warstwy. V.A. Lamb i D.R. Valentine [12] podają, że przy odpowiednim dobraniu wszystkich parametrów można otrzymać warstwę o naprężeniach zerowych. Obecność dużych naprężeń wewnętrznych w warstwie przewodzącej jest niepożądana, gdyż są one z kolei źródłem naprężeń wewnętrznych w rdzeniach, a szkodliwość tych naprężeń omówiono poprzednic. Również sama kąpiel kwasna czy też alkaliczna ujemnie oddziałują na rdzenie ferrytowe, które są przecież spiekami tlenków. Obecność warstwy uszczelniającej i naparowywanej oraz krótki czas przetrzymywania pasków w kąpielii ogranicza to szkodliwe oddziaływanie.

Przeprowadzenie eksperymentów pozwoliło na uzyskanie najkorzystniejszych warunków, przy których zmiany impulsowych parametrów rdzeni są najmniejsze. Warunki procesu i gęstość prądu katodowego 100 mA/cm^2 , temperatura kąpielii 30°C , czas nakładania warstwy 7 min. Grubość osadzanej warstwy przy zachowaniu takich warunków procesu wynosiła 12 - 15 μ . Uzyskanie uzwojeń o małym rozrzucie oporności 0,12 - 0,18 Ω było możliwe dzięki specjalnej konstrukcji uchwytów zapewniających jednakowy docisk końców pasków do przewodów doprowadzających prąd. Celem zabezpieczenia warstwy miedzi przed korozją osadzana była w procesie elektrolizy warstwa srebra o grubości 3 μ , a następnie natryskiwana warstwa lakieru.

4. DANE TECHNICZNE PASKÓW

1/ Właściwości mechaniczne

całkowita długość	$132 \pm 0,5 \text{ mm}$
szerokość	$3,3 + 0,3 \text{ mm}$
grubość	$1,5 + 0,2 \text{ mm}$
średnica otworów /w rdzeniu metaliz./	$0,65 + 0,1 \text{ mm}$
rozstawienie osi otworów	$1,9 \begin{matrix} + 0,1 \\ - 0,15 \end{matrix} \text{ mm}$
ciężar	$0,65 \pm 0,05 \text{ g}$

wytrzymałość zmęczeniowa na ugięcie /strzałka ugięcia 10 mm/	>1000 razy
odporność na ścieranie wnętrza otwo- rów /przeciąganie drutu \varnothing 0,4/	>100 razy
wytrzymałość końcówek na zerwanie /po lutowaniu/	\geq 0,5 kG

2/ Właściwości elektryczne

oporność elektryczna warstwy meta- licznej	$0,15 \Omega \pm 20\%$
temperaturowy współczynnik oporności	$< 4 \cdot 10^{-3}$ 1/stop. C
parametry impulsowe rdzeni w pasku	$dV_1 > 80$ mV
przy prądzie $I_z = 320$ mA	$dV_z \leq 18$ mV

3/ Parametry eksploatacyjne

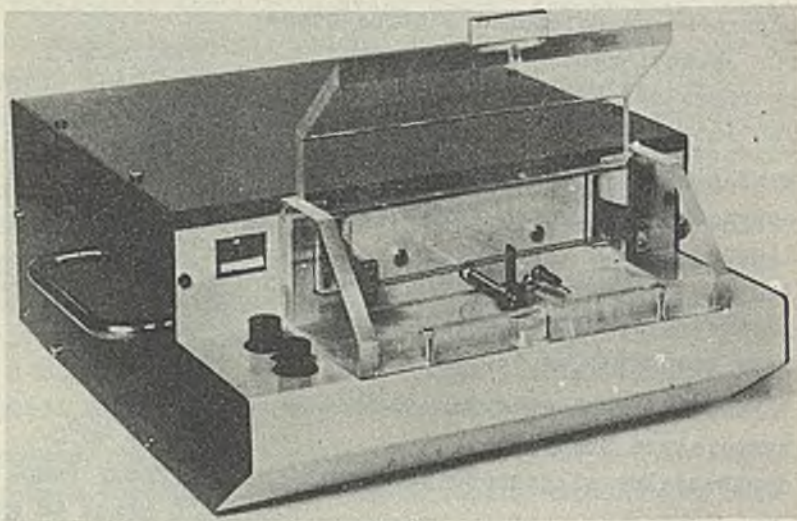
temperatura pracy	$-10 \div + 50^\circ\text{C}$
dopuszczalna wilgotność powietrza	90% /przy temp. 20 \div 30 $^\circ\text{C}$ przez 48 godz./
dopuszczalne wibracje	35 Hz - 3 g w czasie 1 godz.

5. BADANIA MECHANICZNE PASKÓW

Badania odporności pasków na wielokrotne przeginanie wykonywano za pomocą urządzenia "BW" /rys. 8/. Zapewniało ono "czyste" zginanie paska dzięki elastycznemu zamocowaniu jego końców. Uginanie następowało z częstotliwością 30 zgięć na minutę. W urządzeniu zainstalowano licznik ugięć. Napęd popychacza powodującego symetryczne uginanie paska w amplitudzie 10 mm odbywał się przy pomocy silnika synchronicznego SS-8 za pośrednictwem krzywki. W czasie próby przez cały pasek przepływał prąd o natężeniu ok. 30 mA. W chwili uszkodzenia warstwy przewodzącej urządzenie samoczynnie przerywa próbę, a stan licznika wskazuje ilość przegięć paska od chwili rozpoczęcia próby.

Urządzenie "BW" służy jednocześnie do badań wytrzymałości paska na przeciąganie przez jego otwory drutu oraz odporność na przepychanie przez otwory igły stalowej \varnothing 0,4. W czasie przepro-

wadzania prób stwierdzono brak jakichkolwiek uszkodzeń pasma po 10000 przegięć i po 5000 nakłuc igła stalową.

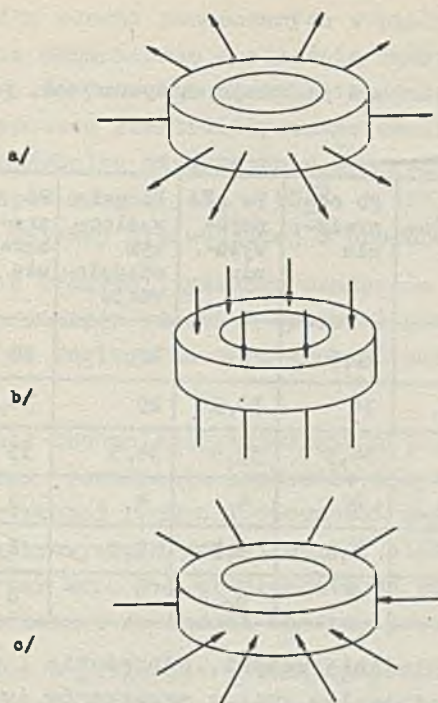


Rys. 8. Przyrząd do badań zmęczeniowych pasmów

Badania odporności na lutowanie i wytrzymałości końcówek na zerwanie były prowadzone równocześnie. Obciążenie 0,5 kG było przykładane do końcówki paska za pośrednictwem przylutowanego przewodu miedzianego \varnothing 0,6.

6. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Większość badań eksperymentalnych była przeprowadzona dla rdzeni typu R1 1,3/0,4 o wartościach parametrów impulsowych: zakłóconej jedynek $dV_1 = 33 \pm$ mV i zakłóconego zera $dV_2 \leq 6$ mV. Wartości tych parametrów ulegają znacznej zmianie w obecności zewnętrznych sił działających na rdzeń. Rozpychanie rdzenia /rys. 9a/ lub ściskanie wzdłuż jego osi /rys. 9b/ powoduje znaczny spadek sygnału dV_1 i wzrost zakłócenia dV_2 . Przy siłach działających na boczne ścianki /rys. 9c/ zaobserwowano



Rys. 9. Układy sił zewnętrznych działających na rdzeń

zmniejszenie się sygnału dV_1 natomiast dV_2 pozostaje bez zmiany. W związku z tym dobranie poszczególnych operacji procesu technologicznego musiało być poprzedzone szeregiem badań dotyczących zachowania się rdzeni w pasku. Po każdej operacji procesu była prowadzona kontrola impulsowych parametrów rdzeni w paskach w stosunku do ich wartości pierwotnych. Pomiarów parametrów rdzeni były wykonywane na aparaturze pomiarowej - Grom III. Wyniki pomiarów impulsowych parametrów rdzeni po każdej z operacji procesu zostały zestawione w tabeli 1.

Tabela 1

Zestawienie wyników pomiarów rdzeni po kolejnych operacjach, przykładowo dla wybranego losowo paska

			Przed wkle- janiem	Po wkleja- niu	Po od- pręża- niu	Po na- paro- wywa- niu	Po gal- wanicz- nym miedzio- waniu	Po sre- brze- niu	Po la- kiero- waniu
Pasek 1	dV ₁	min	29	29	29,5	29	27	28	27
		śred	31	30,5	31	30,5	29	30,5	30
		max	35	35	34,5	33,5	34,5	35	34
	dV _z	min	3,5	3,5	4	4	4	5	4,5
		śred	4,6	4,7	4,8	4,5	5,5	6	6
		max	6,5	7	7	6	7	8	7,5

Takie operacje, jak wklejanie rdzeni, odprężanie i naparowywanie próżniowe wnoszą minimalne zmiany parametrów impulsowych rdzeni. Bardziej wyraźna zmiana występuje po elektrolitycznym osadzeniu warstwy Cu. Może ona być spowodowana naprężeniami wewnętrznymi pochodzącymi od warstwy bądź też oddziaływaniem kąpieli. Wpływ samej kąpieli bez udziału prądu na same rdzenie został zbadany i jest przedstawiony w tabeli 2.

Tabela 2

Wpływ kąpieli do elektrolitycznego miedziowania na parametry impulsowe rdzeni

ilość rdze- ni bada- nych	Parametry rdzeni przed ką- pielą						czas od- zia- ływa- nia kapi- eli /min/	Parametry rdzeni po kąpieli					
	dV ₁			dV _z				dV ₁			dV _z		
	max	śr	min	max	śr	min		max	śr	min	max	śr	min
10	38	36	30	6	5,8	5	15	37	35	26	8	6,3	6
10	36,5	36	35,5	6	5,5	5,5	30	36,5	36	35	9,5	6,7	6
10	35,5	38	29,5	6	4,8	3,5	40	36,5	31	28	13	7,3	4

W przypadku rdzeni zamocowanych w pasku działanie kąpieli jest znacznie ograniczone obecnością warstwy kleju i warstwą naparowywaną. Oprócz tego utrzymanie stałości wymienionych już parametrów procesu elektrolitycznego osadzania warstwy miedzi zapewnia powtarzalne otrzymywanie wymaganych wartości impulsowych parametrów rdzeni $dV_1 = 30_{-3}^{+6}$ i $dV_2 \leq 8$ i pozwala na osiągnięcie warstwy przewodzącej o oporności $0,12 \div 0,18 \Omega$.

W procesie elektrolitycznego osadzania srebra wartości impulsowych parametrów rdzeni i oporność paska ulegają nieznacznej zmianie ze względu na małą grubość nałożonej warstwy, rzędu 3μ .

Opracowanie technologii wytwarzania tego rodzaju elementów pamięci wymaga prowadzenia kontroli: optycznej po wklejeniu rdzeni i wyrywkowej kontroli oporności warstwy przewodzącej po procesach naparowywania próżniowego i elektrolitycznego miedziowania, oraz końcowej stuprocentowej kontroli impulsowych parametrów rdzeni i oporności warstwy przewodzącej pasków.

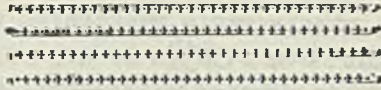
Zaplanowana w projekcie technologicznym ilość braków rzędu $20 \div 25\%$, w rzeczywistych warunkach wytwarzania nie przekraczała 15% . W przybliżeniu w 80% zmechanizowanie podstawowych operacji sugeruje możliwość zaadaptowania tego procesu w warunkach przemysłowych.

Rozpatrując poszczególne operacje należy stwierdzić, że wszystkie mogą być w dużym stopniu zmechanizowane, częściowo nawet zautomatyzowane przy stosunkowo niezbyt dużych nakładach inwestycyjnych.

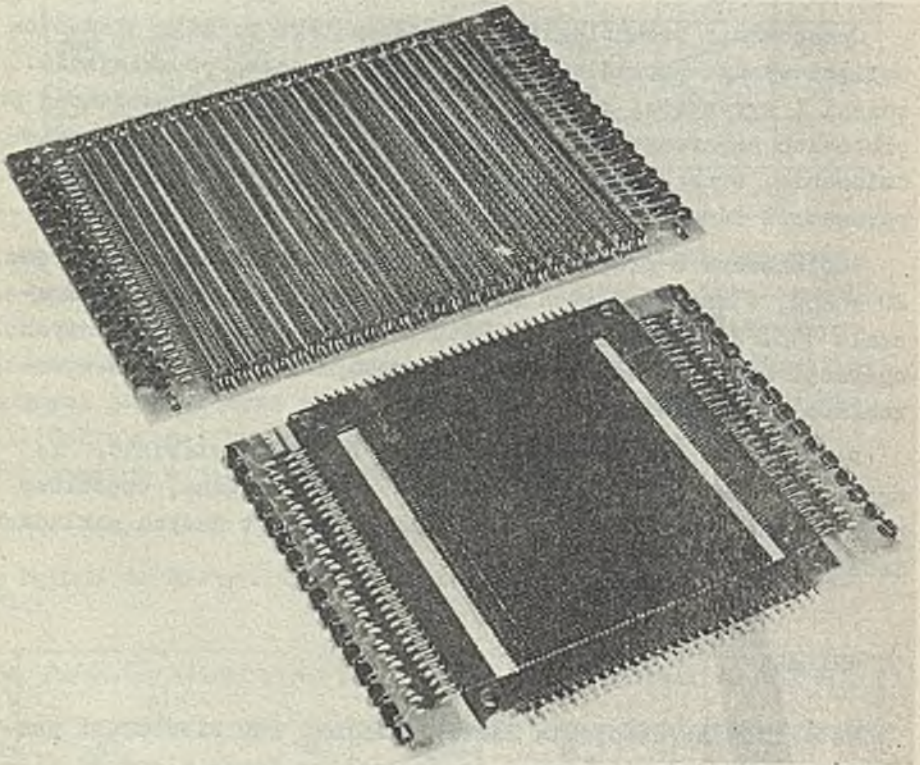
7. WNIOSKI

Metalizowane uzwojenia nazwane paskami lub elementami paskowymi /Ep/ /rys. 10/ przez swoją scaloną formę elementu wiążącego elektrycznie i mechanicznie 64 rdzenie ferrytowe mogą być zastosowane do wykonania przewodów bitowych lub słowa w rdzeniowych pamięciach operacyjnych z liniowym wybieraniem /rys. 11/. Scalona konstrukcja elementu umożliwiła znaczne

uproszczenie montażu płytek pamięci oraz ułatwiła kontrolę elementów paskowych przed ich zamontowaniem w ramkach.



Rys. 10. Paski pamięci



Rys. 11. Płat pamięci z paskami /64 słowa 50 bitowe/ oraz płat uzwojony sposobem tradycyjnym /32 słowa 50 bitowe/

Opracowana technologia zapewnia wytwarzanie elementów paskowych spełniających postawione im przez konstruktorów pamięci wymagania dotyczące właściwości mechanicznych, elektrycznych i klimatycznych.

Złożoność technologii wynika z zastosowania elementów ferrytowych czułych na naprężenia mechaniczne, rozrzutu wymiarów tych elementów oraz ze stosunkowo wysokich wymagań konstrukcyjnych. Przeprowadzone badania dają podstawę do wydania oceny, że metalizowane uzwojenia zamontowane w ramach pamięci znacznie zwiększają ich odporność na wstrząsy mechaniczne w porównaniu z uzwojeniami wykonanymi sposobem konwencjonalnym.

Autorzy dziękują mgr inż. W. Ciastoniowi za udzielenie cennych wskazówek dotyczących właściwości rdzeni ferrytowych oraz mgr inż. W. Bojarskiemu za stronę wykonawczą pomiarów parametrów impulsowych rdzeni pamięciowych.

Autorzy dziękują także całemu zespołowi wykonawczemu Oddziału Technologii Nowych Elementów i Podzespołów Magnetycznych ZD IMM, przy pomocy którego została opracowana technologia elementów paskowych.

Literatura

- [1] DIEBOLD J.: Even Unto the Next Generation, Data and Control, Dec. 1963: 1.
- [2] WOLFF M.F.: What's New in Computer Memories, Electronics, November 1963: 8.
- [3] HOBBS L.C.: Present and Future State -or-the-Art in Computer Memories, IEEE Trans. Electronic Computers, 1966: 4, 8.
- [4] CROWTHER T.S.: High Density Magnetic Film Memory Techniques, Proc. Intermag Conf., 1964.
- [5] SAWICKI Z.: Zagadnienie stałego nośnika informacji perspektywicznych pamięci maszyn cyfrowych, Biuletyn Informacyjny IMM, Nowości Techniczne, 1967: 2, 15-35.
- [6] GIANOLA U.F.: Plated Wire Magnetic Film Memories, Bell Laboratories Record, December 1964, 409-411.
- [7] FULLER C.E.: Ferromagnetic Films, Electronics and Power, August 1964, 266-270.

- [8] FRUIN R.E., OKA A.K., BREMER J.W.: A Hybrid Cryotron Technology: I - Circuits and Devices, IEEE Transactions on Magnetics, September 1966: 2, 3.
- [9] JOSEPH D.F.: RCA N7535-1 Microferrite Array Application Note SMA-17, Published by RCA, 1963: 3.
- [10] Memory Devices, Lockheed Electronics Company /Katalog/, 1962.
- [11] SZCZĘSNY Z.: Sposób uzwajania płytów pamięci z mikrorzniętymi ferrytowymi, Patent PRL nr 53056.
- [12] ŁUKASZEWICZ L.: Sposób uzwajania płytek pamięci z pierścieniowymi elementami pamięciowymi, Patent PRL nr 53630.
- [13] DAŃDA J., SZCZĘSNY Z.: Płytko pamięci ferrytowej o małej impedancji falowej przewodu cyfrowego, Patent PRL nr 54278.
- [14] POKRASEN A.: Pokrycia ochronne i dekoracyjne, PWT, 1959.
- [15] LAMB V.A., VALENTINE D.R.: Physical and Mechanical Properties of Electrodeposited Copper, Plating, 1965: 52, 12, 1289.

МЕТАЛЛИЗОВАННАЯ ОБМОТКА ДЛЯ ЗАПОМИНАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА
НА ФЕРРИТОВЫХ СЕРДЕЧНИКАХ

Резюме

Металлизованная обмотка, изготовленная способом разработанным в Институте Математических Машин в Варшаве, названная, по её форме, полосками, может заместить одну из проволочных обмоток в платах ферритовых оперативных запоминающих устройств. Полоски являются элементом вяжущим электрически и механически 64 ферритовые сердечники, и их можно применять в качестве двоично разрядных проводов или как слова в памяти с линейной выборкой. Интегрированная конструкция полосков позволяет значительно упростить монтаж платов памяти а также облегчает их контроль. В полосках можно применять ферритовые сердечники внешнего диаметром 0.8 и 1.3, в максимальном количестве до 64 сердечников в полоске. Сцепляющим элементом является планка с отверстиями для ферритовых сердечников, изготовленная из стеклоэпоксидного ламината. Ферритовые сердечники вклеиваются в отверстия планки при помощи эластомерного клея, не вызывавшего механических напряжений. На так подготовленную полоску, методом вакуум и электрохимическим помещается проводящий слой конфигурации, обеспечивающей прохождения тока через отверстия сердечников вдоль полоски. Для закрепления полоски в рамке, на её обоих концах зажимаются паяльные наконечники выполняющие одновременно функцию электрических вводов. Два крайние отверстия в полоске не содержат сердечников и служат исключительно для облегчения монтажа полосок в рамке.

Технические данные полоски:

I. Механические свойства

полная длина	$132 \pm 0,5$ мм
ширина	$3,3 \pm 0,3$ мм
толщина	$1,5 \pm 0,2$ мм
диаметр отверстий / в металлизированном сердечнике/	$0,65 \pm 0,1$ мм
межосевое расстояние отверстий	$1,9 \begin{matrix} +0,1 \\ -0,15 \end{matrix}$
вес	$0,65 \pm 0,05$ г
сопротивление усталости на изгиб /стрелка изгиба 10 мм/	> 1000 раз
сопротивление истиранию внутри отверстий /протягивание проволоки $\varnothing 0,4$ /	> 100 раз

Прочность наконечников на разрыв /после пайки/	0,5 кг
2. Электрические свойства	
электрическое сопротивление металлического слоя	$0,15\Omega^0 \pm 20\%$
температурный коэффициент сопротивления	$< 4 \cdot 10^{-3} \text{ I/град.С}$
импульсные параметры сердечников в полоске	$(\tau v_1) > 80 \text{ мкВ}$
при токе $I_w = 320 \text{ мА}$	$(\tau v_2) \leq 18 \text{ мкВ}$
3. Эксплуатационные параметры	
температура работы	$-10 + +50^\circ\text{C}$
допустимая влажность воздуха	$90\%/ \text{при темп. } 20 + 30^\circ\text{C}$ в течение 48 часов/
допустимые вибрации	$35 \text{ гц} - 3 \text{ г}$ в течении 1 часа

В результате проведенных экспериментальных исследований принято следующий ход процесса производства: подготовка планок, клеивание сердечников, металлизирование, нанесение защитного слоя, окончательный контроль. Для выполнения технологических требований, механизация основных операций в 80% оказалась необходимая.

Проведенные исследования дают основы для следующей оценки. Платы памяти монтируемые из металлизированных обмоток характеризуются увеличенной механической прочностью по сравнению с платами, обмотка которых проводится конвенциональными способами.

METALLIZED WIRINGS FOR OPERATIONAL CORE STORAGE

Summary

Wirings metallized by a method elaborated in the Institute of Mathematical Machines in Warsaw are called stripes because of their shape, and they can replace one wire of the entire wiring in operational storage ferrite matrices. The stripes are elements that bind electrically and mechanically 64 ferrite cores, and can be used as bit wires or words in storages with a linear selection. The integrated construction of stripes significantly facilitates the mounting of storage matrices and enables their testing. Ferrite cores with 0.8 and 1.3 mm external diameter can be used in stripes up to the maximum of 64 cores in a stripe. A stringer is the integrating element. It is made of epoxyglass laminate and provided with holes for ferrite cores. The latter are stucked into the stringer holes by means of elastomere adhesive that does not cause mechanical tension. A transmissible layer is put on so prepared stripes by vacuum and electrolytic methods. This layer configuration ensures the current flow through the core holes along the stripe. In order to enable the fastening of the stripe to the frame, on its both sides, there are fastened soldering terminals being simultaneously the points of electric supply. Two extreme holes of the stripe have no cores and exclusively serve to facilitate the mounting of stripes in the frame.

Stripe technical data

1/ Mechanical properties:

full length	132 ± 0.5 mm
width	3.3 + 0.3 mm
thickness	1.5 + 0.2 mm
hole diameter /in metallized cores/	0.65 + 0.1 mm
spacing of hole axes	1.9 + 0.1 - 0.15
weight	0.65 ± 0.05 g
fatigue strength to deflexion	
/deflexion 10 mm/	> 1000 times
abrasion resistance inside holes	
/∅ 0.4 wire drawing/	> 100 times

break strength of terminals /after soldering/	< 0.5 kG
2/ Electric properties:	
metallic layer electric resistance	$0.15 \Omega \pm 20\%$
temperature resistance coefficient	$< 4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/degree C}$
core pulse parameter in a stripe	$rV_1 > 80 \text{ mV}$
if the current $I_w = 320 \text{ mA}$	$wV_z \leq 18 \text{ mV}$
3/ Exploitation parameters:	
work temperature	$-10 \div +50^\circ\text{C}$
admissible air humidity	90% within the temp. $20 \div 30^\circ\text{C}$ for 48 hours
admissible vibrations	$35 H_z - 3 \text{ g}$ during 1 hour

Experimental investigations resulted in establishing the following run of the manufacturing process: preparation of stringers, stick-in of cores metallization, putting protection layers, final testing. In order to satisfy technological demands, it was necessary to mechanize the basic operations in 80%.

The investigations performed proved storage matrices mounted of metallized wirings be characterized by an increase of mechanical resistance as compared with matrices wired in a conventional way.

WYBRANE ZAGADNIENIA Z BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI
MAGNETYCZNYCH I FIZYKOCHEMICZNYCH TAŚM
CYFROWYCH Z GAMMA TLENKIEM ŻELAZOWYM

Antoni KWIATKOWSKI
Hanna KUŹNICKA
Józefa KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA
Pracę złożono 7.07.1967 r.

W pracy opisano badania 7-miu typowych taśm magnetycznych, stosowanych do zapisu cyfrowego oraz taśmy fonicznej Stilon TA-35. Przedstawiono działanie różnych ciekłych substancji chemicznych na warstwy magnetyczne badanych taśm. Przedstawiono i omówiono badania morfologiczne warstw magnetycznych przeprowadzone przy użyciu mikroskopu optycznego i elektronowego; wyniki zilustrowano zdjęciami. Podano wyniki badania wartości podstawowych parametrów pętli histerezy magnetycznej warstw na taśmach. Ustalono stopień spolaryzowania magnetycznego warstw. Wyniki badań zestawiono w tablicach.

S P I S T R E Ś C I

1. WSTĘP	63
2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA	65
3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ	67
4. WNIOSKI	89
Literatura	90
Peşme	91
Summary	92

1. WSTĘP

W pracy niniejszej omówione zostaną warstwy na taśmach cyfrowych, w których nośnik zapisu magnetycznego stanowi gamma tlenek żelazowy, rozproszony w spoiwie organicznym. Warstwy takie stosowane są w urządzeniach, przeznaczonych do akumulacji i przetwarzania informacji w maszynach matematycznych.

Jako najczęściej stosowane, doskonałe i stale rozwijające się urządzenia z warstwami magnetycznymi można wymienić pamięci:

- taśmowe
- bębnowe
- dyskowe
- na wirujących pętlach taśmy magnetycznej
- na kartach magnetycznych.

Wszystkie te pamięci, pomimo różnic konstrukcyjnych, posiadają jedną wspólną cechę: wykorzystują wzajemne oddziaływanie pomiędzy głowicą magnetyczną i przesuwającą się pod nią warstwą rejestrującą. W czasie zapisu oddziaływanie to polega na zmianie stanu namagnesowania tego obszaru warstwy, który znajduje się naprzeciw szczeliny głowicy zapisującej w momencie wytwarzania przez nią pola magnetycznego pod wpływem prądu płynącego w uzwojeniu głowicy. Odczytywanie zapisanej informacji polega na rejestrowaniu zmian napięcia wzbudzonego w uzwojeniu głowicy odczytującej pod wpływem przesuwania się pod nią namagnesowanych i nienamagnesowanych obszarów warstwy nośnika.

Stosowana do zapisu cyfrowego warstwa magnetyczna powinna:

- charakteryzować się maksymalnie prostokątną pętlą histerezy magnetycznej, aby zmniejszyć efekty pochodzące od tylnej krawędzi szczeliny głowicy oraz efekt demagnetyzacji warstwy,
- charakteryzować się dużą wartością stosunku H_0/B_r , aby zmniejszyć do minimum efekt demagnetyzacji warstwy,
- posiadać minimalną grubość, aby zmniejszyć efekt pochodzący od tylnej krawędzi głowicy, efekt demagnetyzacji oraz zapobiec zmniejszeniu rozdzielczości w procesie odczytu.

Warstwa, która spełnia wymienione wymagania, umożliwi dokonywanie na niej gęstego zapisu, to znaczy umożliwi wytworzenie w niej gęsto ułożonych ale ostro od siebie odgraniczonych obszarów o przeciwnym namagnesowaniu.

Badając taśmy cyfrowe, stanowiące w chwili obecnej produkty najwyższej jakości kilku zaledwie firm zachodnioeuropejskich i amerykańskich [1], starano się uzyskać wskazówki praktyczne dla technologii warstw magnetycznych w pamięciach bębnowych i dyskowych opracowywanych w IMM.

Celem badań opisywanych w niniejszej pracy była próba zestawienia i powiązania właściwości magnetycznych warstw na taśmach cyfrowych z ich strukturą w sensie zawartości i sposobu ułożenia w nich proszków ferromagnetycznych. Ponadto przeprowadzono badania chemiczne, strukturalne i morfologiczne proszków ferromagnetycznych badano grubość i fakturę powierzchni warstw magnetycznych oraz ich odporność na działanie różnych rozpuszczalników.

Uzyskane wyniki mogą być użyteczne zarówno dla użytkowników, jak i potencjalnych producentów krajowych takich taśm.

2. CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Badania objęły następujące taśmy cyfrowe, stosowane w stacjach pamięci taśmowych przy maszynach matematycznych:

- Ampex 838
- IBM - H
- Soundcraft 22-446
- Pyral cyfrowy HP 2N 12N2
- Agfa Leverkusen
- Kodak 8375 - 0027
- EMI 22/24/50 177 99/20.

Dla porównania badaniami objęto również taśmę do zapisu fonicznego TA-35, produkowaną przez Zakłady Włókien Sztucznych "STILON" w Gorzowie Wielkopolskim.

Wszystkie taśmy objęte badaniami posiadają magnetyczne warstwy rejestrujące, wytworzone przy użyciu preparatów γ - Fe_2O_3 , rozproszonych w spoiwach organicznych z substancji błonotwórczych. Składu chemicznego tych substancji nie badano.

Badano wpływ różnych rozpuszczalników na warstwy magnetyczne na taśmach. Wyniki przedstawiono w tabeli 1.

W celu zidentyfikowania preparatów ferromagnetycznych przeprowadzono ich badania fizykochemiczne. Badania prowadzono metodami:

- rentgenograficzną,
- analizy chemicznej,
- spektrofotometryczną.

Działanie różnych rozpuszczalników na spoiwo magnetyznych warstw rejestrujących badanych taśm cyfrowych

Tabela 1.

Lp	Nazwa taśmy	Rozpuszczalniki, którymi działano na warstwy magnetyczne na taśmach cyfrowych								
		Woda destylowana 10 godz		Etanol	Aceton	Octan etylu	Toluen	n-Heksan	Eter naftowy	Rozpuszczalnik VI
		80°C	20°C							
1	Ampex 838	A	A	A	D	D	C	A	A	C
2	IBM - H	B	A	A	B	B	B	A	B	B
3	Soundcraft 22 446	A	A	A	B	B	A	A	A	B
4	Pyral cyfrowy HP 2 N 12N2	A	A	B	B	B	B	A	A	B
5	Agfa Leverkusen	A	A	A	B	B	B	A	C	B
6	Kodak 8375 - 0027	A	A	A	D	D	B	A	B	D
7	EMI 22/24/50 177 99/20	B	A	A	D	D	B	A	B	D
8	Stilon TA-35	A	A	A	D ^x	D ^x	A	A	A	D

Znaczenie symboli:

A - nie działa na warstwę magnetyzną

B - obniża adhezję warstwy magnetyznej do podłoża

C - nieznacznie obniża adhezję warstwy magnetyznej do podłoża

D - bardzo silnie obniża adhezję warstwy magnetyznej do podłoża oraz obniża kohezję warstwy magnetyznej

x/ - rozpuszcza taśmę nośną /podłożę/ warstwy magnetyznej.

W tabeli 2 przedstawiono na zdjęciach z mikroskopu elektronowego typowy kształt, wielkość i sposób ułożenia ziarn preparatów γ -Fe₂O₃ w warstwach magnetyznych na pięciu wybranych taśmach. Badania objęły obszar powierzchni zewnętrznej warstwy magnetyz-

nej, płaszczyznę warstwy przylegającą do powierzchni taśmy nośnej oraz przekrój poprzeczny warstwy magnetycznej. Rozmieszczenie badanych obszarów warstwy przedstawiono schematycznie na rys. 1.

W oparciu o badania w mikroskopie elektronowym przeprowadzono pomiary długości ziarn γ -Fe₂O₃. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 3. Wielkość obszarów, zajmowanych przez typowe aglomeraty, obserwowane w badanych warstwach podano w tabeli 4.

Inną formą badania morfologicznego powierzchni warstw magnetycznych była ich obserwacja w mikroskopie optycznym w powiększeniu około 40 razy. Charakterystyczny widok fragmentów powierzchni omawianych taśm przedstawiono na zdjęciach w tabeli 5.

Badanie właściwości magnetycznych przeprowadzono metodą oscyloskopową na ferrotesterze firmy ORION z cewką pomiarową, specjalnie przystosowaną do wykonywania pomiarów w polu do 2000 Oe. Z przebiegu dynamicznej pętli histerezy magnetycznej badanej próbki taśmy wyznaczono wartości takich jej podstawowych parametrów magnetycznych jak:

H_c = siła koercyjna,

B_r = pozostałość magnetyczna,

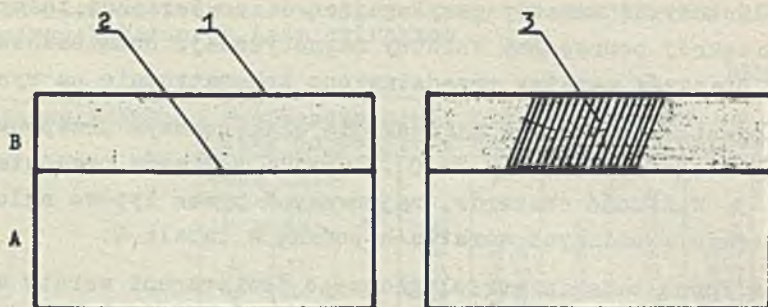
B_{1m} = indukcja właściwa maksymalna, odpowiadająca wierzchołkowi pętli histerezy magnetycznej przy określonym, zewnętrznym polu magnetycznym,

B_r/B_{1m} = współczynnik prostokątności pętli histerezy magnetycznej.

Ze względu na to, że cechą charakterystyczną wszystkich badanych warstw na taśmach cyfrowych jest anizotropia ich właściwości magnetycznych, podjęto próbę zbadania stopnia tej anizotropii. Próbki taśm do badań sporządzono jak na rysunku 2. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabelach 6 i 7, przy czym w tabeli 6 podano również grubość warstw magnetycznych oraz objętościową zawartość w nich γ -Fe₂O₃.

3. OMÓWIENIE WYNIKÓW BADAŃ

Badania rentgenograficzne wykazały, że wszystkie proszki ferromagnetyczne, występujące w warstwach magnetycznych taśm cyfrowych



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia badanych obszarów warstwy magnetycznej na taśmie

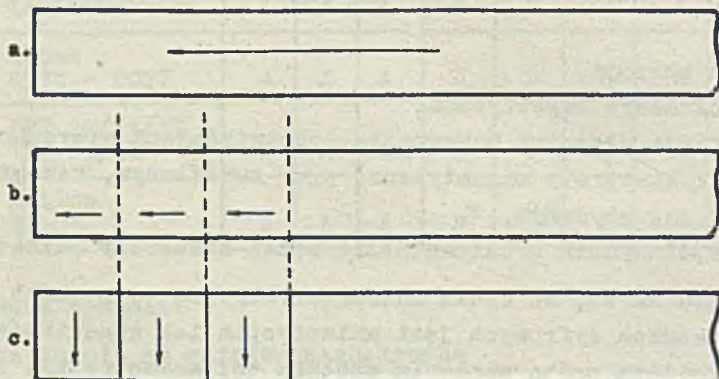
A - Taśma nośna /podłoże warstwy magnetycznej/

B - Magnetyczna warstwa rejestrująca

1 - Fragment powierzchni warstwy magnetycznej

2 - Fragment powierzchni warstwy magnetycznej przylegającej bezpośrednio do taśmy nośnej

3 - Przekrój poprzeczny warstwy magnetycznej



Rys. 2. Sposób sporządzania próbek taśm cyfrowych

do badania stopnia ich spolaryzowania

a. odcinek taśmy badany wzdłuż kierunku

długiej osi taśmy

b. sposób cięcia taśmy na odcinki

c. pasek taśmy do badań w poprzek kierunku długiej osi taśmy

Obraz w mikroskopie elektronowym warstw magnetycznych na badanych taśmach. Powiększenie 15000 razy. Badanie wykonano metodą replik węglowo-platynowych.

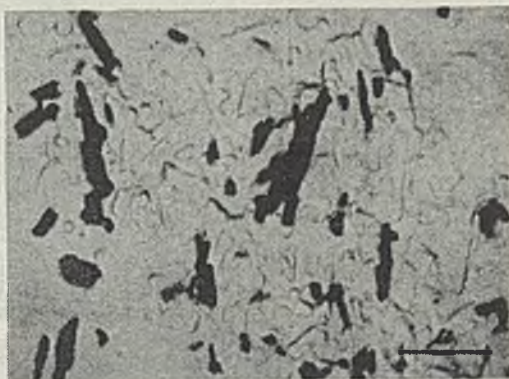
a/ Taśma Ampex 838

Tabela 2

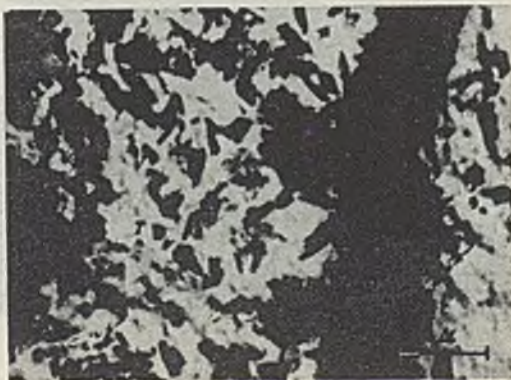
Powierzchnia
zewnątrzna
warstwy
magnetycznej



Powierzchnia
warstwy
magnetycznej
od strony
taśmy nośnej



Przekrój
warstwy
magnetycznej



b/ Taśma IBM - H

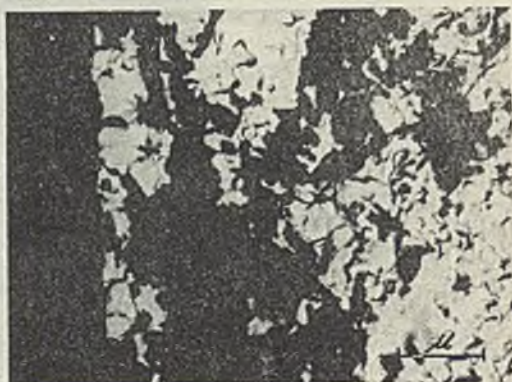
Powierzchnia
zewnątrzna
warstwy
magnetycznej



Powierzchnia
warstwy
magnetycznej
od strony
taśmy nośnej



Przekrój
warstwy
magnetycznej

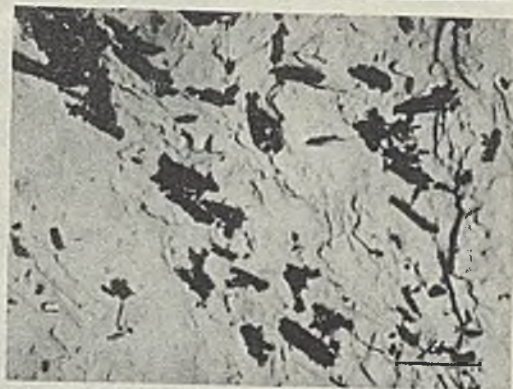


c/ Taśma Soundcraft 22 446

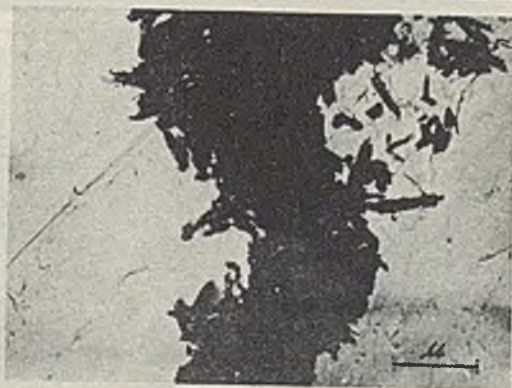
Powierzchnia
zewnątrzna
warstwy
magnetycznej



Powierzchnia
warstwy
magnetycznej
od strony
taśmy nośnej

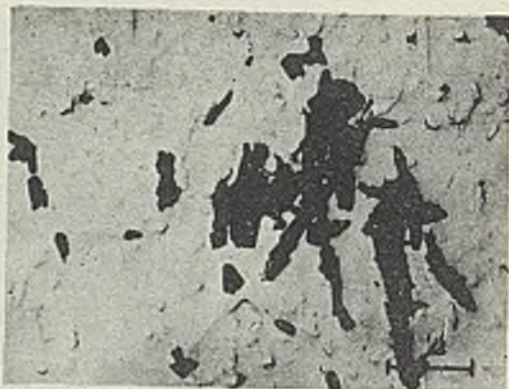


Przekrój
warstwy
magnetycznej



d/ Taśma EMI 22/24/50 177 19/20

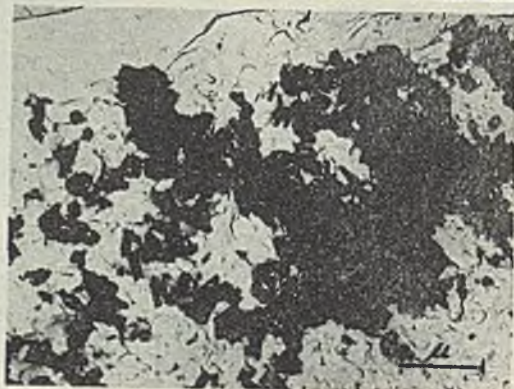
Powierzchnia
zewnątrzna
warstwy
magnetycznej



Powierzchnia
warstwy
magnetycznej
od strony
taśmy nośnej

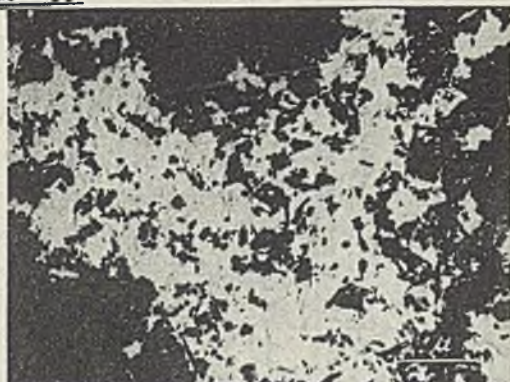


Przekrój
warstwy
magnetycznej

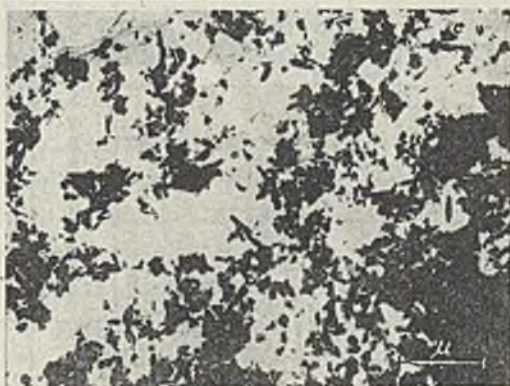


e/ Taśma Stilon TA - 35

Powierzchnia
zewnątrzna
warstwy
magnetycznej



Powierzchnia
warstwy
magnetycznej
od strony
taśmy nośnej



Przekrój
warstwy
magnetycznej



Procentowy rozkład ziarn $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ wg ich długości, występujących na powierzchni warstwy, w przekroju poprzecznym warstwy oraz na powierzchni od strony taśmy nośnej

Tabela 3.

Taśma	Powierzchnia zewnętrzna										Powierzchnia od strony taśmy nośnej								Łącznie siarna na powierzchni zewnętrznej warstwy i od strony taśmy nośnej												
	Ilość ziarno-nych siarn	Zawartość procentowa siarn o dług. / μ /										Ilość ziarno-nych siarn	Zawartość procentowa siarn o dług./ μ /								Ilość ziarno-nych siarn	Zawartość procentowa siarn o długości / μ /									
		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6		0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	
Ampex 838	115	13,0	30,5	17,4	16,5	11,3	7,8	3,5			91	18,7	36,3	22,0	12,1	5,5	3,3	2,1			206	15,5	33,0	19,5	14,6	8,7	5,8	2,9			
IBM-H	566	17,7	34,5	26,0	12,7	4,9	3,3	0,9			61	8,2	13,1	26,2	24,6	9,9	11,5	4,9	1,6			627	16,7	32,4	26,0	13,9	5,4	4,1	1,3	0,2	
Soundcraft 22 446	156	9,6	25,0	26,9	23,1	5,1	9,0	1,3			186	19,4	32,3	28,0	15,0	4,8	0,5				342	14,9	29,0	27,5	18,7	4,9	4,4	0,6			
EMI-22/24/50/177 99/20	89	13,5	30,2	23,7	16,9	7,9	6,7	6,7	2,2	2,2	45	15,6	13,3	26,7	17,8	13,3	13,3				134	14,2	17,9	24,6	17,2	9,7	8,9	4,5	1,5	1,5	
Stilon TA-35	119	67,2	32,0	0,8							200	75,0	24,0	1,0							319	72,1	26,0	0,9							

Procentowy rozkład aglomeratów $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ wg ich wielkości na powierzchni warstwy magnetycznej i w warstwie od strony taśmy nośnej

Tabela 4.

Taśma	Powierzchnia warstwy magnetycznej										Warstwa od strony taśmy nośnej								U w a g i		
	Ilość ziarno-nych aglomeratów	Zawartość procentowa aglomeratów o powierzchni / μ^2 /										Ilość ziarno-nych aglomeratów	Zawartość procentowa aglomeratów o powierzchni / μ^2 /								
		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50		0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	1,50		1,75	2,00
Ampex 838	350	85,7	7,2	1,7	2,8	0,6	1,7	0,3			132	78,0	12,1	3,8	3,0	0,8	0,8	1,5	-		
IBM-H	365	88,2	9,3	1,1	0,8	0,6	-	-	-	-	135	59,3	21,5	8,1	5,7	2,2	1,5	0,7	-		
Soundcraft 22 446	56	44,6	16,1	1,8	3,6	1,8	3,6	1,8	3,6		225	62,2	26,2	4,4	4,0	1,3	0,9	0,5	0,5	Na powierzchni warstwy magnetycznej 23,1% aglomeratów posiada powierzchnie o wielkości do kilkunastu mikronów kwadrat	
EMI-22/24/50/177 99/20	103	48,5	29,1	11,7	4,9	1,9	1,0	1,9	1,0		122	32,7	27,9	11,5	10,6	3,3	4,9	2,5	6,6		
Stilon TA-35	225	84,0	14,7	0,9	0,4	-	-	-	-		70	62,8	22,9	8,6	4,3	1,4	-	-	-		

posiadają strukturę krystalograficzną, odpowiadającą gamma tlenkowi żelazowemu $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$, przy czym wydaje się, że wykrywane w nich metodą spektrofotometryczną, śladowe ilości sodu, potasu, magnezu, wapnia i krzemionki mają raczej charakter przypadkowych zanieczyszczeń niż zamierzonych dodatków ferrytyzujących.

Działanie chemiczne cieczy różnego rodzaju na warstwę magnetyczną taśm cyfrowych jest różne. Woda o temperaturze około 20°C , etanol i n-heksan w warunkach prowadzenia eksperymentu nie wywierają widocznego wpływu na warstwę magnetyczną. Rozpuszczalniki typu toluenu i eteru dwuetylowego przenikając w warstwę obniżają jej spistość wewnętrzną, dla różnych taśm w różnym stopniu. Rozpuszczalniki te wpływają również ujemnie na przyrośnięcie warstwy magnetycznej do podłoża. Najbardziej destrukcyjne działanie wywierają rozpuszczalniki ketonowe /aceton/ i estrowe /octan etylu/ oraz ich mieszaniny /tabela 1/.

Jak wynika z badań morfologicznych warstw magnetycznych w mikroskopie elektronowym, przedstawionych w tabeli 2, długość ziarn $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ nie przekracza $2\ \mu$. Poszczególne taśmy różnią się natomiast długością pojedynczych krystalitów oraz ilością ziarn w polu widzenia mikroskopu. Badania rozkładu wielkości ziarn i aglomeratów obejmowały obszary o powierzchniach porównywalnych, wybierane statystycznie.

Rozkład ziarn dla taśm Ampex, IBM i Soundcraft wyraża się podobnie; około 70 - 90% wszystkich zmierzonych ziarn mieści się w przedziale długości 0 do $0,8\ \mu$. Taśma EMI ma ziarna o długościach bardziej zróżnicowanych; ziarna o długości 0 do $0,8\ \mu$ stanowią tylko 50 do 60% wszystkich ziarn, zaś o długości $0,8$ do $1,8\ \mu$ pozostałą ich ilość. Taśma Stilon TA-35 przejawia zdecydowanie różny charakter rozkładu długości ziarn w porównaniu z opisanymi wyżej taśmami. Długość niemal 100% wszystkich ziarn nie przekracza $4\ \mu$.

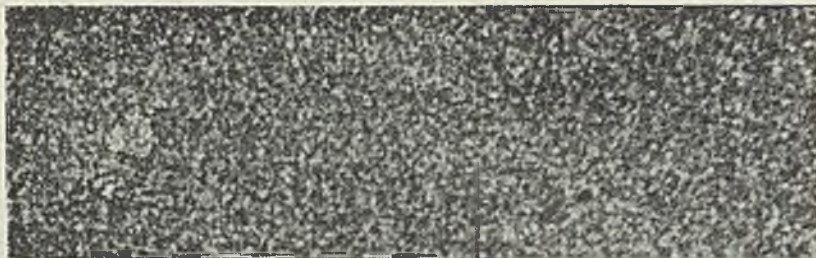
Analizując obraz warstw magnetycznych na taśmach cyfrowych obserwowany w mikroskopie elektronowym /tabela 2/ można stwierdzić, że występują w nich stosunkowo duże skupiska ziarn iglastych, przy czym wewnątrz takich aglomeratów widać wyraźnie równoległość ułożenia poszczególnych ziarn. Podstawowa masa ziarn posiada długą oś skierowaną równoległe lub prawie równoległe do długiej osi taś-

Obraz powierzchni warstw magnetycznych
na taśmach cyfrowych w powiększeniu 40 razy.

AMPEX 838

Tabela 5

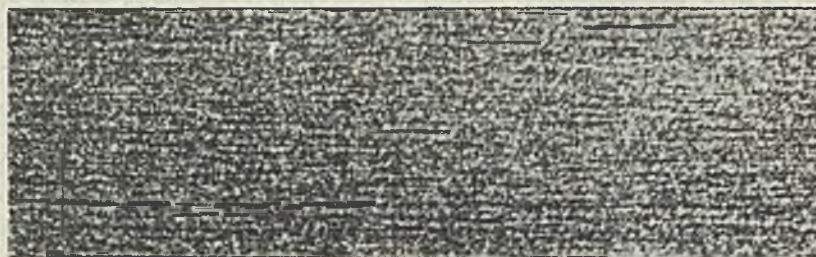
a/



IBM - H



SOUNDCRAFT - 22 446



PYRAL CYFROWY - HP2N12N2

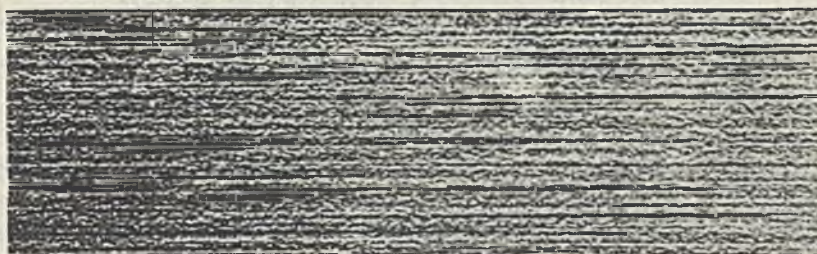


AGFA - Leverkusen

b/



KODAK - 8375. 0027



EMI - 22/24/50 177 99/20/



STILON -TA-35



Zestawienie parametrów magnetycznych badanych taśm cyfrowych

Tabela 6.

Lp.	Nazwa taśmy i kraj producenta	Grubość warstwy magnetycznej na taśmie	Średnia procentowa objętość γ - Fe_2O_3 w warstwie	Wartość podstawowych parametrów magnetycznych $H_m = 1000 Oe$								Współczynnik spolaryzowania $x - y$	Współczynnik orientacji $\frac{B_{II}}{B_I}$
				Próbka badana wzdłuż długiej osi taśmy				Próbka badana w poprzek długiej osi taśmy					
				H_o	B_r	B_{im}	B_r/B_{im}	H_o	B_r	B_{im}	B_r/B_{im}		
				Oe	Gs	Gs		Oe	Gs	Gs			
1.	Ampex 838 USA	10,0	32,0	245	1060	1365	0,78	225	590	1205	0,49	0,29	1,8
2.	IBM-II USA	12,0	28,6	252	1075	1375	0,78	235	710	1420	0,50	0,28	1,5
3.	Soudercraft 22 446 USA	10,0	31,8	230	880	1470	0,82	220	690	1440	0,48	0,34	1,3
4.	Pyral HF 2M 12N2 Francja	10,0	32,0	235	1300	1760	0,81	245	800	1540	0,52	0,29	1,6
5.	Agfa Leverkusen NRP	8,0	50,3	225	1160	1650	0,75	220	790	1470	0,44	0,32	1,5
6.	Kodak 8375-0027 USA	14,0	30,0	210	1010	1420	0,73	220	650	1260	0,52	0,21	1,6
7.	EMI 22/24/50 177/99/22 Anglia	12,0	35,8	195	940	1410	0,67	205	730	1310	0,56	0,11	1,3
8.	Stilon TA-35 taśma fonlosna Polska	10,0	33,2	150	920	1630	0,56	170	900	1530	0,58	0,02	~1

Uwaga: za współczynnik spolaryzowania przyjęto uważać różnicę współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej dla próbki badanej wzdłuż taśmy $x/1$ i dla próbki badanej w poprzek taśmy $y/1$;

Współczynnik orientacji jest to stosunek pozostałości magnetycznej badanej wzdłuż taśmy $[B_{II}]$ / do pozostałości magnetycznej w kierunku prostopadłym $B_I/1$.

my, przy czym stopień równoległości ziarn w warstwie dla zbadanych taśm jest różny.

Opierając się na całokształcie obserwacji sposobu układania się ziarn γ -Fe₂O₃ w warstwach, w tabeli 8 przedstawiono próbę jakościowej oceny równoległości ich ułożenia w obszarach na powierzchni warstwy magnetycznej oraz przy jej powierzchni od strony taśmy nośnej.

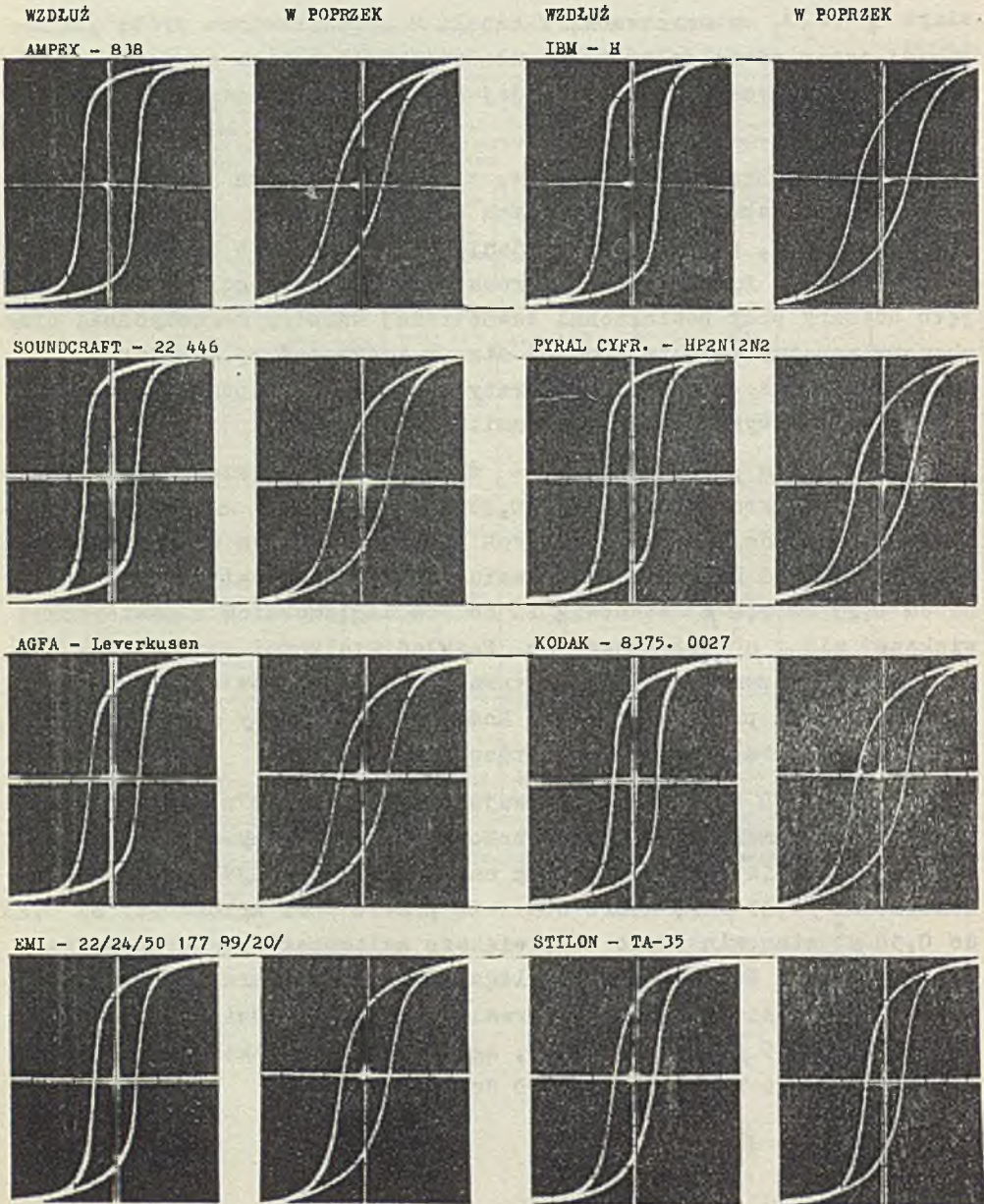
Badania wielkości aglomeratów, złożonych z ziarn γ -Fe₂O₃ występujących w warstwach magnetycznych taśm Ampex, IBM, Soundcraft, EMI i Stilon TA-35, podobnie jak badania indywidualnych ziarn, prowadzono w oparciu o fotografie z mikroskopu elektronowego. Badaniami objęto obszary przy powierzchni zewnętrznej warstwy magnetycznej oraz obszary warstwy magnetycznej od strony taśmy nośnej. Pomiaru pól zajmowanych przez zwarte aglomeraty dokonywano za pomocą szablonów z odpowiednio wyskalowanymi polami.

T a ś m a A m p e x 8 3 8 - zdecydowana większość aglomeratów /85%/ nie przekracza wielkości 0,25 μ^2 . Aglomeraty mają kształt wydłużony i składają się z iglastych ziarn, przy czym w skład aglomeratu wchodzi od kilku do kilkunastu ziarn. Aglomeraty o powierzchni od 0,25 do 2,0 μ^2 stanowią 10 do 15%. Aglomeratów o powierzchni większej niż 2 μ^2 nie zauważono. Rozkład wielkości aglomeratów dla obszarów przy powierzchni zewnętrznej i aglomeratów od strony taśmy nośnej jest prawie taki sam. Dominują aglomeraty drobne /0,25 μ^2 /, większe aglomeraty występują bardzo nielicznie.

T a ś m a I B M - H - obserwuje się nieznaczne zróżnicowanie wielkości aglomeratów. Powierzchniowe obszary taśmy charakteryzują się, podobnie jak dla warstwy na taśmie Ampex 838, drobnymi aglomeratami /0,25 μ^2 /, które stanowią prawie 90%. Aglomeraty od 0,25 do 0,50 μ^2 stanowią około 10%; większe aglomeraty obserwowane są bardzo rzadko. W obszarach przylegających do powierzchni taśmy nośnej obserwuje się nieco inny obraz: drobne aglomeraty o powierzchni poniżej 0,25 μ^2 stanowią 60%, aglomeraty o wielkości od 0,25 do 0,5 μ^2 - 20%, o wielkości od 0,5 do 1 μ^2 - 15%.

Tabela 7

DYNAMICZNE PĘTLE HISTEREZY
 WARSTW MAGNETYCZNYCH NA TASMACH
 PRÓBKI TASM CIĘTE



Próba jakościowego zróżnicowania stopnia
równoległości ziarn γ -Fe₂O₃ w badanych
taśmach cyfrowych

Tabela 8.

Lp.	Taśma	Powierzchnia warstwy magne- tycznej	Powierzchnia warstwy mag- netycznej, przylegająca do taśmy noś- nej
1	Ampex 838	xxxx	xxx
2	IBM - H	xx	xxxx
3	Soundcraft 22 446	xxxx	xxx
4	EMI 22/24/50 177 99/20	xx	xxx
5	Stilon TA-35	-	-

Znaczenie symboli:

xxxx - bardzo duża równoległość ziarn

xxx - duża równoległość ziarn

xx - niewielka równoległość ziarn

- - brak równoległości ziarn.

Aglomeraty posiadają formę odkształconych /rozciągniętych/ wielokątów i nadają charakterystyczny wygląd warstwie przy powierzchni taśmy nośnej, natomiast aglomeraty i iglaste ziarna wchodzące w ich skład rozłożone są na powierzchni warstwy magnetycznej dość równomiernie, tworząc miejscami strukturę siatkową.

T a ś m a S o u n d o r a f t 22 446 - Warstwę magnetyczną tej taśmy cechuje występowanie na powierzchni zewnętrznej stosunkowo dużych skupisk aglomeratów γ - Fe_2O_3 . Aglomeraty te rozciągają się na obszarze od kilku do kilkunastu mikronów kwadratowych, tworząc charakterystyczną siatkę, powstałą z równoległego lub prawie równoległego ułożenia iglastych ziarn γ - Fe_2O_3 . W badanym obszarze powierzchni zewnętrznej ponad 40% aglomeratów posiada wielkość poniżej $0,25 \mu^2$, około 30% - w granicach $0,25$ do $2,0 \mu^2$, a ponad 20% stanowią duże aglomeraty o powierzchni od kilku do kilkunastu mikronów kwadratowych. Od strony taśmy nośnej przeważają drobne aglomeraty. Aglomeraty o powierzchni do $0,25 \mu^2$ stanowią ponad 60%, a o powierzchni od $0,25$ do $0,50 \mu^2$ stanowią ponad 25%. Powierzchnia pozostałych aglomeratów nie przekracza kilku mikronów kwadratowych. W badanych obszarach warstwy daje się zauważyć dużą liczbę drobnych aglomeratów iglastych, układających się prawie równolegle i niewielką ilość aglomeratów składających się z wielu ziarn. Kierunek ułożenia ziarn jest jednakowy i prawie równoległy dla wszystkich rozpatrywanych aglomeratów. Tendencje do równoległego układania się ziarn są znacznie większe niż w pozostałych taśmach cyfrowych, co dowodzi, że zastosowane zostało znacznie silniejsze, bardziej jednorodne pole magnetyczne dla polaryzacji ziarn lub, że ziarna γ - Fe_2O_3 użyte do wytworzenia taśmy Soundcraft posiadały większą zdolność do polaryzowania się.

T a ś m a E M I 22/24/50 177 99/20 - W warstwie magnetycznej tej taśmy występuje stosunkowo duże zróżnicowanie wielkości aglomeratów. Aglomeraty drobniejsze, to znaczy poniżej $0,25 \mu^2$ stanowią około 50% aglomeratów na powierzchni zewnętrznej i około 30% wszystkich aglomeratów na powierzchni od strony taśmy nośnej. O ile w omówionych poprzednio taśmach aglomeraty od $0,25 \mu^2$ były

najliczniejsze, o tyle w przypadku taśmy EMI nie ma tak wyraźnej ich przewagi. Około 95% aglomeratów na powierzchni zewnętrznej warstwy ma wielkość do $1 \mu^2$. Od strony taśmy nośnej aglomeraty tej wielkości stanowią około 80%, natomiast pozostałe 20% składa się z aglomeratów o powierzchni kilku mikronów kwadratowych. Z porównania obszarów warstwy magnetycznej przy powierzchni zewnętrznej i przy powierzchni od strony taśmy nośnej wynika, że aglomeraty większe występują liczniej na powierzchni od strony taśmy nośnej.

T a ś m a f o n i c z n a S t i l o n TA-35 - charakteryzuje się bardzo drobnymi aglomeratami, występującymi szczególnie na powierzchni zewnętrznej. Na tej powierzchni około 85% aglomeratów nie przekroczą $0,25 \mu^2$, a około 15% zawarte jest w granicach $0,25$ do $0,50 \mu^2$. Udział większych aglomeratów jest znikomo mały; nie zaobserwowano aglomeratów większych niż $1 \mu^2$. Na powierzchni warstwy magnetycznej od strony taśmy nośnej ponad 60% aglomeratów zawarta jest w granicach do $0,25 \mu^2$, a ponad 20% w zakresie $0,25$ do $0,50 \mu^2$, a prawie 15% charakteryzuje się wielkością $0,50$ do $1,25 \mu^2$. Aglomeratów większych niż $1,5 \mu^2$ nie stwierdzono. Ułożenie aglomeratów zarówno na powierzchni zewnętrznej jak i od strony taśmy nośnej jest bezładne.

Na podstawie całości badań nad wielkością i sposobem rozłożenia aglomeratów γ -Fe₂O₃ w warstwach magnetycznych taśm cyfrowych i taśmy fonicznej można stwierdzić, że we wszystkich taśmach cyfrowych w przeważającej części występują drobne aglomeraty mniejsze niż $0,25 \mu^2$.

Dla taśm IBM, EMI i Stilon obserwuje się tendencję do występowania większych aglomeratów w obszarach warstwy od strony taśmy nośnej, podczas gdy na powierzchni zewnętrznej warstwy obserwowany jest większy procentowo udział małych aglomeratów.

W taśmach Ampex i Soundcraft większe aglomeraty γ -Fe₂O₃ występują w obszarze przy powierzchni zewnętrznej. Szczególnie w warstwie na taśmie Soundcraft występują charakterystyczne duże aglomeraty, które ponadto wykazują tendencję do równoległego układania się względem siebie. Również w taśmie Ampex duże skupiska występują w obszarze powierzchniowym, co potwierdzają zdjęcia z prze-

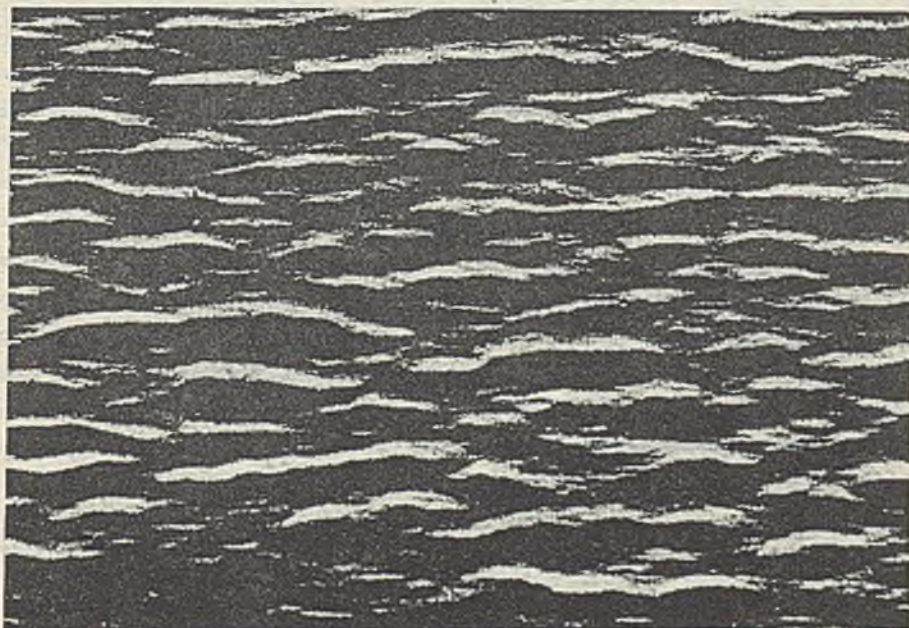
krojów tych warstw. Zważywszy, że ma się do czynienia z gruboziarnistymi preparatami γ - Fe_2O_3 można przypuszczać, iż w przypadku obu tych taśm zastosowano tak silne polaryzujące pola magnetyczne, że do czasu zakrzepnięcia warstwy przeciwdziałały one zjawisku sedymentacji grawitacyjnej ziarn. Porównanie wartości współczynników prostokątności pętli histerezy magnetycznej badanych taśm /tabela 6/ oraz stopnia ich spolaryzowania nasuwa wniosek, że tego rodzaju struktura warstw umożliwiła uzyskanie taśm np. Ampex, Sounderaft i Pyral o dużej wartości współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej, co posiada jak wiadomo istotne znaczenie dla zwiększenia gęstości zapisu.

Wielu informacji na temat elementów technologii wytwarzania warstwy magnetycznej na taśmie dostarczają obserwacje jej zewnętrznej powierzchni w mikroskopie optycznym. Jak wykazują zdjęcia przedstawione w tabeli 5 powierzchnia taśmy fonicznej Stilon ma strukturę typową dla oblewu. Natomiast taśmy cyfrowe wykazują charakterystyczną strukturę prążkową, przy czym prążki występują z różną intensywnością. Ponieważ kierunek tych prążków jest zgodny z długą osią taśmy, wydaje się, że można wiązać to zjawisko z występującą w tej grupie taśm anizotropią właściwości magnetycznych.

Jak wykazały badania przeprowadzone w Pracowni Magnetochemii IMM efekt prążkowania, a zwłaszcza struktury prążkowo-siatkowej, obserwowany między innymi na taśmie Sounderaft uzyskiwany jest podczas działania zewnętrznego jednorodnego pola magnetycznego na ziarna γ - Fe_2O_3 w czasie nakładania ciekłej ich zawiesiny na powierzchnię taśmy. Działanie to jest wyraźniejsze im dłuższy jest czas działania pola na utwardzającą się warstwę. Typowy obraz powierzchni warstwy polaryzowanej przedstawia zdjęcie na rysunku 3.

Szeregownie wyraźną strukturę prążkową wykazują powierzchnie taśm: Kodak, Sounderaft, Pyral; znacznie słabiej widoczne prążki występują również na taśmach Ampex, Agfa, IBM i EMI. Obserwowany efekt jest najprawdopodobniej spowodowany odpowiednią obróbką powierzchni warstw magnetycznych.

Z badań w mikroskopie optycznym wynika, że z wyjątkiem taśmy Kodak, wszystkie pozostałe taśmy cyfrowe posiadają powierzchnię warstw magnetycznych poddaną obróbce wyrównującej i wygładzającej,



Rys. 3. Fragment powierzchni warstwy γ - Fe_2O_3 iglastej po poddaniu jej działaniu silnego, jednorodnego pola magnetycznego do czasu całkowitego utwardzenia. Powiększenie około 100 razy.

tak aby nie powodowały ścierania współpracujących z nimi w styku głowio. Obróbka taka jest konieczna ze względu na stosunkowo dużą nierówność i ohropowatość powierzchni warstwy po zakończeniu jej polaryzacji w zewnętrznym polu magnetycznym. Typowy wygląd takiej powierzchni przedstawiono na rys. 3.

Uzyskanie warstw odpowiednio równych i gładkich może być osiągnięte w procesie zgniatania lub szlifowania, połączonego z polerowaniem.

Zgniatanie zgrubień na powierzchni warstwy, wytworzonych ze skupisk ziarn γ - Fe_2O_3 ułożonych wzdłuż linii pola polaryzującego, prowadzone przez nacisk gładkich i twardych cylindrów, pomiędzy którymi przeciskana jest taśma, powoduje, że uzyskana tym sposobem warstwa, pomimo że staje się równa i gładka wykazuje w badaniach niejednorodności właściwości magnetyczne, wywołane zagęszczeniami i rozrzedzeniami skupisk ziarn γ - Fe_2O_3 . Fluktuacje właściwości magnetycznych odpowiadają siatkowej fakturze linii pola widocznej na rys. 3. Wydaje się, że w procesie tym pod wpływem przesunięć wewnątrz warstwy zmniejszać się będzie stopień jej polaryzacji.

Chociaż szlifowanie i polerowanie powierzchni warstwy magnetycznej jest zabiegiem bardzo trudnym, ze względu na niewielką jej grubość i dużą powierzchnię, to wydaje się, że metoda ta prowadzi do znacznie lepszych rezultatów niż zgniatanie. Przez zeszlifowanie i wygładzenie usuwa się wprawdzie pewną, stosunkowo znaczną ilość γ - Fe_2O_3 , skupionego w obszarze przypowierzchniowym ale uzyskana tym sposobem warstwa wykazuje bardziej jednorodne właściwości magnetyczne, nie tracąc przy tym anizotropii wywołanej polaryzacją magnetyczną.

Badania właściwości warstw magnetycznych, w oparciu o dwa rodzaje próbek, sporządzonych jak przedstawiono na rysunku 2, wykazują istnienie anizotropii magnetycznej. Anizotropia ta jest spowodowana odpowiednią technologią wytwarzania warstw magnetycznych. Zastosowane pole magnetyczne oraz siły ścinające cieczy, działające podczas nakładania i utwardzania warstwy magnetycznej powodują celowe tworzenie skupisk równoległe ułożonych, iglastych ziarn γ - Fe_2O_3 lub ich kańouchów. Efekt ten jest szczególnie wy-

raźny dla ziarn iglastych o wysokich wartościach stosunku długości do szerokości ziarna /tabela 2/.

Taśmy polaryzowane odznaczają się dużą wartością parametru B_T w kierunku rejestracji. Spotyka się w literaturze [2] określenie współczynnika orientacji jako stosunku B_T/B_{T1} , gdzie B_{T1} - wartość pozostałości magnetycznej w kierunku rejestrowania informacji /wzdłuż długiej osi taśmy/; B_{T1} - w kierunku prostopadłym do niego. Dla taśm polaryzowanych, omawianych w niniejszej pracy, wartość tego współczynnika wynosi około 1,5 /tabela 6/. Anizotropia właściwości magnetycznych pozwala na uzyskanie znacznie lepszych warunków rejestracji i odtwarzania danych, w porównaniu z warstwami niepolaryzowanymi.

Z pracy Davies'a [3] wynika, że w celu uzyskania wzrostu gęstości rejestrowania informacji, wymaga się wysokich wartości H_0 , B_T oraz współczynnika B_T/B_m wzdłuż taśmy. Według Chapman'a [4] minimalna szerokość impulsu jest w przybliżeniu proporcjonalna do wyrażenia: $c \cdot B_T/H_0$ gdzie c - grubość warstwy magnetycznej.

Wzrost wartości B_T przy zwiększaniu zawartości γ - Fe_2O_3 w warstwie niepolaryzowanej jest ograniczony ze względu na właściwości mechaniczne warstwy magnetycznej /zmniejszenie spójności i jej przyczepności do podłoża/ oraz obniżenie wartości H_0 [5]. Wzrost B_T/B_{1m} ze zwiększeniem koncentracji objętościowej nie jest liniowy; po przekroczeniu 80% stężenia γ - Fe_2O_3 wkracza w nasycenie $B_T/B_{1m} \rightarrow 0,70/$. Ze względu na wymagania wysokich wartości H_0 , B_T , B_T/B_{1m} jest więc korzystne wytwarzanie warstw rejestrujących, charakteryzujących się anizotropią właściwości magnetycznych.

Wartości siły koercji dla wszystkich badanych taśm cyfrowych zawierają się w przedziale od 200 do 240 Oe. Odpowiednia wartość dla taśmy Stilon wynosi 150 Oe. Wartości siły koercji dla próbek tej samej taśmy badanej wzdłuż i w poprzek długiej osi różnią się między sobą w granicach błęd pomiaru.

W przeciwieństwie do wartości siły koercji, wartość pozostałości magnetycznej wyznaczona z przebiegu dynamicznej pętli histerezy magnetycznej stanowi wyraźny dowód na istnienie anizotropii właściwości magnetycznych badanych warstw na taśmach cyfrowych.

Różnice wartości B_r między próbkami badanymi wzdłuż i w poprzek długiej osi dla tej samej taśmy zawierają się w granicach 200 do 500 Gs /tabela 6/. Największe różnice obserwuje się dla taśm Soundcraft, Pyral i Ampex, a najmniejszą dla taśmy EMI. Różnica ta dla próbek taśmy Stilon mieści się w granicach dokładności pomiaru, co dowodzi, że warstwa magnetyczna na tej taśmie nie wykazuje anizotropii magnetycznej.

Drugim parametrem, pozwalającym na ilościowe określenie stopnia anizotropii magnetycznej warstw na taśmach, jest współczynnik prostokątności pętli histerezy magnetycznej definiowany jako stosunek B_r/B_{1m} . Odpowiednio dla próbek taśmy badanej wzdłuż i w poprzek taśmy obliczone współczynniki prostokątności, a zwłaszcza ich różnice wskazują na stopień anizotropii magnetycznej warstwy.

Analizując wszystkie przedstawione w tabeli 6 wyniki badań właściwości magnetycznych można stwierdzić, że najwyższą wartością współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej charakteryzuje się grupa taśm: Ampex, Pyral, Soundcraft i IBM /około 0,80/. Drugą grupę stanowią taśmy: Agfa, Kodak i EMI, dla których wartości B_r/B_{1m} zawierają się w przedziale 0,65 do 0,70; taśma foniczna Stilon posiada współczynnik prostokątności pętli histerezy magnetycznej 0,56. Próbkki taśm cięte w poprzek posiadają wartości współczynników prostokątności mniej zróżnicowane. Najniższą wartość wykazuje taśma Agfa /0,45/, pozostałe taśmy wykazują wartości zbliżone i wynoszące około 0,50. Wartość współczynnika prostokątności taśmy Stilon nie różni się od wartości wyznaczonej dla próbki wzdłuż długiej osi.

W celu porównania anizotropii magnetycznej różnych taśm cyfrowych wyznaczono różnicę pomiędzy wartościami współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej próbek badanych wzdłuż i w poprzek taśmy. Dla większości badanych taśm wartość ta wynosi około 0,30. Dla taśmy Kodak 0,20, dla taśmy EMI około 0,10. Wartości odpowiednich współczynników prostokątności pętli histerezy dla taśmy Stilon nie wykazują różnic większych niż w granicach błędu pomiaru.

Współczynnik orientacji B_r^{II}/B_r^I ma największą wartość dla taśmy Ampex - 1,8, dla pozostałych taśm cyfrowych jest zawarty w granicach 1,3 do 1,6, a dla taśmy Stilon wynosi w przybliżeniu 1.

4. WNIOSKI

Z odczości przeprowadzonych badań wynikają wnioski posiadające istotne znaczenie zarówno dla użytkowników taśm cyfrowych, jak i potencjalnych producentów krajowych.

- Wszystkie zbadane warstwy magnetyczne na taśmach cyfrowych zawierają preparaty $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ iglaste, o stosunku osi długiej do krótkiej 3:1 do 7:1, bez zamierzonych dodatków kationów ferrytyzujących.
- Rozkład wielkości aglomeratów $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ w badanych warstwach oraz fakt gromadzenia się zarówno indywidualnych ziarn, jak i aglomeratów w przypowierzchniowym obszarze warstwy magnetycznej dla taśm o szczególnie wysokich wartościach współczynników prostokątności pętli histerezy magnetycznej może stanowić wskazówkę dla technologów odnośnie prowadzenia procesu: doboru składu zawieszin $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ w roztworach spoiw, nakładania ich na powierzchnię taśm oraz doboru warunków prowadzenia polaryzacji magnetycznej.

Jak wynika z przedstawionych zdjęć z mikroskopu elektronowego, technologia wytwarzania zawieszin preparatów $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ w roztworach spoiw nie powoduje połamania lub widocznej destrukcji ziarn iglastych.

- Rozpuszczalniki ketonowe i estrowe obniżają przyczepność warstw magnetycznych do podłoża oraz ich spójność. Woda destylowana, heksan i alkohol etylowy nie wykazują widocznego wpływu na przyczepność i spójność warstw magnetycznych na badanych taśmach. Ustalenie to posiada duże znaczenie praktyczne dla użytkowników taśm cyfrowych, gdy zachodzi konieczność oczyszczenia powierzchni warstwy magnetycznej od pyłów, zanieczyszczeń substancjami tłuszczowymi oraz produktami ścierania taśm, powstającymi w czasie ich eksploatacji.
- Badanie powierzchni warstw magnetycznych na taśmach w powiększeniu około 40 razy pozwala na przybliżoną ocenę stopnia chropowatości powierzchni warstwy, co posiada istotne znaczenie np. przy zakupie taśm lub kontroli poprawności współpracy mechanicznej układu: warstwa magnetyczna - głowica rejestrująca /czytająca/.

- Wszystkie warstwy magnetyczne na badanych taśmach cyfrowych wykazują anizotropię parametrów pętli histerezy magnetycznej. Stosunkowo najwyższe wartości współczynnika prostokątności pętli histerezy magnetycznej oraz współczynnika spolaryzowania wykazują taśmy: Soundcraft, Pyral, Ampex i IBM.
- W celu uzyskania pełnego obrazu różnic, występujących pomiędzy poszczególnymi taśmami magnetycznymi do zapisu cyfrowego konieczne jest skonfrontowanie przedstawionych badań fizykochemicznych i magnetycznych z badaniami typu eksploatacyjnego.

Wyniki badań zawarte w tabeli 5 łącznie z obserwacjami zachowania się tych taśm, poczynionymi przez użytkowników, powinny umożliwić wyciągnięcie praktycznych wniosków do wstępnej oceny przydatności taśmy w konkretnym zastosowaniu.

Badania tego typu przedstawione zostaną w kolejnej publikacji.

Autorzy pragną podziękować pracownikom Zakładu Pamięci Taśmowych, szczególnie mgr inż. Szmydowi za dostarczenie do badań taśm oraz ośne wskazówki.

Literatura

- [1] ELDRIDGE F.D.: Monografia nr 4 - Memorex Corp. 1180 Schulman Alenna, Santa Clara California,
- [2] DANIEL E.D.: A Glossary of Terms Used in Magnetic Type Recording, Memorex Corp. 1180 Shulman Avenue, Santa Clara, California, 1963,
- [3] DAVIES A.V.: International Conference on Magnetic Recording at the Institution on Electrical Engineers, 6-10.06, London 1964,
- [4] CHAPMAN D.W.: Proc. IEEE 1963:51,
- [5] JELEŃSKA M., KWIATKOWSKI A.: Zależność parametrów pętli histerezy $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ od koncentracji, Prace IMM, B 14/27/, 1966:4.

ПРОБЛЕМЫ ИЗБРАННЫЕ ИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ МАГНИТНЫХ
И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЦИФРОВЫХ ЛЕНТ С γ -Fe₂O₃

Резюме

Описано исследование семи магнитных слоёв на лентах применяемых для цифровой записи и проведено их сравнение со слоем на магнитофонной ленте польского производства.

Целью работы было сравнение магнитных слоёв на цифровых лентах с их структурой в смысле содержания и способа размещения ферромагнитных порошков.

Исследование магнитных свойств слоёв было проведено осциллоскоповым методом на ферротестере ORION. Основные параметры петли магнитного гистерезиса были определены по его циклу в поле 1000 Ое. Поданы результаты сравнения величины параметров магнитных слоёв определённых по направлению длинной и короткой оси ленты, то есть согласно направлению записи и перпендикулярно к ней.

Указана попытка оценки магнитной анизотропии исследованных лент.

На основе химического, рентгенографического и микроскопического анализа указаны результаты исследований химического состава, структуры и морфологии ферромагнитных порошков употребляемых для производства магнитных слоёв на исследуемых лентах. Оказалось, что все ферромагнитные препараты являются чистой фазой γ -Fe₂O₃ с игольчатой формой зёрна /за исключением порошка в магнитофонной ленте, имеющего практически сферические зёрна/.

На основе исследований в электронном микроскопе рассмотрен способ расположения зёрен γ -Fe₂O₃ в исследованных магнитных слоях.

На фотоснимках показаны в 40 раз увеличенные фрагменты поверхности слоёв и их фактур.

Поданы результаты исследования влияния разных растворителей на плотность магнитных слоёв, а также их адгезионная способность по отношению к ленте.

Подана дискуссия по достигнутым результатам исследований.

PROBLEMS CHOSEN FROM INVESTIGATIONS OF MAGNETIC AND PHYSICO-CHEMICAL PROPERTIES OF DIGITAL TAPES WITH γ -Fe₂O₃

Summary

The investigations of seven magnetic layers on tapes used to digital recording are described and compared with a layer on a phonic home made tape.

The work aimed to comparing magnetic properties of layers on digital tapes with their structure in the sense of the content and distribution of their ferromagnetic powders.

Magnetic layer properties were investigated by the oscilloscope method on the ORION ferrotester, determining basic parameters of magnetic hysteresis loop from its run in the field 1000 Oe. Given the results of comparison of the values of magnetic layer parameters determined in the direction of a long and short tape axis, i.e. according to the direction of registration and perpendicularly to it. The trial to evaluate the magnetic anizotropy of tested tapes is presented.

On the basis of chemical, x-ray and microscope analyses the results are presented of chemical composition, structure and morfology of ferromagnetic powders used to the production of magnetic layers on the tested tapes. It was ascertained that all ferromagnetic preparations are a pure phase of γ -Fe₂O₃ with needle shape grains except the powder on a phonic tape, the grains of which are practically of a spheric shape.

On the basis of investigations in an electronic microscope - the way of distributing the grains γ -Fe₂O₃ in the tested magnetic layers was discussed.

Fragments of the layer surfaces are shown in photographs magnified about 40 times.

Given the results of testing the influence of various solvents upon the cohesion of magnetic layers and their adhesion to the carrying tape.

The discussion of the obtained results is presented.

AUTORZY ARTYKUŁÓW ZAMIESZCZONYCH W ZESZYCIE 3 "PRAC IMM"

PAMIĘĆ BĘBNOWA PB-5

Eugeniusz NOWAK mgr inż. Studia ukończył na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej. W Instytucie Maszyn Matematycznych pracuje od roku 1957, zajmując się projektowaniem i badaniami pamięci bębnowych. Od kilku lat pełni funkcję kierownika Zakładu Pamięci Bębnowych i Dyskowych. Jest autorem szeregu opracowań i publikacji poświęconych zagadnieniu pamięci magnetycznych.

Jan PIETRASZKO mgr inż. W roku 1951 ukończył studia na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej. Od 1957 r. pracuje w Zakładzie Pamięci Bębnowych Instytutu Maszyn Matematycznych na stanowisku starszego konstruktora.

UZWOJENIA METALIZOWANE DO RDZENIOWEJ PAMIĘCI OPERACYJNEJ

Jan ORZECHOWSKI mgr inż. Ukończył Wydział Mechaniki Precyzyjnej Politechniki Warszawskiej. Od roku 1964 jest pracownikiem Instytutu Maszyn Matematycznych. Zajmuje się konstrukcją przyrządów technologicznych oraz technologią ferrytowych pamięci operacyjnych a ostatnio cienkowieńcowych. Jednocześnie jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym w Katedrze Technologii Przyrządów Precyzyjnych Politechniki Warszawskiej, gdzie zajmuje się pracami dotyczącymi konstrukcji i technologii aparatury laboratoryjnej i badawczej.

Zbigniew SZCZĘŚNY mgr inż. Studia ukończył na Wydziale Łączności Politechniki Warszawskiej. Od 1959 r. pracuje w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Maszyn Matematycznych, zajmując się opracowywaniem konstrukcji i technologii elementów magnetycznych do układów elektronicznych maszyn cyfrowych. Obecnie pracuje na stanowisku kierownika oddziału Technologii Nowych Ele-

mentów i Podzespołów Magnetycznych, zajmując się konstruowaniem bloków nośników informacji do pamięci operacyjnych. Jest autorem publikacji dotyczących elementów magnetycznych do układów automatyki i maszyn cyfrowych.

Stanisława WITCZAK mgr. Studia ukończyła na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego. Od 1964 r. pracuje w Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Maszyn Matematycznych w Wydziale Technologii Specjalnej zajmując się problemami w technologii wytwarzania płytów pamięci. Obecnie pracuje nad zagadnieniami dotyczącymi pamięci na cienkich warstwach magnetycznych.

WYBRANE ZAGADNIENIA Z BADAŃ WŁAŚCIWOŚCI MAGNETYCZNYCH I FIZYKOCHEMICZNYCH TAŚM CYFROWYCH Z GAMMA TLENKIEM ŻELAZOWYM

Antoni KWIATKOWSKI dr. Studia ukończył w 1958 r. na Wydziale Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, uzyskując tytuł magistra chemii. Po sześcioletnim okresie pracy w laboratoriach chemicznych Resortu Służby Zdrowia od 1959 r. jest pracownikiem naukowym w Instytucie Maszyn Matematycznych w Warszawie na stanowisku kierownika pracowni. W 1966 r. na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu uzyskał stopień doktora nauk chemicznych. Jest autorem kilkunastu prac naukowych z zakresu wytwarzania i zastosowań ferromagnetyków proszkowych typu gamma tlenku żelazowego. Za kierowanie pracami nad warstwami magnetycznymi dla pamięci bębnowych matematycznych maszyn cyfrowych był dwukrotnie wyróżniany zespołową nagrodą Przewodniczącego KNiT.

Hanna KUŹNICKA mgr inż. W 1963 r. ukończyła Wydział Łączności Politechniki Warszawskiej uzyskując tytuł magistra inżyniera łączności. W latach 1962-1966 pracowała w Centralnym Biurze Naukowo-Badawczym i Konstrukcyjnym Półprzewodników fabryki półprzewodników "TEWA", zajmując się opracowywaniem technologii i konstrukcji tranzystorów krzemowych. Od 1966 r. jest pracownikiem naukowo-badawczym w Instytucie Maszyn Matematycznych, gdzie pracuje nad problematyką miernictwa magnetycznego i doskonale-

niem przez polaryzację magnetycznych warstw rejestrujących dla pamięci bębnowych matematycznych maszyn cyfrowych. Jest autorką dwóch publikacji naukowych.

Józefa KARASIŃSKA-KWIATKOWSKA dr. Ukończyła w 1955 r. Wydział Chemii Uniwersytetu Warszawskiego, uzyskując tytuł magistra chemii. W latach 1955-1959 pracowała w laboratoriach analizy chemicznej Resortu Służby Zdrowia. Od 1959 r. jest pracownikiem naukowym w Instytucie Maszyn Matematycznych. W 1967 r. uzyskała stopień doktora nauk chemicznych na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Poznaniu. Jest autorką kilkunastu prac naukowych z dziedziny wytwarzania i badań magnetycznych warstw rejestrujących z gamma tlenkiem żelazowym oraz dwóch patentów. Za prace nad warstwami magnetycznymi dla kinetycznych pamięci matematycznych maszyn cyfrowych była dwukrotnie wyróżniona zespołową nagrodą Przewodniczącego KNIiT.

Faint, illegible text at the top of the page, possibly a header or title.

Several paragraphs of faint, illegible text in the upper middle section.

A large block of faint, illegible text occupying the middle and lower middle sections of the page.

Faint, illegible text at the bottom of the page, possibly a footer or concluding paragraph.



WYKAZ "PRAC IMM" OPUBLIKOWANYCH W 1968 ROKU

W 1968 r. ukazały się następujące zeszyty "PRAC IMM" zawierające artykuły:

Zeszyt 1

1. B. Głowacki, P. Waligórska, A. Ziemkiewicz: The method of parallel-serial carry propagation in fast binary adders
2. A. Kojemski: Poprawność transformacji sygnałów linii cyfrowej
3. M. Kowalewska: Analiza zakłóceń w okablowaniu wywołanych sprzężeniami elektromagnetycznymi
4. B. Wojtowicz: Pewna metoda formułowania równań różniczkowych dla analizy numerycznej obwodów elektrycznych

Zeszyt 2

1. B. Głowacki, P. Waligórska, A. Ziemkiewicz: Metody przyspieszonego mnożenia w binarnych systemach cyfrowych
2. A. Kojemski, M. Kowalewska, S. Świątkowski: Krzemowe układy logiczne S-50
3. A. Modrzejewski: Wybrane zagadnienia z technologii krzemowej diody planarnej
4. J. Dańda, Z. Klauznicer, A. Sikorski: Badania niezawodności ferrytowej pamięci operacyjnej PAO-5
5. J. Ryżko, A. Sikorski: Selekcja rdzeni ferrytowych do pamięci z wybieraniem liniowym PAO-5

Działowy Ośrodek Informacji Naukowej, Technicznej i Ekonomicznej Instytutu Maszyn Matematycznych wydaje, oprócz "PRAC IMM", następujące pozycje:

ALGORYTMY - półrocznik, poświęcony teorii programowania i zastosowaniom elektronicznych maszyn cyfrowych. Do nabycia w księgarni ORWN PAN oraz w Domach Książki. Cena zeszytu 60 zł.

Elektroniczna Technika Obliczeniowa - NOWOŚCI - kwartalnik, zawiera artykuły przeglądowe z dziedziny maszyn matematycznych, opracowywane na podstawie najnowszej literatury światowej. Do nabycia drogą prenumeraty za pośrednictwem Centrali Kolportażu Prasy i Wydawnictw "Ruch". Cena prenumeraty krajowej 100 zł rocznie.

Automatyzacja Przetwarzania Informacji - BIBLIOGRAFIA - miesięcznik. Do nabycia drogą prenumeraty za pośrednictwem Centrali Kolportażu Prasy i Wydawnictw "Ruch". Cena rocznej prenumeraty krajowej 180 zł.

Elektroniczna Technika Obliczeniowa - PRZEGLĄD PATENTÓW - miesięcznik. Do nabycia drogą prenumeraty za pośrednictwem Centrali Kolportażu Prasy i Wydawnictw "Ruch". Cena prenumeraty krajowej 180 zł rocznie.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Politechniki Śląskiej

P

2229

68

