

Rys. 45. Perforator kart (fot. S. Porowski)

rodzaju urządzeniem jest drukarka liniowa (rys. 44, szybkość drukowania  $5 \div 20$  linii/s) lub perforator kart osiemdziesięcioznakowych (rys. 45, szybkość perforacji  $2 \div 7$  kart/s).

Uwagi odnośnie układów sterowania zrobione w p. B.4 przenoszą się na urządzenia wyjściowe po zastąpieniu zwrotów „przesyłanie zawartości rejestru buforowego do jednostki centralnej” na „przesyłanie informacji z jednostki centralnej do rejestru buforowego” oraz „napełniania” na „opróżnianie”.

#### B.6. URZĄDZENIA PAMIĘCI ZEWNĘTRZNEJ EMC

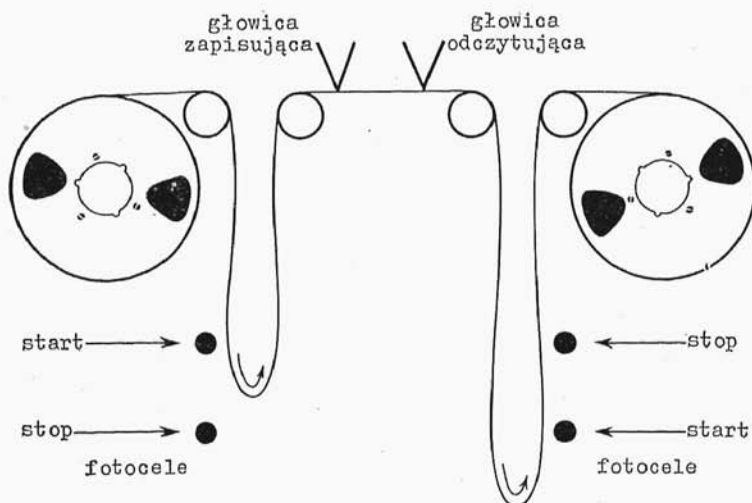
Z jednej strony, pojemności pamięci operacyjnych współczesnych EMC nie są dostatecznie duże, aby zapamiętać duże zbiory rzędu 10 i więcej milionów znaków. Z drugiej strony, konieczne jest posiadanie nośników informacji umożliwiających szybkie wyprowadzanie i wprowadza-

dzanie informacji z jednostki centralnej i przechowywanie tychże informacji poza EMC przez praktycznie dowolnie długi okres. Ze względu na możliwość przechowywania informacji poza EMC rozróżniamy pamięci zewnętrzne: wymienne, czyli takie, w których nośnik informacji może być łatwo wyjęty z urządzenia i zastąpiony innym, i niewymienne, czyli takie, w których nośnik informacji praktycznie jest niewymienny. Przykładem pamięci zewnętrznych wymiennych są: taśma magnetyczna i dyski magnetyczne wymienne. Jako przykład pamięci zewnętrznej niewymiennej wymienimy dyski magnetyczne niewymienne.

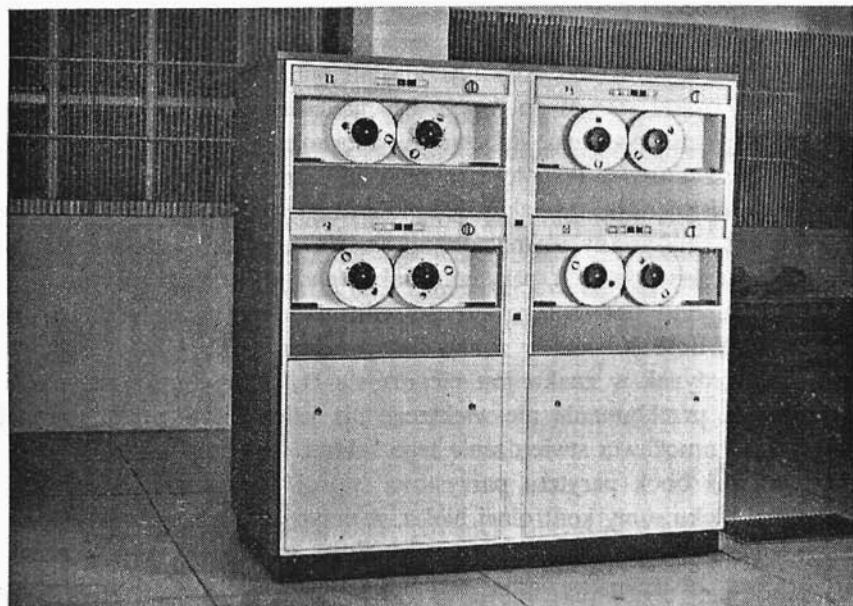
Drugiej klasyfikacji możemy dokonać na podstawie sposobu dostępu do informacji zapisanych na nośniku danego typu pamięci zewnętrznej. Zamiast jednak przeprowadzania takiej klasyfikacji omówimy bliżej dwa rodzaje urządzeń pamięci zewnętrznej: pamięć na taśmach magnetycznych i pamięć na dyskach magnetycznych, a wówczas klasyfikacja taka będzie oczywista dla czytelnika.

1. Pamięć na taśmach magnetycznych (czyli krótko pamięć taśmowa). Ten typ pamięci działa na podobnej zasadzie jak zwykły magnetofon. Informacje są zapisywane blokami, przy czym w większości współczesnych EMC długość takiego bloku jest zmienna i jest teoretycznie ograniczona od góry wymiarami pamięci operacyjnej i ilością taśmy, która jest jeszcze do dyspozycji na danej szpuli. W odróżnieniu od zwykłego magnetofonu informacje na taśmie są zapisywane na kilku ścieżkach równolegle. Współczesne pamięci taśmowe mają siedem albo dziewięć ścieżek. Na taśmach siedmiościeżkowych jeden znak sześciobitowy jest zapisywany równolegle na sześciu ścieżkach, siódma ścieżka służy do zapisu tzw. bitu parytetu znaku (*parity*), w szczególnym przypadku tzw. bitu parytetu parzystości. Bit parytetu parzystości jest jedynką, jeśli ilość jedynek w znaku jest parzysta (0, 2, 4 lub 6), zerem, jeśli ilość jedynek w znaku jest nieparzysta (1, 3 lub 5). W przypadku wystąpienia przekłamania nie większego niż jeden bit w znaku, parytet parzystości umożliwia stwierdzenie tego faktu.

Ponieważ obok parytetu parzystości stosuje się jeszcze zapisywanie na końcu bloku sumy kontrolnej bloku, w przypadku wystąpienia jednego przekłamania w bloku istnieje teoretyczna możliwość skorygowania błędu. Przy obecnym poziomie technologii budowy EMC prawdopodobieństwo wystąpienia przekłamania jednego bitu w obrębie dużego bloku



Rys. 46. Schemat działania napędu taśmy magnetycznej (I.C.T., *System Analysis and Design*, patrz [48])

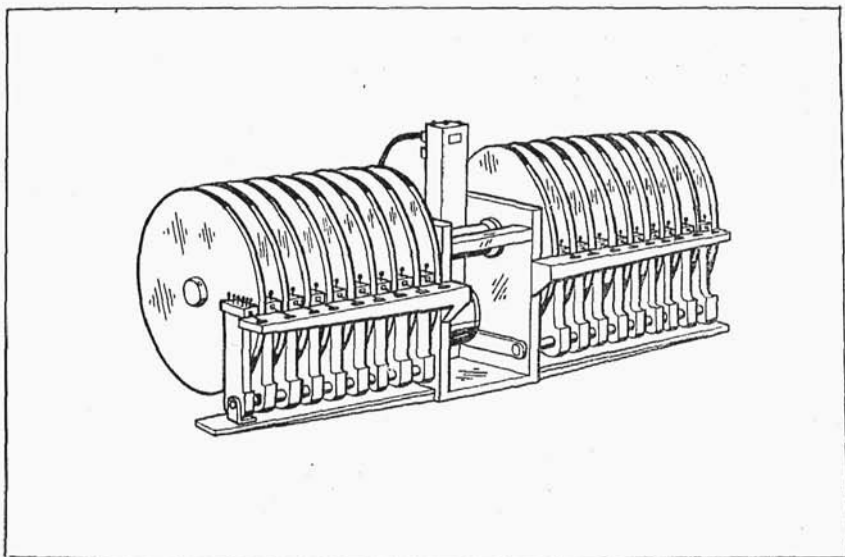


Rys. 47. Jednostki taśmy magnetycznej (fot. S. Porowski)

jest bardzo małe, prawdopodobieństwo zaś wystąpienia dwu przekłamań w obrębie jednego bloku jest praktycznie pomijalne. W przypadku wystąpienia błędu parzystości w trakcie odczytu EMC podejmuje ponowną próbę odczytania bloku. Zainteresowanych tą sprawą odsyłamy do prac [26], [48]. Na taśmie dziewięćścieżkowej dziewiąta ścieżka ma identyczne przeznaczenie jak siódma na taśmie siedmiościeżkowej.

Ponieważ współczesne pamięci taśmowe nie mają ścieżki synchronizującej, konieczne jest przeto zapewnienie taśmie jednostajnej szybkości w trakcie zapisu czy odczytu. Dla uzyskania ruchu jednostajnego konieczne jest użycie dość skomplikowanego systemu napędowego. Na rysunku 46 pokazana jest zasada działania takiego systemu, na rys. 47 zaś pokazany jest zestaw czterech jednostek taśmy magnetycznej.

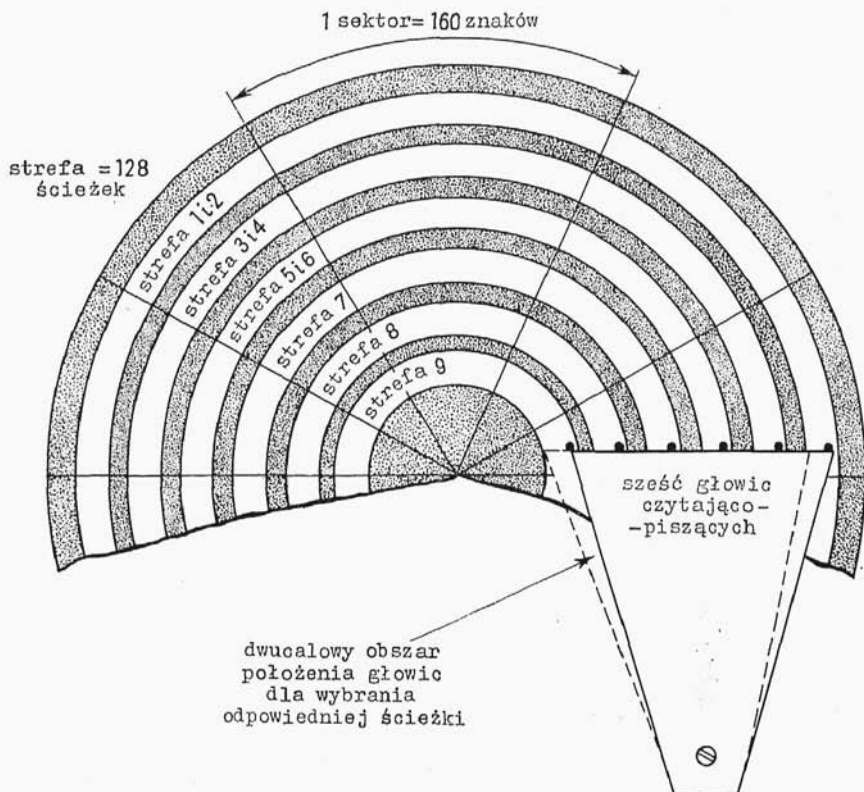
Dla odczytania informacji zapisanej na taśmie magnetycznej, w przypadku gdy taśma znajduje się w położeniu początkowym, zachodzi konieczność przeczytania wszystkich kolejnych bloków od początku szpuli, aż do napotkania bloku, w którym znajdują się poszukiwane przez nas informacje. Wynika to z faktu, że informacje na taśmie są uporządko-



Rys. 48. Pamięć na dyskach magnetycznych (I.C.T., *System Analysis and Design*, patrz [48])

wane liniowo (jednowymiarowo). Dlatego też pamięć taśmową nazywa się często pamięcią sekwencyjną. Sprawę właściwego wykorzystywania taśmy magnetycznej w procesie przetwarzania zajmiemy się bliżej w Dodatku D.

Na zakończenie kilka danych technicznych: współczesne pamięci taśmowe mają pojemność jednej szpuli o długości około 1100 m od



Rys. 49. Zasada adresowania pamięci na dyskach magnetycznych (I.C.T., *System Analysis and Design* [48]).

około 3 do około 12 milionów znaków przy zapisie danych długimi blokami, szybkość odczytu i zapisu bloku informacyjnego wynosi od 15 tysięcy znaków na sekundę dla wolnych pamięci taśmowych do 180 tysięcy znaków na sekundę dla szybkich.

2. Pamięci na dyskach magnetycznych. W odróżnieniu od pamięci taśmowej, dla której nośnik informacji ma kształt taśmy, w pamięci dyskowej nośnik ten ma kształt dysków pokrytych obustronnie materiałem magnetycznym i umieszczonych na wspólnej osi (rys. 48). Ścieżki, na których zapisywane są informacje, umieszczone są po obu stronach każdego z dysków w formie kół o wspólnym środku (rys. 49) i mogą być wybrane poprzez odpowiednie ustawienie ruchomej głowicy. Dla wybrania pożądanej informacji wystarczy ustawić odpowiednio głowicę czytająco-piszącą i poczekać średnio przez czas połowy pełnego obrotu. Tak więc możemy wybierać stosunkowo małe bloki informacji (np. o długości 160 znaków) zapisane w dowolnym miejscu na dysku. Ze względu na tę właściwość pamięci na dyskach magnetycznych są zaliczane do urządzeń typu „*direct access*”, czyli urządzeń pamięciowych o bezpośrednim dostępie. Podamy jeszcze przykładowo dane dotyczące typowej pamięci dyskowej (o nośniku niewymiennym):

1 moduł pamięci dyskowej	zawiera	6 dysków
1 dysk	zawiera	2 strony
1 strona	zawiera	9 stref
1 strefa	zawiera	128 ścieżek
1 ścieżka	zawiera	10 sektorów
1 sektor	zawiera	160 znaków sześciobitowych.

Tak więc jeden moduł składa się z 22 118 400 znaków. Średni czas dostępu do sektora 165 ms<sup>(1)</sup>. Częstotliwość przenoszenia 156 000 znaków/s. Rozróżniamy dwa typy dysków wymienne (wolniejsze) i niewymienne (szybsze).

#### B.7. UKŁAD STEROWANIA PAMIĘCIĄ ZEWNĘTRZNĄ EMC

W porównaniu do szybkości jednostki centralnej EMC pamięci zewnętrzne są urządzeniami stosunkowo wolnymi. Układ sterowania pamięcią zewnętrzną ma na celu odciążenie układu centralnego sterowania od bezpośredniej kontroli pracy urządzeń pamięci zewnętrznej i tym samym umożliwia niezależne działanie jednostki centralnej EMC w okresie przenoszenia bloków informacji w kierunku z pamięci zewnętrznej do

<sup>(1)</sup> ms — milisekunda, czyli 1/1000 sekundy.

pamięci operacyjnej lub przeciwnie. Układ centralnego sterowania daje jedynie rozkaz rozpoczęcia przenoszenia w jednym z dwu kierunków układowi sterowania pamięcią zewnętrzną określając adresy początkowe i rozmiary bloku. Następnie, jednostka centralna może wykonywać dowolny program, zupełnie niezależnie od wykonywania przez układ sterowania pamięcią zewnętrzną operacji przenoszenia. Układ sterowania pamięcią zewnętrzną, w chwilach gdy musi odczytać lub zapisać kolejne słowo w pamięci operacyjnej EMC, blokuje dostęp układowi centralnego sterowania na czas trwania jednego cyklu pamięci operacyjnej dokonując w tym czasie odczytu lub zapisu kolejnego słowa. Jeśli w czasie trwania blokady układ centralnego sterowania chce zapisać lub odczytać jakąś informację z pamięci operacyjnej, musi poczekać do chwili, gdy układ sterowania pamięcią zewnętrzną zdejmie blokadę.

Omawiany wyżej system współpracy pomiędzy układem centralnego sterowania a układem lokalnego sterowania nosi nazwę podziału czasu (*time sharing*). Jeśli jeszcze istnieje czynne sprzężenie zwrotne między układem centralnego sterowania a układem lokalnego sterowania, czyli układ sterowania lokalnego może „zawiaдамiać“ układ centralnego sterowania o zakończeniu wykonywania powierzonej sobie operacji, to maszynę taką będziemy nazywali wieloprogramową (*multiprogramming*), a proces „zawiaдамiania“ przerywaniem (*interrupt*). Warto podkreślić, że maszyny wieloprogramowe powinny być wyposażone w tak zwaną blokadę adresów pamięci operacyjnej. Blokada ta określa obszar pamięci operacyjnej, z którego dany program może korzystać. Jedynie program organizacyjny, tzw. dyrygent (*executive, supervisor*), może zmienić zawartość rejestrów blokady określających górny i dolny adres obszaru dostępnego. Bliższe szczegóły na ten temat znajdzie czytelnik w pracy [8].