

nych funkcji arytmetycznych jest uruchamiane przez układ centralnego sterowania. Ponadto arytmometr EMC obok działań arytmetycznych może wykonywać działania logiczne (jak alternatywę, koniunkcję, różnicę symetryczną itp.), których argumentami są poszczególne wzajemnie sobie odpowiadające bity składające się na słowa.

W skład arytmometru wchodzi (patrz rys. 37):

a) rejestr podstawowy zwany zwykle akumulatorem (są EMC zawierające więcej niż jeden akumulator);

b) rejestry pomocnicze, jak przedłużenie akumulatora i rejestr mnożnej (nie we wszystkich EMC występują, często rolę rejestru mnożnej odgrywa rejestr przejściowy);

c) indykatory, czyli jednobitowe rejestry, których stany sygnalizują wystąpienie jakiejś (jednoznacznie określonej) sytuacji w wyniku wykonywania sekwencji działań arytmetycznych i logicznych albo w wyniku ostatnio wykonanego działania (np. indykator: „wynik ostatniego działania różny od 0” — stan 1, jeśli tak, stan 0, jeśli nie; indykator: „wynik ostatniego działania większy od 0” — stan 1, jeśli tak, stan 0, jeśli nie; indykator: „wynik ostatniego działania mniejszy od 0” — stan 1, jeśli tak, stan 0, jeśli nie; indykator: „nadmiaru” — stan 1, jeśli w ostatnio wykonanej sekwencji działań arytmetycznych wystąpił co najmniej raz nadmiar⁽¹⁾, stan 0, w przeciwnym przypadku).

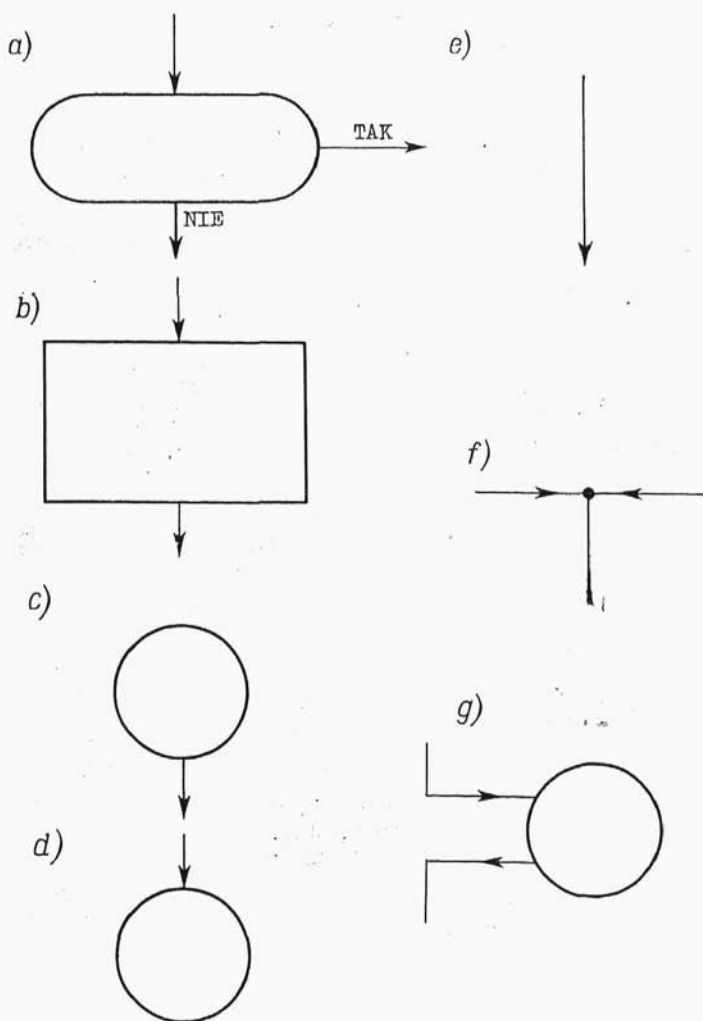
d) sumator i układy realizujące operacje logiczne.

Arytmometry współczesnych EMC wykonują $10\,000 \div 10\,000\,000$ dodawań na sekundę.

B.3. UKŁAD CENTRALNEGO STEROWANIA EMC

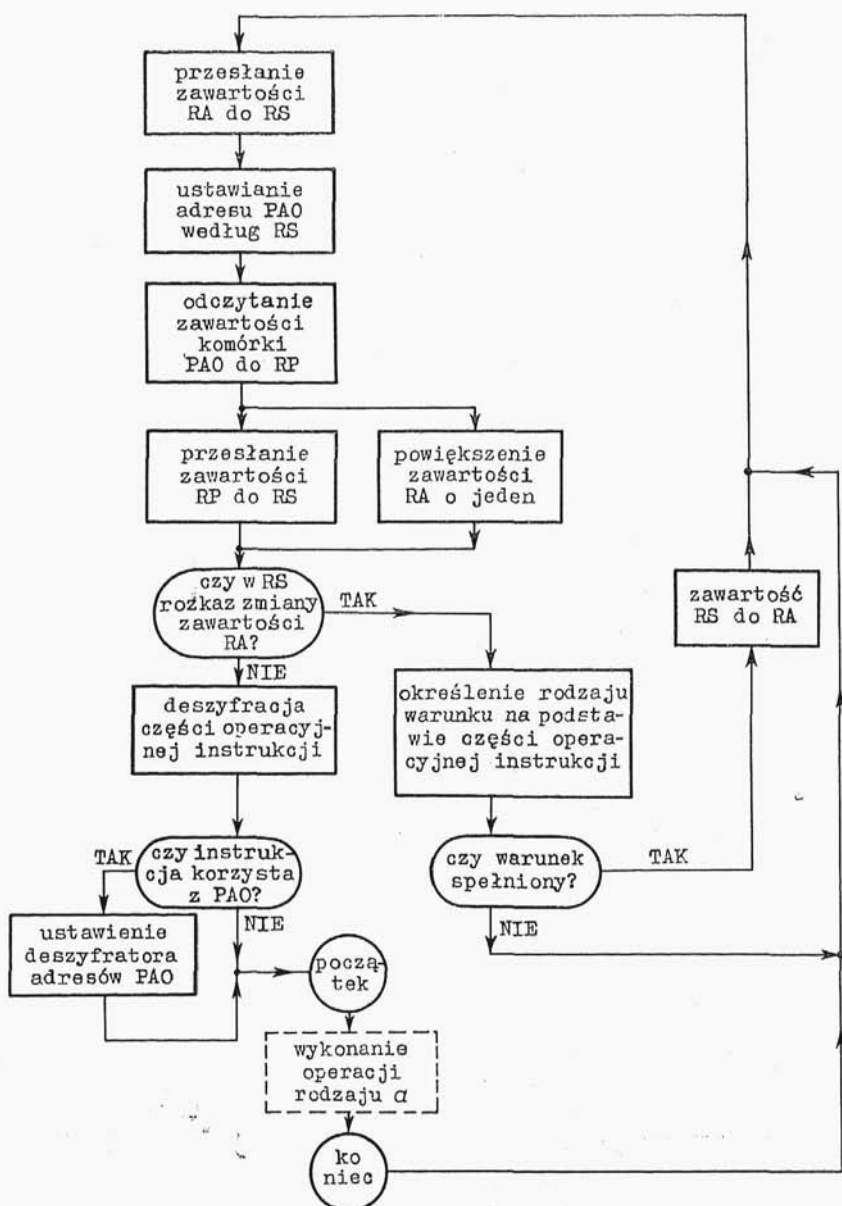
Jest to urządzenie sterujące pracą jednostki centralnej EMC i inicjujące działanie urządzeń zewnętrznych. Układ centralnego sterowania działa w następujący sposób: rozkazy dla EMC (czyli instrukcje postępowania maszyny) są zakodowane w postaci liczbowej i przechowywane w pamięci operacyjnej; każdy rozkaz składa się z dwu części: z części

⁽¹⁾ Przez nadmiar rozumiemy wyjście wyniku działania arytmetycznego poza przedział, do którego należą liczby, na których EMC automatycznie (a nie z pomocą programu) wykonuje działania.

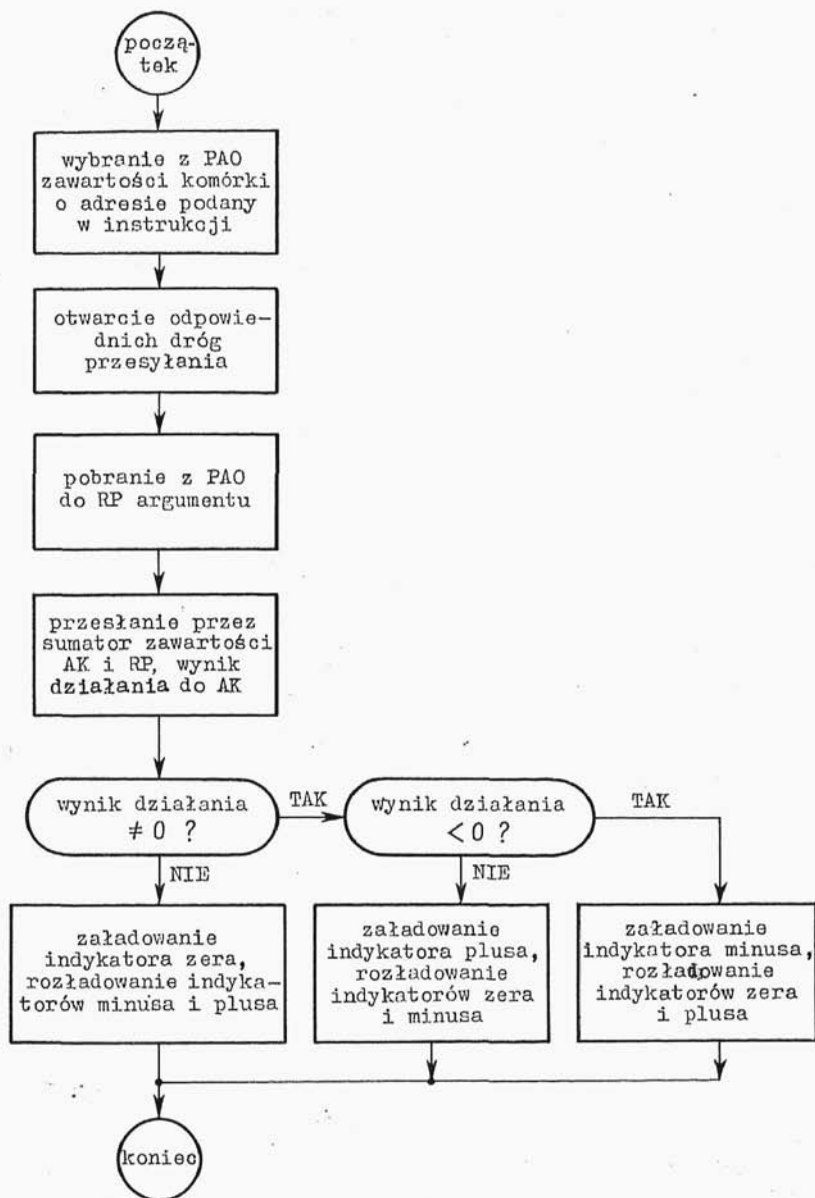


Rys. 38. Zbiór oznaczeń używanych przy opisywaniu działania EMC i przy rysowaniu schematów blokowych programów

a) wybór drogi sterowania w zależności od spełnienia albo niespełnienia warunku, czyli tzw. test, b) wykonywanie czynności, czyli tzw. operator, c) początek sekwencji czynności lub tzw. etykieta, d) koniec sekwencji czynności albo wskazanie etykiety, od której zaczyna się dalszy ciąg sekwencji czynności wykonywanych, e) droga sterowania, f) połączenie dwu dróg sterowania w jedną, g) wywołanie podprogramu (dotyczy tylko schematów blokowych programów).



Rys. 39. Uproszczony schemat działania układu centralnego sterowania EMC



Rys. 40. Uproszczony schemat wykonywania operacji dodawania zawartości komórki pamięci operacyjnej do zawartości akumulatora

U w a g a: w schemacie użyto następujących oznaczeń: PAO — pamięć operacyjna, RP — rejestr przejściowy, AK — akumulator.

operacyjnej określającej rodzaj czynności, jaką ma wykonać EMC, i części adresowej określającej adresy argumentu (czy też argumentów operacji) albo będącej parametrem liczbowym dla operacji. O kolejności pobierania rozkazów z pamięci operacyjnej decyduje rejestr adresów. W EMC rozróżniamy dwa rodzaje rozkazów:

a) rozkazy, których wykonanie powoduje zmianę zawartości rejestru adresów o jeden (np. dodawanie zawartości komórki pamięci do zawartości akumulatora z umieszczeniem wyniku w akumulatorze) albo dwa (np. przepisanie 10 słów z jednej części pamięci operacyjnej do drugiej);

b) rozkazy, które w zależności od stanu któregoś (ściśle określonego dla każdego rozkazu tej grupy) z indykatorów albo umieszczają w rejestrze adresów swoją część adresową, jeśli indykator ma wartość 1, albo zwiększają zawartość rejestru adresów o jeden, jeśli indykator ma wartość 0; rozkazy tego typu nazywamy rozkazami warunkowego przekazania sterowania lub rozkazami skokowymi⁽¹⁾.

Każdy rozkaz, zanim zostanie wykonany, musi być umieszczony w rejestrze sterowania, z którego części, operacyjna i adresowa, zostają przesłane odpowiednio do deszyfratora operacji i deszyfratora adresów. Oznaczenia używane w dalszych schematach są przedstawione na rys. 38. Na rysunku 39 pokazany jest uproszczony schemat działania układu centralnego sterowania EMC. Na rysunku 40 pokazany jest fragment uproszczonego schematu operacji dodawania, który odpowiada dla operacji dodawania fragmentowi z rys. 39, od punktu „początek“ do punktu „koniec“.

B.4. URZĄDZENIA WEJŚCIOWE EMC

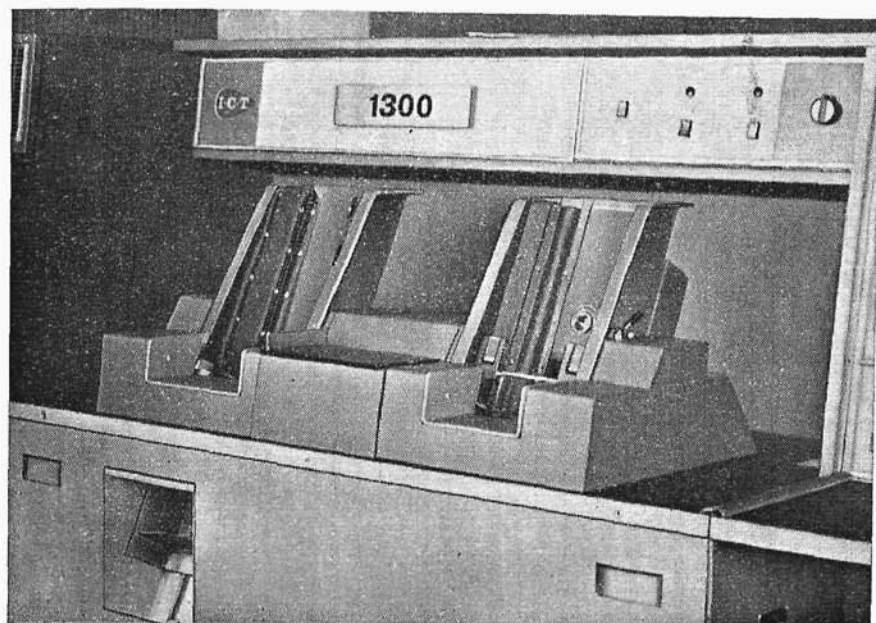
Urządzenia te służą do przenoszenia informacji z różnych nośników (głównie karty perforowane, rys. 41, i taśmy papierowe, rys. 42) do pamięci operacyjnej lub arytmometru EMC. Urządzenia wejściowe możemy podzielić na dwa rodzaje:

a) urządzenia wprowadzające do EMC po jednym znaku np. ośmio-

⁽¹⁾ Pomiędzy indykatorami znajduje się jeden, który stale ma wartość 1. Indykator ten nazywamy indykatorem skoku bezwarunkowego, a operację skokową z nim korespondującą — operacją skoku bezwarunkowego.

bitowym (tzw. urządzenia szeregowe) — typowym tego rodzaju urządzeniem jest czytnik taśmy papierowej (szybkość odczytu $500 \div 2000$ znaków/s);

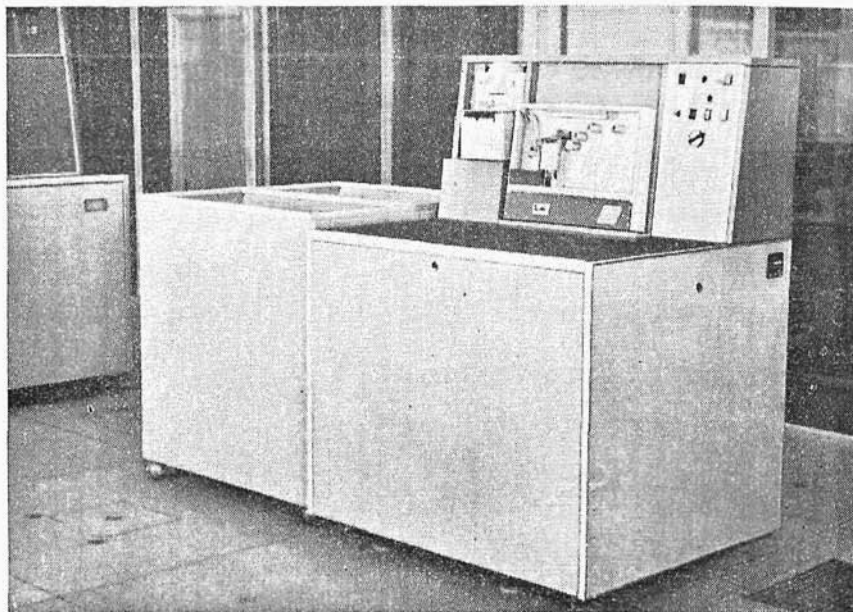
b) urządzenia wprowadzające do EMC po jednym „dokumencie” np. osiemdziesięcioznakowym (tzw. urządzenia równoległe) — typowym tego rodzaju urządzeniem jest czytnik kart perforowanych (szybkość odczytu $5 \div 20$ kart/s).



Rys. 41. Czytnik kart perforowanych (fot. S. Porowski)

Urządzenia typu a mają stosunkowo prosty układ sterowania, który, w przypadku przesłania zawartości rejestru buforowego do jednostki centralnej (na rozkaz układu centralnego sterowania), napełnia ponownie rejestr buforowy odczytując następny znak z taśmy papierowej. Po odczytaniu znaku następuje przesłanie jedynek do specjalnego indykatora, który służy do informowania układu centralnego sterowania o fakcie napełnienia rejestru buforowego. Indykator ten jest zerowany w chwili przesyłania zawartości rejestru buforowego do jednostki centralnej EMC.

Urządzenia typu b mają dużo bardziej skomplikowane sterowanie. Istnieją rozwiązania, w których nie ma systemu rejestrów buforowych, zamiast których wyszukuje się fragment pamięci operacyjnej EMC.



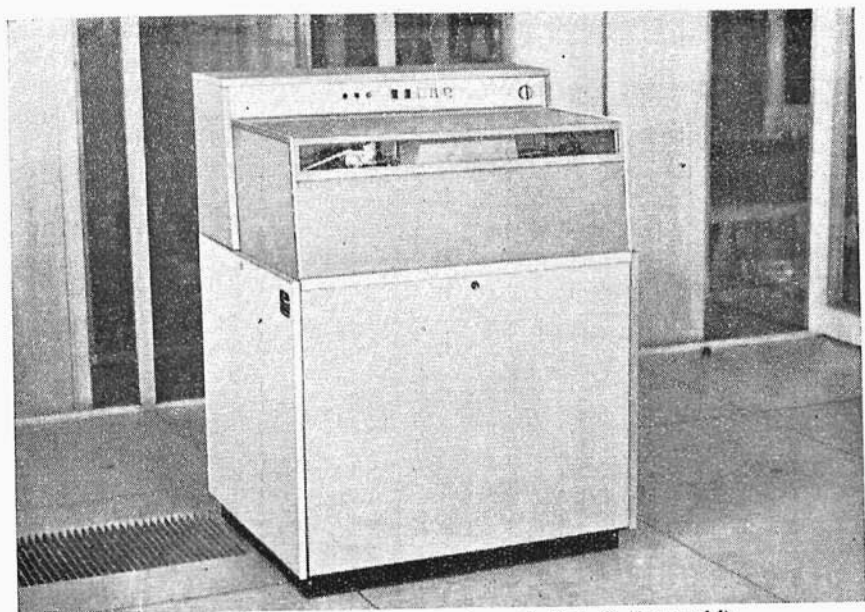
Rys. 42. Czytnik taśmy papierowej (fot. S. Porowski)

B.5. URZĄDZENIA WYJŚCIOWE EMC

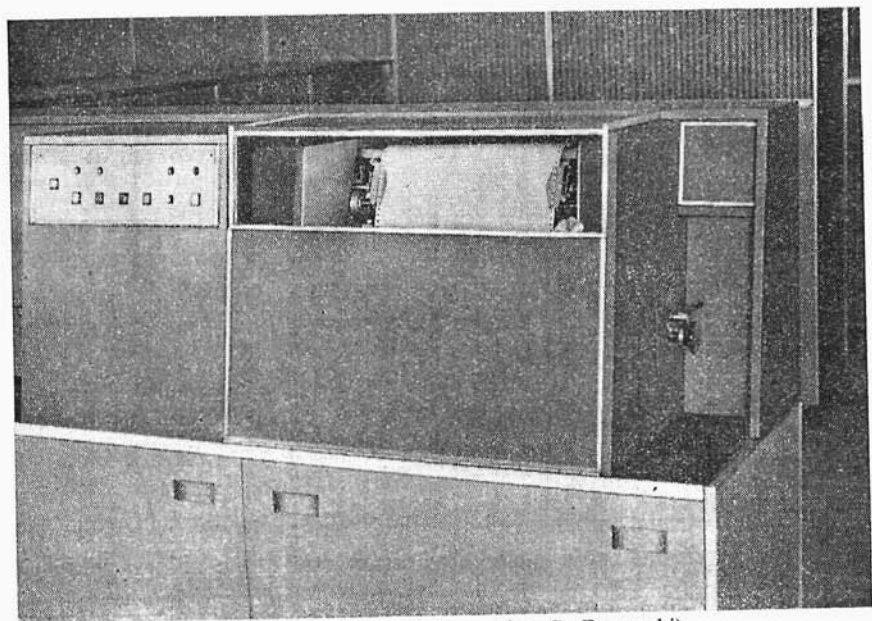
Urządzenia te służą do przenoszenia informacji z pamięci operacyjnej EMC na inne nośniki informacji (głównie papier, karty perforowane i taśma papierowa). Urządzenia wyjściowe możemy podzielić na dwa rodzaje:

a) urządzenia wyprowadzające z EMC po jednym znaku np. ósmio-bitowym (tzw. urządzenia szeregowo) — typowymi przykładami tego rodzaju urządzeń są: perforator taśmy papierowej (szybkość perforacji $110 \div 300$ znaków/s, rys. 43) i elektryczna maszyna do pisania sterowana z EMC (szybkość drukowania 10 znaków/s);

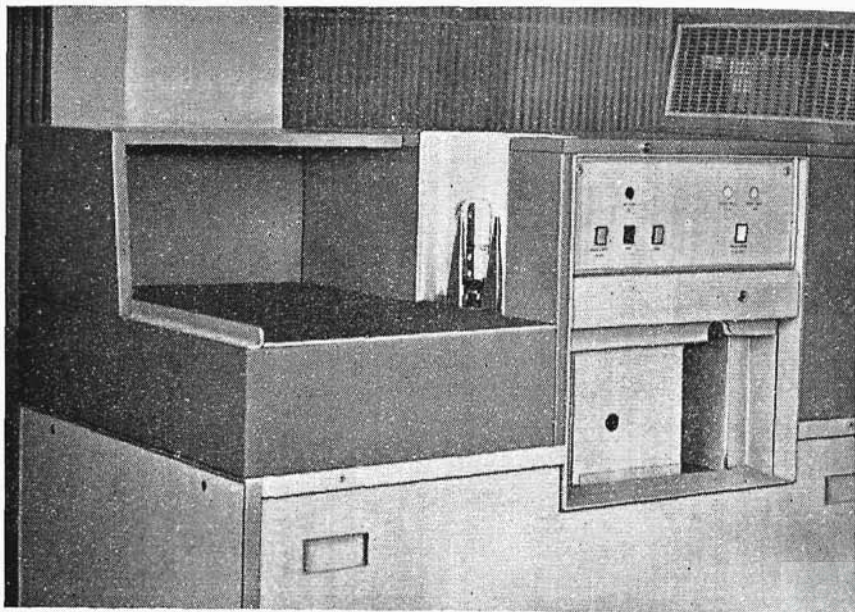
b) urządzenie wyprowadzające z EMC po jednym „dokumencie” np. studwudziestoznakowym (tzw. urządzenia równoległe) — typowym tego



Rys. 43. Perforator taśmy papierowej (fot. S. Porowski)



Rys. 44. Drukarka liniowa (fot. S. Porowski)



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-