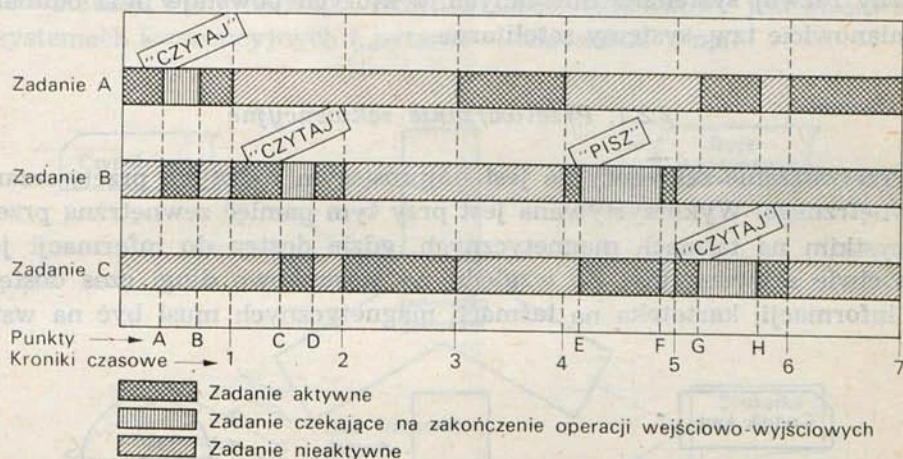


czytania w zadaniu A następuje przerwanie liczenia zadania B i ponownie zadanie A otrzymuje dostęp do procesora.

Zasada kromkowania czasu (por. ryc. 2.8) polega na przydzieleniu każdemu zadaniu jednakowego odcinka czasu. Zmiana użytkownika procesora może nastąpić w ramach kromki czasu tylko podczas realizowania



Ryc. 2.8. Podział czasu według zasady kromkowania

operacji na urządzeniach zewnętrznych komputera tak, jak ma to miejsce w pierwszej kromce czasowej w odniesieniu do zadania A i B. Już w drugiej kromce czasowej do procesora zostaje dopuszczone zadanie B, które również w toku czytania oddaje na chwilę dostęp do procesora zadaniu C.

2.2. Przetwarzanie zewnętrzne

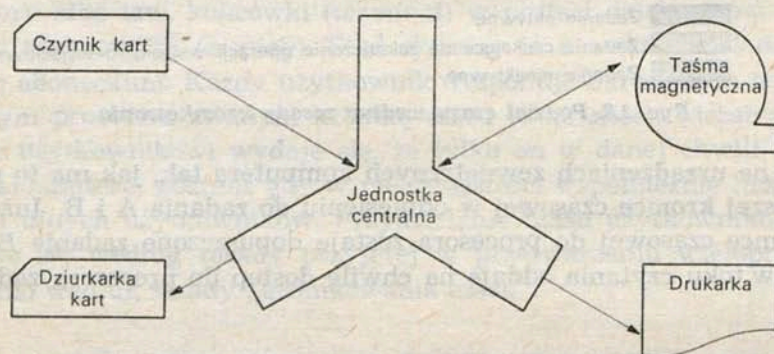
Dobór warunków przetwarzania zewnętrznego odpowiednio do organizacji systemu APD jest podstawowym zagadnieniem w technologii maszynowego przetwarzania danych. Termin „przetwarzanie zewnętrzne” wynika ze stosowania nazwy „urządzenia zewnętrzne”. Można wyróżnić dwa podstawowe rodzaje przetwarzania zewnętrznego, które dotyczą sposobu dostępu do większych zbiorów danych, np. do kartotek, przetwarzanie sekwencyjne i wyrywkowe. Oba rodzaje przetwarzania zewnętrznego APD mogą być realizowane sposobem: pośrednioautomatycznym lub bezpośrednioautomatycznym.

Przy przetwarzaniu sekwencyjnym wprowadzone dokumenty przed przetworzeniem ulegają odpowiedniemu posortowaniu, stosownie do formy prowadzonych kartotek przechowywanych w pamięci zewnętrznej. Przy przetwarzaniu wyrywkowym dokumenty są przetwarzane w kolejności ich napływu, bez uprzedniego sortowania, co umożliwia wyrywkowy dostęp do kartotek.

Przetwarzanie jest bezpośrednioautomatyczne, jeśli cały cykl przetwarzania odbywa się bez ingerencji człowieka (tzn. bez jego udziału w transporcie maszynowych nośników informacji mających charakter wyników pośrednich). W przeciwnym wypadku o przetwarzaniu mówimy, że jest pośrednioautomatyczne. Ponadto obserwujemy ostatnio poważny rozwój systemów mieszanych, z których powstaje inna odmiana, a mianowicie tzw. systemy satelitarne.

2.2.1. Przetwarzanie sekwencyjne

Przetwarzanie sekwencyjne jest najprostszym rodzajem przetwarzania zewnętrznego. Wykorzystywana jest przy tym pamięć zewnętrzna przede wszystkim na taśmach magnetycznych, gdzie dostęp do informacji jest właściwie sekwencyjny. Ze względu na stosunkowo długi czas dostępu do informacji, kartoteka na taśmach magnetycznych musi być na wstę-



Ryc. 2.9. Zestaw komputera do sekwencyjnego przetwarzania

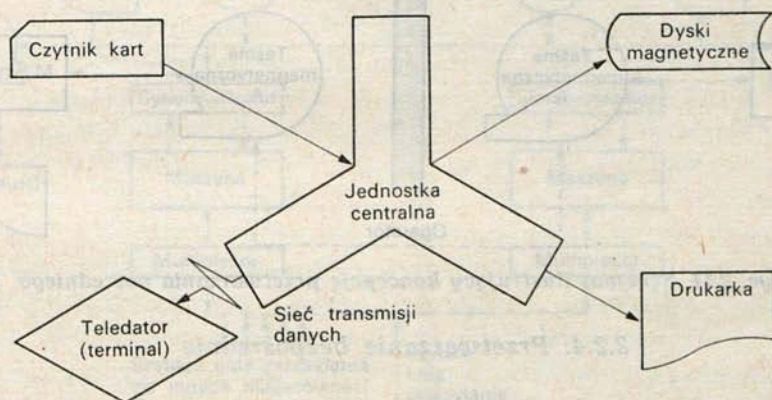
pie przesortowana, aby można było za pierwszym roboczym przewinięciem krążka taśmy dokonać wszystkich obliczeń. Przetwarzanie sekwencyjne jest również możliwe przy stosowaniu dysków i bębnow magnetycznych (a także kart magnetycznych), jednakże wtedy nie wykorzystuje się ich zasadniczego działania — wyrywkowego dostępu do informacji. Zestaw maszyny do typowego przetwarzania sekwencyjnego przedstawiamy na ryc. 2.9.

2.2.2. Przetwarzanie wyrywkowe

Takie nośniki informacji, jak dyski i karty magnetyczne, charakteryzują się stosunkowo dużą pojemnością. Na ogół każdy zbiór informacji spotykany w praktyce można zapisać zarówno w układzie dyskowym, jak i kartowym. Na przykład do małej maszyny RCA 301 można przyłączyć zestaw 8 jednostek pamięci kartowych o łącznej pojemności 5,4

mld znaków alfabetycznych, który może zarejestrować 25 znaków danych o każdym obywatelu takiego kraju, jak ZSRR czy też USA.

Dostęp do pamięci kartowej, dyskowej lub bębnowej jest bardzo szybki, gdyż nie wymaga wstępnego sortowania, co implikuje stosunkowo krótki czas przetwarzania. Ryc. 2.10. ilustruje zestaw maszynowy do przetwarzania wyrywkowego. Przetwarzanie wyrywkowe jest stosowane w systemach kwerencyjnych („pytanie — odpowiedź”), np.:



Ryc. 2.10. Zestaw komputera do wyrywkowego przetwarzania

— w banku przy wypłacaniu gotówki klientowi kasjerka przez monitor systemowy „zapytuje maszynę”, czy konto klienta jest czynne (ewidencja kont klienta jest zapisana na dyskach lub kartach magnetycznych) i otrzymuje od razu odpowiedź,

— przedsiębiorstwa scentralizowanej dystrybucji, np. typu MOTO-ZBYT ma w każdym województwie magazyny motoryzacyjnych części zamiennych oraz sieć punktów detalicznych. Przy wprowadzeniu centralnej ewidencji zapasów części zamiennych w poszczególnych magazynach, można by przez monitor systemowy otrzymać odpowiedź, które magazyny mają określony towar w żądanej ilości.

2.2.3. Przetwarzanie pośrednie

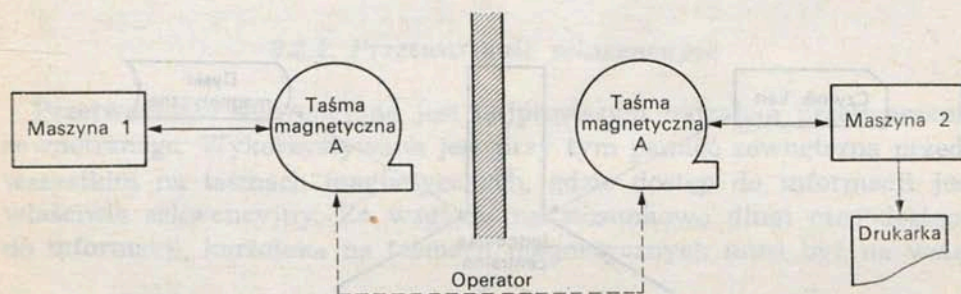
Przy przetwarzaniu pośrednim (por. ryc. 2.11) niektóre czynności procesu przetwarzania danych są dokonywane poza maszyną. Mogą to być czynności np.:

— sprawdzania wydrukiem kontrolnym na tabulatorze prawidłowości wydziurkowanych uprzednio kart,

— sporządzania tabulogramów — na dalekopisie lub tabulatorze wyników wyperforowanych bezpośrednio na taśmie lub kartach dziurkowanych (system stosowany m.in. na maszynie typu Elliot 803),

— dokonywania zapisu danych na taśmie magnetycznej na specjalnym urządzeniu (konwertorze) poza maszyną.

Przetwarzanie pośrednie stosowane jest zarówno ze względów technicznych (niepełne wyposażenie maszyny), jak i ze względów organizacyjnych (duża odległość między miejscami powstawania danych i wykorzystywania wyników, lepsze wykorzystywanie czasu pracy maszyny itp.).



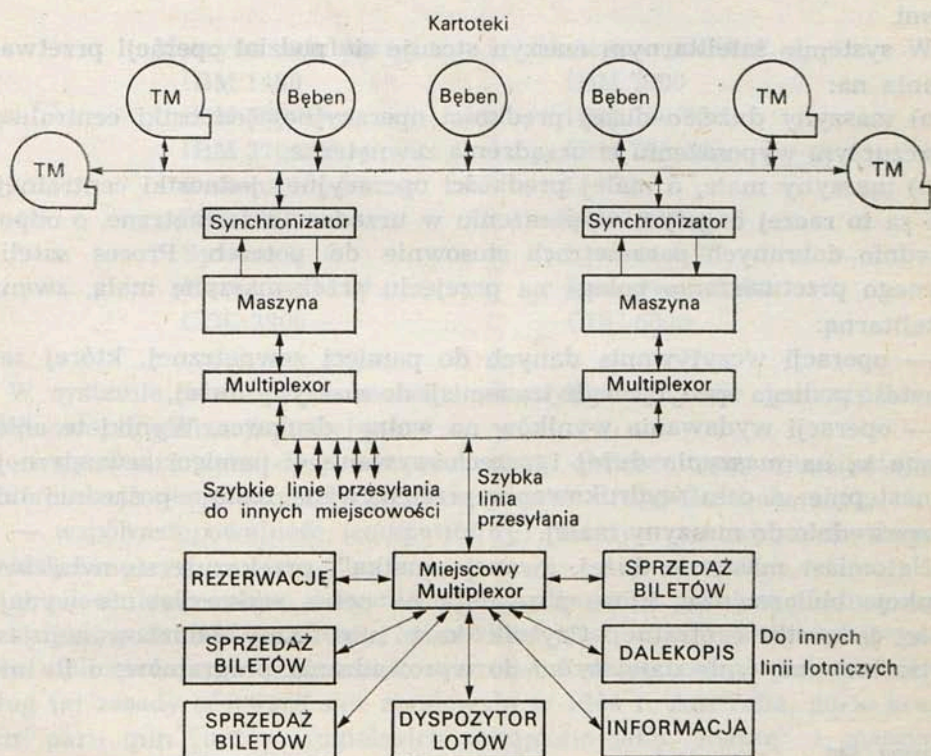
Ryc. 2.11. Schemat ilustrujący koncepcję przetwarzania pośredniego

2.2.4. Przetwarzanie bezpośrednie

Przy przetwarzaniu bezpośrednim wszystkie czynności urządzeń zewnętrznych są sterowane przez jednostkę centralną. Połączenie systemu przetwarzania wrywkowego z bezpośrednim na podstawie urządzeń transmisji danych źródłowych prowadzi do innej odmiany przetwarzania, a mianowicie tzw. wrywkowo-bieżącego (*real time*). Jako przykład takiego przetwarzania poza systemami wielodostępnymi (por. pkt. 1.5) można podać jeden z największych systemów wrywkowo-bieżących, jakim jest system rezerwacji miejsc lotniczych SABRE, eksploatowany przez linie lotnicze American Airlines (ryc. 2.12)⁵. Biura rezerwacji miejsc, agenci biletowi oraz dysponenci są w tym systemie połączeni przez sieć transmisji danych z dwoma bliźniaczo sprzężonymi zespołami maszyn. W momencie zgłaszania się pasażera po bilet, maszyny te określają, czy jest miejsce na samolot. Jeśli jest wolne miejsce, wówczas agent palcuje na klawiaturze swego monitora: nazwisko pasażera, numer telefonu, informację kto odebrał bilet i kiedy, a następnie także dodatkowe życzenia odnośnie wymaganego posiłku w czasie podróży, wózka inwalidzkiego, wypożyczenia samochodu itp. Wszystkie te dane są przechowywane w pamięci bębnowej (o pojemności 1,2 mln znaków). Program rezerwacyjny zawiera 1 mln rozkazów. Normalnie oba zespoły bliźniacze pracują równolegle na tym samym komplecie danych. W razie awarii, której objawem jest uzyskanie różnych wyników, zostają automatycznie uruchomione testy diagnostyczne, umożliwiające wykrycie,

⁵ Ryc. pochodzi z pracy J. Martin, *Programming Real Time Computer Systems*, Prentice Hall 1965, s. 413.

a następnie automatyczne odłączenie maszyny uszkodzonej i zasygnalizowanie awarii; wówczas cały system z nieznacznym spadkiem wydajności obsługuje pozostała maszyna nie zepsuta. Po usunięciu awarii maszyna zostaje ponownie włączona do systemu.



Ryc. 2.12. SABRE. System bezpośredniego przetwarzania na bieżąco rezerwacji miejsc lotniczych towarzystwa American Air-lines

2.2.5. Przetwarzanie satelitarne

Przetwarzanie satelitarne jest najbardziej rozwiniętym systemem wielomaszynowym. Duża dysproporcja między prędkością operacyjną jednostki centralnej (w najnowszych rozwiązaniach rzędu miliona operacji na sekundę) a szybkością urządzeń zewnętrznych (rzędu zaledwie tysięcy działań na sekundę) nie została zniwelowana ani przez wieloprogramowość, ani przez rozbudowę zespołów. Występują bowiem trudności w opracowaniu sprawnych systemów operacyjnych służących do powiązania w skomplikowany sposób ze sobą urządzeń zewnętrznych. W tej sytuacji obserwuje się czasem odwrót od agregacji systemowej i ponowny zwrot w kierunku pewnych zalet potokowego przetwarzania, tak charakterystycznego dla maszyn analitycznych.

W maszynach analitycznych przetwarzanie odbywa się na wyodrębni-

nych urządzeniach wyspecjalizowanych w wykonywaniu pojedynczych operacji, np. sortowania, dobierania, tabulowania.

System satelitarny prowadzi w tym sensie do dezagregacji procesów przetwarzania, tzn. że maszyny biorące udział w przetwarzaniu mają tę samą właściwość funkcjonalną, lecz różnią się prędkościami operacyjnymi.

W systemie satelitarnym maszyn stosuje się podział operacji przetwarzania na:

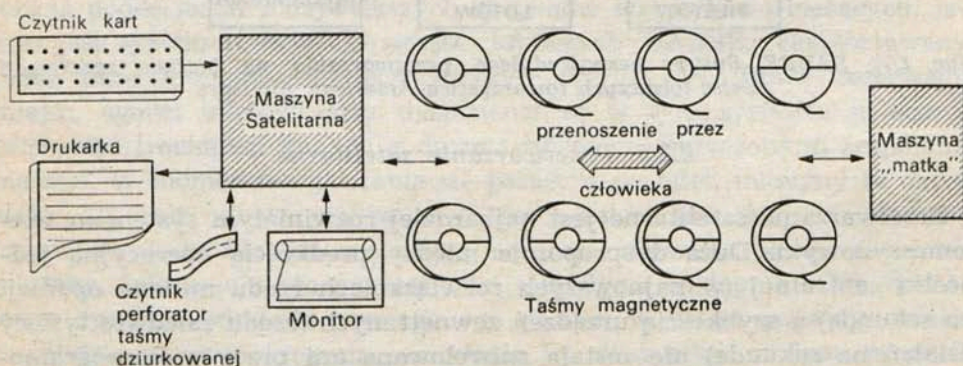
a) maszyny duże, o dużej prędkości operacyjnej jednostki centralnej i szczupłym wyposażeniu w urządzenia zewnętrzne,

b) maszyny małe, o małej prędkości operacyjnej jednostki centralnej, ale za to raczej bogatym wyposażeniu w urządzenia zewnętrzne, o odpowiednio dobranych parametrach stosownie do potrzeb. Proces satelitarnego przetwarzania polega na przejęciu przez maszynę małą, zwaną satelitarną:

— operacji wczytywania danych do pamięci zewnętrznej, której zawartość podlega spedycji bądź transmisji do maszyny dużej,

— operacji wydawania wyników na wolnej drukarce. Wyniki te obliczane są na maszynie dużej i przechowywane w pamięci zewnętrznej, a następnie w celu wydrukowania przekazywane zostają pośrednio lub bezpośrednio do maszyny małej.

Natomiast maszynie dużej, zwanej „matką”, przekazuje się właściwe funkcje obliczeniowe, które pozwalają na pełne wykorzystanie wydajności jednostki centralnej. Czytnik kart lub taśmy dziurkowanej jest potrzebny maszynie dalej tylko do wprowadzania programów, o ile nie



Ryc. 2.13. System satelitarny komputerów

można tego dokonać za pomocą pamięci taśmowej. Drukarka jest tu wykorzystywana jako monitor tabulujący ewentualne błędy lub polecenia odnośnie do dalszego postępowania.

System satelitarny może funkcjonować pośrednio, jeśli nośniki pamięci zewnętrznych przekazywane są przy udziale człowieka (por. ryc. 2.13).

bądź bezpośrednio, jeśli obie maszyny są połączone z sobą liniami transmisji danych lub kanałami synchronizatorów pamięci zewnętrznych.

Ostatnio w najpoważniejszych światowych firmach konstruowane są rodziny maszyn cyfrowych, obejmujące małe i duże jednostki, które można zestawić w układ satelitarny. Ilustruje to następujące zestawienie:

Maszyna satelitarna	Maszyna „matka”
IBM 1400	IBM 7000
IBM 360/30	IBM 360/85
IBM 370/135	IBM 360/165
Gamma 100,50	H 400
ICL 1004	ICL 1900
System 4-10	System 4-70
Honeywell 110	Honeywell 3200
CDC 3300	CDC 6600

W systemie satelitarnym można wykorzystywać takie elementy kompleksowej organizacji pracy, jak:

— scentralizowane dysponowanie mocą obliczeniową, umożliwiające przerzucanie obciążenia z jednej maszyny na drugą (*load-sharing*),

— współzastępowalność (*compatibility*) maszyn na wypadek awarii jednej z maszyn,

— zdecentralizowane zbieranie i scentralizowana agregacja informacji.

Dzięki systemom satelitarnym możliwe jest zbudowanie krajowych sieci obliczeniowych zjednoczeń, resortów, a nawet całego państwa. Według tej zasady pierwszą sieć zbudowała w 1964 r. Australia, gdzie kosztem paru mln funtów angielskich zakupiono jako „matkę” 1 maszynę typu CD 3600, a jako satelitarne 5 maszyn typu CD 3200.

Przykładem pracy systemu satelitarnego może być ośrodek obliczeniowy zakładów raketowych koncernu Lockheed (California). Jest on zaliczany do największych w USA. Wyposażony jest w trzy duże maszyny typu IBM 7094, trzy maszyny typu IBM 7040 oraz dziewięć maszyn typu IBM 1401. Programy są opracowywane przez 200 programistów zatrudnionych w ośrodku oraz 800 specjalistów spośród 25 000 osób personelu zakładów. Ośrodek pracuje na trzy zmiany w ciągu siedmiodzinnego dnia pracy⁶. Jego biblioteka taśm magnetycznych zawiera 10 000 krążków. W związku z tak dużym systemem powstało wiele trudnych, choć typowych zagadnień organizacyjnych. Między innymi należało podwyższyć wydajność jednostek centralnych oraz urządzeń zewnętrznych, jak również pracy operatorów. Okazało się bowiem, że występuje bardzo poważne zużycie czasu maszyny głównej na przygotowanie i zakończenie pracy (przekładanie krążków taśmy magnetycznej), aktualizację ewiden-

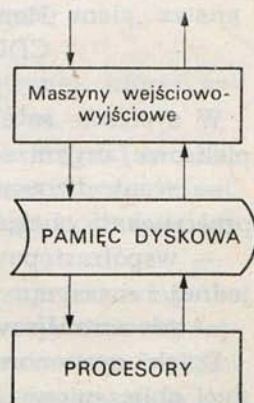
⁶ W latach 1966/1967 ośrodek zaczął wymieniać maszyny IBM na maszyny trzeciej generacji — Univac 1108.

cji metryk taśm magnetycznych (zakładanie i wymazywanie) itp. Powstała konieczność zmniejszenia całkowitego eksploatacyjnego czasu przetwarzania, gdyż na wyniki dostarczonych programów należało czekać od 6 do 30 godzin.

Z analizy wynikało, że nawet poważne rozwinięcie systemu operacyjnego nie daje zadowalających wyników. Ponadto stwierdzono, że gdyby nawet wzrosła 50-krotnie prędkość operacyjna jednostki centralnej IBM 7094, to tylko 2-krotnie zmalałby czas całkowity przetwarzania. Projektowanie nowej struktury systemu oparto na metodach symulacyjnych. Opisano każdy rodzaj przetwarzanych programów, każdy moduł zespołu, procedury operacyjne systemu oraz wymagane programy standardowe. W ten sposób opisano 1900 problemów przetwarzania każdego tygodnia. W wyniku symulacji wybrano koncepcję struktury układu maszynowego oraz dobrano liczbę poszczególnych modułów. Nowa struktura układu maszynowego (por. ryc. 2.14) polega na połączeniu maszyn szybkich i wolnych przez pamięć dyskową RAMAC, która spełnia rolę transportera informacji między maszynami. W takim systemie wielomaszynowym maszyny typu IBM 7040 spełniają rolę satelitów, natomiast maszyny typu IBM 7094 są procesorami przeznaczonymi wyłącznie do prowadzenia właściwych obliczeń. Dane wprowadza się przez czytniki maszyn satelitarnych do pamięci dyskowej, skąd pobiera się je do obliczeń w procesorach zgodnie z programem, który koordynuje przetwarzanie według listy priorytetów. Czas na uaktualizowanie harmonogramu oraz określenie optymalnej sekwencji przetwarzania następnych problemów wynosi 1 s i tylko ten okres stwarza przerwę między przetwarzaniem kolejnych zadań. Wyniki przetwarzania przesyłane są w odwrotnym kierunku do pamięci dyskowej, skąd są pobierane przez maszyny satelitarne w celu wydania na drukarce.

Wprowadzenie danych odbywa się za pomocą dowolnego z czytników kart, zależnie od tego, który z nich jest wolny. Karty dostarczane są do czytników dwutaśmowym przenośnikiem. Pamięć dyskowa jest więc buforowym bankiem danych, z którego zgodnie z listą priorytetów pobiera się do obliczeń dane oraz wybrane programy. Modułowy układ maszynowy (por. ryc. 2.15)⁷ jest układem elastycznym i w zależności od potrzeb można do niego włączyć: do 102 jednostek pamięci taśmowej (przez IBM 7094), do 24 jednostek dyskowych, do 8 drukarek.

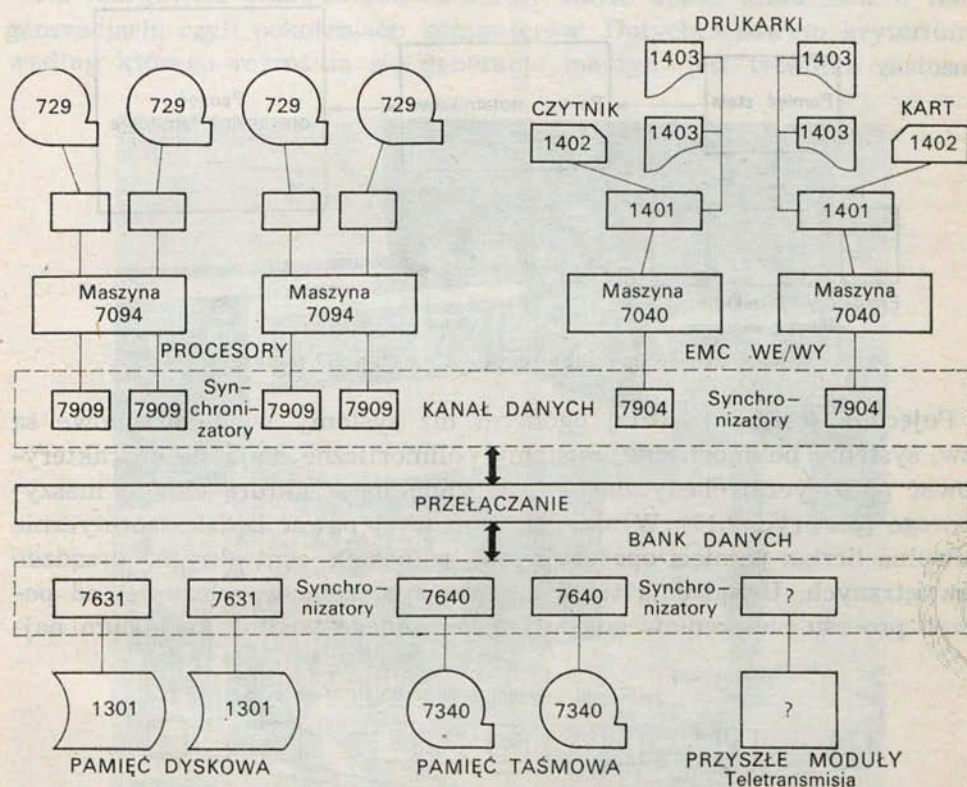
Dla opisywanego systemu symulowano kilkanaście wariantów struk-



Ryc. 2.14. System satelitarny komputerów; połączenie maszyn jednostkami pamięci zewnętrznej — dyskami

⁷ Ryc. pochodzi z pracy, *A Multiprocessing Approach to a Large Computer System*, IBM System Journal Volume One, 1962 September, s. 66.

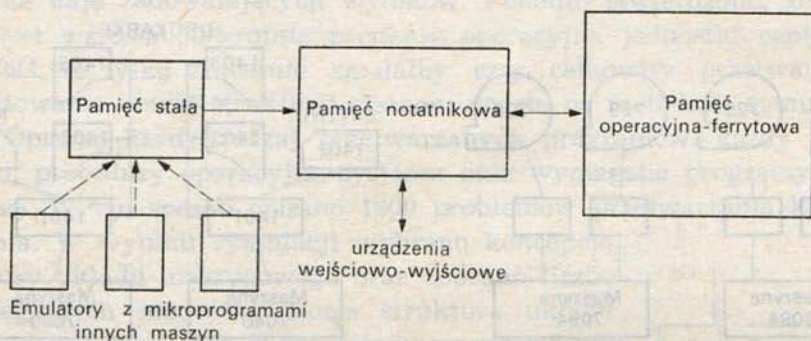
tury ilościowej modułów. Czas pracy bardzo szybkich maszyn IBM 7094 skrócono o 11⁰/₀, co daje tygodniowo 37 godzin oszczędności i stanowi wartość kilkudziesięciu tysięcy dolarów. Dzięki nowej strukturze układu maszynowego uzyskano 7, a nawet 12-krotne skrócenie całkowitego eksploatacyjnego czasu przetwarzania typowego zadania obliczeniowego.



Ryc. 2.15. Struktura zestawu komputerowego systemu satelitarnego w Lockheed-Sunnyvale California

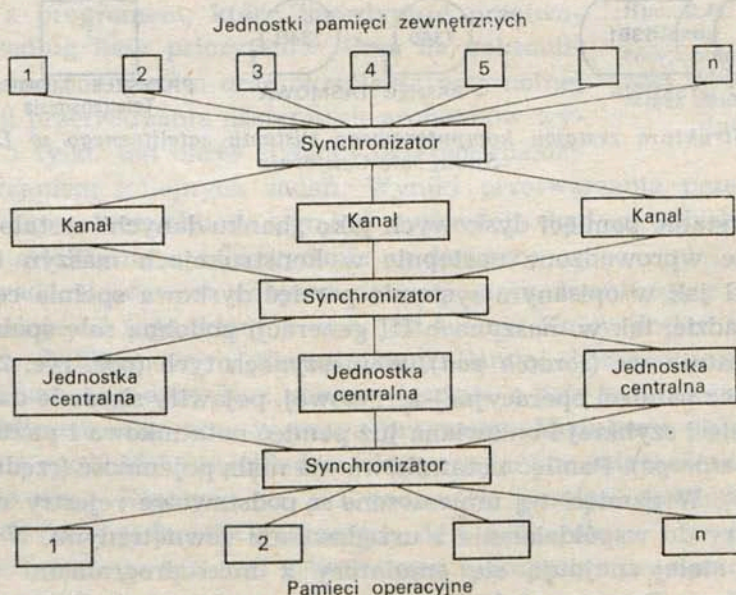
Wykorzystanie pamięci dyskowych jako „banku danych” zostało w pewnym sensie wprowadzone następnie w konstrukcjach maszyn tzw. III generacji. I jak w opisanym systemie pamięć dyskowa spełnia centralną rolę w układzie, tak w maszynach III generacji podobną rolę spełnia tzw. pamięć notatnikowa (*scratch pad*). W maszynach tych (por. ryc. 2.16) bowiem, oprócz pamięci operacyjnej-ferrytowej, pojawiły się dwie dalsze odmiany pamięci szybkiej i omawiana już pamięć notatnikowa i pamięć stała (*read only storage*). Pamięć notatnikowa ma małą pojemność (rzędu 256 do 512 bajtów). W pamięci tej umieszczone są podstawowe rejestry maszyny oraz rejestry do współdziałania z urządzeniami zewnętrznymi. Natomiast w pamięci stałej znajdują się emulatory z mikroprogramami operacji maszyny (tzw. *firmware* lub *playware* albo *underware*). Pojawienie się tego typu pamięci rokuje dla oprogramowania duże możliwości rozwoju.

W pamięci stałej można bowiem umieszczać układy z mikroprogramami listy rozkazów innych maszyn, czyli tzw. emulatory. Dzięki nim maszyna taka realizuje programy innej maszyny. W maszynach IBM 360/30 emulator maszyn rodziny IBM 1400 ma formę odpowiednio metalizowanych kart, które perforuje się na dziurkarce.



Ryc. 2.16. Organizacja pamięci maszyn III generacji

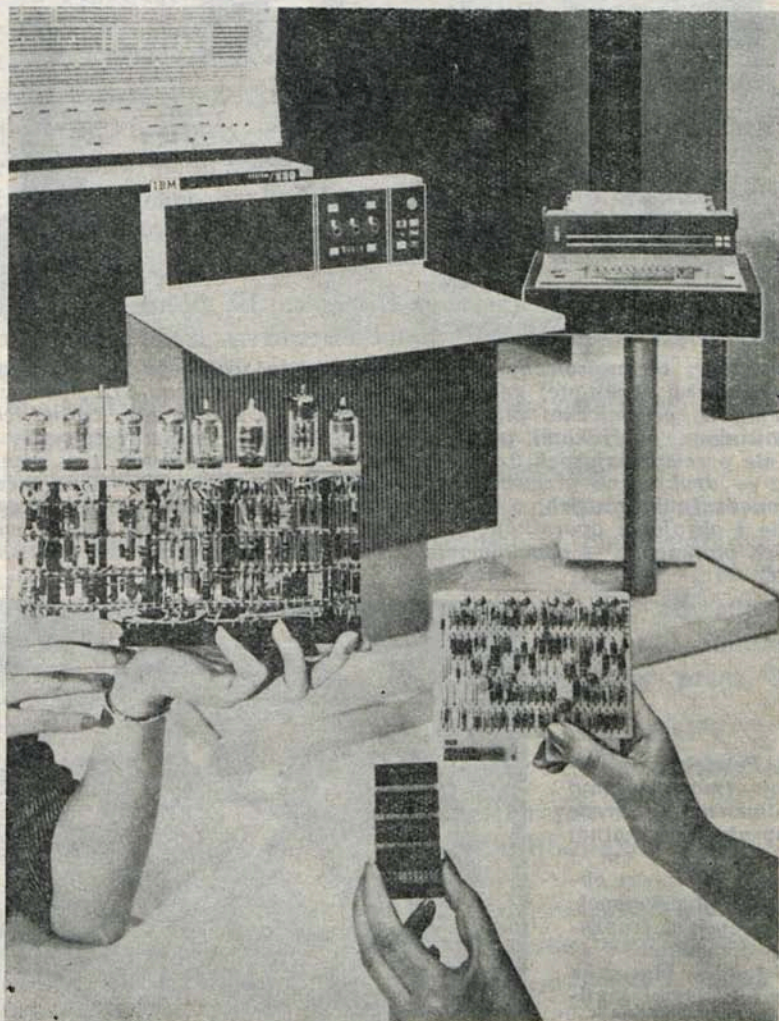
Pojęciem jeszcze bardziej ogólnym niż systemy wielomaszynowe są tzw. systemy polimorficzne. Systemy polimorficzne mają się charakteryzować nadzwyczaj elastyczną — samozmienną strukturą układu maszynowego (por. ryc. 2.17). W układzie tym występować będzie teoretycznie dowolna liczba: pamięci operacyjnych, jednostek centralnych, urządzeń zewnętrznych. Urządzenia te są ze sobą sprzężone w zależności od potrzeb procesu obliczeniowego, optymalizowanego według kryterium naj-



Ryc. 2.17. Układ modułów komputera w systemie polimorficznym

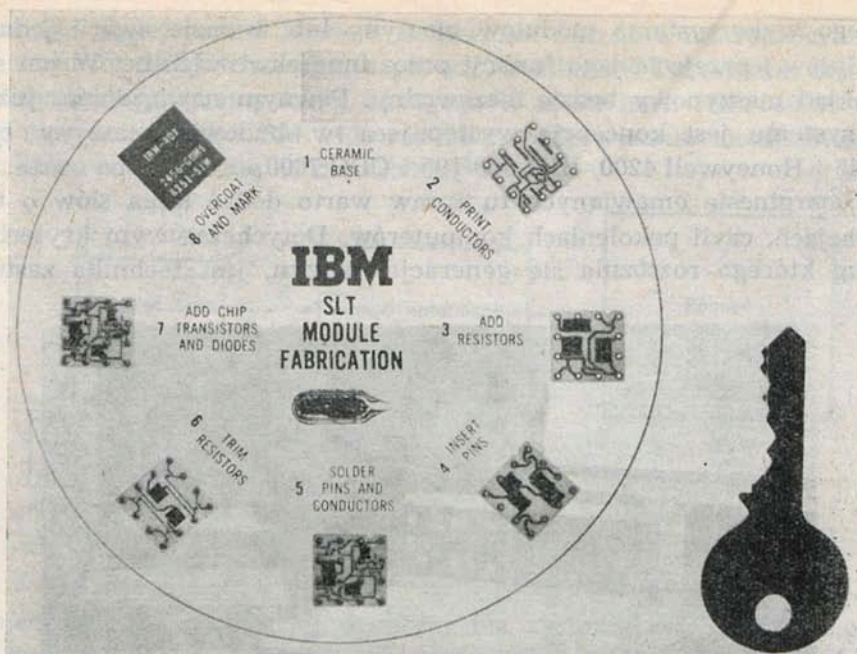
lepszego wykorzystania modułów maszyny lub w razie awarii jednego z modułów i przejęcia jego funkcji przez inne ekwiwalentne. W ten sposób układ maszynowy będzie niezawodny. Pewnym nawiązaniem już do tego systemu jest koncepcja występująca w budowie maszyny typu GE 645 i Honeywell 4200, IBM 360/195 i CDC 7600.

Na marginesie omawianych tu spraw warto dodać kilka słów o tzw. generacjach, czyli pokoleniach komputerów. Dotychczasowym kryterium, według którego rozróżnia się generacje maszyn, jest technika zastoso-



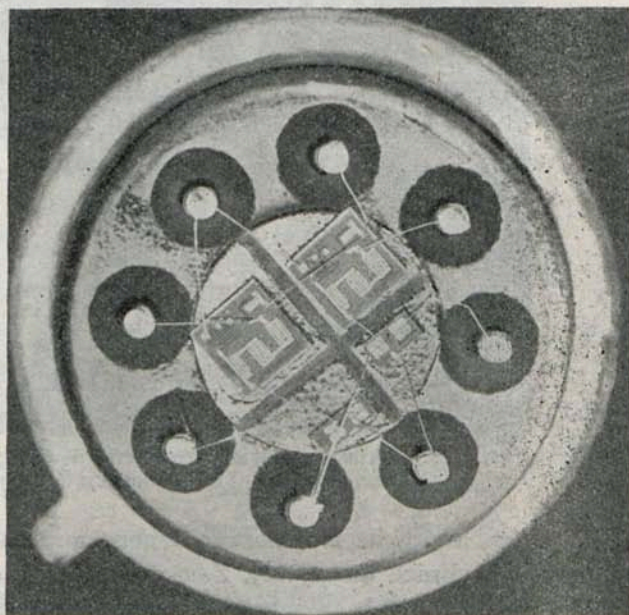
Ryc. 2.18. Pakiety maszyn I generacji (lampowej), II generacji (tranzystorowej), III generacji (obwody scalone)

wana w ich budowie. Do maszyn I generacji zaliczane są maszyny realizowane w technice lampowej. Zastosowanie natomiast tranzystorów i obwodów drukowanych w budowie maszyn zalicza je do maszyn II gene-



Ryc. 2.19. Proces technologiczny otrzymania obwodu scalonego-hybrydowego (IBM) według technologii określanej mianem: Splid Logie Technology-SLT, polegającej na umieszczeniu na ceramicznej płytce o powierzchni 1/2 cala kw. malutkich płytek z mikroobwodami, opornikami, tranzystorami i diodami zminiaturyzowanymi, o rozmiarach nie przewyższających 0,025 cala kw., tworzących funktor. 1 — płytka ceramiczna, 2 — drukowane przewody, 3 — dodanie oporników, 4 — przyłutowanie łączówek międzyfunktorowych, 5 — zlutowanie przewodników z łączówkami, 6 — zestrojenie i okrojenie oporników, 7 — dołączenie tranzystorów i diod na malutkich płytkach, 8 — oznakowanie parametrami technicznymi (Fot. IBM)

Ryc. 2.20. Powiększony obwód scalony (monolityczny) maszyn System 4. Średnica kapsuły normalnej wielkości wynosi 1 cm i zawiera dwa komplety obwodów wielopłytkowych odpowiadających 6 tranzystorom, 4 opornikom i 12 diodom. Jedna płyteczka jest wielkości główki szpilki i w większych modelach odpowiada funktorowi (tzw. płytce monolitycznej). W modelach mniejszych dla uzyskania jednego funkтора łączy się kilka płyteczek: na jednej znajdują się tranzystory i diody, a na drugiej oporniki



racji, która pojawiła się w latach 1960/1961 z chwilą rozpoczęcia sprzedaży maszyn typu IBM 1401 i RCA 301. Natomiast w latach 1964/1965 wprowadzono nową technikę, realizowaną za pomocą tzw. układów scalonych (*integrated circuit*), które bardzo zminiaturyzowały gabaryty układów elektronicznych maszyn. Maszyny budowane w tej technice zaliczono do III generacji. Zaliczyć do nich można maszyny typu IBM 360, IBM 1130, RCA — Spectra 70, Univac 1108, System 4, Gamma 140, ICL 1900A i inne. Warto podkreślić, że w wielu wypadkach zakwalifikowanie maszyn do odpowiednich generacji jest trudne, czasem nawet mówi się o maszynach 2,5 generacji, np. o maszynie typu GE 400, realizowanej w technice *hi-pack*. Mówi się również o maszynach 3,5 generacji, np. NCR Century Series 600, której stosunek ceny do skuteczności przetwarzania jest tak korzystny w porównaniu z innymi maszynami III generacji, że zalicza się je do nieco wyższej generacji.

W wielu wypadkach kryterium podziału generacji według techniki zastosowanej w budowie jest nie dość precyzyjne. Bowiem z punktu widzenia układu logicznego maszyny, niektóre maszyny III generacji nie różnią się poza techniką od maszyn II generacji; szczególnie ma to miejsce przy porównaniu maszyn zapowiadanej IV i III generacji. Wydaje się, że oprócz rozróżniania techniki warto zwrócić uwagę na różnice występujące w układzie logicznym maszyny. Z tego ostatniego względu występuje dość duża różnica między maszynami II i III generacji w organizacji hierarchicznej pamięci poprzednio omówionej.

Na ryc. 2.18 przedstawiamy pakiety trzech pierwszych generacji komputerów matematycznych, które poza różnicą w niezawodności i prędkości działania znacznie różnią się gabarytami. Na ryc. 2.19 przedstawiamy schemat procesu technologicznego powstawania obwodu scalonego-hybrydowego produkcji IBM dla maszyn 360 i 1130, natomiast na ryc. 2.20 — scalony obwód monolityczny produkowany przez ICL dla maszyn System 4.

2.3. Organizacja przetwarzania w systemach wielodostępnych (abonenckich)

Rozwój zestawów komputerowych w latach siedemdziesiątych, prowadzi w kierunku budowy: a) minikomputerów jako bardziej specjalizowanych i tańszych oraz b) komputerów wielkich, a nawet i superkomputerów (cena ponad 10 mln dol.). W tym punkcie zwracamy uwagę na sposoby wykorzystania komputerów większych (należących do dużych, wielkich i super⁸) przez liczną grupę użytkowników liczących wspólnie na tym samym komputerze. Wykorzystanie tego typu komputerów znajduje (por. ryc. 2.21) miejsce w:

⁸ Por. A. Targowski, *Organizacja ośrodków obliczeniowych*, Warszawa 1971.