



OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

BAZA DANYCH

WYBRANE MATERIAŁY Z XXXII KONFERENCJI EPB DIEBOLDA W LONDYNIE
ORAZ DATA EXCHANGE, GRUDZIEŃ 1974 R., STYCZEŃ-LUTY 1975 R.

**Europejski
Program
Badawczy
Diebolda**

72

Warszawa 1975



OŚRODEK BADAWCZO-ROZWOJOWY INFORMATYKI

BAZA DANYCH

**WYBRANE MATERIAŁY Z XXXII KONFERENCJI EPB DIEBOLDA W LONDYNIE
ORAZ DATA EXCHANGE, GRUDZIEŃ 1974 R., STYCZEŃ-LUTY 1975 R.**

Europejski Program Badawczy Diebolda

*Wyłącznie do użytku
na terenie PRL*

72

Warszawa 1975

Tytuł oryginału: Conference proceedings meeting XXXII
London, November 12-14, 1974
Document NO.EC32
Diebold Research Program - Europe
December 1974
January/February 1975

Przekład: Aleksander Małecki
Redakcja: Andrzej Idźkiewicz

Komitet Redakcyjny

Mieczysław Gula, Andrzej Idźkiewicz, Janina Jerzykowska /sekretarz/, Jerzy Kisielnicki /zastępca przewodniczącego/, Stanisław Nelken, Krzysztof Skulski, Ryszard Terebus /przewodniczący/, Zdzisław Zapolski

Opracowanie stylistyczne: Małgorzata Frontczak
Opracowanie techniczne: Ryszard Wesołowski
Korektor: Grażyna Ryczko

Wydawca

OBRI-Dział Wydawnictw, 00-017 Warszawa, ul. Marszałkowska 104/122

Warszawa 1975., Nakład: 850+132 egz. Objętość: ark.wyd.13,50
ark.druk.31,50 Format A4. Papier offsetowy kl.III, 80g, 61x86

WOSI "Wsp.Spr.", zlec.340/75

Cena zł 92.-

SPIS TREŚCI

Sesja C	- Przegląd zaawansowanej techniki: technika pamięci jako podstawa systemów baz danych William I. Donnelly, IBM Corporation, San Jose, California	5
Sesja D	- Magnetyczne pamięci domenowe i pęcherzykowe - Postępy w dziedzinie pamięci pierwotnych i wtór- nych Joseph F. Kruy, Cambridge Memories Inc., Bedford, Massachusetts.	24
Sesja F	- Rozmowa z Danielem Appletonem Byron Jackson Pump Division, Vernon, California..	39
Sesja G	- Wdrożenie systemu gospodarowania bazą danych Barry V. Smith, The Equitable Life Assurance So- ciety, Nowy Jork	71
Sesja H	- Problemy konwersji przy wdrażaniu systemu gospo- darowania bazą danych Barry V. Smith, The Equitable Life Assurance So- ciety, Nowy Jork	78
Sesja K	- Doświadczenia użytkowników stosujących systemy gospodarowania bazami danych R. Boot, National Computing Centre Limited, Man- chester, W. Brytania	104

Sesja N - Systemy scentralizowane czy rozproszone	
Mayford L.Roark, Ford Motor Company, Dearborn, Michigan	131
Sesja O - Systemy gospodarowania bazami danych - Punkt wi- dzenia dostawców	
Uczestnicy: R.K.Chisham, IBM; F.Johnson, Honey- well; W.Weickhmann, Sperry Univac; B.Halling, ADABAS Ltd.	152
System gospodarowania bazami danych "System 2000"	196
/DRP-E Data Exchange 1974 nr 12, s.31-43/	
Bank informacji New York Times'a	228
/DRP-E Data Exchange 1975 nr 1-2, s.1-11/	

Sesja C - PRZEGLĄD ZAAWANSOWANEJ TECHNIKI: TECHNIKA PAMIĘCI JAKO PODSTAWA SYSTEMÓW BAZ DANYCH

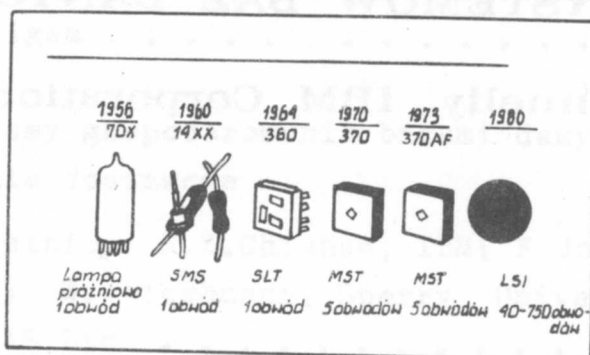
William I. Donnelly, IBM Corporation, San Jose,
California

DONNELLY: Nazywam się Bill Donnelly i jestem z Pracowni Prac Rozwojowych Ogólnego Wydziału Produkcji IBM w San Jose. Będę mówić o historii i kierunkach rozwoju urządzeń pamięci o dostępie bezpośrednim.

Dla wprowadzenia powiem, że za powód swej dumy uważam, że pracowałem osobiście przy wszystkich urządzeniach pamięci masowej, jakie kiedykolwiek wyprodukował IBM, poczynając od systemu 305 RAMAC, wyprodukowanego w San Jose w końcu lat pięćdziesiątych. Przy opisie RAMACu zacznę od zastosowanego przez nas nośnika danych. Był to 24-calowy dysk z pięciocalowym pasmem zapisu. Ułożyliśmy 50 takich dysków w jeden zespół i na tym zespole przechowywaliśmy 5 milionów znaków. Jeśli prześledzić obliczenie, okaże się, że zespół tej wielkości przedstawia sobą około 16 000 cali kwadratowych powierzchni dysku. Przy dzisiejszej technice - w urządzeniach pamięci 3330 lub 3340 Model 11 - przechowujemy całą zawartość takiego zespołu, tzn. 5 mln znaków, na wycinku niepełnych 90° jednego dysku 14-calowego. Co więcej, w granicach dzisiejszych możliwości technicznych leży przechowanie całej zawartości pamięci 305 RAMAC na około 1 calu kwadratowym jednego dysku 14-calowego. Otóż chcę dziś Państwu wyjaśnić, co to oznacza w sensie kierunku technicznego i architektonicznego, w jakim rozwijają się urządzenia pamięci masowej.

Ale dla pełności obrazu uważam za wskazane rzucić okiem także na niektóre inne dziedziny. Zanim przejdziemy do dziedziny, której poświęcimy większość naszego czasu, a mianowicie do dziedziny podsystemów zbiorów z dostępem bezpośrednim, przyjrzyjmy się dziedzinom układów logicznych i pamięci operacyjnych.

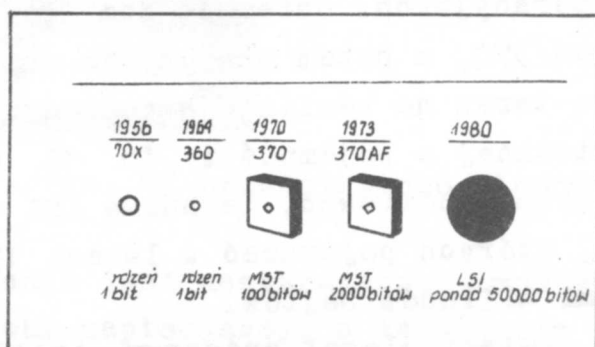
Zacznę od omówienia ewolucji, jaka zaszła w realizacji układów logicznych centralnych jednostek komputerów /rys. 1/.



RYS. 1 Rozwój układów logicznych

Proszę mi wybaczyć, że wszystkie moje wykresy zaczynają się od roku 1956, ale zamierzam omawiać sprawy o tyle o ile wiążą się z pamięciami masowymi o dostępie bezpośrednim i dlatego rozpoczynam relacjonowanie wszystkich problemów od roku 1956. W połowie lat pięćdziesiątych posługiwaliśmy się przy realizacji techniki układów logicznych lampami próżniowymi i w zasadzie mogliśmy otrzymać jeden obwód logiczny używając albo jednej, albo dwóch lamp próżniowych. W drugiej połowie lat pięćdziesiątych rozwój tranzystorów pozwolił nam przejść od tego co nazywamy "standardowym systemem modułowym" /standard modular system - SMS/, przy którym stosujemy tranzystory i składniki dyskretne do wykonywania tych samych funkcji, do których przedtem używaliśmy lamp próżniowych. Pierwszym większym przełomem w dziedzinie upakowywania było pojawienie się komputera System/360, w którym zastosowaliśmy tzw. "półprzewodnikową technikę układów logicznych" /solid logic technology - SLT/. Element tranzystorowy jest tak mały, że ponad 30 000 tych elementów może zmieścić się w zwykłym naparstku. Ale w zasadzie był to wciąż tylko jeden obwód logiczny na jeden moduł. W roku 1970 wdrożono, wraz z komputerem System/370, "technikę monolityczną" /monolithic system technology - MST/. Uzyskanie pięciu obwodów na tym samym półcalowym module, jakiego używaliśmy w SLT w komputerze System/360, było wyrazem postępu w dziedzinie gęstości pakowania. Umożliwił to "chip" MST, który przechodzi przez ucho od igły. Możecie więc Państwo zdać sobie sprawę, jak małe wymiary mają te elementy. Następnie umieszcza się je na półcalowym module w celu zrealizowania rodziny obwodów logicznych. Nas-

tępnym ważnym krokiem, jakiego należało oczekiwać w dziedzinie układów logicznych, jest wdrożenie techniki nazwanej "układami integracji wielkoskalowej" /large scale integration - LSI/. Polega ona głównie na tym, że posuwa proces miniaturyzacji tak daleko, iż zamiast wytwarzania bardzo małych elementów, które mogą przejść przez ucho od igły, wprowadza się "chipy" LSI, które są wielkości ćwierćdolarówki. Pozwala to na znaczny postęp w upakowaniu układów logicznych w centralnej jednostce komputera.



RYS. 2 Rozwój pamięci operacyjnych

Przyjrzyjmy się teraz, co się działo z pamięciami operacyjnymi /rys. 2/. W roku 1956 stosowaliśmy rdzenie magnetyczne. Rdzeń magnetyczny jest to, jak wiadomo, kawałek materiału ferrytowego w kształcie pierścienia, pozwalający sterować przechowywaną informacją przez sterowanie kierunkiem strumienia wewnątrz tego bardzo małego elementu. A postęp techniczny w sensie zwiększenia gęstości i podnoszenia szybkości odbywa się głównie w drodze redukcji wymiarów tego pierścienia. I aby dać Państwu pojęcie o niektórych czynnikach ograniczających, powiem, że ostatnio wyprodukowane rdzenie mają wymiary rzędu 10 milicali /0,254 mm/, tzn. są tak małe, że gdybym wziął ich setkę i ułożył w szereg, stykając je krawędziami, zajęłyby tylko jeden cal. A gdy weźmiecie pod uwagę, że w celu zrealizowania techniki rdzeniowej trzeba przeciągnąć trzy druciki przez bardzo drobny otwór w środku tego rdzenia, zrozumiecie, że dochodzimy już do granic tego, co można zrobić dla podniesienia szybkości i gęstości przez dalszy rozwój tej techniki. Toteż w komputerze System/370 dokonano przejścia do techniki obwodów scalonych, czyli do zastosowania elementów, które jak poprzednio widzieliśmy, przechodzą przez ucho od igły oraz do wdrożenia półprzewodniko-

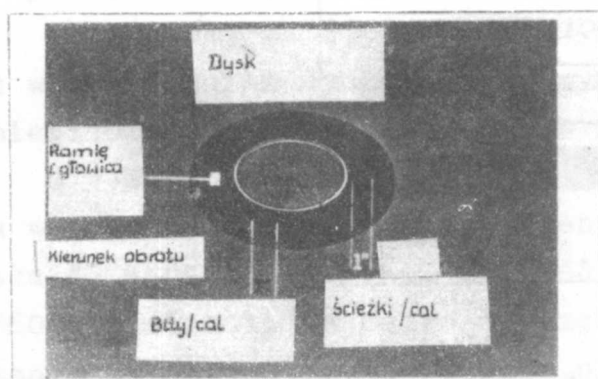
wej techniki monolitycznej /MST/. Widoczny tu jest znaczny postęp pod względem gęstości, ponieważ w czasie wypuszczenia na rynek tego komputera udało się nam zmieścić około 1000 bitów na jednej takiej bardzo małej półcalowej płytce. W maszynach "o zaawansowanych funkcjach", czyli maszynach wirtualnych IBM 370/158 i 168, udoskonaliliśmy tę technikę i mniej więcej podwoiliśmy pojemność tych małych płytek. Z kolei, jak można było oczekiwać, również technika LSI znalazła zastosowanie w dziedzinie pamięci operacyjnych. Obiecuje ona też znaczny wzrost pojemności. System/370, a potem maszyny "o zaawansowanych funkcjach", pozwalają teraz na realizację pamięci zarówno rzeczywistej jak i wirtualnej o pojemności do 16 milionów bajtów. I jak można się było spodziewać, technika LSI otwiera drogę ku systemom pamięci, których pojemność w latach 1980-tych mierzyć się będzie setkami milionów bajtów.

Również koszt pamięci ulegał znacznym obniżkom. Oczywiście w 1956 roku nie było na rynku pamięci o pojemności miliona bajtów. Ale gdyby taka była, kosztowałaby około 130 000 dolarów miesięcznie. W czasie pojawienia się komputera System/360 koszt ten wynosił już poniżej 20 000 dolarów. System/370 dalej obniżył ten koszt do 10 000 dolarów, a maszyny "o zaawansowanych funkcjach" - do około 5 300 dolarów za milion bajtów. Widać więc, że dokonaliśmy znacznego postępu w zakresie obniżenia kosztu pamięci operacyjnej i wydaje się, że dzięki pojawieniu się układów LSI możliwe będą w przyszłości dalsze udoskonalenia oparte na tej technice.

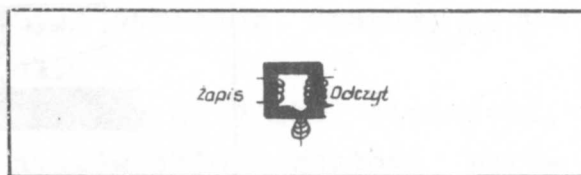
Dla oceny techniki pamięci zewnętrznych sędzę, że należy przyjrzeć się jej bliżej w trzech aspektach. Po pierwsze - co trzeba zrobić, by pomieścić maksimum informacji na jakimkolwiek dysku? Po drugie - co trzeba zrobić, by pomieścić jak największą liczbę ścieżek na powierzchni dysku? Po trzecie - jaki mechanizm ustawiający trzeba zastosować, by odnajdować miejsca tych ścieżek? Innymi słowy - zajmę się bitami, ścieżkami i systemami mechanizmów ustawiających. Interesują nas przy tym przede wszystkim gęstości jakie możemy uzyskać.

Punktem wyjścia dla techniki dyskowej jest niepolerowane matowe podłoże aluminiowe, które następnie bardzo gładko toczy

się diamentem, a potem pokrywa nadzwyczaj cienką powłoką złożoną z cząstek tlenku żelaza zawieszonych w lepiszczu z żywicy epoksydowej /rys. 3/.



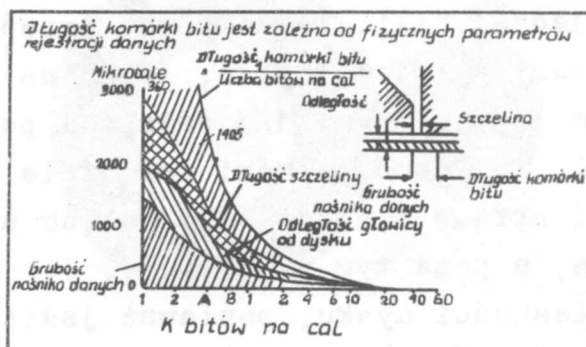
RYS. 3



RYS. 4

Na schemacie /rys. 4/ przedstawiono element do zapisu i odczytu danych.

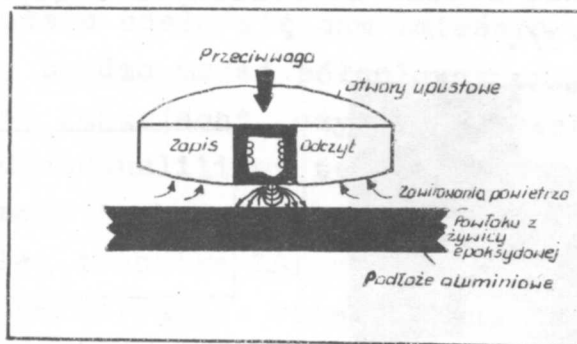
Zasada działania jest następująca: impulsy prądu zostają przesłane do cewki zapisującej, a ta stwarza strumień energii elektromagnetycznej, skoncentrowany wokół szczeliny. Pole elektromagnetyczne wiąże się z punktem na dysku, nasycza go, magnetyzuje i tworzy zapis informacji.



RYS. 5

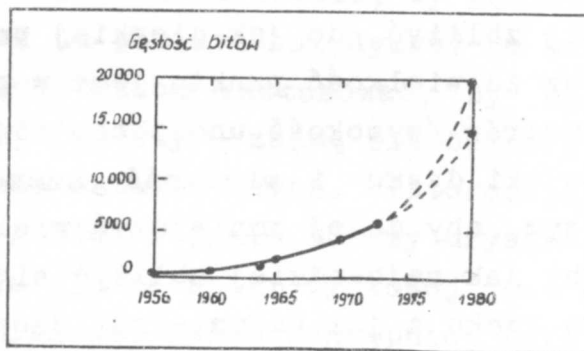
Ten z kolei wykres /rys. 5/, na którym tak wiele się dzieje, ilustruje nam w zasadzie, że wielkość punktów zapisu na dysku zależy od trzech kluczowych czynników: na jaką najmniejszą odległość możemy się zbliżyć, do jak cienkiej powłoki i z jak małą szczeliną, oraz że wielkość punktu jest w przybliżeniu sumą tych trzech parametrów /wysokość unoszenia się głowicy nad dyskiem, grubość powłoki dysku i wielkość szczeliny/. Pracujemy nieustannie nad tym, aby dalej zmniejszyć wielkość tego obszaru. To znaczy, aby jak najbardziej zbliżyć się do jak najcieńszej powleczonego dysku z jak najmniejszą szczeliną.

Rysunek 6 przedstawia schematycznie stosunek między dyskiem a głowicą.



RYS. 6

Obciążamy głowicę dostateczną energią, by weszła w kontakt z dyskiem i równoważymy ją siłą podnoszenia, która jest funkcją opływowego kształtu głowicy. Przy obecnej technice stosujemy unoszenie się głowicy nad dyskiem na wysokości 50 mikrocali / $1,25\mu\text{m}$ /. Chciałbym w tym miejscu zrobić porównanie: unosimy się na wysokości 50 mikrocali nad dyskiem czternastocalowym i gdy przedstawię to w odpowiedniej skali, wynika z tego następujący stosunek - 50 mikrocali ma się do 14 cali mniej więcej tak jak $1/3$ cala do jednej mili. Jeśli więc przeprowadzę analogię do tego, co osiągamy w tej technice, to można to porównać do latania samolotem na wysokości $1/3$ cala nad powierzchnią stawu o średnicy 1 mili. Już samo to mówi nam wiele o tej technice. Możemy sobie zdać sprawę z nadzwyczaj małych wymiarów, z jakimi mamy do czynienia, a poza tym zrozumiemy, jak wielkie są wymagania odnośnie płaskości dysku, ponieważ jeśli będzie na jego powierzchni pęcherzyk, zmarszczka lub cokolwiek innego, co odpowiadałoby wysokości $1/3$ cala nad powierzchnią jednomilowego stawu, zachodziłoby niebezpieczeństwo styku między głowicą a dyskiem.



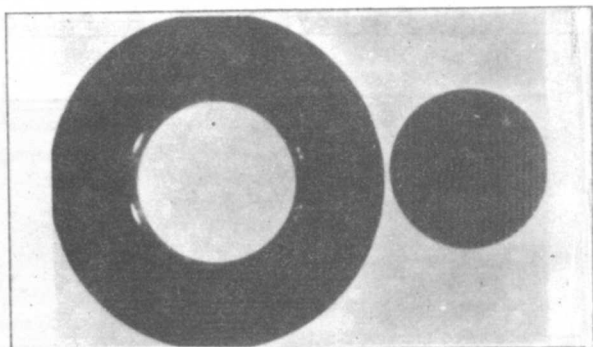
RYS. 7

Jeśli idzie o gęstość bitów, na wykresie /rys. 7/ przedstawiono, co zaszło w toku rozwoju niektórych naszych najważniejszych produktów.

Zaczęliśmy w 1956 roku od 100 bitów na cal. W 1960 roku, wraz z wprowadzeniem dysku 1311 i wymiennych pakietów dysków, podnieśliśmy gęstość do 500 bitów na cal.

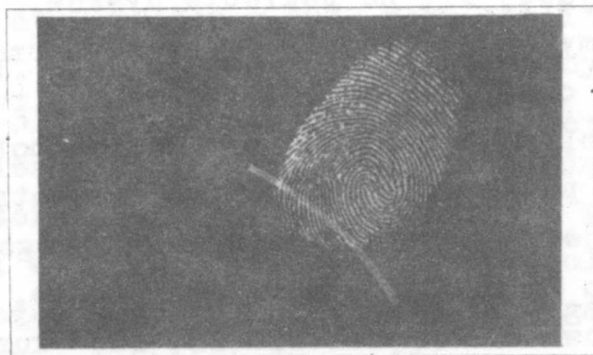
W 1965 roku przy dysku 2314 uzyskaliśmy do 2 200 bitów/cal, a w roku 1970 wraz z wypuszczeniem dysków 3330 - gęstość wzrosła do 4 040 bitów/cal. Gęstość na dyskach 3340 wynosi około 5600 bitów/cal. Na bazie dalszego doskonalenia omówionej wyżej geometrii, tzn. opracowywania układów, w których coraz bardziej zbliżamy się do coraz cieniej powleczonych dysków, można będzie uzyskać, jak się przewiduje, z końcem tego dziesięciolecia gęstości przekraczające 20 000 bitów/cal. Za chwilę pokażę Państwu, jaki to ma związek z niektórymi innymi parametrami dysku.

Tyle o gęstości bitów - a teraz przypatrzmy się gęstości ścieżek.



RYŚ.8

Oto obraz dysku 1311 /rys. 8/. Na dysku 1311 zapisywaliśmy 50 ścieżek na cal. I ktoś zauważył wówczas, że 50 ścieżek na cal, to mniej więcej te same wymiary, co gęstość linii papilarnych w typowym odcisku palca.



RYŚ.9

Toteż przyjęliśmy w San Jose odcisk palca jako miernik gęstości dysku i ilustracja, którą tu widzimy /rys. 9/ ukazuje postęp, jakiego dokonaliśmy. Jeśli to jest typowy odcisk palca, to jego linie papilarne są rozmieszczone z gęstością około 50 na cal. Na dysku 3340 w przestrzeni między dwiema sąsiednimi liniami odcisku palca zmieściliśmy sześć ścieżek. Na dysku 3330 Model 11, który obecnie dostarczamy odbiorcom, mieścimy na tej przestrzeni osiem ścieżek.

A teraz, zanim przejdziemy do następnego tematu, proszę się przyjrzeć odciskowi swego palca: w przestrzeni między dwiema sąsiednimi liniami papilarnymi mamy aż osiem ścieżek danych. A przy tym możemy zapisać te ścieżki na każdej naszej maszynie, a potem przenieść dysk na inną maszynę i we wszelkich warunkach otoczenia odtworzyć dane. Tę cechę nazywamy zamiennością.

Musimy być w stanie uczynić to, a system, za pomocą którego to czynimy nazywamy "cewką głosową do śledzenia ścieżki". Rysunek 10 jest schematycznym przedstawieniem systemu cewki głosowej i faktycznie mamy tu do czynienia z ruchomą cewką w polu magnetycznym.

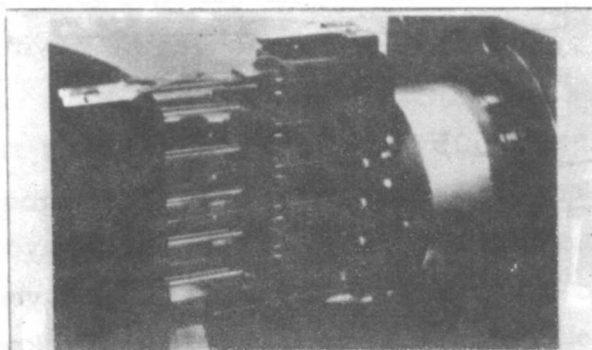


RYŚ. 10

Gdy przepuszczamy prąd przez tę cewkę, stwarzamy siłę, której możemy użyć do ustawienia dźwigni głowicy w stosunku do informacji znajdującej się na pakiecie dysków. Przez śledzenie ścieżki rozumiemy co następuje: jedna powierzchnia dysku jest z góry zapisana w czasie produkcji i używamy ruchomej cewki, by dostać się w pobliże pożądanego miejsca, a potem odczytujemy tę z góry zapisaną powierzchnię, analizujemy otrzymany odczyt, a wyniki przekazujemy drogą sprzężenia zwrotnego w zamkniętej pętli z powrotem do ruchomej cewki. Oznacza to, że gdy dysk obraca się mimośrodowo albo rozszerza się lub kurczy pod wpływem

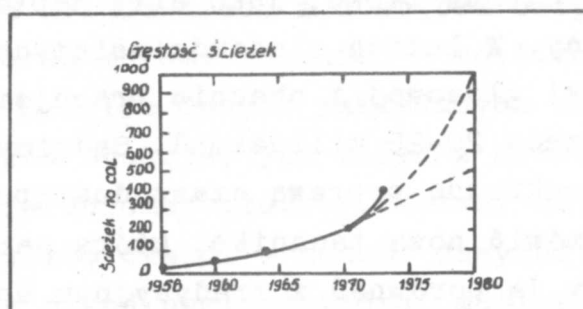
zmian temperatury, tego typu system daje nam możliwość dynamicznej kompensacji. Właśnie ten serwosystem śledzenia ścieżki pozwolił na uzyskanie tak bardzo gęstego upakowania ścieżek, jakie mamy w obecnej generacji sprzętu.

A oto fotografia cewki głosowej z założonymi i naładowanymi głowicami /rys. 11/.



RY5.11

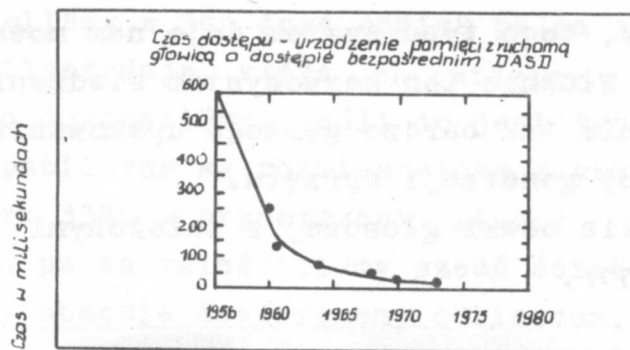
Jeśli idzie o gęstość ścieżek, możemy również rzucić okiem na wykres postępu w tej dziedzinie /rys. 12/.



RY5.12

Zaczęliśmy w 1956 roku od 20 ścieżek na cal w pamięciach 305 RAMAC. Wraz z wprowadzeniem zamienności w dysku 1311, doszliśmy do 50 ścieżek na cal. Gdy w latach 1964-1965 wypuszczaliśmy na rynek dyski 2314 i 2311, gęstość wynosiła 100 ścieżek na cal. Z pojawieniem się dysków 3330 w 1970 roku zbliżyliśmy się do 200 ścieżek na cal. W dwóch ostatnio wypuszczonych urządzeniach gęstość wynosi: w 3340 około 300 ścieżek na cal. a w 3330 Model 11 - około 370 ścieżek na cal. Prognozy wskazują, że w granicach możliwości technicznych leży co najmniej podwojenie dzisiejszych gęstości do końca obecnego dziesięciolecia.

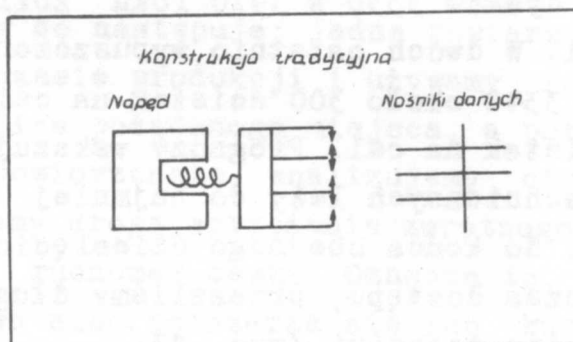
Jeśli idzie o czas dostępu, przeszliśmy długą drogę, głównie stosując trzy kolejne techniki /rys. 13/.



RYS. 13

W roku 1956, przy 305 RAMAC, stosowaliśmy metodę elektromechaniczną, przy której sprzęgło elektromagnetyczne i cięgła przesuwwały ramiona wzdłuż odległości fizycznych. Przesuwaliśmy ramiona nie tylko od ścieżki do ścieżki na tym samym dysku, ale także od dysku do dysku w ramach zespołu dyskowego. Prowadziło to do podanych na wykresie czasów dostępu, wyrażonych w milisekundach. W latach sześćdziesiątych przeszliśmy do techniki hydraulicznej, stosując ciecze hydrauliczne, pompowane to z jednej, to z drugiej strony tłoka, jako siłę napędową do ustawiania dźwigni głowicy. W latach siedemdziesiątych przeszliśmy do techniki tzw. cewki głosowej i obecnie pracujemy z przeciętnymi czasami dostępu rzędu 20-25 milisekund. Sądzymy, że można się liczyć z dalszą dwukrotną poprawą czasu dostępu.

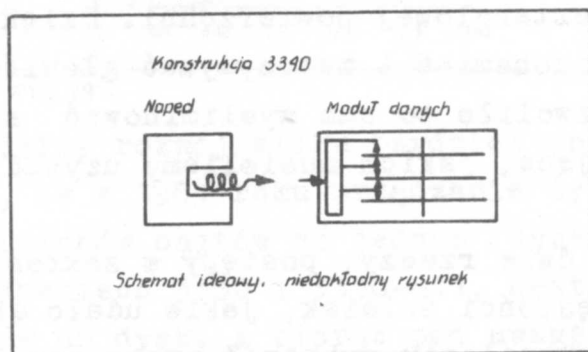
Chciałbym tu omówić nową technikę, którą nazywamy 3340. Aby ją docenić, musimy ją porównać z tradycyjnym sposobem projektowania napędów dyskowych. Widzimy tutaj /rys. 14/ przekrój przez dźwignię, mechanizm ustawiający i nośnik danych; widzimy sposób, w jaki zawsze dotąd oddzielaliśmy napęd od dysku, co polegało na wydzieleniu samego dysku. Oznacza to, że zespół napędowy obejmował mechanizm ustawiający, cewkę głosową, dźwignię i wszystkie głowice.



RYS. 14

Natomiast nośnik danych ograniczał się ściśle do samego nośnika - i tak jest np. w dysku 3330. W dysku 3340 istotna różnica polega na tym, że inaczej przeciągnęliśmy linię graniczną między napędem a nośnikiem.

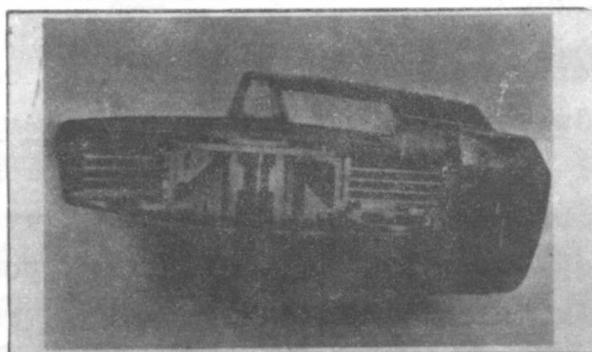
W uproszczeniu można by powiedzieć, że przecięliśmy dźwignię na połowę i że cewka głosowa pozostała częścią napędu, natomiast głowica i dźwignia stały się wraz z nośnikiem danych częścią tzw. modułu danych /rys. 15/.



RYS. 15

Pozwala to na dużą swobodę konstrukcyjną, jakiej nigdy przedtem nie mieliśmy w urządzeniach z dostępem bezpośrednim, a jest tak dlatego, że teraz możemy zmieniać możliwości urządzenia, zmieniając rodzaj modułów danych zakładanych na napęd. Możemy teraz oferować różne funkcje, jak widać z niedawnej informacji o możliwościach nieruchomej głowicy. Możemy uzyskać różną pojemność zmieniając liczbę dysków w module danych. Takie podejście techniczne otwiera przed nami niektóre możliwości, jakich nie mieliśmy przy żadnej z wcześniej stosowanych przez nas technik.

Jeśli się przyjrzymy przekrojowi modułu danych /rys. 16/, zobaczymy, że zawiera on pewną liczbę dysków, zespoły zapisu i odczytu oraz pozostałe urządzenia niezbędne do realizacji zastosowanej techniki.



RYS. 16

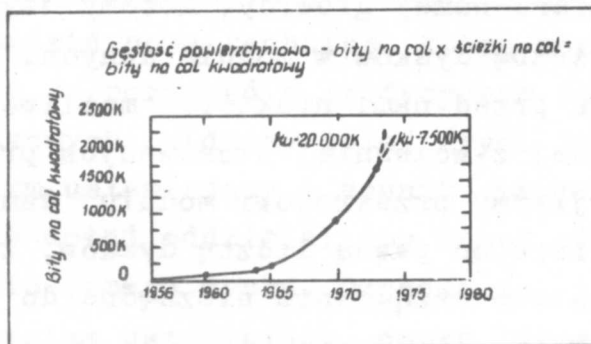
W zespole odczytu i zapisu dla 3340 montujemy na jednym zespole cztery głowice i umieszczamy ten zespół między dwoma dyskami.

Ponieważ na każdej powierzchni dysku używa się dwóch głowic, mechanizm ustawiający musi przesuwąć się tylko o jeden cal, by uzyskać dostęp do danych znajdujących się na pakiecie. Wcześniejsze mechanizmy musiały przesuwąć się o dwa lub więcej cali. Elementy głowicowe są znacznie mniejsze i bardzo słabo docisnięte do niemal beztarciowej powierzchni. Dzięki temu po raz pierwszy możemy uruchamiać i zatrzymywać głowice w styku fizycznym z dyskiem. Pozwoliło to nam wyeliminować skomplikowane urządzenia obciążające, jakich musieliśmy używać przy wcześniejszych technikach.

Omówiliśmy już dwie rzeczy: postępy w zakresie gęstości bitów i postępy w gęstości ścieżek, jakie udało się osiągnąć dzięki stopniowemu doskonaleniu wybranej przez nas techniki.

Przyjrzyjmy się teraz, co się dzieje, gdy zastosujemy te zwiększone gęstości bitów i ścieżek do czternastocalowego dysku.

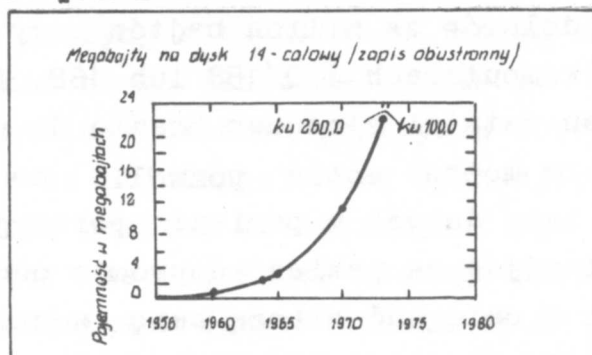
Na wykresie /rys. 17/ wyrażamy gęstość powierzchniową /tzn. iloczyn gęstości bitów i gęstości ścieżek/ w bitach na cal kwadratowy.



RYŚ. 17

W roku 1956 rozpoczęliśmy od 100 bitów na cal i 20 ścieżek na cal i gdy te dwie liczby pomnożymy przez siebie, otrzymamy 2000 bitów na cal kwadratowy. Przy obecnej technice osiągamy około 1,5 miliona bitów na cal kwadratowy. Z wykresu tego widać, jak znaczny postęp udało się osiągnąć przez podnoszenie gęstości bitów i ścieżek. Ale trudno jest ocenić, co to oznacza w praktyce, gdy bierze się pod uwagę tylko jeden cal kwadratowy dysku.

Na wykresie /rys. 18/ widzimy efekty podnoszenia gęstości bitów i ścieżek na przestrzeni czasu.

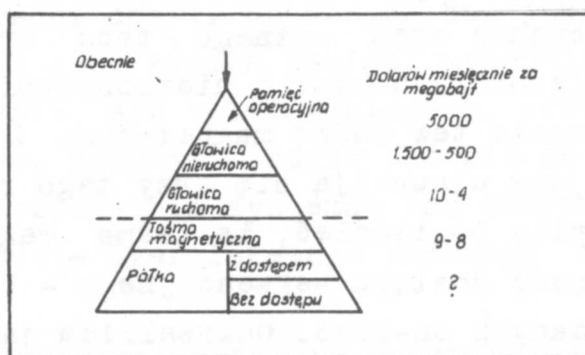


RYS. 18

Jeśli prześledzimy rozwój kilku bardziej popularnych produktów, stwierdzimy, że w 1964 roku urządzenie dyskowe 2311 mieściło poniżej 2 milionów bajtów na jednym dysku. Przy obecnej technice, w urządzeniach 3330 i 3330-011, gęstości przekraczają 20 milionów bajtów na dysk. A biorąc pod uwagę przewidywania, o jakich wyżej mówiliśmy, a mianowicie czterokrotny wzrost obecnej gęstości bitów i dwukrotny wzrost gęstości ścieżek, otrzymamy gęstości blisko 200 megabajtów na dysk, czyli mniej więcej taką pojemność, jaką miało ośmiotrzpieniowe urządzenie 2314. Zdajecie sobie sprawę, jakie poważne problemy upakowywania po- ciąga to za sobą i że będzie trzeba zapewne przyjąć zupełnie inną konfigurację systemów dyskowych.

Przypatrzmy się teraz dzisiejszym systemom informacyjnym.

Chciałbym je przedstawić tak, jak są one pokazane na rysunku 19.



RYS. 19

Zakładam, że gdzieś poza rysunkiem mam centralną jednostkę komputera. W tej chwili jednak nie interesuje mnie ona, interesuje mnie tylko baza danych, do której ta centralna jednostka

komputera ma dostęp. Otóż mamy dziś pamięci operacyjne, których koszt spadł na przestrzeni lat ze 100 000 dolarów za milion bajtów do około 5300 dolarów za milion bajtów przy obecnej technice zastosowanej w komputerach 370/158 lub 168. I gdy weźmie się pod uwagę nawet ten ostatni stosunek kosztu do pojemności, staje się jasne, że nie można sobie pozwolić na przechowywanie zbyt dużej części bazy danych w pamięci operacyjnej.

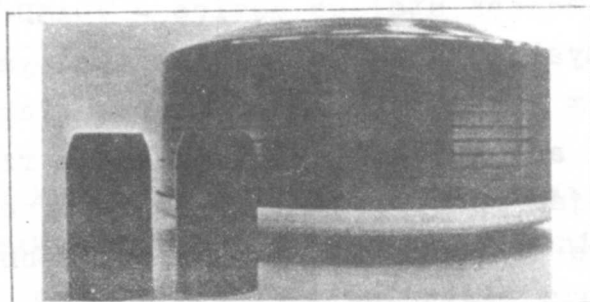
Można natomiast pójść na pewien kompromis odnośnie stosunku ceny do wydajności i osiągnąć niższą cenę kosztem sprawności, posługując się urządzeniami z nieruchomą głowicą, takimi jak dysk 2305. Dysk 2305 pozwala obniżyć stosunek ceny do pojemności do około 500 dolarów za milion bajtów, tak że w rezultacie otrzymujemy za te same pieniądze dziesięć razy więcej informacji. Ale nawet 500 dolarów za milion bajtów to wciąż jeszcze bardzo drogo, tym bardziej gdy weźmiemy pod uwagę możliwość przechowywania informacji pod ruchomymi głowicami, ponieważ przy użyciu urządzeń takich jak rodzina 333/3340 można uzyskać stosunek ceny do pojemności poniżej 10 dolarów za milion bajtów. A zatem mamy tu wyższość ekonomiczną wyrażającą się dwoma rzędami wielkości w porównaniu z głowicami nieruchomymi. Cóż więc macie począć? Oczywiście zrealizujecie ogromną większość swojej integralnej /on-line/ bazy danych umieszczając ją na dyskach magnetycznych obsługiwanych przez ruchome głowice. Odkreślam tę część rysunku dla zaznaczenia, że realizując swoją bazę danych, możecie wybierać spośród tych trzech możliwych wariantów urządzeń pamięci operacyjnej oraz różnego typu urządzeń pamięci zewnętrznej z głowicami ruchomymi i nieruchomymi.

Prawdopodobnie macie też taśmę magnetyczną i ta ostatnia ma wiele zalet, które nie ujawniają się przy tego rodzaju porównaniu, ale choć tu tylko powiedzieć, że taśma magnetyczna - ze względu na konieczność dostępu sekwencyjnego - nie nadaje się do przechowywania danych on-line. Odkreśliłem ją, aby zaznaczyć, że jest ona użytkowana albo przy przetwarzaniu partiovym, albo w charakterze pamięci rezerwowej.

Zwróćmy też uwagę, że znaczną ilość danych przechowuje się na półkach w postaci albo dostępnej, albo niedostępnej dla maszyny. Dane dostępne to te, które są przechowywane na szpulach

taśmowych, pakietach dyskowych, plikach kart lub w innej postaci czytelnej dla maszyny. Dane niedostępne są to dane w formie nieczytelnej dla maszyny albo dlatego, że są zbyt objętościowe, albo dlatego że nie są we właściwej postaci.

Znaczne poruszenie w świecie przemysłu informatycznego wywołała, i zasługuje na omówienie w tej dyskusji, nasza ostatnia nowość w dziedzinie pamięci zewnętrznych. Tym nowym produktem jest System Pamięci Masowej /Mass Storage System - MSS/ posługujący się jako nośnikami danych ładunkami 2" x 4". Dwa takie ładunki są równoważnikiem pakietu dyskowego o pojemności 100 megabajtów albo 10 typowych szpul taśmy magnetycznej /rys. 20/. Dane są zapisywane na paskach podobnych do wzoru, jaki widzicie na moim krawacie. System jest modułowy i może przechowywać równowartość od 3 500 do 47 200 szpul taśmy magnetycznej.



RY5.20

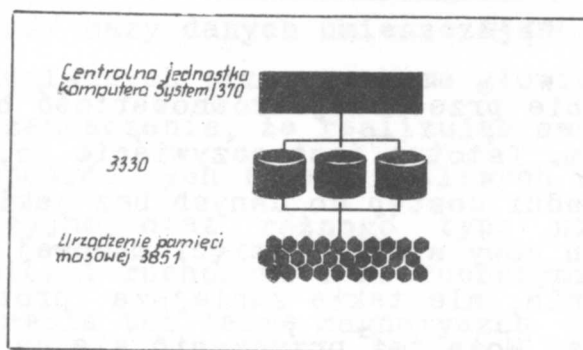
Nasze urządzenie przechowuje równowartość biblioteki złożonej z 25 000 taśm. Istotne jest oczywiście to, że nowe urządzenie daje bezpośredni dostęp do danych bez jakiegokolwiek udziału operatora. Ten nowy system pamięci masowej nie tylko zmniejsza czas zakładania, ale także zmniejsza problemy związane z błędami operatora. Może też przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa przy utrzymywaniu systemów baz danych. Ładunki są przechowywane w układzie sześciokątnym podobnym do plastra miodu /rys. 21/.

Mechanizm dostępu podchodzi po najkrótszej drodze do pożądanego ładunku i przenosi komórkę do stacji odczytu/zapisu. Tam zostaje zdjęta pokrywka, a pasek zostaje nawinięty na trzpień /rys. 22/.



RYS. 21

Kombinacja poruszającego się paska i obracającej się głowicy czytającej względnie zapisującej daje w efekcie ukośne pasma zapisanej informacji. Dla komputera system MSS przedstawia sobą jak gdyby bardzo duży zbiór rzeczywistych urządzeń dyskowych. Ten pozorny obraz przypomina koncepcję pamięci wirtualnej i stąd nazwa "wirtualne urządzenie pamięci o dostępie bezpośrednim" /virtual direct access storage device - VDASD/. Niektóre spośród udanych pomysłów, zastosowanych w tym systemie, to sterowane przez system zakładanie, przy którym tablica zawartości przenoszona jest automatycznie z ładunku do rzeczywistych urządzeń dyskowych, jak również statystycznie przewidywane ładowanie danych, które prawdopodobnie będą potrzebne.

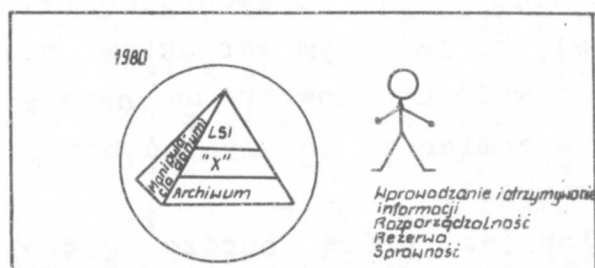


RYS. 22

Dane rozmieszcza się w rozporządzalnych rzeczywistych urządzeniach pamięci w sposób przyrostowy, po osiem cylindrów. Aktualizacji dokonuje się tylko przez przepisanie tych przyrostów ośmiocylindrowych, które uległy zmianie. Przełączanie, podwójne elementy sprzętu, równoczesna aktualizacja i najbardziej skuteczny system poprawy błędów, jaki kiedykolwiek wymyśliliśmy - obiecują niespotykany dotąd poziom niezawodności. Po raz pierw-

szary oferujemy bezpośredni dostęp do informacji po cenie znacznie niższej niż 1 dolar za 1 milion bajtów miesięcznie,

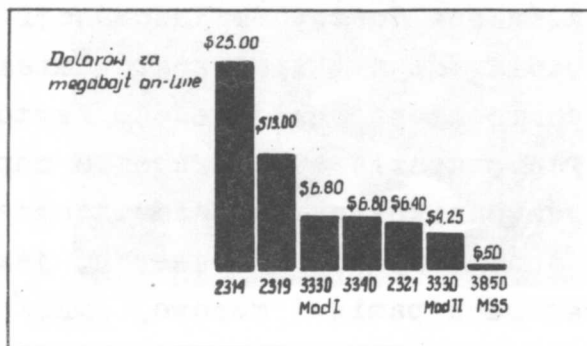
Tendencją w technice jest dążenie do sytuacji "wszystkie zbiory on-line". Ten przyszły sprzęt będzie zapewne opierał się na zespołach półprzewodnikowych układów integracji wielkoskalowej, doskonałej technice dysków wirujących, jaką wyżej opisaaliśmy, oraz na systemach pamięci masowej /MSS/ w celu stworzenia wysoce sprawnej, hierarchicznej struktury bezpośredniego dostępu.



RYS. 23

Rozwój zmierza ku kombinacji trzech podstawowych technik: integracji wielkoskalowej LSI, o której wspomniałem wyżej, techniki, którą nazwę po prostu "X" i techniki archiwalnej /rys. 23/. Przez "X" rozumiem tu jakąś nieznaną jeszcze, ulepszoną technikę pakowania dysku, która mieści się w ramach poprzednio przeze mnie opisanych technik dyskowych. Mam tu na myśli dysk, który będzie prawdopodobnie nieruchomy^{x/} i na pewno obsługiwany przez ruchomą głowicę oraz upakowany z zastosowaniem jakiegoś typu przechowywania hierarchicznego. Pragnę podkreślić, że dobrze byłoby oczywiście zrealizować całą bazę danych na zasadzie jakiejś wysoce sprawnej egzotycznej techniki, takiej jak np. LSI, ale pozostaje faktem, że do czego przechowanie kosztuje 1 dolar w układzie LSI, można przechować kosztem 1 centa na dysku z ruchomą głowicą /rys. 24/. Ta różnica dwóch rzędów wielkości wskazuje, że w przyszłych strukturach pamięci poczesne miejsce zajmie technika dyskowa.

x/ "fixed" - być może autor ma na myśli niewymienne dyski /przyp. red./



RY5, 24

Technika archiwalna będzie prawdopodobnie opierać się na taśmie magnetycznej, bo istotnym warunkiem przechowywania archiwalnego jest gotowość użytkownika na znaczne obniżenie sprawności, skoro może w zamian za to uzyskać bardzo korzystny stosunek ceny do pojemności.

Pamięć archiwalna jest próbą bardzo głębokiego wgrzyzienia się w zbiory, które są obecnie przechowywane na półkach. I sądzę, że idealnym sposobem osiągnięcia tego jest odseparowanie użytkownika od charakterystyki samej bazy danych, a gdy się nam to uda i jeśli użytkownicy będą patrzeć na bazę danych w następujący sposób: "umieszczam tam swoją informację i dostaję ją z powrotem, wszystko czym baza dysponuje jest w systemach on-line, a dla moich kluczowych zbiorów istnieje rezerwa i uzyskuję od bazy poziom usług, jakiego chcę", wówczas będzie można powiedzieć, że osiągnęliśmy nasz cel.

Podsumowując to, co dziś powiedziałem - sądzę, że można śmiało stwierdzić, iż od czasu 305 RAMAC przeszliśmy szmat drogi i że na wirujących dyskach zajedziemy zapewne daleko w lata osiemdziesiąte, ponieważ dyski te są jednym z ważnych elementów przechowywania danych on-line.

Dziękuję Państwu za uwagę.

Pytania i odpowiedzi

SHERWOOD: Mam pytanie. IBM miał w latach sześćdziesiątych pewne urządzenia; była to pamięć fotocyfrowa /photodigital store 1350/. Miała ona mniej więcej taką samą pojemność, ale czterokrotnie większą szybkość przenoszenia danych niż 3850. Czy może mi Pan wyjaśnić tę tajemnicę?

DONNELLY: Gdyby był tu pan Morris, na pewno ucieszyłby się z tego pytania. W pamięci fotocyfrowej zastosowaliśmy elektrograficzną metodę zapisu zwaną "boostrophodonic", co w naszym bardzo specjalistycznym żargonie technicznym oznacza sposób podobny do ruchu przy koszeniu trawy. Kosi się ją w jednym kierunku, potem przesuwa się nieco w bok kosiarkę i kosi się drugie pasmo trawy idąc w przeciwnym kierunku. Tyle uproszczonego wyjaśnienia, które jak sądziłem powinienem być wtrącić, a teraz odpowiadam na pytanie. Otóż wyprodukowaliśmy wiele urządzeń szybszych niż "system pamięci masowej" /MSS/, mamy jednak w San Jose powiedzenie, że "trudno jest napić się wody z węża strażackiego". Bo gdy się przez chwilę zastanowimy, to zrozumiemy, że nie sztuka czasem zacząć z dużą szybkością, ponieważ kontynuacja z taką szybkością przez dłuższy czas jest trudna. Szybkość przenoszenia danych staje się jednym z parametrów systemu, który musi być zintegrowany z najsłabszym ogniwem łańcucha urządzeń, jaki staramy się skompletować. Proszę więc wziąć pod uwagę, że MSS przenosi dane zawsze do i z rzeczywistego urządzenia dyskowego 3330; szybkość przenoszenia danych 3330 wynosi 806 KB, a obecna szybkość MSS wynosi 874 KB. Choć więc w przeszłości wyprodukowaliśmy urządzenia wyżej stojące technicznie pod względem szybkości przenoszenia danych, to jednak szybkość obecnego urządzenia MSS całkowicie odpowiada ogólnej koncepcji systemu, w którego skład wchodzi.