

PL ISSN 0137 — 892  
Nr indeksu 38 142

wiedza  
i życie

11 1984



NUMER  
600

Komputer stał się tak powszechnym i oczywistym elementem naszej rzeczywistości, że aż trudno uwierzyć, iż minęło dopiero niespełna czterdzieści lat od zbudowania i uruchomienia pierwszych maszyn tego typu. Dziś ta niegdyś tajemnicza konstrukcja, nazywana nawet szumnie i z przesadą „mózgiem elektronicznym”, stała się towarzyszem pracy człowieka na wielu stanowiskach, i jako tak zwany komputer osobisty (ang. personal computer) wkracza do naszych domów, stając się niemal członkiem rodziny.

Gdyby zastosowania maszyn liczących ograniczały się tylko do zagadnień ściśle naukowych, czy nawet technicznych i ekonomicznych — przeciętny człowiek mógłby odnosić się do nich z dystansem i w zależności od osobistych zainteresowań — studiować doniesienia na ich temat albo ignorować całą tę problematykę. Sytuacja jest jednak inna. Prędzej czy później każdy z techniką komputerową lub skutkami jej działania musi się zetknąć, zatem nie można dalej udawać, że problemu nie ma. Wiedza na temat komputerów jest niezbędnym wyposażeniem intelektualnym współczesnego człowieka.

Potrzeba wiedzy o komputerach pozostaje jednak w sprzeczności z dostępnością literatury na ten temat. Owszem, jest na rynku księgarskim wyjątkowo dużo książek dotyczących różnych aspektów techniki obliczeniowej, są to jednak w większości pozycje przeznaczone dla profesjonalistów, zakładające zarówno szeroką wiedzę czytelnika, jak i dużą szczegółowość jego zainteresowań. Ten cykl artykułów przeznaczonych jest dla innego kręgu odbiorców. Dla ludzi, którzy nie spotkali się jeszcze z techniką obliczeniową lub spotkali się z nią przelotnie, a ich zainteresowania nie sięgają w głąb problemów, lecz dotyczą popularnego ujęcia najważniejszych informacji. Właśnie takiego, jakie jest potrzebne, by ze zrozumieniem przyjmować kolejne doniesienia i „być na bieżąco”.

# 0 KOMPUTERACH PRAWIE WSZYSTKO



Zacząć trzeba jak zwykle — od początku. Innymi słowy zanim przystąpimy do analizy zastosowań komputerów, ich możliwości, programowania i nietypowych rozwiązań z zakresu architektury logicznej, funkcjonowania i kontaktu z człowiekiem — a jest to świat fascynujących i na ogół mało znanych możliwości — zanim to wszystko nastąpi, trzeba odpowiedzieć na podstawowe pytanie: Co to jest komputer?

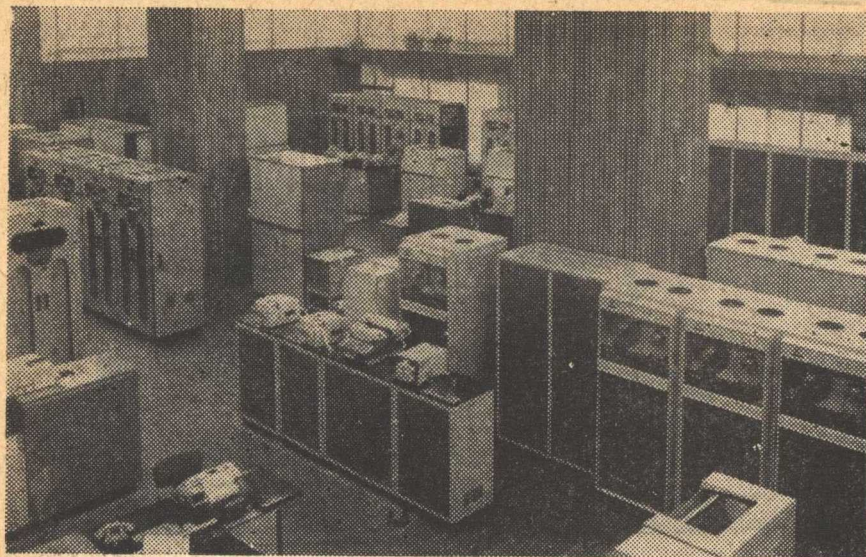
W oczach laika komputer jawi się jako struktura nad wszelkie pojęcie złożona, a dziesiątki tysięcy elementów, wchodzących w skład maszyny wydają się implikować tak skomplikowaną sieć połączeń wewnętrznych — że niewiarygodne wydaje się, iż są ludzie zdolni do zrozumienia tego gąszczy i swobodnego w nim penetrowania. Tymczasem istota zagadnienia jest nad wyraz prosta i możliwa do przedstawienia w kilkudziesięciu wierszach tekstu.

W typowym komputerze występu-

je zawsze tak zwana jednostka centralna i urządzenia peryferyjne. Dla prostoty pozostawmy na razie peryferiale na uboczu i skupmy uwagę wyłącznie na jednostce centralnej. Zresztą czynności jednostki centralnej determinują w zasadzie wszystkie zastosowania maszyn, a urządzenia peryferyjne — zgodnie z nazwą — pełnią funkcje pomocnicze.

W jednostce centralnej wyróżnić można układ sterowania, zarządzający wszystkimi czynnościami komputera zgodnie z napisanym przez człowieka programem. Szczegóły tego procesu bywają dość złożone, ale jeśli uświadomimy sobie, że program jest zbiorem szczegółowych rozkazów, określających kolejno wszystkie czynności komputera — wówczas rola układu sterowania staje się łatwiejsza do wyobrażenia: jest on posłusznym wykonawcą zawartych w programie poleceń.

Zasadniczy problem, jaki przy tym wynika, związany jest z właściwą in-



Jednostka centralna wygląda nieciekawie, za to jej funkcje są złożone i różnorodne.

terpretacją rozkazów, czyli z przepisem postępowania — co zrobić aby wykonać dany rozkaz. Na ogół takie przepisy postępowania, zwane mikroprogramami (osobne dla każdego rozkazu) zgromadzone są w specjalnej pamięci stałej, wchodzącej w skład jednostki centralnej. Pamięć ta, nazywana jest ze względu na sposób używania — pamięcią wyłącznie do czytania (po angielsku Read Only Memory — stąd powszechnie używany skrót: pamięć ROM). W uproszczeniu można więc wyobrazić sobie następujący schemat działania komputera: układ sterowania pobiera do wykonania kolejne rozkazy programu, znajduje w pamięci ROM przepis postępowania zapewniający wykonanie rozkazu i zgodnie z tym przepisem wysyła sygnały do pozostałych elementów maszyny. Proste? Oczywiście, tylko dzięki temu maszyna może tak pewnie, tak szybko i tak niezawodnie działać.

Układ sterowania musi mieć jednak wykonawców swoich poleceń. Najważniejszym z nich jest kolejny ważny podzespół jednostki centralnej — arytmometr, nazywany także jednostką arytmetyczno-logiczną (ALU). Jest to specjalizowany układ elektroniczny pod wieloma względami podobny do szeroko znanych kalkulatorów kieszonkowych: na rozkaz układu sterowania wykonuje obliczenia. Zresztą repertuar jego możliwości jest bogaty — obok działań na liczbach może wykonywać działania logiczne (rosztrzyganie złożonych wartości „prawda” lub „fałsz”), a także używany bywa do mających coraz większe znaczenie manipulacji na tekstach.

Podstawowym atrybutem arytmometru musi być szybkość działania, natomiast repertuar możliwości bywa — nawet w porównaniu z kalkulatorami — zawstydzająco ubogi. To niemal nie do wiary, ale w wie-

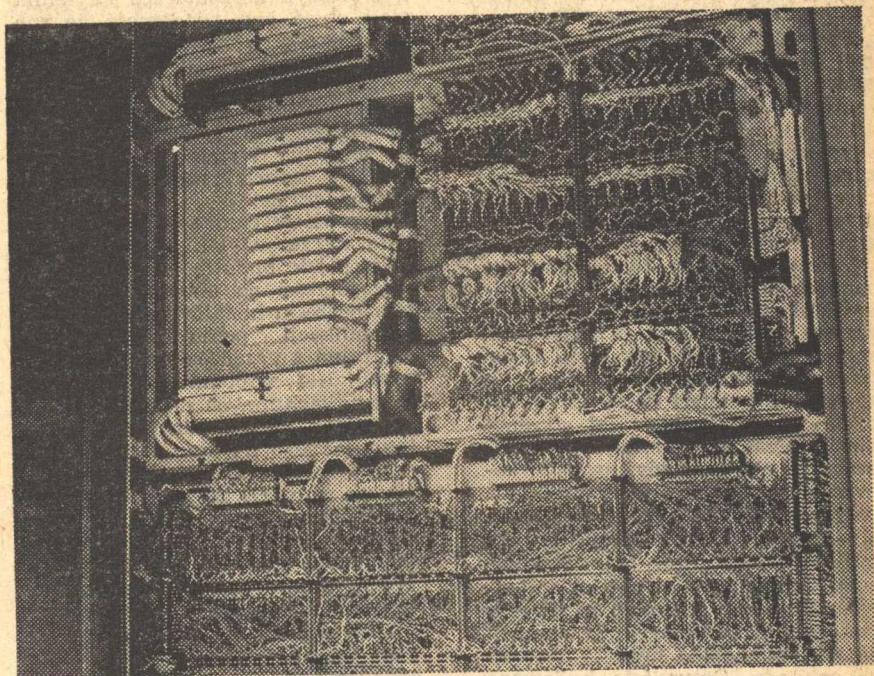
lu komputerach arytmometr potrafi tylko dodawać! Odejmowanie realizuje się już jako złożenie dwu operacji: zamiany liczby dodatniej na ujemną i dodawania, zaś mnożenie i dzielenie to złożone operacje, wykonywane pod kontrolą układu sterowania jako sekwencje odpowiednio dodawań lub odejmowań.

Jeśli za cenę tych uproszczeń uda się zapewnić wysoką szybkość przy umiarkowanym koszcie całego komputera — to jest to uzasadnione i praktycznie stosowane. Twórcom komputerów obcy jest snobizm i fałszywe ambicje — o wszystkim decyduje rachunek ekonomiczny i racje techniczne! Chyba że w grę wchodzi względy pozamerytoryczne — na przykład w wojskowości, ale to, jak

powiada Kipling — zupełnie inna historia...

Do omówienia pozostał już tylko jeden podzespół jednostki centralnej: pamięć, nazywana dla odróżnienia od niektórych urządzeń zewnętrznych — pamięcią operacyjną. Jest to magazyn informacji dwojakiego rodzaju: programów i danych. Umieszczenie programu, według którego wykonywane są obliczenia, w pamięci komputera, było absolutną rewolucją w historii rozwoju maszyn liczących.

Wszelkiego rodzaju kalkulatory mają „program” na zewnątrz — bądź to w postaci rachmistrza, sterującego pracą za pomocą klawiatury, bądź w postaci tasiemki dziurkowanej lub kart, na których zapisano porządek



Spojrzenie do wnętrza komputera przyprawia o zawrót głowy. A jednak naprawę jest to wszystko bardzo proste!

operacji dla szybszego i wygodniejszego ich wykonywania. Komputer posiadając program w całości w swojej pamięci może go w trakcie realizacji modyfikować, może wykonywać pewne fragmenty warunkowo, to znaczy uzależniać wykonanie dalszych obliczeń od dotychczasowych wyników, może wielokrotnie wykonywać te same fragmenty programu — na przykład aż do uzyskania zadawalającej dokładności, może... może właściwie wszystko. Tylko takie narzędzie mogło stać się intelektualnym partnerem człowieka i dlatego warto odnotować tu nazwisko człowieka, którego koncepcja — właśnie umieszczenia programu w pamięci komputera — legła u podstaw tych, wszystkich możliwości. Był to Amerykanin węgierskiego pochodzenia John von Neumann.

Powróćmy jednak do problemu samej pamięci komputera. Jej podstawową cechą powinna być duża pojemność. W praktyce pamięć ta mieści od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy słów. Jest to liczba dla wielu zastosowań niewystarczająca i wówczas pamięć ta jest uzupełniana przez urządzenia zewnętrzne. Drugim charakterystycznym parametrem określającym funkcjonowanie pamięci komputera jest jej szybkość, mierzona zwykle tak zwanym czasem dostępu. Jest to czas upływający od chwili powstania zapotrzebowania na określoną informację zawartą w pamięci do chwili wydobycia tej informacji i jej udostępnienia. Czas ten limituje szybkość pracy komputera, gdyż przy wykonywaniu każdego rozkazu trzeba przynajmniej raz sięgnąć do pamięci — aby wydobyć rozkaz, który ma być wykonany. Czas ten dla typowych komputerów wynosi około jednej milionowej sekundy, co wyznacza szybkość wykonywania operacji na poziomie około miliona operacji na sekundę. Oczywiście budowane są maszyny szybsze (gigakomputery wykonujące setki milionów operacji

w ciągu sekundy) i maszyny wolniejsze (mikroprocesory wykonujące dziesiątki tysięcy operacji na sekundę). Podaną wartość można jednak uznać za typową.

I to już prawie wszystko. Nie do wiary, a jednak tak jest. Komputer to tylko tyle: układ sterowania, arytmometr i pamięć.

Tak niewiele, a tak wiele potrafi? Oczywiście, gdyż wszystkie osiągnięcia komputerów są w istocie osiągnięciami ludzi, którzy te zmyślone maszyny programują. Komputer jest tylko wykonawcą — bezdusznym, ale szybkim, wytrwałym i nie popełniającym błędów. Ludzka pomysłowość wsparta mechaniczną pracowitością — to fundament sukcesów komputeryzacji. Od tej chwili słysząc o komputerach Czytelnik może mieć już świadomość, że zna ich budowę, wprawdzie nie z dokładnością „do ostatniego tranzystora”, ale w stopniu wystarczającym do tego, aby rozumieć co i jak robią. No dobrze, a to „prawie” na początku akapitu? Wszak oznacza to, że w skład jednostki centralnej wchodzi coś jeszcze!

Oczywiście, trudno w jednym artykule wyczerpać tak złożone zagadnienie, jak budowa komputera. W szczególności na uboczu pozostawiam problem kanałów, służących do komunikacji pomiędzy jednostką centralną a urządzeniami peryferyjnymi. Nie wspomniałem także o dziesiątkach innych zagadnień. Nie o to jednak chodzi, aby po przeczytaniu jednego artykułu posiadać wiadomości wystarczające do przerobienia we własnym zakresie starego radia na komputer, ale o to, by komputer przestał być machina incognita, by nie straszyl, by zobaczyć go takim, jakim jest — fenomenalnie wielozadaniowym, o ogromnych możliwościach, a równocześnie w swej istocie — fascynującym prostym urządzeniem.

(c.dn.)

**RYSZARD TADEUSIEWICZ**