

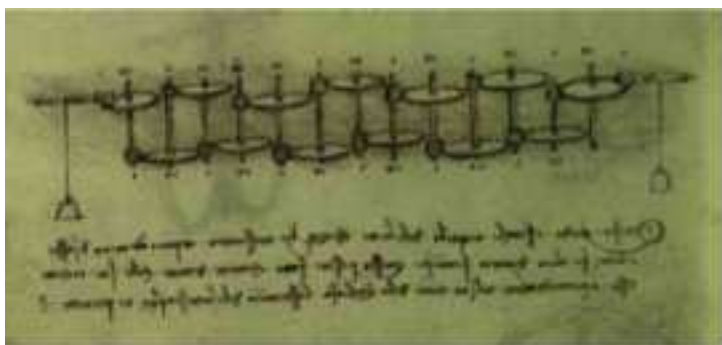
Wielu socjologów uważa, że nic nie zmieniło tak życia współczesnego człowieka jak komputery. Można się oczywiście sprzeczać na temat ważności różnych wynalazków i ich wpływu na naszą codzienność, ale nie można zanegować faktu, że komputery na dobre i złe opanowały coraz to nowe dziedziny życia człowieka, a ich głównym zadaniem stało się wspomaganie działań człowieka. Dzisiejsze komputery to nie tylko maszyny liczące wspomagające prace badawcze ale także: kasy fiskalne w naszym sklepie, urządzenia sterujące miliardami połączeń telefonicznych, pomagające w skomplikowanych operacjach bankowych i wykonujące wiele innych działań w przemyśle, medycynie oraz wkraczające coraz częściej do naszych domów. Dla pełnego zrozumienia znaczenia komputerów istotne, a mam nadzieję, że również ciekawe, jest poznanie historii ich rozwoju oraz wpływu na rozwój cywilizacji.

Prawie 5000 lat temu w środkowej Azji powstało urządzenie liczące nazywane **abacus**

i uznawane za pierwsze mechaniczne urządzenie tego typu. Po polsku nazywamy je liczydłami i o dziwo - liczydła w niektórych regionach świata używane są do dzisiaj. Zbudowane w postaci nanizanych na sztywny pręt przesuwanych w trakcie wykonywania operacji kuleczek lub talerzyków liczyły w kombinowanym systemie dwójkowo-piątkowym. Liczydła straciły nieco swą popularność wraz z upowszechnieniem papieru i pióra. Niemniej jednak przetrwały w niektórych biurach do połowy lat 50-tych naszego wieku ze względu na niewielką cenę i prostotę. Jako ciekawostkę można podać fakt, że w "zawodach" zorganizowanych w 1946 r. w Japonii biegły rachmistrz posługujący się liczydłami był szybszy we wszystkich działaniach za wyjątkiem mnożenia od rachmistrza posługującego się arytmometrem.



Wiemy, że **Leonardo da Vinci** był geniuszem, którego pomysły wykraczały daleko poza jego epokę, ale mało kto wie, że próbował on również skonstruować maszynę liczącą. 13 marca 1967 roku amerykańscy naukowcy pracujący w Madrycie w Bibliotece Narodowej Hiszpanii napotkali dwie nieznane dotąd prace Leonarda da Vinci nazwane "**Codex Madrid**". Dotyczyły one maszyny liczącej. Dr Roberto Guatelli znany ekspert w dziedzinie twórczości Leonarda, tworzący także repliki jego prac postanowił razem ze swoimi asystentami odtworzyć również i tą maszynę. Dokonano tego w 1968 r. jednak dzisiejsze dzieje tej repliki są nieznane i nie wiadomo gdzie ona się znajduje. Specjaliści zarzucali Guatellemu, że w swojej rekonstrukcji nadmiernie kierował się intuicją i współczesną wiedzą oraz, że wyszedł poza projekt Leonarda. Tak więc Leonardo da Vinci - geniusz epoki renesansu wniósł również wkład w rozwój maszyn liczących.



Na zdjęciach: oryginalne zapiski Leonarda da Vinci oraz replika maszyny jego pomysłu  
zdjęcie Codex : RRZN/RVS, University of Hannover, Germany | zdjęcie repliki: Mr. Joseph Mirabella, New York, USA.



W roku 1642, **Blaise Pascal** (1623 -1662), mający wówczas 18 lat syn francuskiego poborcy podatkowego, skonstruował maszynę liczącą, nazwaną "Pascaline", która miała ułatwić ojcu obliczanie i sumowanie zebranych podatków. Pascal pracował nad nią wiele lat, ulepszał ją i wykonał sam kilkanaście egzemplarzy tego urządzenia. Maszyna Pascala miała tylko możliwość dodawania liczb ośmiocyfrowych

W 1694 r. niemiecki matematyk i filozof, **Gottfried Wilhelm von Leibniz** (1646 -1716), wykorzystał doświadczenia Pascala do stworzenia maszyny, która mogła również wykonywać operacje mnożenia. Podobnie jak jego poprzednik, Leibniz wykorzystał do wykonywania operacji system odpowiednio sprzężonych mechanicznie i obracających się przekładni, krążków i dźwigni. Znając z notatek i opisów rozwiązanie Pascala mógł on udoskonalić jego konstrukcję.



Dopiero ok. roku 1820 francuski konstruktor **Xavier Thomas de Colmar** skonstruował urządzenie nazywane potem popularnie arytmetrem, które mogło wykonywać cztery podstawowe operacje matematyczne. Arytmometry były powszechnie używane do I wojny światowej, a w wielu krajach w znacznie ulepszonej postaci (już jako urządzenia elektryczne) można je było spotkać w biurach i urzędach jeszcze w latach 60-tych naszego stulecia.

*Jakkolwiek wielu konstruktorów ulepszało później pomysł Colmara to te trzy postacie, a więc Pascal, Leibniz i Colmar uważane są za głównych twórców i prekursorów mechanicznych urządzeń liczących w okresie nazywanym czasem erą mechaniczną w konstrukcji komputerów.*

Człowiekiem, który wniósł ogromny wkład w rozwój techniki komputerowej był angielski matematyk **Charles Babbage** (1791-1871). Impulsem do jego pomysłu było znalezienie zbyt wielu błędów w obliczeniach, które sprawdzał dla Królewskiego Towarzystwa Astronomicznego. Babbage podobno powiedział wtedy: *"Dzięki Bogu - to można wyliczyć wykorzystując maszynę parową."* Te słowa rozpoczęły okres automatyzacji obliczeń matematycznych. W 1812 r. Babbage zauważył naturalną harmonię pomiędzy maszyną, a matematyką: maszyna może wykonywać powtarzające się działania bez błędów, a przecież wiele obliczeń matematycznych np. tworzenie tablic matematycznych często wykorzystuje powtarzające się wielokrotnie te same kroki obliczeń. Głównym problemem było oczywiście dostosowanie możliwości maszyny do potrzeb matematyki. Babbage pierwszy próbował rozwiązać ten problem proponując w 1822 r. skonstruowanie maszyny, nazwanej "Difference Engine", która mogłaby rozwiązywać równania różniczkowe. Napędzana parą (**ale nigdy nie skończona**!) i ogromna jak lokomotywa maszyna miała w założeniu "pamiętać" program obliczeń i automatycznie drukować wyniki. Po dziesięciu latach pracy nad swoim wynalazkiem, Babbage wpadł na pomysł skonstruowania uniwersalnego komputera,(nie kończąc

poprzedniego pomysłu), zdolnego rozwiązywać różnorodne zagadnienia matematyczne, który nazwał "roboczo" maszyną analityczną. Współpracowniczką Babbage'a i asystentką, **Augusta Ada King - Lovelace** (1815 -1842), córka poety lorda Byron'a, wniosła ogromny wkład do pracy nad tym wynalazkiem. Była ona jedną z niewielu osób rozumiejących tak dobrze jak sam Babbage istotę działania maszyny. Znajomość idei twórcy pozwoliła Adzie na stworzenie instrukcji (pierwowzoru programu) dla konstruowanej maszyny i stąd też współcześnie uznaje się ją za pierwszą programistkę maszyn cyfrowych. Dowodem uznania jej wkładu pracy w rozwój techniki komputerowej jest nazwanie jej imieniem **ADA**, języka programowania stworzonego w Departamencie obrony USA. "Parowy komputer" Babbage'a, aczkolwiek nigdy nie został w pełni skończony i może zostać uznany za prymitywny jak na dzisiejsze standardy, to jednak na owe czasy był konstrukcją przełomową. Zawierał kilka tysięcy części i posiadał "urządzenie wejściowe" mogące odczytywać wprowadzane na kartach perforowanych instrukcje dla maszyny oraz "pamięć" zdolną pamiętać 1000 liczb 50-cyfrowych. Zawierał także urządzenie pozwalające na zmianę kolejności obliczeń i urządzenie wyjściowe - drukujące wyniki obliczeń.



Babbage zapożyczył pomysł wprowadzania instrukcji na kartach perforowanych z opracowanej wcześniej maszyny Jacquard'a. Jak wiemy Babbage nigdy nie doprowadził swojego pomysłu do końca i nie była to wyłącznie jego wina - jego wynalazek przerastał bowiem możliwości technologiczne epoki o ponad 100 lat. Ale jak to bywa w życiu - z czasem niemożliwe staje się możliwe - w 1991 roku naukowcy z Londyńskiego Muzeum Nauki na podstawie zachowanych notatek i rysunków Babbage'a skonstruowali działający model jego wynalazku, który można w tymże muzeum oglądać. Składa się on z ok 4000 części i waży ok 3 ton. Jest to potężna maszyna o wymiarach 3,3x0,45x2,1[m].

W okresie gdy Babbage pracował nad konstrukcją swojej maszyny inny matematyk - **George Boole** (1815 - 1864) zajmował się pracami teoretycznymi w dziedzinie logiki. W latach 1847 i 1854 opublikował on prace pozwalające na prezentację wyrażeń logicznych za pomocą wyrażeń algebraicznych znane dzisiaj jako "Algebra Boole'a" które położyły podwaliny teoretyczne pod przyszłe konstrukcje komputerów.



Na podstawie prac Boole'a inny angielski matematyk **Augustus DeMorgan** określił operacje logiczne nazywane dzisiaj prawami lub przekształceniami DeMorgana. Prace tych obu matematyków, aczkolwiek bardzo ważne pozostały jednak niezauważone przez większą część wieku.

W roku 1889, amerykański wynalazca, **Herman Hollerith** (1860-1929), wykorzystał również pomysł maszyny Jacquard'a do obliczeń matematycznych. Jego zadaniem stało się znalezienie najszybszego sposobu na obliczenie wyników spisu ludności w USA. Poprzedni spis rozpoczęty w 1880 r. trwał siedem lat. Hollerith użył kart perforowanych do zakodowania i wprowadzania danych do maszyny obliczającej mechanicznie wyniki. Każdy otwór w karcie reprezentował jedną cyfrę, a kombinacja 2 otworów przedstawiała literę. Na jednej karcie można było zakodować ok. 80 danych. Karty



perforowane używane były w wielu zastosowaniach aż do 1960 roku. W ten sposób wyniki spisu dzięki pomysłowi Hollerith'a udało się obliczyć w ciągu sześciu tygodni, a nie jak poprzednio w ciągu 10 lat. Hollerith wprowadził swój pomysł do świata biznesu tworząc firmę, która po połączeniu kilku innych firm w 1924 roku stała się jedną z najważniejszych i mających ogromny wkład w rozwój techniki komputerowej, a mianowicie **IBM (International Business Machines)**.

Oczywiście rozwój techniki komputerowej to prace teoretyczne z jednej strony i postęp technologiczny z drugiej strony. W dziedzinie technologii znaczny postęp rozpoczął się wraz z odkryciem i praktycznym wykorzystaniem zjawiska emisji termoelektronowej, które umożliwiło konstrukcję lamp elektronowych, najpierw diody a następnie w 1906 r. przez **Lee de Forest'a** (1873 -1961) triody. Lampa ta mogła pełnić zarówno funkcje wzmacniacza jak i przełącznika.

Pod koniec lat 30-tych **Claude E. Shannon** doszedł do wniosku, że algebra Boole'a jest idealnym systemem dla maszyn liczących. Jego główne tezy pokazywały w jaki sposób boolowska koncepcja PRAWDY i FAŁSZU może być zastosowana do opisu funkcji przełączających realizowanych przez układy elektroniczne.

Jednym z inżynierów, którzy w tym okresie wnieśli znaczny wkład w rozwój techniki komputerowej był **Vannevar Bush** (1890-1974). Skonstruował on w 1931 r. kalkulator rozwiązujący skomplikowane równania różniczkowe, które od dłuższego czasu sprawiały inżynierom i naukowcom wiele problemów. Konstrukcja maszyny była jednak dosyć skomplikowana i zawierała setki przekładni i dźwigni używanych do ustawienia liczb i określenia wzajemnych relacji między nimi.



Jednym z pierwszych naukowców, którzy przystąpili do budowy komputera był **J. V. Atanasoff** (ur. w 1903 r.) - profesor fizyki i matematyki w Iowa State College (obecnie Iowa State University). John V. Atanasoff i absolwent tej uczelni **Clifford Berry**, zaproponowali koncepcję w pełni elektronicznego komputera, który działałby w oparciu o algebrę Boole'a (a dokładniej, którego układy elektroniczne działały by w oparciu o zasady algebry Boole'a zdefiniowanej w połowie XIX w.) W 1937 r. Atanasoff zbudował maszynę, która miała służyć jego studentom i asystentom do rozwiązywania układów równań różniczkowych cząstkowych. W 1941 r. wraz z **Berry'm** zakończyli sukcesem pracę nad maszyną, która mogła rozwiązać układ 29 równań z 29 niewiadomymi. Maszyna ta jednak nie miała możliwości programowania i była raczej rozbudowanym kalkulatorem.

W początkach II Wojny Światowej rządy wielu krajów starały się o przyspieszenie rozwoju techniki komputerowej zdając sobie sprawę, że może to zwiększyć strategiczne znaczenie ich krajów oraz wpłynąć na szybsze zakończenie wojny.

**Konrad Zuse** (1910-1995), pracował w latach trzydziestych jako konstruktor dla Henschel Aircraft Company w Berlinie. W początkach II Wojny Światowej zbudował kilka automatycznych kalkulatorów, które miały pomagać mu w jego pracach konstruktorskich. Jego dokonania dały mu nieoficjalny tytuł "Twórcy współczesnego komputera".

- \* Zuse zwrócił uwagę na fakt, że jednym z najtrudniejszych problemów w trakcie wykonywania skomplikowanych obliczeń kalkulatorów mechanicznych jest przechowywanie danych pośrednich w taki sposób aby można je było wykorzystywać do dalszych obliczeń. Zuse zakładał również, że taki automatyczny kalkulator będzie posiadał trzy podstawowe podzespoły:
  - układy sterujące
  - pamięć
  - kalkulator do obliczeń arytmetycznych
- \* Zuse skonstruował pierwsze trzy komputery w czasie II Wojny Światowej ale jego dokonania nie zainteresowały władz nazistowskich Niemiec, gdyż Niemcy byli tak pewni zwycięstwa, że uważali badania Zuse'go za zbędne. Zuse wyjechał więc do Szwajcarii a następnie do Stanów Zjednoczonych gdzie założył swoją firmę.
- \* Mechaniczny kalkulator nazwany Z1 (1936 r.) był modelem testowym w którym Zuse chciał sprawdzić swoje rozwiązania technologiczne. Od strony oprogramowania należy zwrócić uwagę na wykorzystanie binarnego systemu liczenia, arytmetykę zmiennoprzecinkową i moduły lub przekaźniki pracujące w oparciu o algebrę Boole'a. Nie wszystkie pomysły udało się konstruktorowi wprowadzić w życie w swoich prototypach ale jego idee były głęboko przemyślane.
- \* W 1939 r. Zuse ukończył maszynę Z2 - pierwszy w pełni działający komputer elektromechaniczny wykorzystujący przekaźniki.
- \* Komputer Z3 (ukończony pod koniec roku 1941), powstał z odpadków różnych materiałów dostarczanych przez studentów i różne działy Uniwersytetu. Był to w zasadzie pierwszy w świecie w pełni programowalny elektroniczny komputer. Z3 działał w oparciu o przekaźniki i co było niespotykane w poprzednich konstrukcjach wykorzystywał system binarny oraz mógł wykonywać operacje zmiennoprzecinkowe. Ze względu na kłopoty z papierem (były to przecież lata wojny) zamiast niego jako nośnika do przechowywania danych i zapisu programów Zuse używał starych filmów.
- \* Pierwszy algorytmiczny język programowania nazwany "Plankalkül", został opracowany przez Konrada Zuse, w 1946 r. Używając go napisał on program do gry w szachy. Język ten pozwalał na użycie tablic i rekordów oraz i przyporządkowywanie zmiennym wartości podanego wyrażenia algebraicznego.
- \* Komputer Z4 ukończony w 1949 r. , już w Szwajcarii na Politechnice w Zurichu gdzie był używany do 1955 r. Komputer posiadał mechaniczną pamięć o pojemności 1024 słowa oraz kilka czytników kart perforowanych.

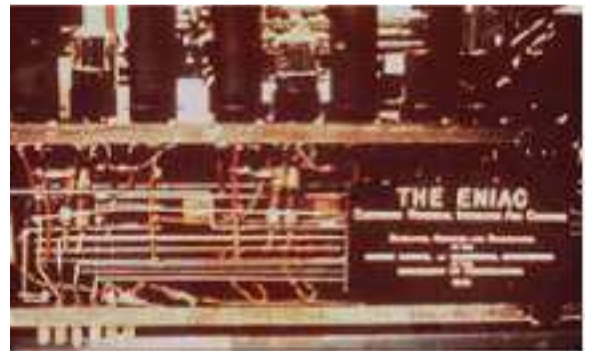
Anglicy w 1943 skonstruowali komputer **Colossus** rozszyfrowujący tajne kody za pomocą których Niemcy szyfrowali wiadomości. Nie był to jednak komputer powszechnego zastosowania (jak wspomniano wyżej jego zastosowania ograniczały się jedynie do deszyfracji tajnych wiadomości), a po drugie jego istnienie było ściśle utajnione jeszcze 10 lat po zakończeniu wojny.

W roku 1944 amerykański inżynier **Howard H. Aiken** (1900 -1973), pracujący dla IBM skonstruował pierwszy w pełni elektroniczny kalkulator. Jego zadaniem było obliczanie trajektorii pocisków dla Marynarki Wojennej USA. Maszyna miała ok. 15 m. długości i 2,5 m wysokości, a ważyła ok 5 ton i zawierała ok. 800 km przewodów łączących ze sobą poszczególne elementy i układy. Skonstruowany we współpracy Harvardu i IBM nazwany **MARK I** zbudowany był w oparciu o przekaźniki; wykorzystywał elektryczne sygnały sterujące, ale elementami wykonawczymi (przełączającymi) były przekaźniki.

Powodowało to, że był on bardzo wolny (jedna operacja trwała 3-5 sekund), a złośliwi twierdzili, że jego praca przypominała hałas w hali pełnej maszyn do szycia (ze względu na "klapanie" przełączanych przełączników). Program wprowadzany był na perforowanej tamie papierowej. Maszyna ta nie miała wprawdzie możliwości zmiany kolejności wykonywania operacji ale mogła rozwiązywać zarówno proste jak i bardziej skomplikowane problemy obliczeniowe

W zasadzie za pierwsze maszyny cyfrowe uważa się trzy opisane niżej maszyny: **ENIAC**, **EDVAC** i **UNIVAC**. Wykorzystano w nich przełączniki elektroniczne na lampach elektronowych zamiast poprzednio używanych przełączników elektromechanicznych (tzw. przełączników - używanych w wielu urządzeniach elektrycznych do dzisiaj). Lampy miały m.in. tą zaletę, że nie zawierały elementów ruchomych - styków będących przyczyną awaryjności i niewielkiej szybkości przełączników. Elementy elektroniczne miały zdecydowaną przewagę gdyż mogły one zmieniać swój stan "otwarcia" i zamknięcia" ok. 1000 razy szybciej niż przełączniki.

Pod koniec II Wojny Światowej powstał we współpracy rządu USA i Uniwersytetu w Pensylwanii projekt maszyny o nazwie **ENIAC** (pełna nazwa - **Electronic Numerical Integrator and Computer**). Zawierała ona ok. 18,000 lamp elektronowych, 70,000 rezystorów i ok. 5 milionów srebrzonych połączeń i pobierała ok. 180 kW energii, a więc ilość wystarczającą do oświetlenia małego miasteczka. Cały komputer ważył ok. 30 ton. Twórcami jego byli: **John Presper Eckert** (1919 -1995) i **John W. Mauchly** (1907 -1980). ENIAC, w odróżnieniu od maszyn Colossus i MARK I był komputerem uniwersalnym (powszechnego zastosowania) oraz przewyższał poprzedników znacznie szybkością - był ok. 1000 razy szybszy od komputera MARK I. Utrapieniem operatorów ENIAC'a były jednak częste uszkodzenia lamp elektronowych (podobno dziennie wymieniano ich kilkadziesiąt, a wzięwszy pod uwagę ich liczbę lokalizacja uszkodzenia i znalezienie uszkodzonej lampy nie było sprawą banalną; w jednym "rekordowym" roku wymieniono ich 19000). Wszystko to powodowało to, że ENIAC efektywnie pracował co najwyżej kilka godzin dziennie, a zdarzało się że okres przestoju sięgał 90%.



W połowie lat 40 **John von Neumann** (1903 -1957) współpracujący z zespołem Uniwersytetu w Pensylwanii zaproponował rozwiązanie, które jak się później okazało miało wywrzeć wpływ na kierunki rozwoju techniki komputerowej na następne pół wieku. Jego postulaty dotyczące architektury komputera były następujące:

*Komputer powinien posiadać pamięć w której przechowywane będą zarówno dane jak i instrukcje z możliwością zapisu i odczytu w dowolnej kolejności  
Powinien być wyposażony w jednostkę obliczeniową pozwalającą na operacje arytmetyczne i logiczne  
Powinien zawierać takie układy sterujące jego pracą, które pozwalałyby na interpretację rozkazów pobieranych z pamięci oraz wybór alternatywnych działań w zależności od wyniku poprzednich operacji*

Kluczowym punktem komputera działającego wg tej koncepcji (nazywanego w literaturze maszyną Neumanna) była możliwość modyfikacji własnego programu , a więc podobnie jak proponował Babbage (prawie sto lat przed Neumannem !). W 1945 roku przystąpiono do budowy komputera nazwanego w skrócie **EDVAC (Electronic Discrete Variable Automatic Computer )**, ale z różnych przyczyn zakończono ją praktycznie dopiero w 1952 r. EDVAC zawierał ok. 4000 lamp elektronowych i ok. 10000 diod krystalicznych. Zgodnie z koncepcją Neumanna posiadał pamięć mogącą przechowywać zarówno dane jak i program obliczeń. Pamięć komputera, możliwość przerwania obliczeń w dowolnym momencie pracy i jej wznowienie były czynnikami znacznie poprawiającymi jego możliwości funkcjonalne i obliczeniowe. Kluczowym elementem architektury komputera von Neumanna była centralna jednostka przetwarzająca (**Central Processing Unit) CPU** (obecnie nazywana mikroprocesorem i wykonywana jako jeden skomplikowany układ scalony) wykonująca wszystkie podstawowe operacje realizowane przez komputer. Jednocześnie w 1948 roku rozpoczęto prace nad komputerem o nazwie **UNIVAC I (Universal Automatic Computer)**, które zakończono w 1951 roku, a więc rok przed ostatecznym zakończeniem prac nad komputerem EDVAC. UNIVAC zbudowany w firmie Remington Rand stał się pierwszym dostępnym w sprzedaży komputerem. Posiadały go już wtedy: amerykańskie biuro ewidencji ludności oraz General Electric. Jednym z pierwszych osiągnięć UNIVAC'a było przewidzenie zwycięstwa Dwight'a D. Eisenhower'a w wyborach prezydenckich w 1952 r.

Pierwsza generacja komputerów charakteryzowała się tym, że instrukcje wykonywane były w określonej kolejności, w zależności od zadania jakie komputer miał do wykonania. Każdy komputer posługiwał się specyficznym językiem maszynowym (rozkazy kodowane były binarnie). Utrudniało to znacznie programowanie oraz ograniczało zakres zastosowań komputerów oraz szybkość obliczeń. Następną cechą charakterystyczną tej generacji komputerów było zastosowanie lamp elektronowych oraz pamięci magnetycznych na rdzeniach ferrytowych.

### **Druga generacja komputerów (1954 - 1962)**

Pod koniec II Wojny Światowej - w 1945 grupa naukowców pracująca w Bell Laboratories nad wykorzystaniem radaru zwróciła uwagę na grupę materiałów nazywanych półprzewodnikami. W grudniu 1947 r. Walter Brattain i John Barden skonstruowali pierwszy tranzystor germanowy. W 1950 r. powstała ulepszona konstrukcja tranzystora dyfuzyjnego wykorzystująca metodę dyfuzji domieszek. Ten mały element elektroniczny posiada trzy obszary o różnych typach przewodnictwa (kolejno: n-p-n lub p-n-p; stąd nazwa tranzystory pnp lub npn). Obszar o określonym typie półprzewodnictwa uzyskuje się przez wprowadzenie do półprzewodnika samoistnego domieszek innego materiału (np. wspomnianą metodą dyfuzji). Obszary te i odpowiadające im wyprowadzenia zewnętrzne - elektrody nazywane są : kolektorem, bazą i emiterem. Tranzystor posiada właściwości zarówno wzmacniające sygnały elektryczne jak i przełączające.

Wynalezienie tranzystora zapoczątkowało burzliwy rozwój elektroniki. Ten nowy półprzewodnikowy element zaczął zastępować duże, pobierające sporo energii i dość zawodne lampy elektronowe w telewizorach, odbiornikach radiowych i komputerach.

Wskutek tego zmalały znacznie rozmiary różnorodnych urządzeń elektronicznych, a poprawiły się ich parametry funkcjonalne.

W okresie tym wprowadzono wiele nowości w wielu dziedzinach techniki komputerowej począwszy od rozwiązań układowych, a na językach programowania używanych do tworzenia programów rozwiązujących zadania naukowe kończąc.

Układy przełączające używane w komputerach w tym okresie bazowały na elementach dyskretnych (diody i tranzystory), które pozwalały na uzyskanie czasów przełączania ok. 0,3 mikrosekundy (1 mikrosekunda =  $10^{-6}$  sek).

Pierwsze maszyny wykorzystujące tą technologię to **TRADIX** zbudowany w Bell Laboratories w roku 1954 i TX-0 MIT's pochodząca z Lincoln Laboratory. Konstrukcja pamięci tych maszyn wykorzystywała rdzenie ferrytowe.

Nowością w dziedzinie architektury komputerów (termin ten określa wewnętrzną organizację komputera - znajomość architektury pomaga programistom bardziej optymalnie pisać programy), było zastosowanie rejestrów indeksowych do kontroli realizacji pętli i uproszczenia operacji zmiennoprzecinkowych na liczbach rzeczywistych.

Dzięki tranzystorom wprowadzonym do techniki komputerowej od 1956 r. komputery stały się one szybsze, bardziej niezawodne i co również jest bardzo ważne - znacznie mniejsze od swoich poprzedników. Najpierw zastosowano tą technikę na dużą skalę w superkomputerach produkcji **IBM** i **LARC** (prod. Sperry-Rand). Maszyny te przeznaczone były dla naukowców zajmujących się badaniami w dziedzinie wykorzystania energii jądrowej. Były one jednak zbyt drogie dla powszechnego zastosowania i zamontowano tylko dwa egzemplarze komputera LARC - jeden w "Lawrence Radiation Labs in Livermore - California" (stąd skrót - LARC), a drugi pracował na potrzeby Marynarki Wojennej USA . W komputerach II generacji zastąpiono niewygodny język długich kodach binarnych językiem symbolicznym tzw. assemblerem.

Od wczesnych lat 60 zaczął się rozszerzać zakres zastosowań komputerów, a produkowane były przez kilka firm takich jak: Burroughs, Control Data, Honeywell, IBM, Sperry-Rand i inne. Komputery te wyposażone były dodatkowo w: drukarki, pamięci taśmowe oraz pamięć operacyjną. Jednym z najpopularniejszych w tym czasie komputerów był IBM 1401. W 1965 r. większość dużych firm przetwarzała już dane wykorzystując komputery II generacji. Możliwość pamiętania programu i danych oraz rozwój języków programowania czynił komputer coraz bardziej przydatnym i uniwersalnym narzędziem świata biznesu. Koncepcja przechowywania zestawu instrukcji dla komputera (nazywanego programem) w jego pamięci pozwalała na łatwe ich zastąpienie i tym samym zmianę sposobu wykonywania zadania (w zależności od wyników obliczeń lub na życzenie operatora). W tym okresie weszły do powszechnego użytku bardziej wyrafinowane języki programowania wysokiego poziomu takie jak COBOL (Common Business-Oriented Language) oraz FORTRAN (Formula Translator) i są rozwijane do dnia dzisiejszego. Uciążliwe, a także powodujące wiele błędów (szczególnie przy wprowadzaniu danych) kodowanie binarne instrukcji dla komputerów zastąpiono słowami i formułami matematycznymi upraszczając i przyspieszając proces przygotowania programu. Pojawiły się również nowe zawody związane z techniką komputerową takie jak: programista, analityk, ekspert systemów komputerowych oraz



zaczął się rozwój firm tworzących oprogramowanie dla komputerów i specjalizujących się w tej dziedzinie.

### Trzecia generacja komputerów (1964 - 1971)

Jakkolwiek tranzystory były zdecydowanie efektywniejsze od lamp elektronowych to jednak w dalszym ciągu były one źródłem wydzielającego się ciepła, które mogło doprowadzić do uszkodzenia bądź zakłócenia pracy wielu delikatnych elementów ówczesnych komputerów. W 1958 r. **Jack Kilby**, inżynier z firmy Texas Instruments, stworzył układ scalony (**IC - integrated circuit**). Zawierał on trzy elementy elektroniczne na jednej maleńkiej płytce półprzewodnikowej. Od tego momentu badania podążały w kierunku takiego rozwoju technologii, który pozwoliłby na "upakowanie" jak największej ilości elementów na jak najmniejszej powierzchni.

Inną cechą charakterystyczną komputerów trzeciej generacji był rozwój systemów operacyjnych ( w tym wielozadaniowych). Oznaczało to, że komputer był "zarządzany" i kontrolowany przez program nazywany systemem operacyjnym i mógł wykonywać jednocześnie kilka różnych programów.

### Czwarta generacja komputerów (1971 - czasy obecne)

Technologia układów scalonych rozwijała się dosyć szybko i wkrótce możliwe było w układach dużej skali integracji (**LSI - Large Scale Integration**) umieszczenie w jednym układzie kilkuset elementów podstawowych. W roku 1980 możliwości te w układach **VLSI ( Very Large Scale Integration - bardzo duża skala integracji)** wzrosły do kilku tysięcy elementów w jednym układzie ( nazywanym pospolicie chipem), a następną generacją układów nazywanych **ULSI (Ultra Large Scale Integration)** podwyższyła tę wielkość do milionów elementów w jednym "chipie". Technologie te pozwoliły na znaczne obniżenie ceny komputerów, zmniejszenie ich rozmiarów, a tym samym większe upowszechnienie zastosowań. W 1971 r. **INTEL** poszedł o krok dalej i wyprodukował układ o oznaczeniu 4004 nazywany mikroprocesorem i zawierający w jednym chipie wszystkie podstawowe elementy komputera (procesor, pamięć oraz układy sterujące wprowadzaniem i wyprowadzaniem danych). Dotychczas układy scalone były projektowane i produkowane raczej do wypełniania ściśle określonych zadań natomiast układ INTELA mógł być programowany, a więc mógł wykonywać różne zadania w zależności od wprowadzonego programu. Dzięki temu obecnie możemy spotkać mikroprocesory w sprzęcie elektronicznym powszechnego użytku takim jak: odbiorniki telewizyjne, kuchenki mikrofalowe, a także w samochodach gdzie pełnią rolę układów sterujących w silnikach z wtryskiem paliwa.

Te wszystkie czynniki spowodowały, że komputery w połowie lat 70 stały się dostępne dla przeciętnego użytkownika. Pionierami w tej dziedzinie były firmy : Commodore, Radio Shack i Apple Computers. Minikomputery dostarczane były użytkownikowi wraz z "przyjaznym" dla niego oprogramowaniem (edytory tekstu, arkusze kalkulacyjne) umożliwiającym korzystanie z komputera także osobom nie mającym przygotowania technicznego. W początkach lat 80 powstały pierwsze gry komputerowe dla minikomputerów Commodore i Atari.

W 1981 r. IBM stworzył komputer osobisty (PC) do użytku domowego, biurowego oraz szkolnego. Był to bardzo ważny moment w rozwoju techniki komputerowej.

Powstało wiele klonów komputera PC, a ilość komputerów z 2 milionów w roku 1981 wzrosła do 5,5 miliona w roku 1982. Dziesięć lat później liczba komputerów PC na świecie oceniana była na ok. 65 milionów. Konstruktorzy komputerów dążyli i dążą do zmniejszania ich wymiarów i tak powstały laptopy czy też palmtopy (dosłownie - mieszczący się na dłoni) będące w pełni funkcjonalnymi komputerami osobistymi. Bezpośrednia konkurencja firm Apple - Macintosh i IBM doprowadziła do wprowadzenia na rynek w 1984 r. komputera Macintosh, który oferował użytkownikowi zupełnie nowy system operacyjny w którym wpisywanie tekstu poleceń zastąpiono (wprowadzając interfejs graficzny użytkownika) wskazaniem polecenia reprezentowanego przez maleńki rysunek na ekranie nazywany ikoną. Urządzeniem, które umożliwiało taką operację stała się mysz, odwzorowująca położeniem wskaźnika na ekranie (kursora) ruchy ręki operatora.

Rozpowszechnienie komputerów oraz zmniejszenie ich rozmiarów stworzyły nowe możliwości i zapoczątkowały nowe kierunki rozwoju techniki komputerowej. Zaczęto łączyć komputery ze sobą, tak, że mogły one wykorzystywać wspólne oprogramowanie, pamięć, możliwości obliczeniowe komputera głównego o dużych możliwościach obliczeniowych - tzw. serwera, natomiast stacje użytkowników mogły być dzięki temu prostsze i tańsze. Te bezpośrednie połączenia (sieci lokalne - **LAN - Local Area Network**) stały się zaczątkiem większych sieci łączących ze sobą sieci lokalne i w końcu doprowadziły do powstania sieci światowej jaką niewątpliwie stał się **INTERNET**. Sieć ta ciągle się rozrasta, oferuje coraz to nowe usługi stając się niewyczerpaną kopalnią informacji.

### Piąta generacja komputerów (czasy współczesne i przyszłość)

Zdefiniowanie właściwości komputerów V generacji jest dosyć trudne i jest to częściowo lista życzeń pod adresem konstruktorów. Najbardziej znanym przykładem jest fikcyjny komputer HAL9000 z powieści Arthura C. Clarke'a, Odysea 2001: HAL spełnia założone dla komputerów piątej generacji wymagania takie jak: sztuczna inteligencja, możliwość konwersacji z operatorem, wejście wizyjne (a więc również możliwość rozpoznawania operatora) oraz możliwość uczenia się na podstawie własnych doświadczeń (niestety w powieści nie wyglądało to tak różowo). Jakkolwiek współczesnym komputerom daleko jeszcze do możliwości HAL9000 to jednak niektóre jego funkcje są już realizowane np. rozpoznawanie przez komputer wypowiedzianych słownie poleceń (i to nawet w komputerach osobistych klasy PC). Zdolność do tłumaczenia tekstów bądź też rozumienia przez komputer poleceń w językach obcych jest jednym z założeń konstruktorów dla komputerów tej generacji. Wiele obiecują sobie naukowcy po systemach wieloprocesorowych w których koncepcję jednej jednostki centralnej (von Neumanna) zastąpi przetwarzanie równoległe informacji przez zespół procesorów. Wiele zależy również od postępu w dziedzinie układów elektronicznych, których konstruktorzy dążą do zminimalizowania rezystancji (oporności) połączeń - w tym również wykorzystanie zjawiska nadprzewodnictwa i tym samym zmniejszenia strat i poboru energii z jednoczesnym wzrostem szybkości przetwarzania.

Współczesne komputery mają pewne cechy komputerów V generacji. Na przykład systemy eksperckie wspomagające postawienie diagnozy lekarskiej we współpracy komputera, lekarza i pacjenta. Upłynie jednak pewnie wiele lat okupionych żmudną pracą wielu badaczy zanim systemy te staną się powszechnie dostępne.

## ADA BYRON - LADY LOVELACE

10 Grudzień 1815 - 27 Listopad 1852

**Ada Byron, Lady Lovelace**, była jedną z najbardziej malowniczych postaci w historii komputerów. Augusta Ada Byron córka wielkiego angielskiego poety Lorda Byron'a urodziła się w grudniu 1815 r. W pięć tygodni po urodzeniu się Ady jej matka wniosła pozew o separację i sama wychowywała córkę. W wieku 17 lat Ada została przedstawiona Mary Somerville, która tłumaczyła prace Laplace'a na język angielski i pomogła Adzie w rozwijaniu jej matematycznych zainteresowań. W czasie jednego ze spotkań u Mary Somerville w listopadzie 1834 roku Ada usłyszała o maszynie liczącej konstruowanej przez Babbage'a. Ada wyczuwała już wtedy pewien uniwersalizm pomysłu Babbage'a, który tymczasem pracował cały czas nad planami maszyny i przedstawił je na seminarium w Turynie jesienią 1841 roku. Ada w 1843 roku wyszła za mąż, ale pomimo obowiązków rodzinnych nie przestała zajmować się matematyką. Przetłumaczyła z francuskiego artykuł napisany przez Włocha Menabrea opisujący ideę Babbage'a. Kiedy pokazała konstruktorowi swoje tłumaczenie zauważył on, że jest ono trzy razy dłuższe niż oryginał, ponieważ dodała ona do jego dzieła sporo własnych sugestii. Korespondencja między Adą, a Babbage'm stawała się coraz częstsza, obszerniejsza i wypełniona dyskusją nad rozwiązaniami technicznymi, a także fantastycznymi pomysłami. W swoim artykule opublikowanym w 1843 r. Lady Lovelace przewiduje, że maszyna ta będzie mogła być używana do odtwarzania i tworzenia muzyki, grafiki i wielu zastosowań zarówno praktycznych jak i naukowych. Patrząc na dzisiejsze komputery możemy stwierdzić tylko, że



### MIAŁA RACJĘ !!!

Zaproponowała Babbage'owi napisanie "planu działania" dla jego maszyny tak aby mogła ona wyliczać liczby Bernoulliego. Plan ten jest dzisiaj uważany za pierwszy program komputerowy, a język programowania opracowany przez Departament Obrony USA w roku 1979 nazwano na cześć Ady Byron Lovelace - **ADA**

Życie Ady nie było łatwe - trapiły ją choroby i ciężkie warunki socjalne. Jej zainteresowania były bardzo wszechstronne od muzyki poprzez konie do maszyn liczących. Przyjaźniła się ze znanymi postaciami jej epoki takimi jak : **Sir David Brewster** (fizyk - m.in. twórca kalejdoskopu), **Charles Wheatstone**, **Charles Dickens** i **Michael Faraday**. Uważała, że maszyna Babbage'a jest w stanie zmienić świat. Jej życie było krótkie - zmarła młodo (podobnie jak jej ojciec) w wieku 36 lat ale jej pomysły według wielu badaczy wyprzedziły o ponad 100 lat możliwości technologiczne epoki w której żyła.