

HISTORIA KOMPUTERÓW

2015/16

Bartosz Klin

`klin@mimuw.edu.pl`

`http://www.mimuw.edu.pl/~klin/`

Oś czasu

Turing



Zuse



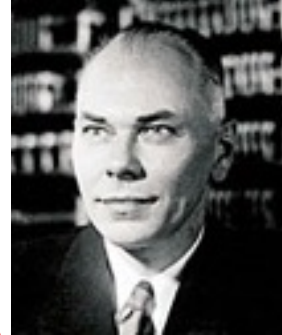
Stibitz



Atanasoff



Aiken



Mauchly



Eckert



1935



Z1

1940

Z3



ABC



Bell Labs I



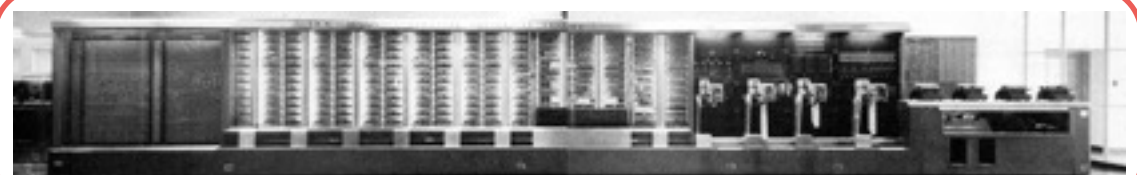
1945

Colossus



1950

ENIAC



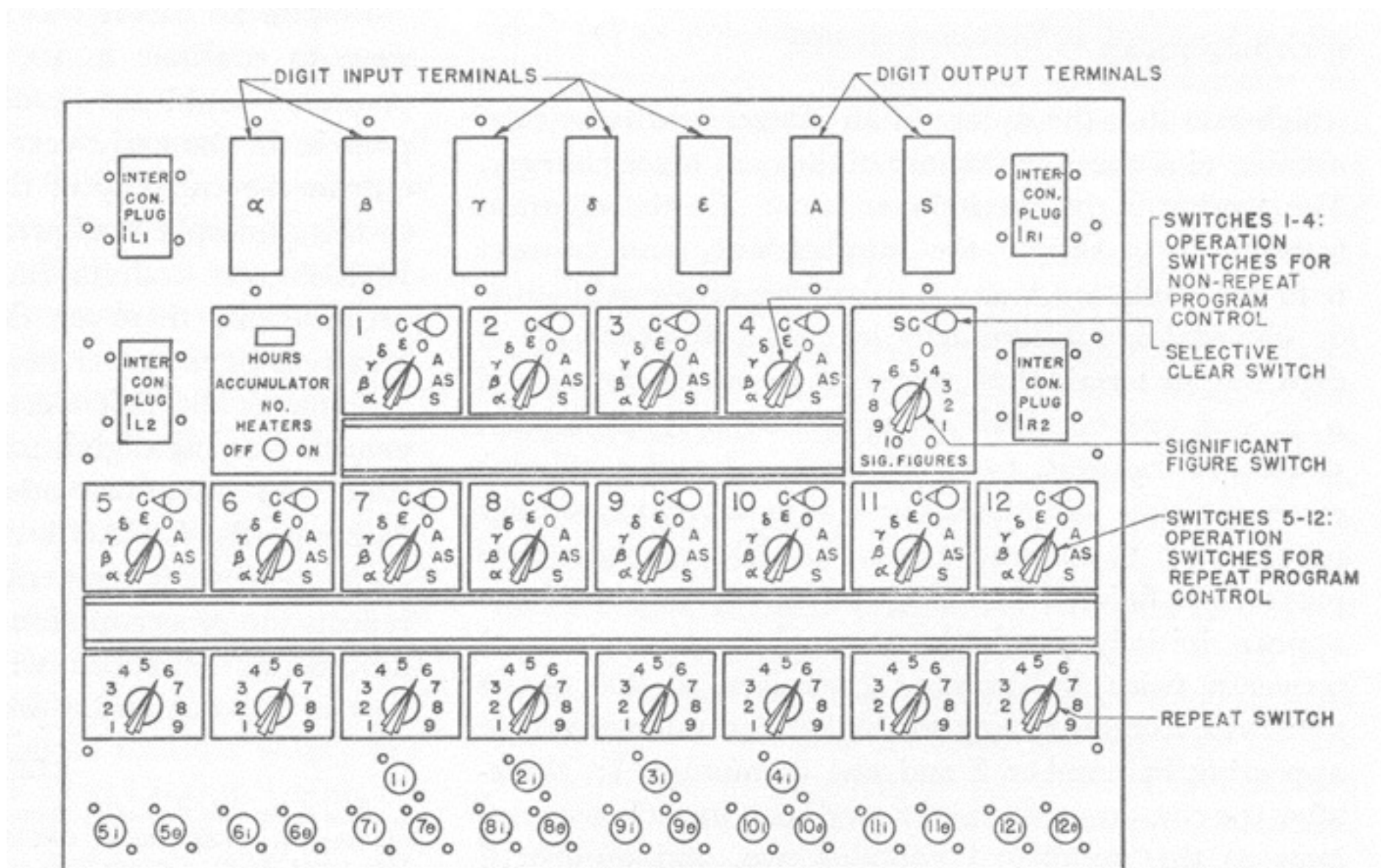
Harvard Mark I

Porównanie wczesnych komputerów

		0 1			
Babbage			✓	✓	✓
Bell Labs I		✓			
Zuse Z3		✓	✓	✓	
Atanasoff	✓	✓			
Colossus	✓	✓	✓		
Harvard Mark			✓	✓	
ENIAC	✓		✓		✓

Akumulator: panel frontowy

- w środku 10 układów 1-cyfrowych + przeniesienia



John von Neumann (1903-57)

- węgierski i amerykański matematyk
- urodzony jako Janos Neumann
- 1922: doktorat (Budapeszt)
- od 1930 r. w USA (Inst. for Adv. Study)
- duży wkład w projekt Manhattan
- wyniki: mechanika kwantowa, analiza funkcjonalna, teoria ergodyczna, teoria zbiorów, ...



von Neumann would carry on a conversation with my 3-year-old son and the two of them would talk as equals. I sometimes wondered if he used the same principle when he talked to the rest of us.

(Edward Teller)

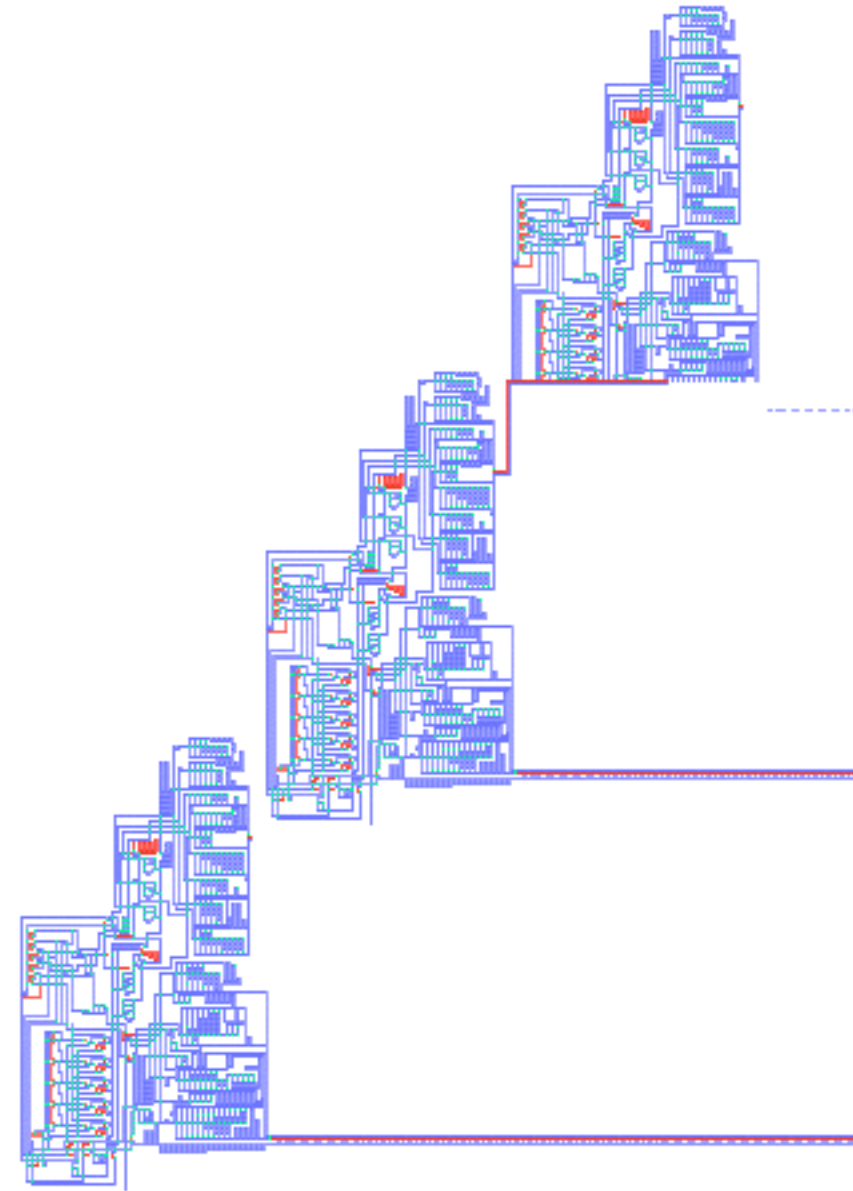
Gödel, von Neumann i P vs. NP

- List Gödla do von Neumanna, 20.03.1956:

I would like to write you about a mathematical problem, of which your opinion would very much interest me: One can obviously construct a Turing machine, which for every formula F [...] and every natural number n allows one to decide if there is a proof of F of length n . [...] Let $\psi(F,n)$ be the number of steps the machine requires for this and let $\varphi(n) = \max_F \psi(F,n)$. The question is how fast $\varphi(n)$ grows for an optimal machine.

von Neumann a informatyka

- metoda Monte Carlo
- automaty komórkowe
- teoria samoreplikacji
 (“uniwersalny konstruktor”)
- koncept wirusa komputerowego
- *merge sort*



Architektura von Neumanna

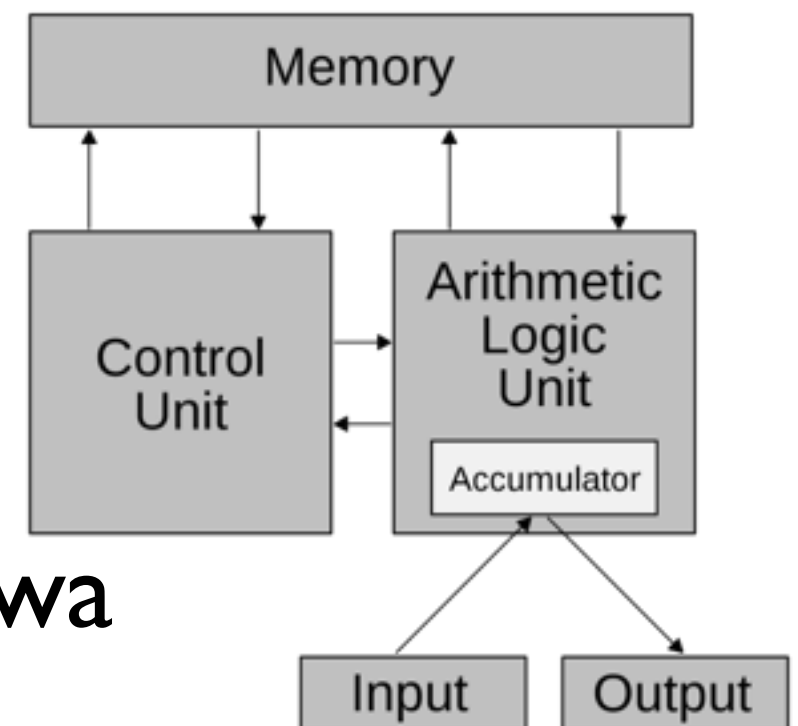
- *First Draft of a Report on the EDVAC (1945)*
(**E**lectronic **D**iscrete **V**ariable **A**utomatic **C**omputer)
- w istocie praca zespołowa (Eckert, Mauchly i in.)

Propozycja ulepszenia ENIACa:

- program w pamięci komputera
- arytmetyka binarna, stałoprzecinkowa
- obliczenia szeregowo:

liczba = ciąg cyfr na 1 kablu

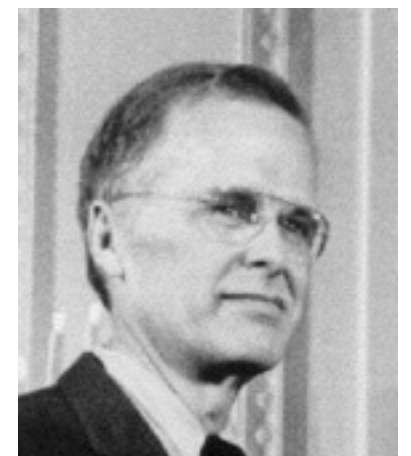
- instrukcje: transport pamięć-rejestry, arytmetyka, wejście/wyjście, skoki



IBM SSEC (1947)

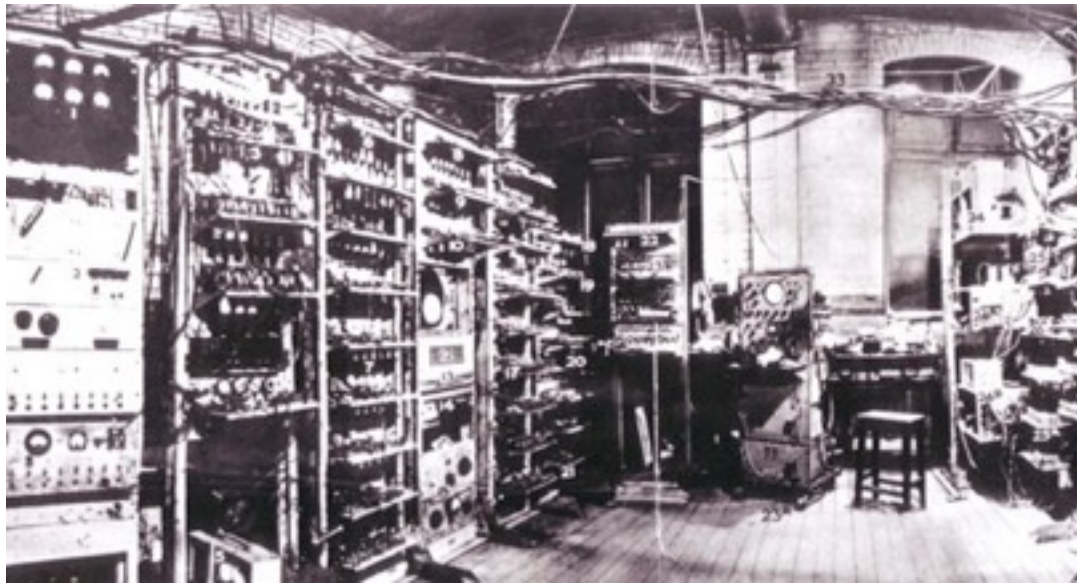
- Selective Sequence Electronic Calculator
- zbudowany po konflikcie z H.Aikenem
- konstrukcja lampowo-przełącznikowa
- 12.500 lamp: 8 rejestrów, akumulatory
- 20.000 przełączników: 150 rejestrów
- taśma perforowana
- arytmetyka dziesiętna
- instrukcje czasem pamiętane w rejestrach
- jeden z pierwszych programistów:

John Backus (1924-2007)



Manchester Baby (1948)

- SSEM: Small-Scale Experimental Machine
- komputer z programem w pamięci



- ok. 500 lamp
- pamięć: 32 słowa po 32 bity
- arytmetyka binarna: tylko odejmowanie
- słowo: 32 bity liczby
lub 12 bitów adresu + 3 bity op-kodu

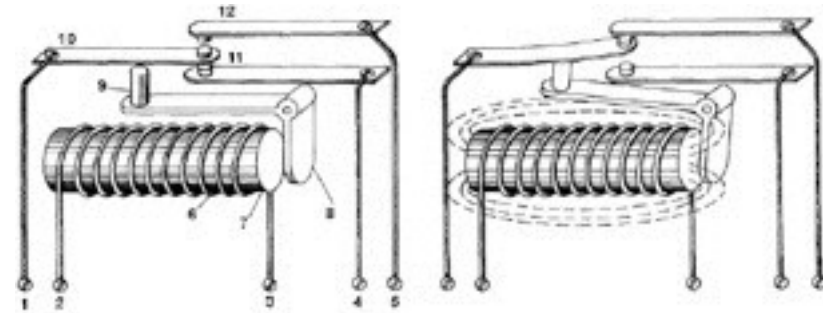
Manchester Baby: programowanie

- rejestry: **A** - akumulator, **C** - licznik programu
- instrukcje:
 - skok do adresu **S**
 - odjęcie liczby z adresu **S** od **A**
 - załadowanie liczby z adresu **S** do **A**
 - zapisanie liczby z **A** pod adres **S**
 - pominięcie kolejnej instrukcji jeśli $A < 0$
- pierwszy program: znajdź największy dzielnik 2^{18}
 - po 52 minutach, poprawny wynik
- trzeci program: dzielenie pisemne (A.Turing)

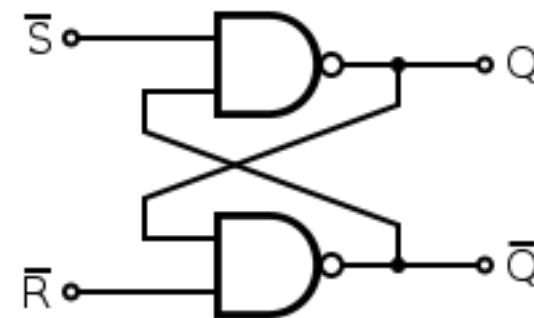
Jak zrobić pamięć?

Istniejące technologie:

- bit = przekaźnik
 - **pro**: sprawdzone, tanie, niezawodne
 - **con**: powolne

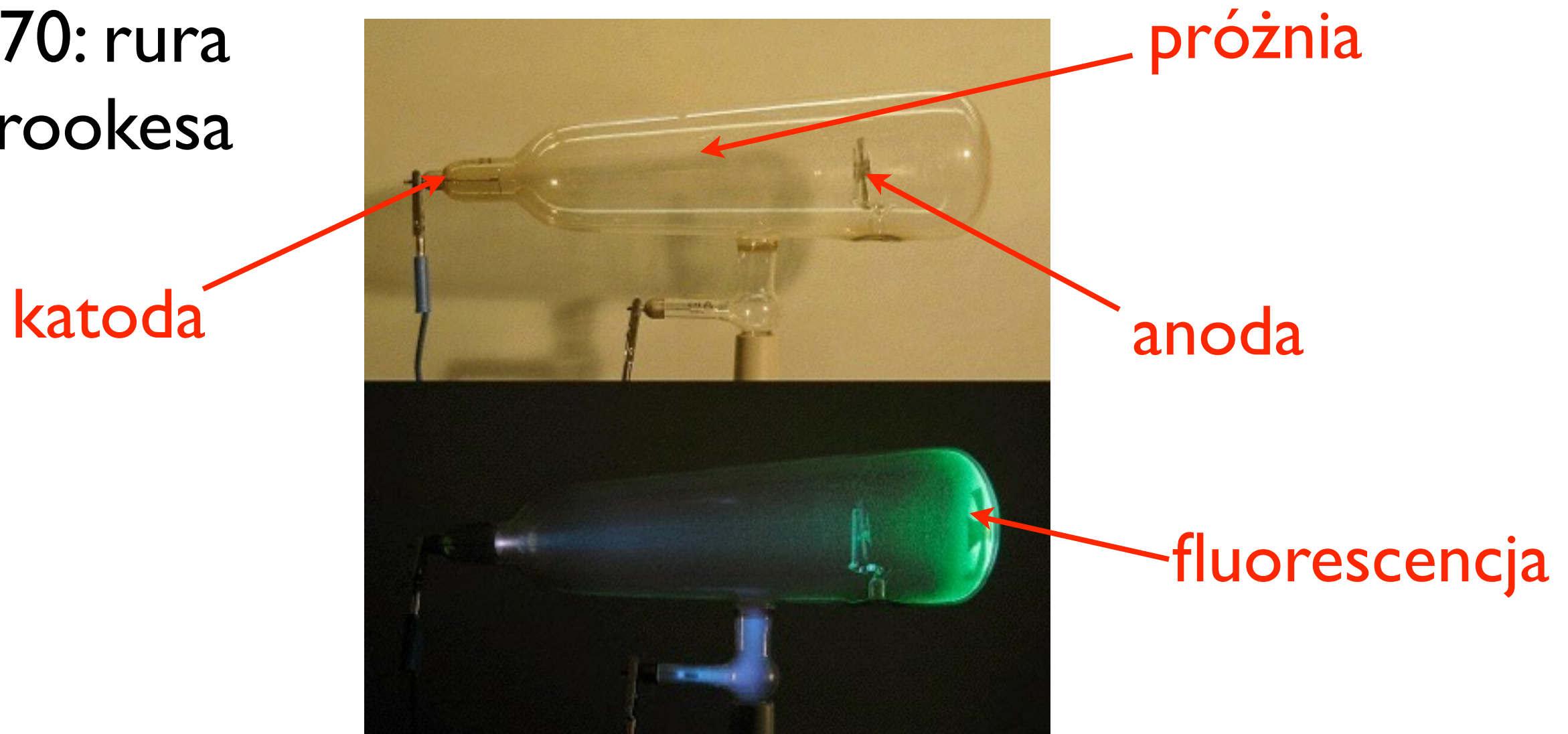


- bit = flip-flop
 - **pro**: bardzo szybkie
 - **con**: zawodne, drogie

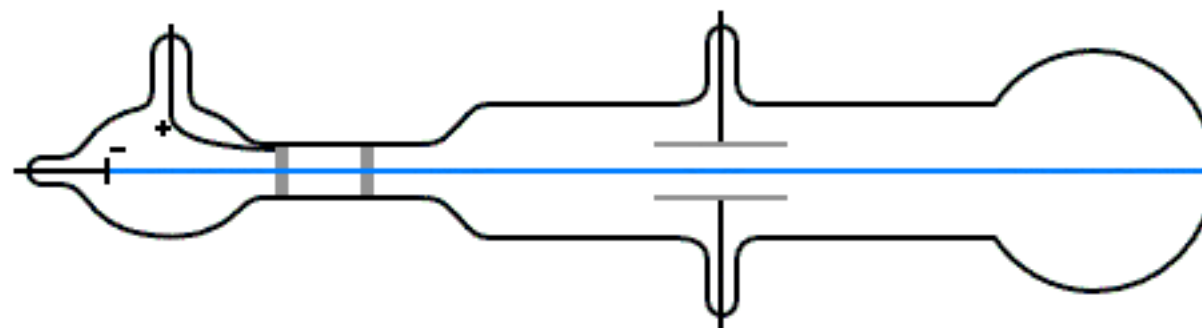


CRT (Cathode Ray Tube)

- 1870: rura Crookesa

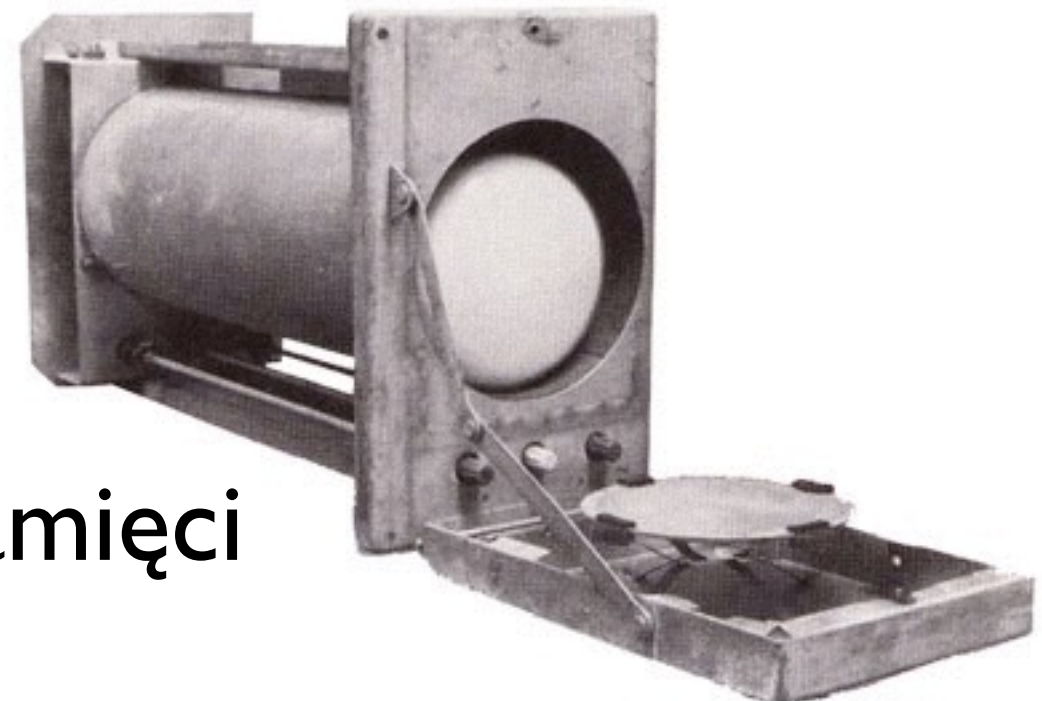
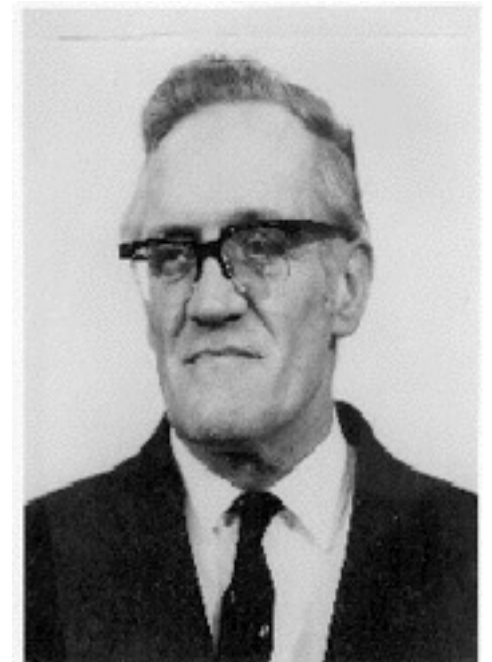


- 1897 (J.J. Thomson): odchylenie elektronów



Rury Williamsa

- Frederic Williams (1911-77)
- piksel na ekranie jest lekko naładowany
- ładunek utrzymuje się przez chwilę
- można go odczytać
- **RAM**: bity można odczytywać w dowolnej kolejności
... ale trzeba je regularnie odświeżać.
- odczytanie bitu zamazuje go
- jedna rura = ok. 2000 bitów
- Manchester Baby: jedna rura pamięci



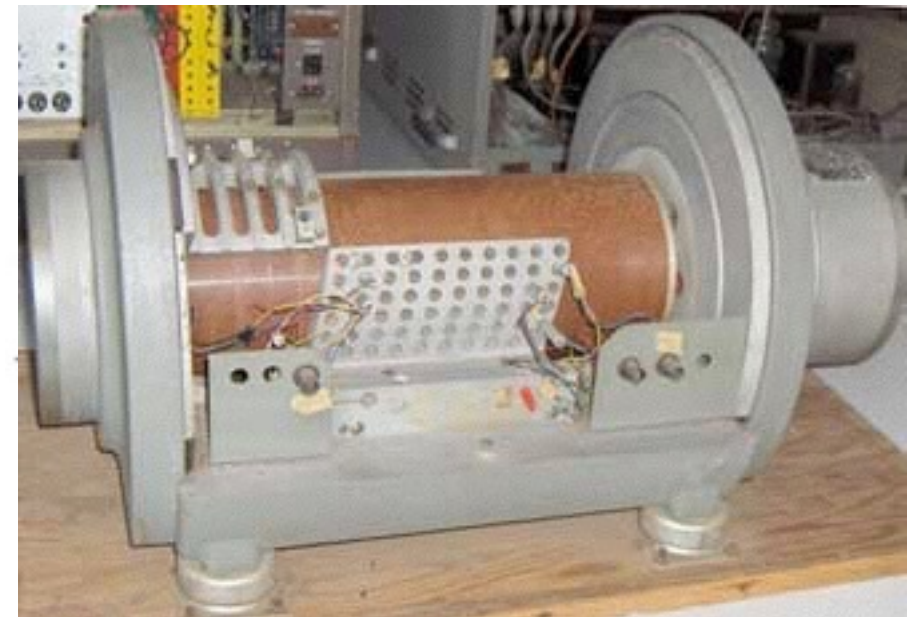
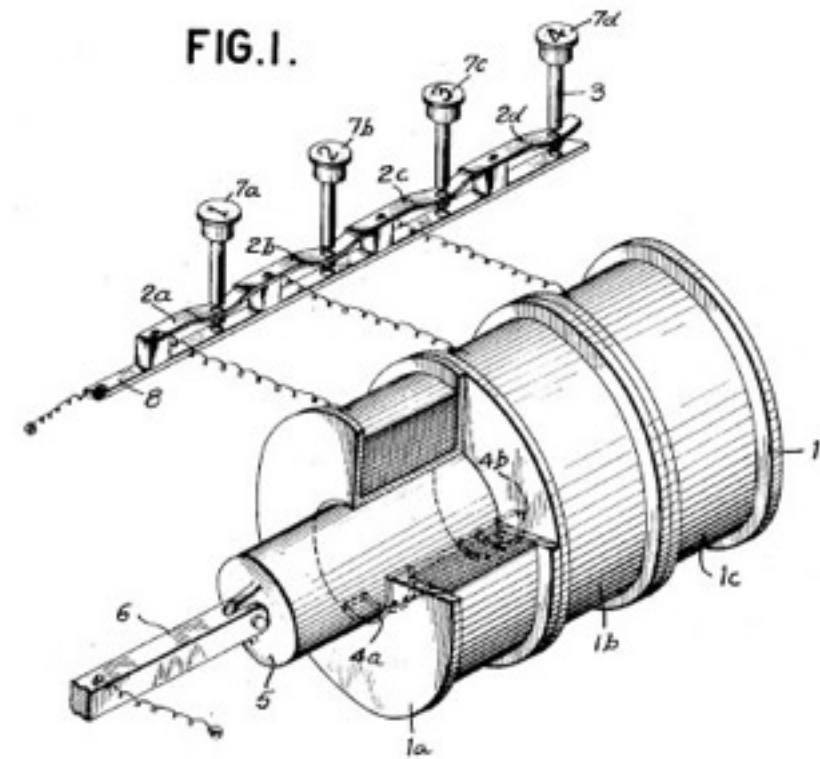
Manchester Mark I (1949)

- kontynuacja projektu Baby
- ok. 4000 lamp, dwie rury Williamsa
- dodatkowo **bęben magnetyczny** (1024 liczby)
- trzy rejestry: **A** - akumulator, **C** - licznik programu
B - rejestr indeksu
(eliminuje konieczność meta-programowania)
- sprzętowe mnożenie
- program: szukanie liczb pierwszych Mersenne'a
(9 godzin bezbłędnej pracy)
- prasa: *Mózg Elektroniczny!* *Komputer myśli!*

Bęben magnetyczny

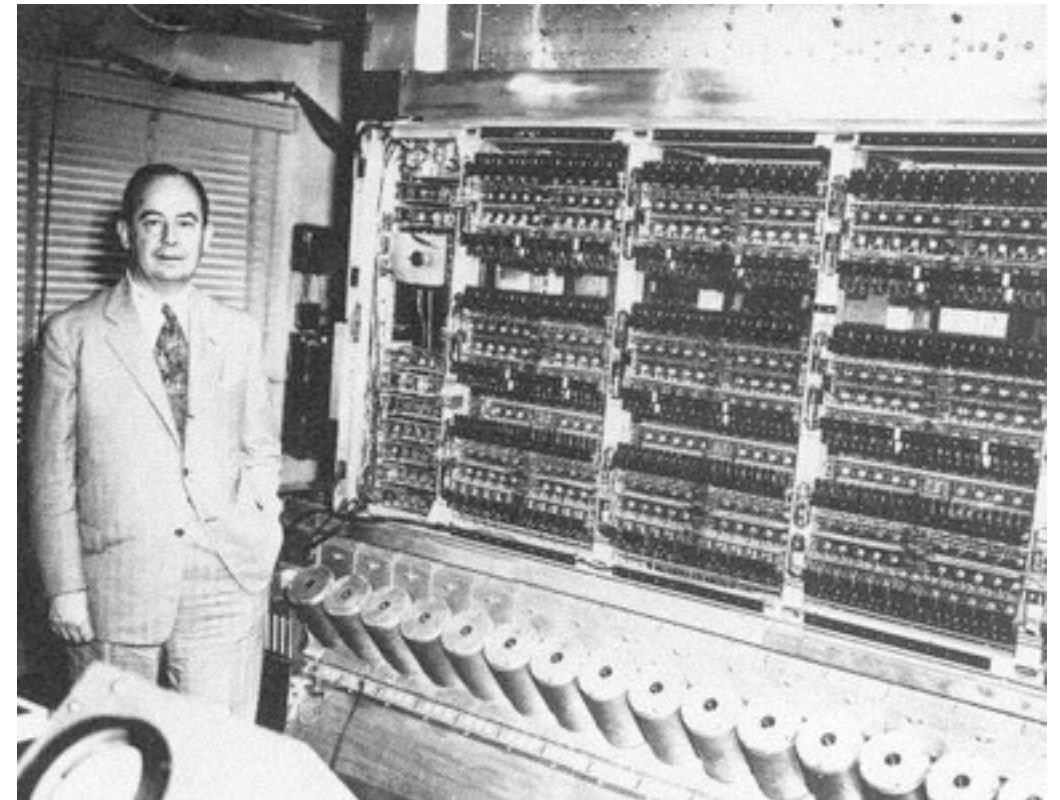
- wynalazek z lat 30tych
- rotujący bęben pokryty warstwą magnetyczną
- nieruchome głowice odczytujące i zapisujące
- pamięć o dostępie liniowym, dość wolna, za to pojemna
- pierwsze zastosowanie: Manchester Mark I
- stosowane do lat 60tych

Oct. 4, 1932. G. TAUSCHEK 1,880,523
SETTING DEVICE FOR CALCULATING MACHINES AND THE LIKE
Filed Oct. 18, 1929 2 Sheets-Sheet 1



EDVAC (1951)

- **E**lectronic **D**iscrete **V**ariable **A**utomatic **C**omputer
- kontynuacja projektu ENIAC na Univ. Penn.
- prace od 1944 r.
- projektanci: J. Mauchly, J. Eckert, J. von Neumann
- komputer binarny
- 6000 lamp, ok. 1000 dodawań/sek.
- pamięć rtęciowa, ok 5.5KB
- zewnętrzna pamięć: taśma magnetyczna
- pracował do 1961 r.



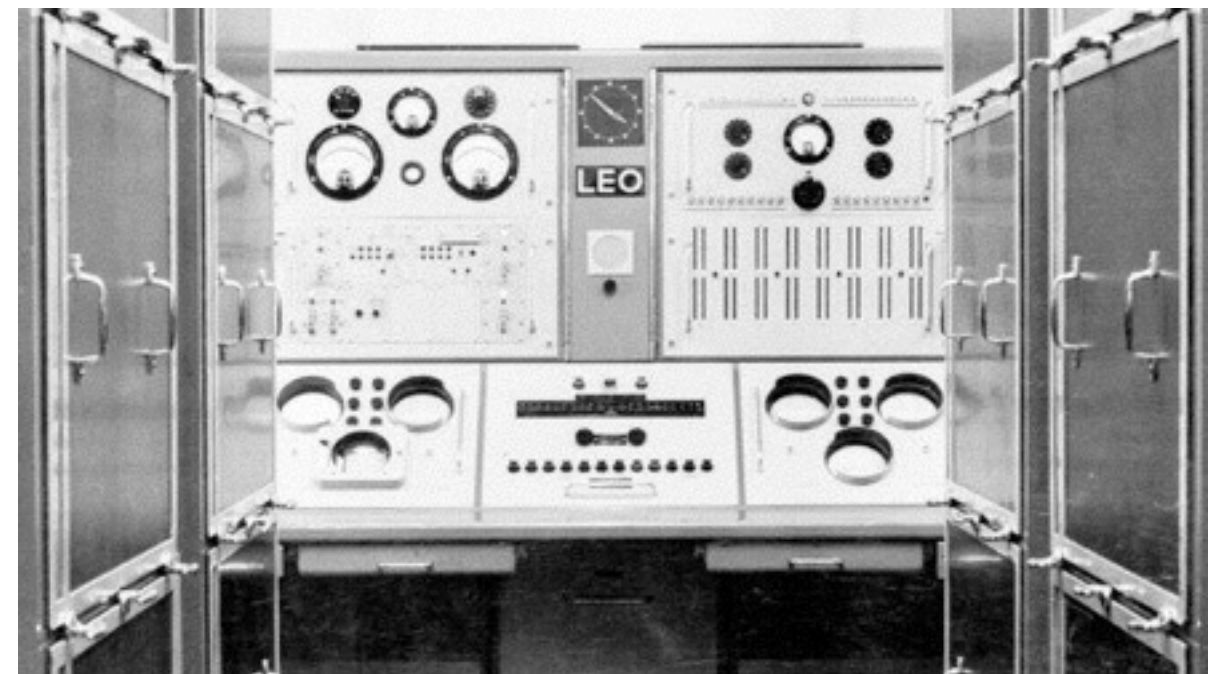
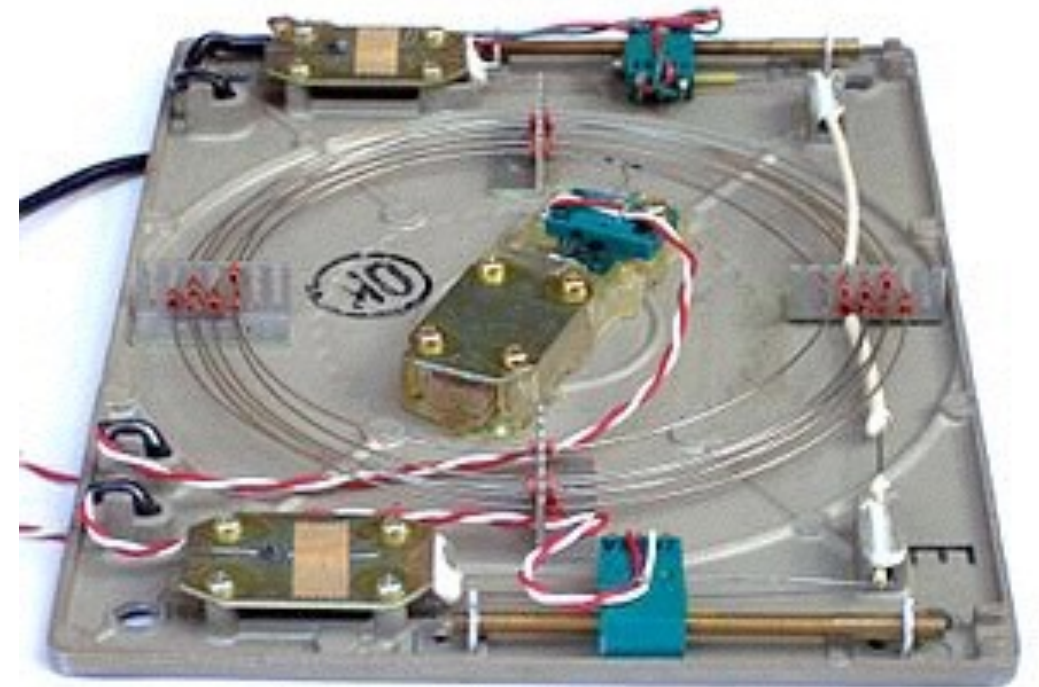
Pamięć rtęciowa

- rura wypełniona rtęcią
- na jednym końcu nadajnik akustyczny (ultradźwięki)
- na drugim końcu odbiornik
- rtęć najlepiej pracuje z piezoelektryką
- prędkość dźwięku w rtęci:
1450 m/s (dużo!)
- EDVAC: 362 bity w 1 rurze
- po 1953 r. nie stosowana



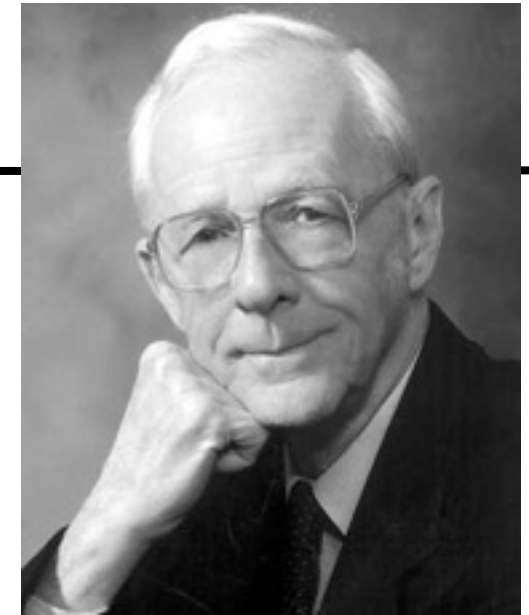
Pamięć magnetokompresyjna

- wariant pamięci rtęciowej
- długi drut zwinięty w spiralę
- nadajnik i odbiornik drgań skrętnych
(częstotliwość: ultradźwięki)
- pierwsze zastosowanie:
LEO I (1951)
- stosowana do połowy
lat 60tych



Whirlwind (1951)

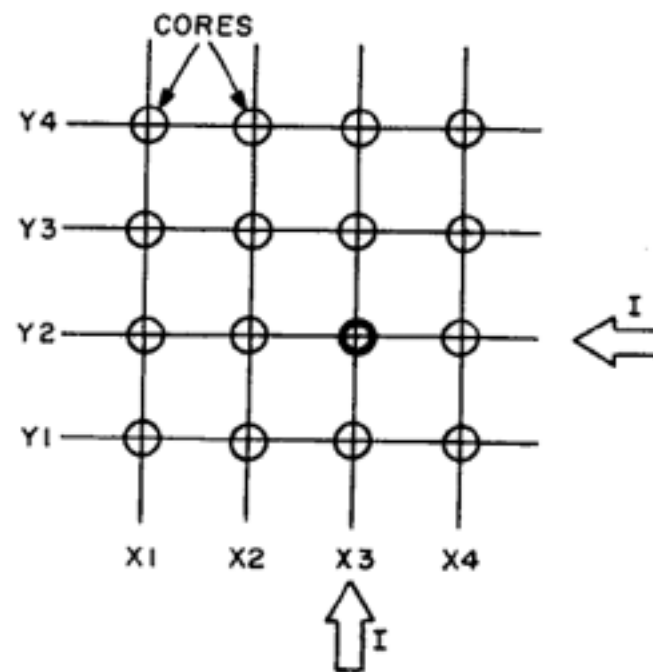
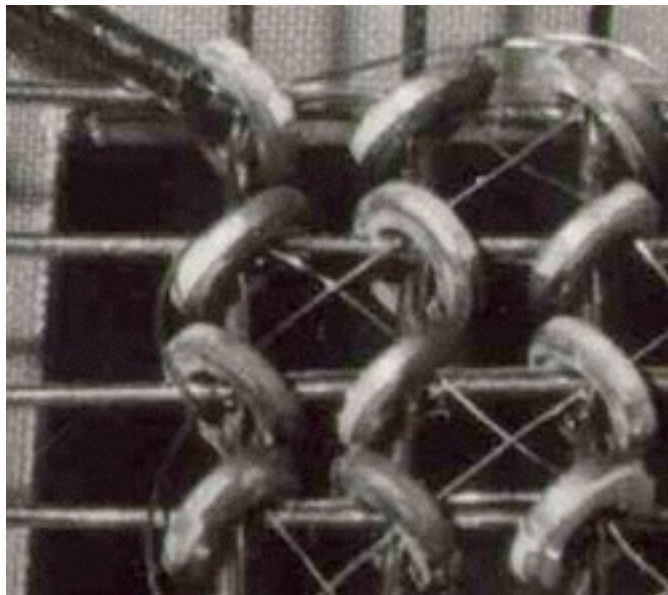
- komputer zbudowany na M.I.T.
- projektant: Jay W. Forrester (ur. 1918)
- finansowany przez armię USA
- cel: symulator dla pilotów



- arytmetyka równoległa: bity w szeregu, nie w rzędzie
- obliczenia na całych słowach jednocześnie
- słowa 16-bitowe, czyli 16 jednostek arytmetycznych
- pamięć ferrytowa (3KB)

Pamięć ferrytowa

- rdzeń: torus z materiału ferromagnetycznego
- pole powyżej pewnego progu zmienia kierunek namagnesowania



- pamięć = prostokątna tablica bitów
- para sygnałów ustala kierunek na jednym rdzeniu
- kabel sygnałowy wykrywa zmianę kierunku
- rozwiązanie stosowane do połowy lat 70tych

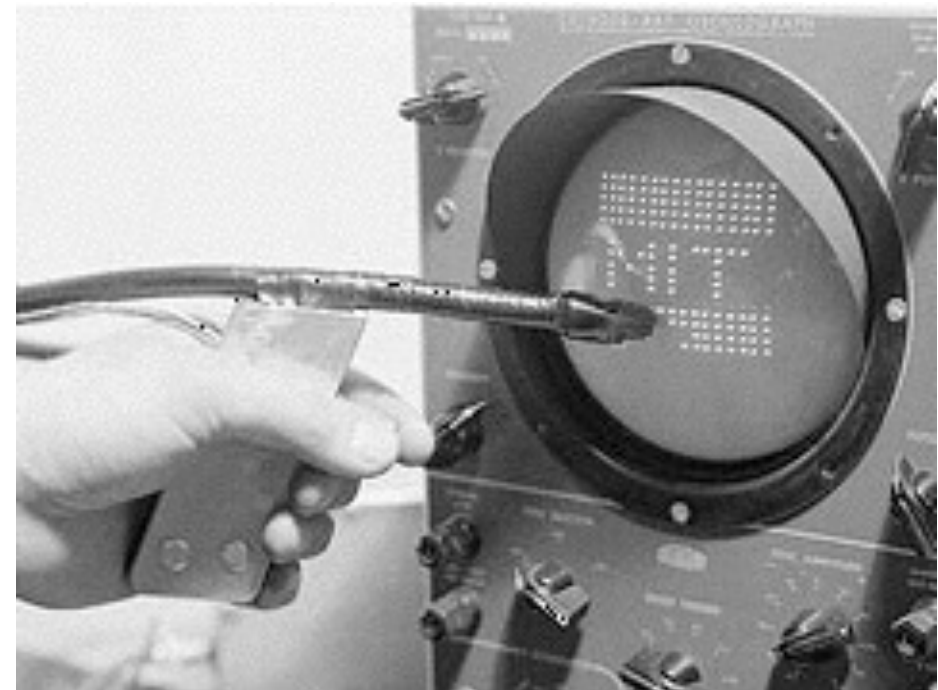
Inne bajery

- *Whirlwind* miał ekran...



(256 x 256 pikseli)

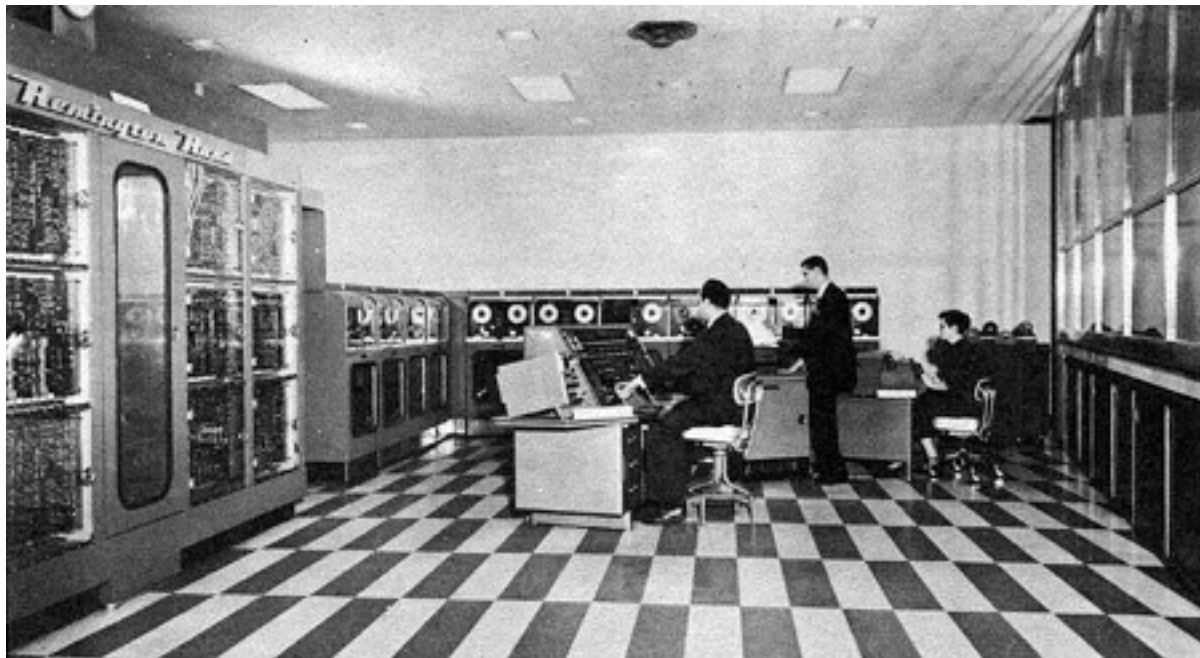
... i pióro świetlne



- pamięć zewnętrzna: bęben magnetyczny
- wejście/wyjście: taśma perforowana
- komputer pracował do 1959 r.

UNIVAC (1951)

- 1946: *Eckert-Mauchly Computer Corporation*
(w 1950r. kupił ją *Remington Rand*)
- projekt: komputer komercyjny
- **UNIV**ersal **A**utomatic **C**omputer
- pierwszy egzemplarz dla US Census Bureau



- sprzedano 46 egzemplarzy
- ostatni działał do 1970 r.



Parametry UNIVACa

- 5000 lamp, 2000 dodawań dziesiętnych na sek.
- pamięć rtęciowa, 1000 słów 12-cyfrowych
- pamięć zewnętrzna: taśma magnetyczna
- konwerter: taśma - karty perforowane IBM
- wyjście: oscyloskop
- cena: ok. 1.3mln USD



IBM wkracza do gry: IBM 701 (1952)

- komputer do zastosowań naukowych
- binarny, 16.000 dodawań / sek.
- pamięć: rury Williamsa, 9KB
- taśmy i bębny magnetyczne
- we/wy: karty perforowane i ekran
- cena: od \$12.000 / mies.
- wyprodukowano 19 egz.



IBM 650 (1953)

- model dla biznesu, stosunkowo mały i tani
- łatwa integracja z tabulatorami



- arytmetyka dziesiętna
- dużo różnych op-kodów, wygodne programowanie
- pamięć: tylko bęben magnetyczny, od 1K to 4K słów
- we/wy: taśma magnetyczna, karty perforowane
- cena: 150tys. USD lub 3tys/mies.
- sprzedano 2 tys. egz., ostatni w 1962 r.

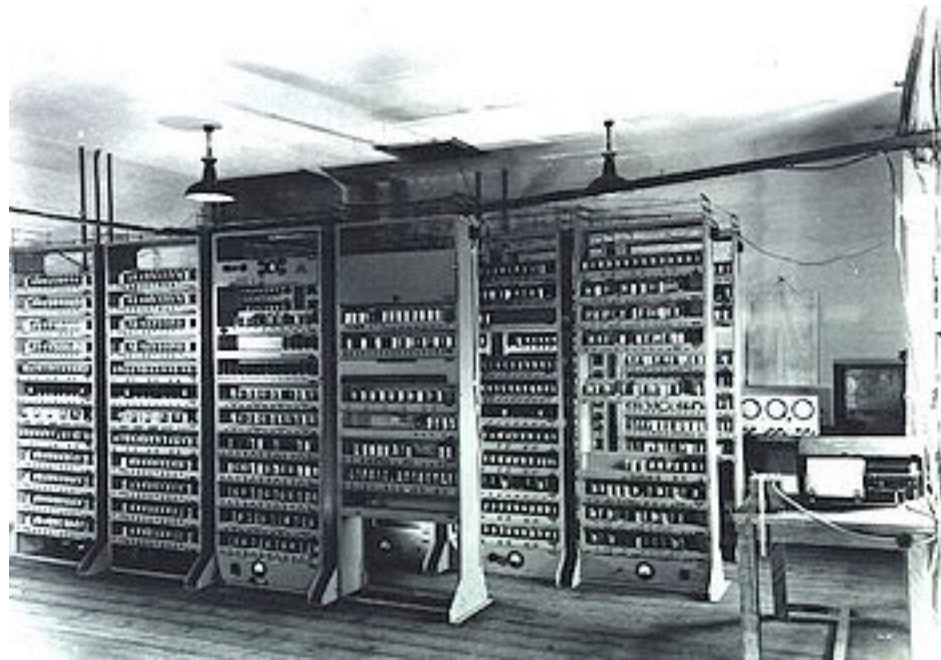
IBM 704 (1954)

- następca modelu 701
- ulepszenia:
 - pamięć ferrytowa zamiast tub Williamsa
 - sprzętowa arytmetyka zmiennoprzecinkowa

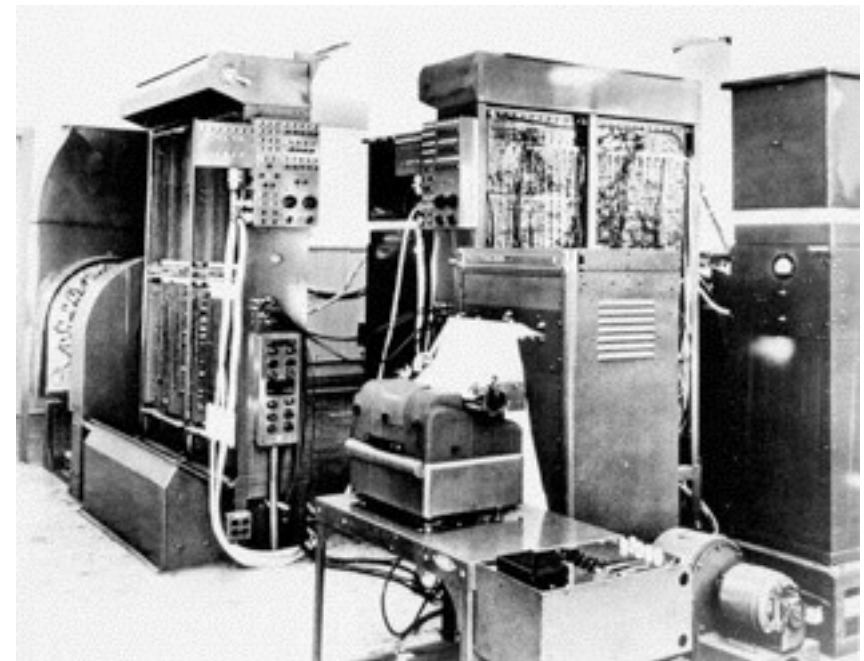


- cena: ok. 2mln USD
- sprzedano 140 egz.
- kompilatory FORTRAN, LISP, syntezytor mowy, ...

Inne komputery lampowe



EDSAC (1949)



BINAC (1949)

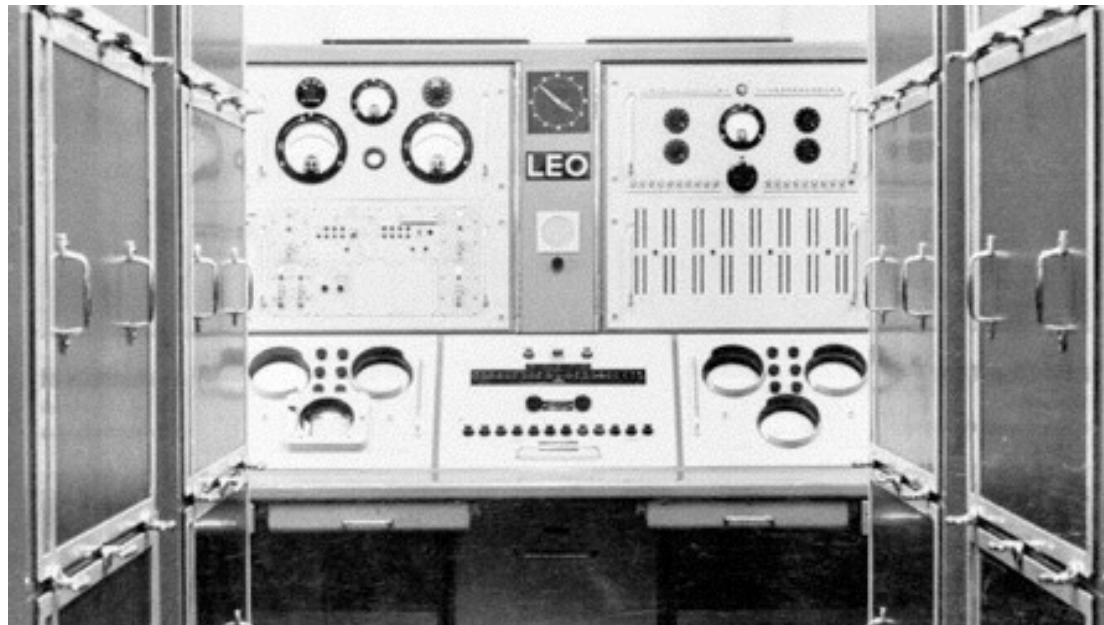


CSIRAC (1949)

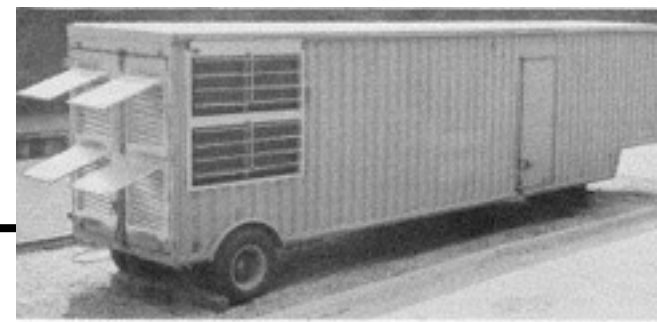


Pilot ACE (1950)

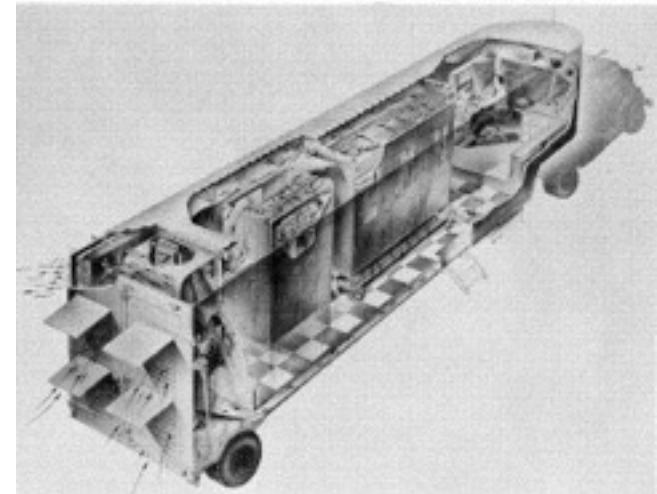
Inne komputery lampowe



Leo I (1951)



Source 8.8. Van No. 1, containing the DYSEAC control center and computer including the mercury memory.



DYSEAC (1954)



Burroughs E101 (1949)



WEIZAC (1955)

Projekt SAGE: 52 komputery AN/FSQ-7 (1958)

- **Semi-Automatic Ground Environment**
- system koordynacji radarów i obrony przeciwlot.
- największy i najdroższy komputer w dziejach
- 2000m², 250 ton
- 60.000 lamp, moc 3MW
- pamięć ferrytowa, ok. 256KB
- koszt: 10 mld USD
- od razu przestarzały

