

# PV109: Historie a vývojové trendy ve VT

## Generace počítačů

Luděk Matyska a Eva Hladká

Fakulta informatiky Masarykovy univerzity

podzim 2017



# Generace počítačů dle použitých stavebních prvků

## 0. generace (40. léta 20. století)

- elektromechanické spínací prvky
- Z1 – Z4, Mark I., apod.

## 1. generace (od 2. pol. 40. let) Elektronky

- Colossus, ENIAC, UNIVAC

## 2. generace (od poloviny 50. let) Tranzistory a diody

- PDP-1

## 3. generace (od 2. pol. 60. let)

- Mainframy – IBM System/360

## 4. generace (od 70. let)

- LSI (Large Scale Integration) a VLSI (Very LSI) = mikroprocesory
- Apple I., IBM/PC, ZX Spectrum

# Další pohledy na dělení počítačů

- Dle historických etap
  - ① Každý **exemplář** je unikát
  - ② Každý **typ** počítače je unikát
  - ③ **Rodiny** počítačů s kompatibilním strojovým kódem a SW
- Dle převládajícího software
  1. **generace** programování ve strojovém kódu nebo v jednoduchých strojově závislých jazycích
  2. **generace** vyšší programovací jazyky (Algol 60, Fortran, Cobol)
  3. **generace** operační systémy a modernější programovací jazyky
  4. **generace** OS a jazyky přizpůsobené uživatelům
  5. **generace** (spíše předpověď) prvky umělé inteligence, ovládání v přirozeném jazyce

# 1. generace – charakteristické rysy

- Základní stavební prvky: elektronky, relé, klopné bistabilní obvody.
- Programování ve strojovém kódu, děrné štítky.
- Ukládání dat pomocí elektronek, rtuťového zpožďovacího vedení, katodových trubic, magnetických bubnů, ...
- Vysoký příkon, velké rozměry a hmotnost.
- Nízká spolehlivost vs. vysoké provozní náklady.
- Průběžné vylepšování po dobu několika let (vstupní/výstupní zařízení, typy a kapacita paměti).



Elektronky z počítačů IBM

Zdroj: <http://computermuseum.li>



Zpožďovací linka

zdroj: <http://root.cz>

# John von Neumann (1903 – 1957)

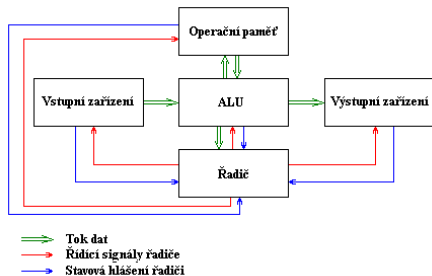
- Maďarský matematik židovského původu (původním jménem János Lajos Neumann)
- Vedle informatiky přispěl významně i v oblasti fyziky, matematiky či ekonomie.
- Spolu s A. Einsteinem založili *Institut for Advanced Study* v Princetonu.
- Patří mezi zakladatele *teorie her*.
- V informatice patří ke klíčovým myšlenkám Von Neumannova architektura počítačů (1946).



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# Von Neumannova architektura počítačů

- 5 funkčních jednotek:
  - řídicí jednotka,
  - ALU,
  - paměť,
  - vstupní zařízení,
  - výstupní zařízení.
- Programy, data i mezivýsledky se ukládají do stejné paměti (vs. Harvardská architektura).
- Využívá dvojkovou soustavu.

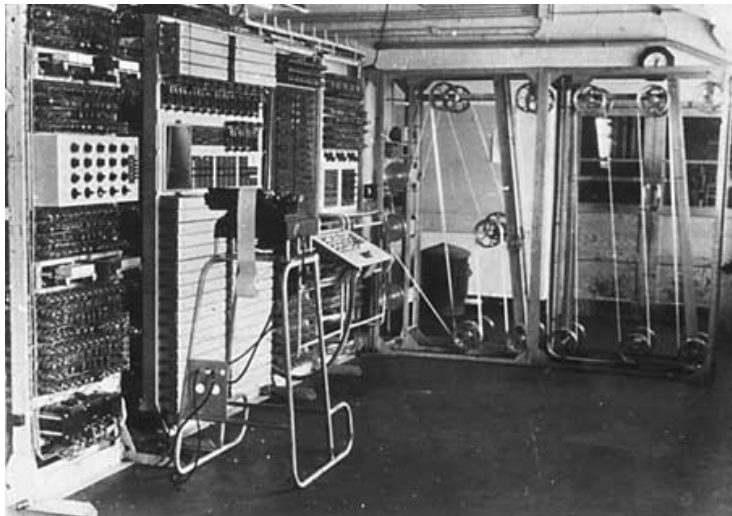


Zdroj: <http://markonet.cz>

# Colossus (1943)

- První programovatelný elektronkový číslicový počítač.
- Nejednalo se o univerzální počítač, byl využíván v Bletchley Park pro lámání šifry Enigma.
- Nahradil „brute-force“ mechanický přístroj *Bombe*, který byl pomalý.
- Integroval 2400 elektronek.
- Do konce války bylo vyrobeno 10 kusů, na rozkaz W. Churchila byly všechny (včetně plánů) zničeny v roce 1946.

# Colossus, Bletchley Park



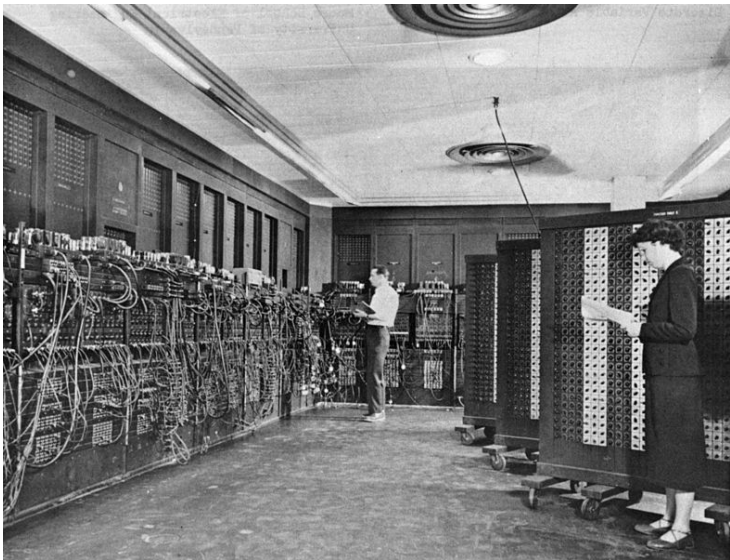
Zdroj: <http://www.alanturing.net>



# ENIAC (1946)

- Electronic Numerical Integrator And Computer
- První Turing-kompletní elektronkový počítač
- Obsahoval 17468 elektronek, 5 milionů *ručně* pájených spojů.
- Vážil 27 tun, zabíral plochu 68 m<sup>2</sup> a měl příkon 150 kW.
- Používal desítkovou soustavu.
- Původně určen pro výpočty palebných tabulek dělostřelectva U.S. Army, byl využit i pro výpočty spojené s vývojem atomové bomby v Los Alamos.
- MANIAC (Mathematical Analyzer, NIAC) – následník ENIACu, von Neumannova architektura, využíván v Los Alamos.

# ENIAC, Aberdeen, Maryland



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# EDVAC (1949)

- Electronic Discrete Variable Automatic Computer.
- První počítač von Neumannovy architektury.
- Využíval dvojkovou soustavu, umožňoval uložit program do paměti.
- Obsahoval na 6000 elektronek, 12000 diod, spotřeba 56 kW.
- Zabíral plochu 45,5 m<sup>2</sup> a vážil necelých 8 tun.
- K jeho obsluze bylo potřeba 30 lidí.
- Operace: sčítání – 864  $\mu$ s, násobení – 2,9 ms.

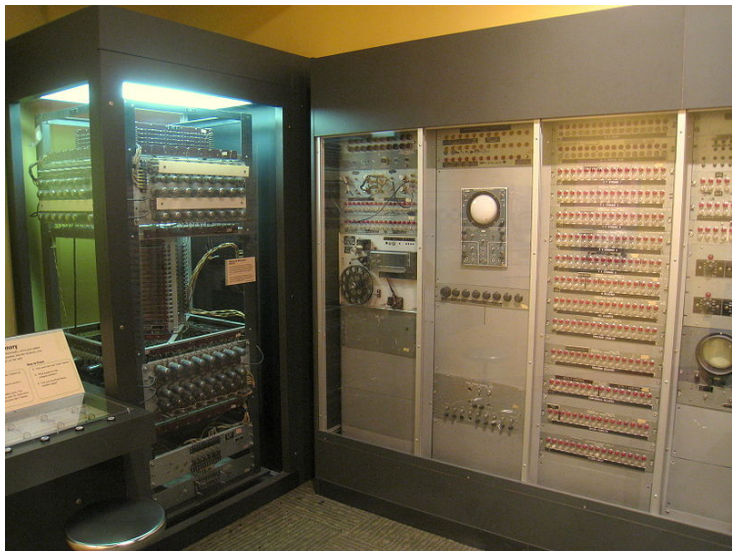


Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# Whirlwind (1951)

- Vyvinutý na MIT na zakázku U.S. Air Force
- Drží několik prvenství:
  - ovládání v reálném čase namísto dávkového zpracování,
  - používal obrazovky pro výstup dat,
  - nešlo o pouhou náhradu za starší (a pomalejší) mechanické stroje.
- Využíván byl až do roku 1960 v systému SAGE (Semi-Automatic Ground Environment)
- Namísto zpožděvacích rtuťových trubíc využíval *Williamsovu trubici*.

# Whirlwind, Museum of Science, Boston, MA



## Další počítače 1. generace

### Manchester Mark 1 (1949)

- Velká Británie
- Na vývoji se podílel i A. Turing
- Byl využit k propagaci informatiky – v tisku označován jako „electronic brain“
- v 50. letech komerčně prodáván pod označením Ferranti Mark I

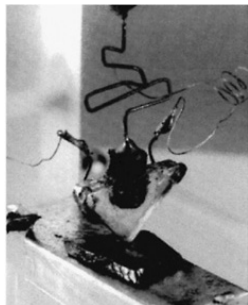
### UNIVAC I (UNIVERSal Automatic Computer I, 1951),

- první komerčně nabízený počítač s univerzálním použitím (armáda, státní úřady, univerzity).
- Do širšího povědomí se dostal v roce 1952, když „předpověděl“ zvolení D. D. Eisenhowera.
- Pouze 700 elektronek – předpokládalo se využití jako palubní počítač letadel.

BINAC, EDSAC, ...

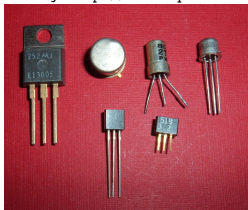
## 2. generace – charakteristické rysy

- Základním stavebním prvkem je **tranzistor**
  - Vynalezen již v roce 1947 (na bázi germania)
  - 1954 – na bázi křemíku
  - 1960 – planární technologie výroby (zmenšení)
- Programování v assembleru.
- Feritové paměti, magnetické pásky.
- **Modem** pro komunikaci mezi vzdálenými systémy.



První tranzistor

Zdroj: <http://www.nap.edu> ..



## TX-0 (1955/6)

- První tranzistorový počítač, vyvinutý na MIT.
- Vstup a výstup přes děrnou pásku a psací stroj, k výstupu sloužil osciloskop.
- A/D převodník – první pokusy s analýzou a syntézou řeči



Zdroj: <http://www.dipity.com>



- Střediskové počítače (mainframes).
- Nástupce řady 700 založené na elektronkách (mnohé byly zpětně kompatibilní).
- Různá architektura podle využití (vzájemně nekompatibilní):
  - pro vědu – 7090/7094, 36bitů, ukládání na pásy a disky
  - pro komerční využití – 7080
  - dekadické systémy – 7070/7072/7074
- Přídavná zařízení: děrovačky a čtečky děrných štítků, řádkové tiskárny, . . .



IBM 7090 využívaný NASA v projekte Mercury  
Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# PDP-1 (1960)

- Programmed Data Processor-1, vyráběný firmou DEC.
- Tyto počítače hrály klíčovou roli při vzniku hackerské subkultury.
- Byla na něm spuštěna první počítačová hra *Spacewar!*.
- Kapacita paměti – 4096 18bitových slov
- CRT vektorový displej s rozlišením 1024x1024 bodů a úhlopříčkou 9,25“.



Obrazovka hry Spacewar!  
Zdroj: <http://www.root.cz>

# PDP-8 (1965)

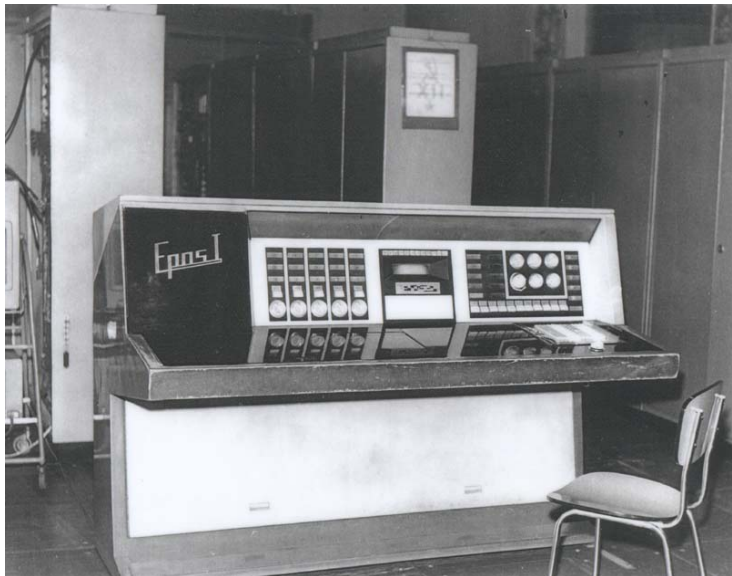
- První komerčně úspěšný minipočítač, vyráběný až do roku 1979.
- 12bitový systém.
- Na svoji dobu poměrně levný, cca 16000 USD



# EPOS 1 (1963)

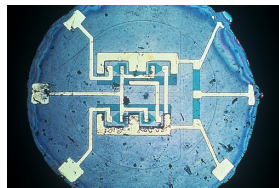
- Elektronický POčítač Střední
- Dekadický počítač, na jehož vývoji se podílel A. Svoboda.
- Multiprogramování řešeno hardwarově, systém trojí kontroly proti chybám.
- Délka slova byla 12 dekadických míst, pevná řádová čárka, rychlost 20000 op./s.
- 8000 elektronek, 200 kW.
- Střední doba mezi poruchami cca 80 minut.

# EPOS 1



### 3. generace – charakteristické rysy

- Hlavní stavební prvek – integrované obvody
  - 1958 – nezávisle na sobě ohlášen objev integrovaných obvodů (J. Kilby, R. Noyce)
  - Různé typy tranzistorů (MOS, FET, MOSFET, CMOS) převedeny postupně do podoby integrovaných obvodů.
  - 1964 – Gordon Moore formuloval „Mooreův zákon“
- Vyšší programovací jazyky, softwarová krize
- Období industrializace výpočetní techniky
- Dělení: Minipočítače – mainframe – superpočítače
- Počítačové sítě, nástup polovodičových pamětí, vznikly pružné disky



1. integrovaný obvod  
Zdroj: <http://null-entropy.com>



NE555 – neznámější integrovaný obvod  
Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# IBM System/360 (1965)

- V době uvedení 6 počítačů a 44 přídatných zařízení.
- Počítače byly vzájemně plně kompatibilní.
- Jednotka zpracování bylo 8 bitů = 1 byte.
- Vzniklo mnoho klonů (licencovaných i nelicencovaných) – u nás např JSEP
- Programovací jazyk PL/1
  - Spojuje jazyky Cobol a Fortran
  - úzká integrace s architekturou systému IBM/360 a IBM/370



# IBM S/360 40



# Počátky superpočítačů

- Od 60. let se od střediskových počítačů oddělila větev superpočítačů.

## CDC řady 6000

- Patřily k nejvýkonějším počítačům tehdejší doby.
- 1964: CDC 6600 – funkční paralelismus, výkon 1 MFLOPS, na vývoji se podílel Seymour Cray.
- 1969: CDC 7600 – 10 MFLOPS (nejvýkonější IBM S/360 91 poze 2 Mflops).

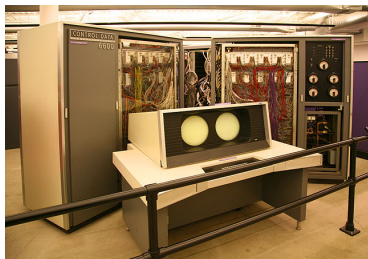
## ILLIAC

- Původně vyvíjené na University of Illinois, Urbana-Champaign.
- ILLIAC IV – Jeden z prvních masivně paralelních vektorových počítačů (256 jader), 200 MFLOPS, 64 bitů.

## STAR-100

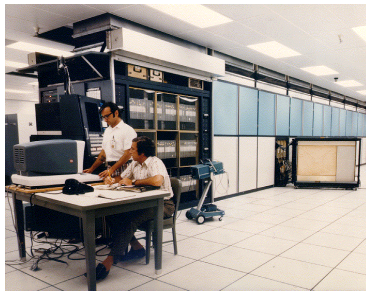
- 1971: STrings and ARrays, 100 = 100 MFLOPS
- Vektorový počítač produkovaný CDC

# CDC 6600 a ILLIAC IV



CDC 6600

Zdroj: <http://computermuseum.li>



ILLIAC IV

Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

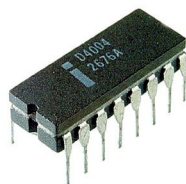
# Seymour Roger Cray (1925–1996)

- Elektroinženýr, architekt superpočítačů, označovaný jako „otec superpočítání“
- Původně pracoval pro CDC (Control Data Corporation)
- Zakladatel Cray Research
- Počítače:
  - Cray 1: 1976
  - Cray Y-MP: 1988: 2,3 GFLOPS
  - Cray C90: 1990: 16×1 GFLOPS
  - Cray XE6: 2010: několik PFLOPS

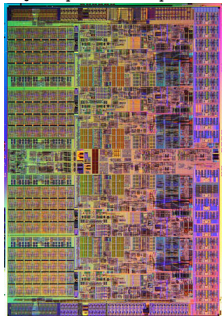


## 4. generace – charakteristické rysy

- Vyšší stupně integrace
  - LSI (Large Scale Integration) –  $\times 1000$  prvků na čipu
  - VLSI (Very Large Scale Integration) –  $\times 100000$  prvků na čipu
- 1971: první komerčně úspěšný mikročip – Intel 4004
- Rozvoj osobních počítačů
- Operační systémy a jazyky přizpůsobené uživatelům.
- DIY subkultura – např. Homebrew club.
- Vznik Internetu.



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>



Zdroj: <http://www.intel.com>

# Altair 8080 (1974)

- Vyráběný firmou MITS (Micro Instrumentation and Telemetry Systems).
- Považován za první osobní počítač.
- Založen na procesoru Intel 8080 (8bitový).
- Určen zejména počítačovým nadšencům, z výroby neuměl prakticky nic.
- Programovací jazyk Altair BASIC (B. Gates + P. Allen).



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# Xerox Alto (1973)

- Vyvinutý v Xerox PARC, označen za první *osobní počítač*.
- První počítač s myší-ovladatelným GUI (metafora pracovní plochy).
- Nejednalo se o komerční produkt, přesto bylo prodáno pár tisíc kusů.
- Nápad GUI později zakoupila firma Apple, vylepšená implementace v Apple Macintosh.
- CPU Texas Instruments 74181, paměť 128–512 kB



Zdroj: <http://en.wikipedia.org>

# IBM PC (1981)

- Intel 8088 @ 4,77 MHz, 16 nebo 64 kB RAM, grafická karta MDA/CGA, disketová mechanika.
- Operační systém DOS (Disk Operating System) od Microsoftu (textové rozhraní).
- Reverzním inženýrstvím byla odhalena struktura BIOSu → začly masivně vznikat klony **IBM PC kompatibilní**



Zdroj: <http://techrepublic.com>



# Generace IBM PC

- 1981: IBM PC
- 1983: IBM PC/XT
  - Intel 8088 (architektura x86)
- 1984: IBM PC/AT
  - Intel 80286 @ 6/8 MHz, 256–16 MB paměti
- 1987: IBM PS/2
  - Mnoho nových prvků: VGA, 3,5“ disketová mechanika, PS/2 konektor, 72pinové SIMM moduly.
  - Související operační systém OS/2
  - Nakonec se neprosadila.
  - Intel 8086/80x86/Pentium ...

## 8bitové počítače (80. léta)

- Za masivním rozšířením osobních počítačů mezi běžné uživatele se postaraly spíše 8bitové počítače.
- Výhodou byla jejich velmi nízká cena a tím i dostupnost.
- Klávesnice integrována v těle počítače, připojoval se k televizoru a programy se nahrávaly z běžných audio kazet.
- Programovací jazyk BASIC
- Zástupci: Sinclair ZX Spectrum, Commodore 64, PMD 85, IQ 151, Didaktik Gama



ZX Spectrum

Zdroj: <http://cs.wikipedia.org>



IQ 151

Zdroj: <http://octuning.cz>