

Two vertical bars of different shades of gray are positioned on the left side of the slide.

Principy počítačů a operačních systémů

Historický úvod a základní koncepty

Zimní semestr 2009/2010

Předchůdci moderních počítačů

1930 – 1948

- analogové počítače
- elektro-mechanické počítače

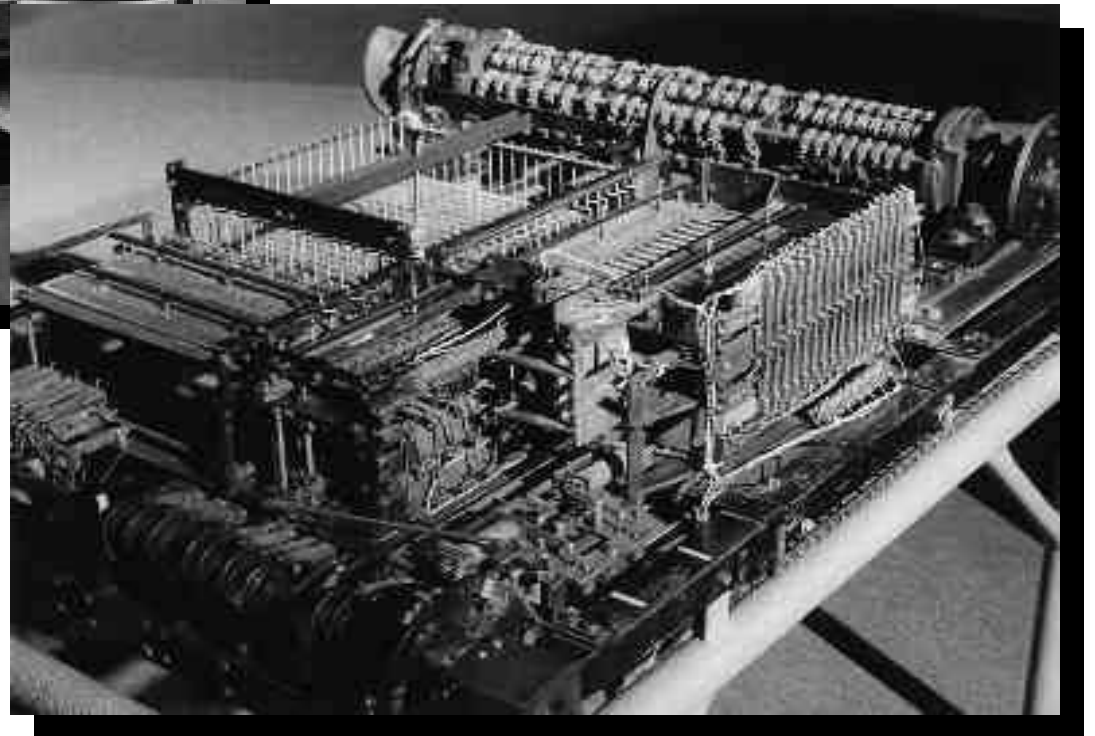
Základní koncepty

- externí vstup programu a dat
- binární kód

První digitální počítač

Konrad Zuse, 1910 – 1995

- 1938: Z1, mechanický, binární
 - ♦ výrazně jednodušší realizace než decimální
- 1941: Z3, reléový, děrná páska
 - ♦ první univerzální, programem řízený digitální počítač
 - ♦ floating point (znaménko, exponent, mantissa)
 - ♦ sčítání 0.7s, násobení 3s, příkon 4kW, váha 1000kg
- 1944: Z4, první prodaný počítač
- 1945: Plankalkül, programovací jazyk vyšší úrovně



Alan Turing

1912 – 1954

- zakladatel moderní počítačové vědy
 - ♦ formalizace algoritmu a výpočtu
- 1936: Turingův stroj
 - ♦ abstraktní zařízení pro manipulaci se symboly
 - ♦ mohou simulovat libovolný počítač
 - ♦ univerzální turingův stroj
 - ♦ halting problem
- 1943: Colossus Mk I
 - ♦ plně elektronický, ne však univerzální
 - ♦ útok na šifrovací zařízení Lorenz SZ 40/42

Turingův stroj

Páska

- políčka obsahující symboly
- vstup, výstup, pracovní paměť

Čtecí/zapisovací hlava

- čtení/zápis symbolů na pásce, pohyb po pásce

Tabulka instrukcí

- klíč: stav, symbol na pásce
- výsledek: co zapsat, posun hlavy, nový stav

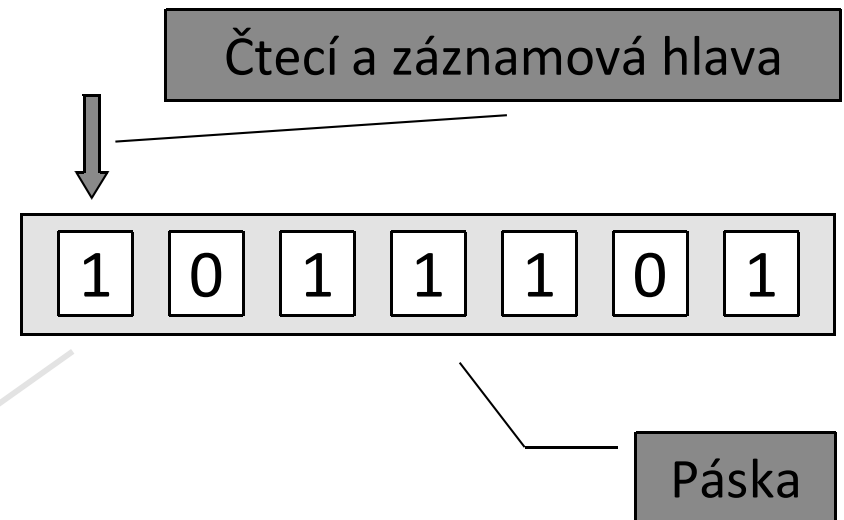
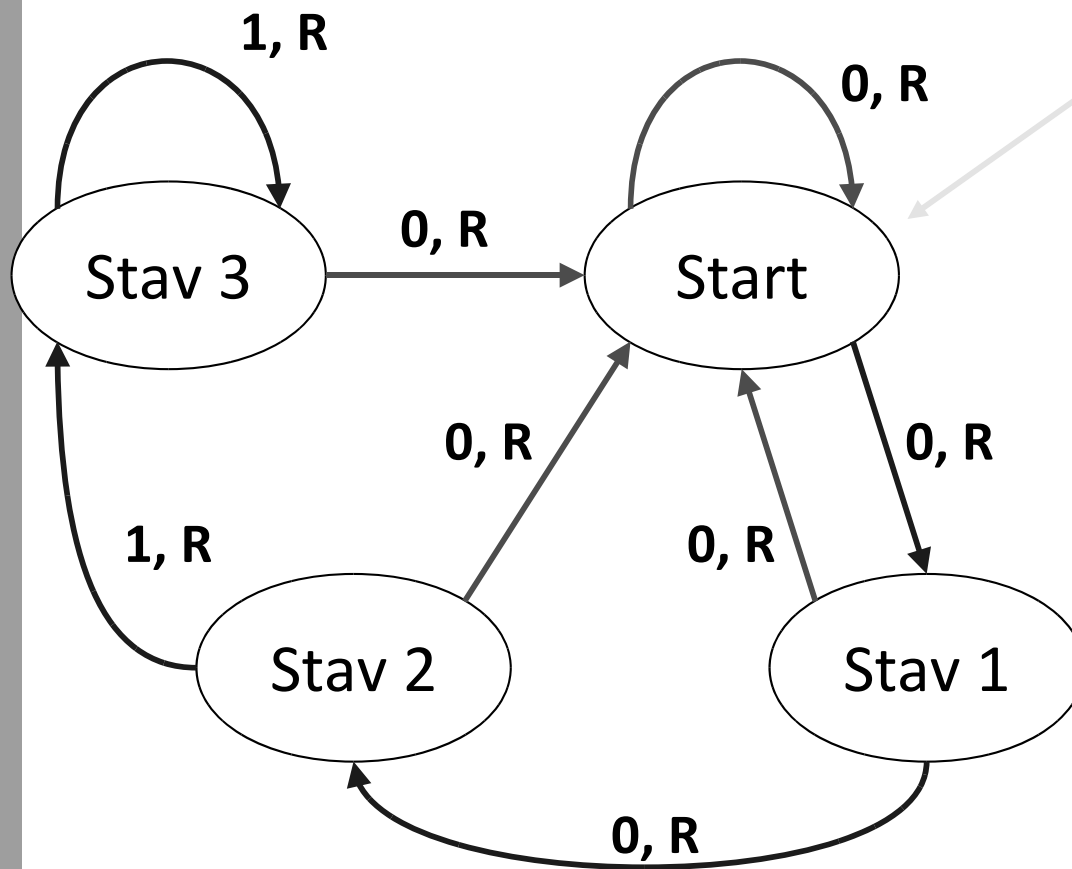
Stavový registr

- stav stroje, část klíče do tabulky instrukcí

Turingův stroj, příklad

Úloha:

TS s oddělenou vstupní a výstupní páskou. Zapiš **1** na výstupní pásku, když jsou na vstupní pásce nalezeny alespoň tři po sobě jdoucí jedničky, jinak zapiš 0.



- červené šipky reprezentují vstup 0
- modré šipky reprezentují vstup 1
- černá čísla reprezentují výstup odpovídající příslušnému vstupu

Turingův test

Vztah člověka a stroje

- základy vědy o “umělé inteligenci”

Test intelligence stroje

- komunikace prostřednictvím dálkopisu
- pokud není možno v rozumném čase rozlišit zda odpovídá stroj či člověk, pak stroj “vykazuje znaky intelligence”

Elektronické počítače (téměř)

1944: Harvard Mark I

- Howard Aiken, Harvard Univ.
- Automatic Sequence-Controlled Calculator Mk I
- základní vlastnosti
 - ♦ desítkový, plně automatický
 - ♦ standardní aritmetika, logaritmy, trigonometrie
 - ♦ program na děrné pásce, později více pásek
 - ♦ data na samostatné pásce nebo štítcích
 - ♦ výpočty balistických tabulek pro námořnictvo
 - ♦ 18 x 2.5m, 5 tun, 530 mil drátu, 760 000 součástí

Elektronické počítače

1946: ENIAC

- John W. Mauchly, J. Presper Eckert
- Electronic Numerical Integrator And Computer
- základní vlastnosti
 - ♦ dekadický, desetimístná čísla
 - ♦ 20 sčítaček, násobička, dělička, druhá odmocnina
 - ♦ programování pomocí propojování speciálních programových jednotek
 - ♦ použita "rychlá" registrová paměť
 - ♦ testování hypotéz ohledně vodíkové bomby
 - ♦ 30 tun, 18 000 elektronek, 5000 součtů/s, 385 násobení

ENIAC vs. Pentium

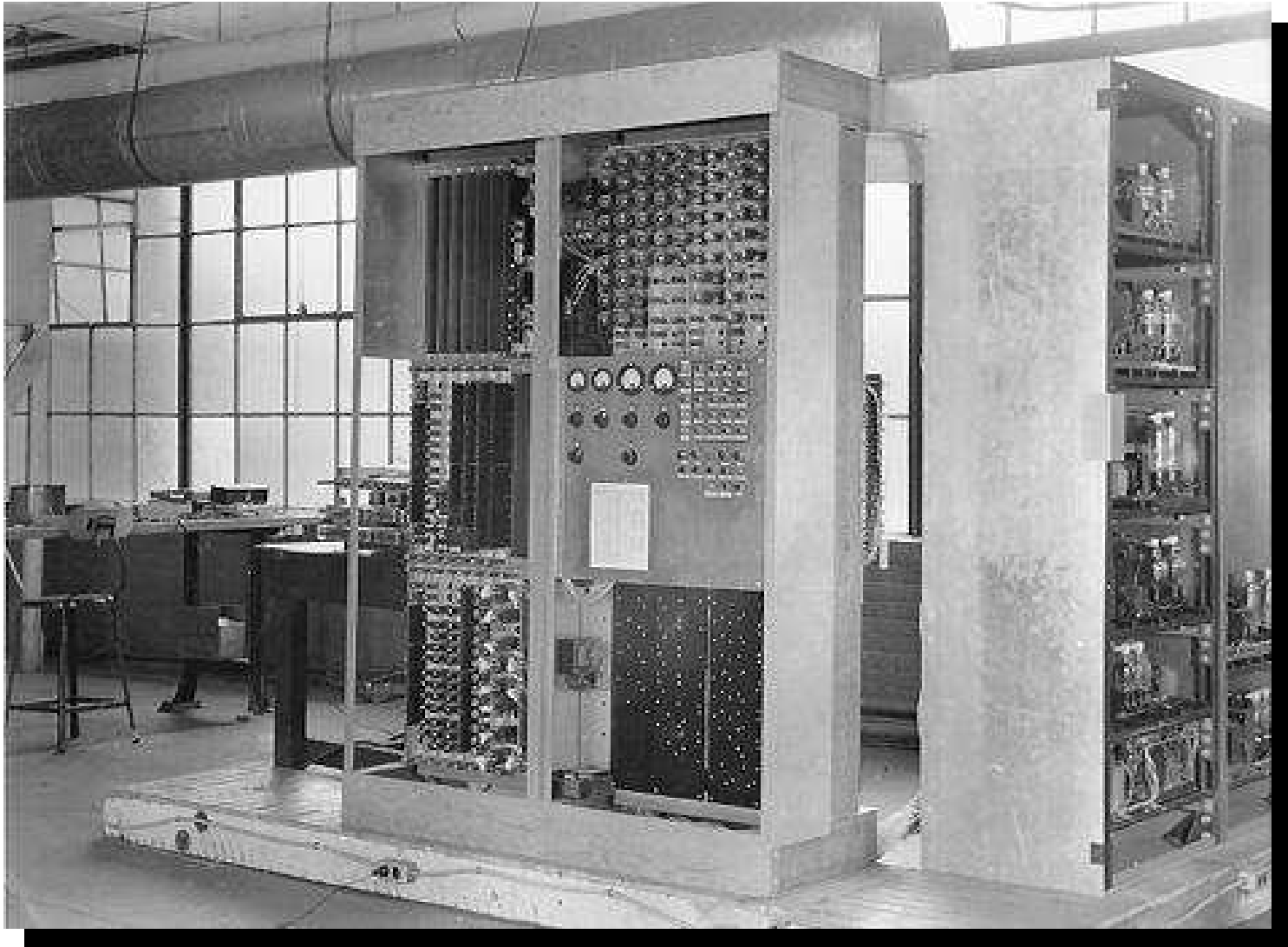
	ENIAC	Pentium @ 150MHz
rychlost (součtů/s)	5 000	300 000 000
paměť	200 čísel	512 000 Bytů L2 cache
prvky	17 500 elektronek 6 000 přepínačů 10 000 kondenzátorů 70 000 odporů 1 500 relé	4 000 000 tranzistorů
velikost	3m výška, plocha 167m ²	29x21 mm
hmotnost	30 tun	<20g

Elektronické počítače

1949: EDVAC

- John W. Mauchly, J. Presper Eckert
- Electronic Discrete Variable Automatic Computer
- základní vlastnosti
 - ♦ binární aritmetika
 - ♦ vnitřní paměť na rtuťových zpožďovacích linkách
 - ♦ řízení programem uloženým v paměti
 - ♦ 8 tun, 6 000 elektronek, 12 000 diod
- von Neumannova architektura
- do provozu uveden 1951

EDVAC



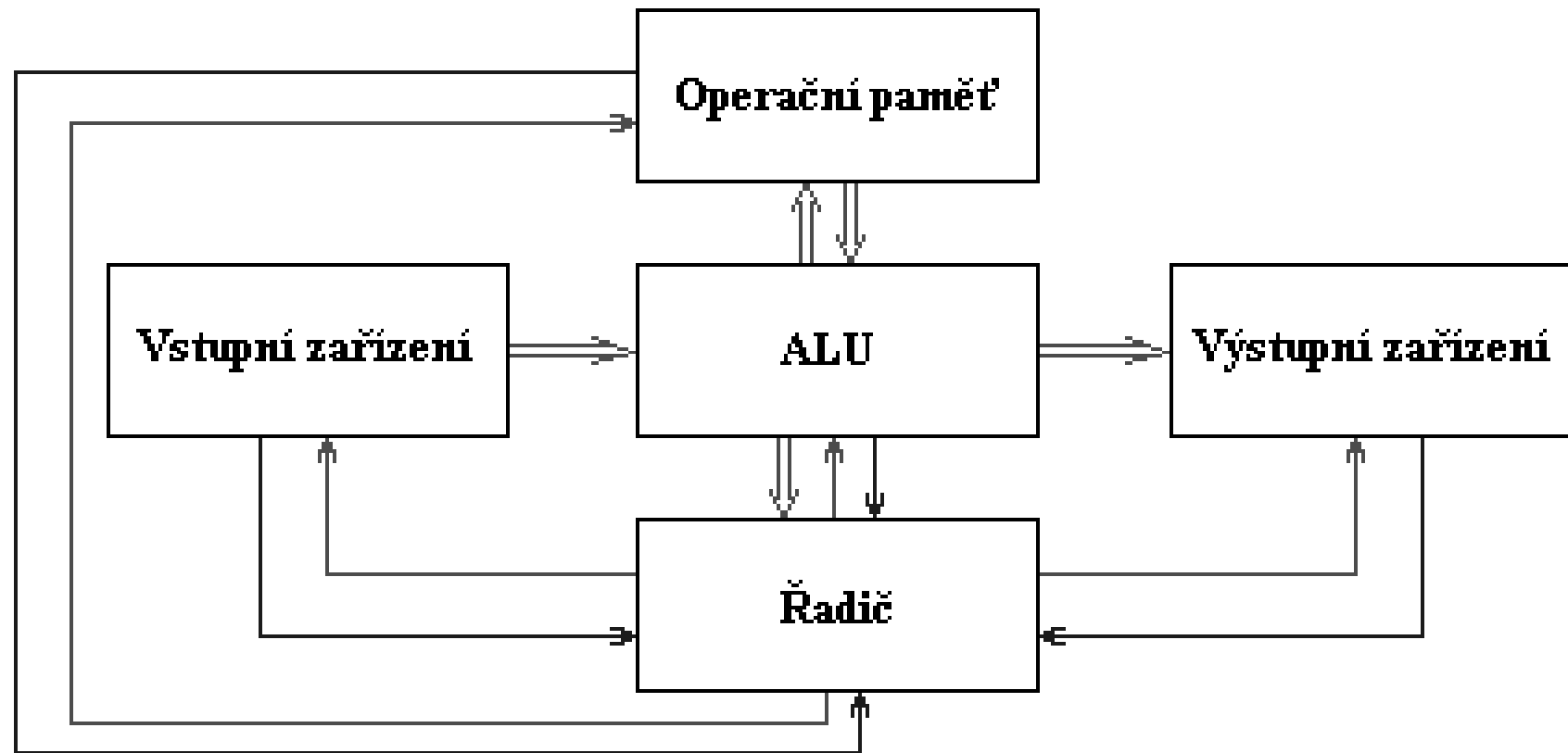
John L. von Neumann

1903 – 1957

- americký matematik
maďarského původu
- zakladatel teorie her
- technická zpráva o návrhu
počítače EDVAC: první detailní popis návrhu
počítače s programem uloženým v paměti
 - ♦ von Neumannova architektura
- základní koncepce moderního počítače



von Neumannova architektura



von Neumannova architektura

Hlavní koncepty

- paměť
 - ♦ posloupnost buněk stejné velikosti
 - ♦ buňka identifikována adresou (pořadovým číslem)
- program
 - ♦ program je uložen v paměti, nelze rozlišit od dat
 - ♦ program se nemění při změně vstupních dat
 - ♦ posloupnost elementárních příkazů v paměti
 - ♦ pořadí provádění se mění pouze instrukcemi skoku
- univerzální počítač
 - ♦ struktura počítače nezávisí na typu úlohy

Harvardská architektura

Hlavní koncepty

- oddělené adresové prostory pro program a data
- oddělené cesty k procesoru
 - ♦ procesor může současně číst program i data
- rozdílná implementace pamětí
 - ♦ různé technologie, rychlost, šířka slova, ...
 - ♦ paměť programu umožňuje pouze čtení

Modifikovaná harvardská architektura

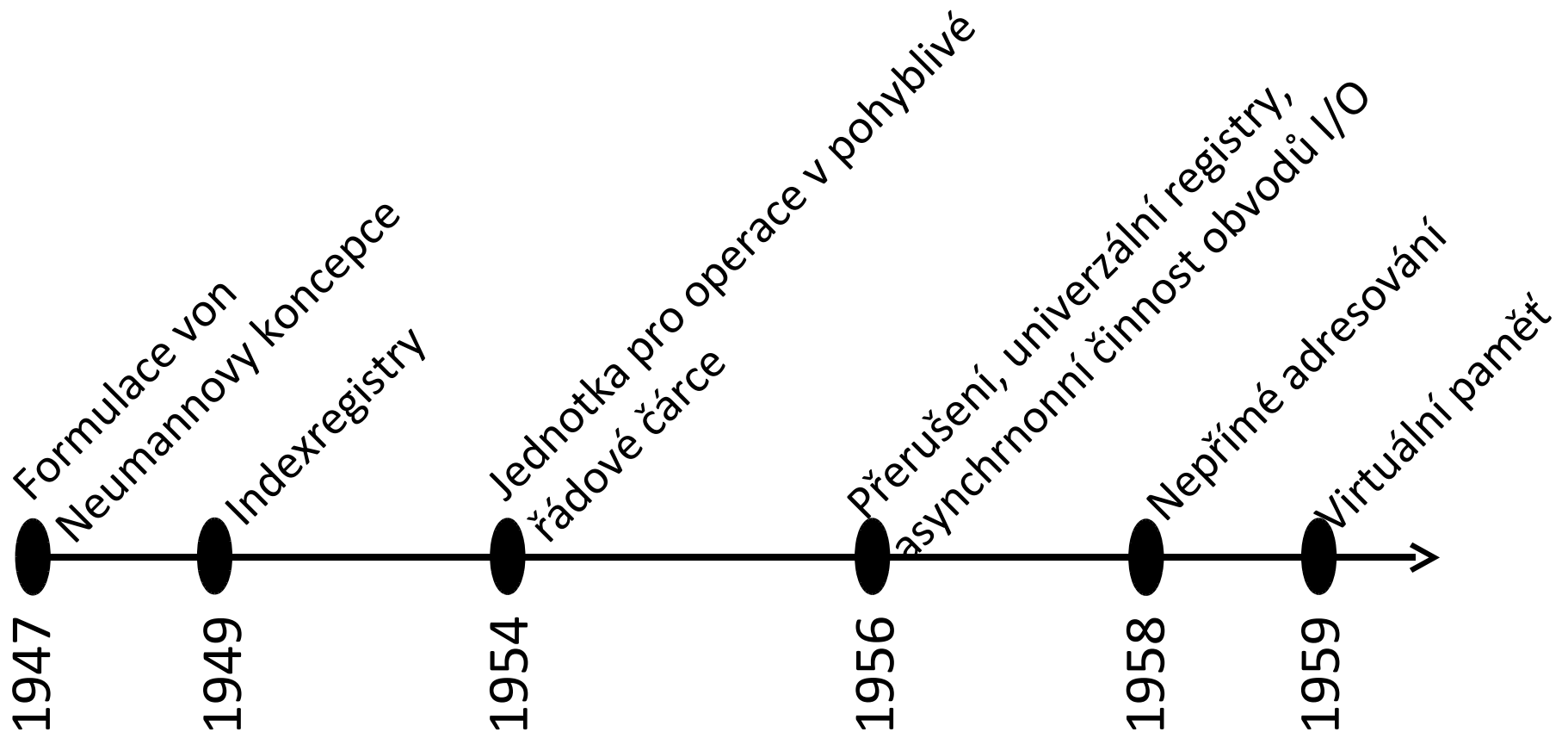
- podpora pro čtení dat z paměti programu
 - ♦ konstanty sloužící k inicializaci

Sálové počítače

1949: EDSAC

- Maurice Wilkes, Cambridge
- Electronic Delay Store Automatic Computer
- první praktický počítač s programem v paměti
 - ♦ EDVAC začal fungovat až v r. 1951
- základní vlastnosti
 - ♦ binární aritmetika, paměť 1024 18-bitových slov
 - ♦ logické operace posunu
 - ♦ programování mnemotechnickým kódem
A45 – add 45
 - ♦ 3500 elektronek

Zdokonalování von Neumannovy koncepce



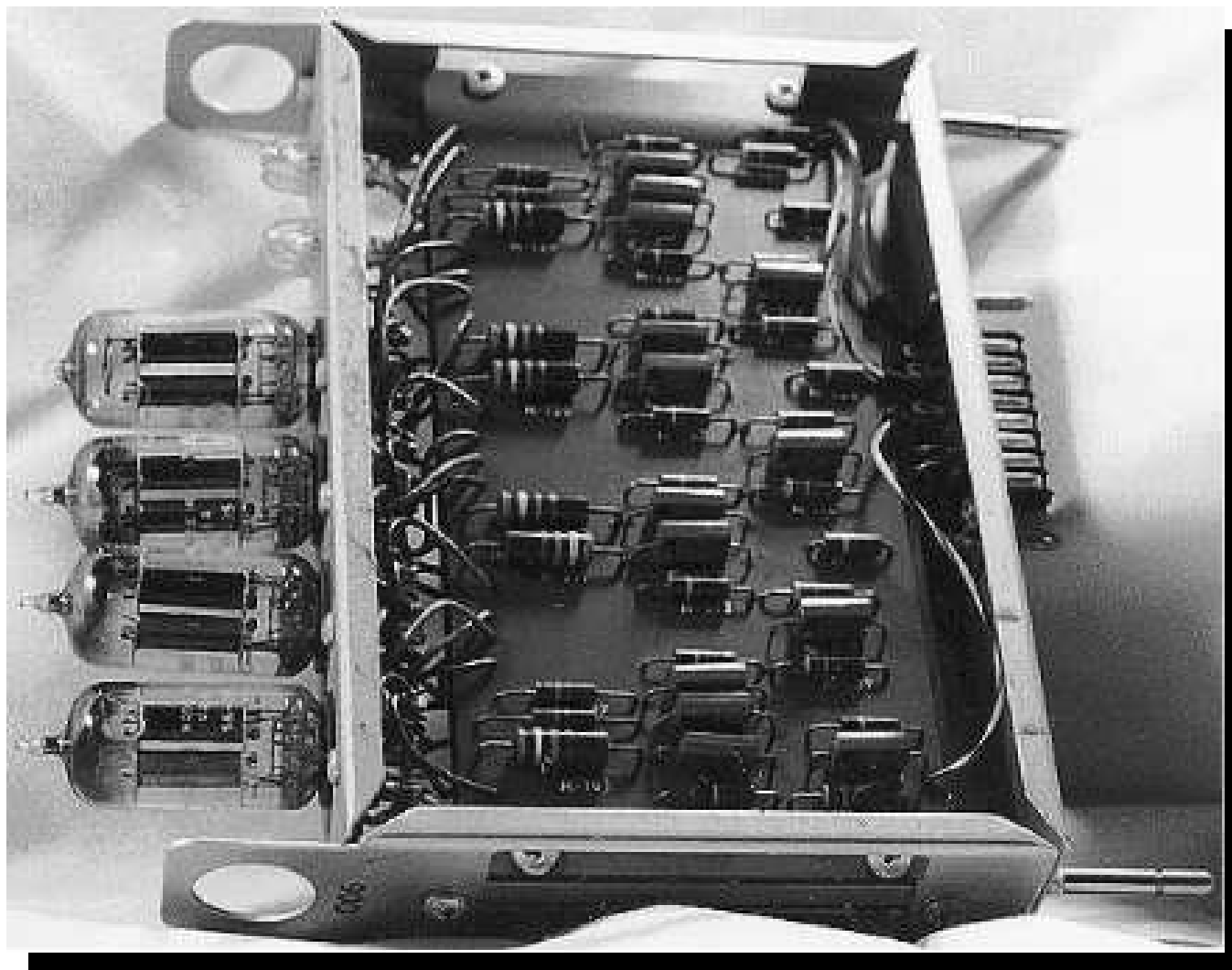
Historická galerie

1 byte akumulátoru v počítači Borroughs 205 (1954)



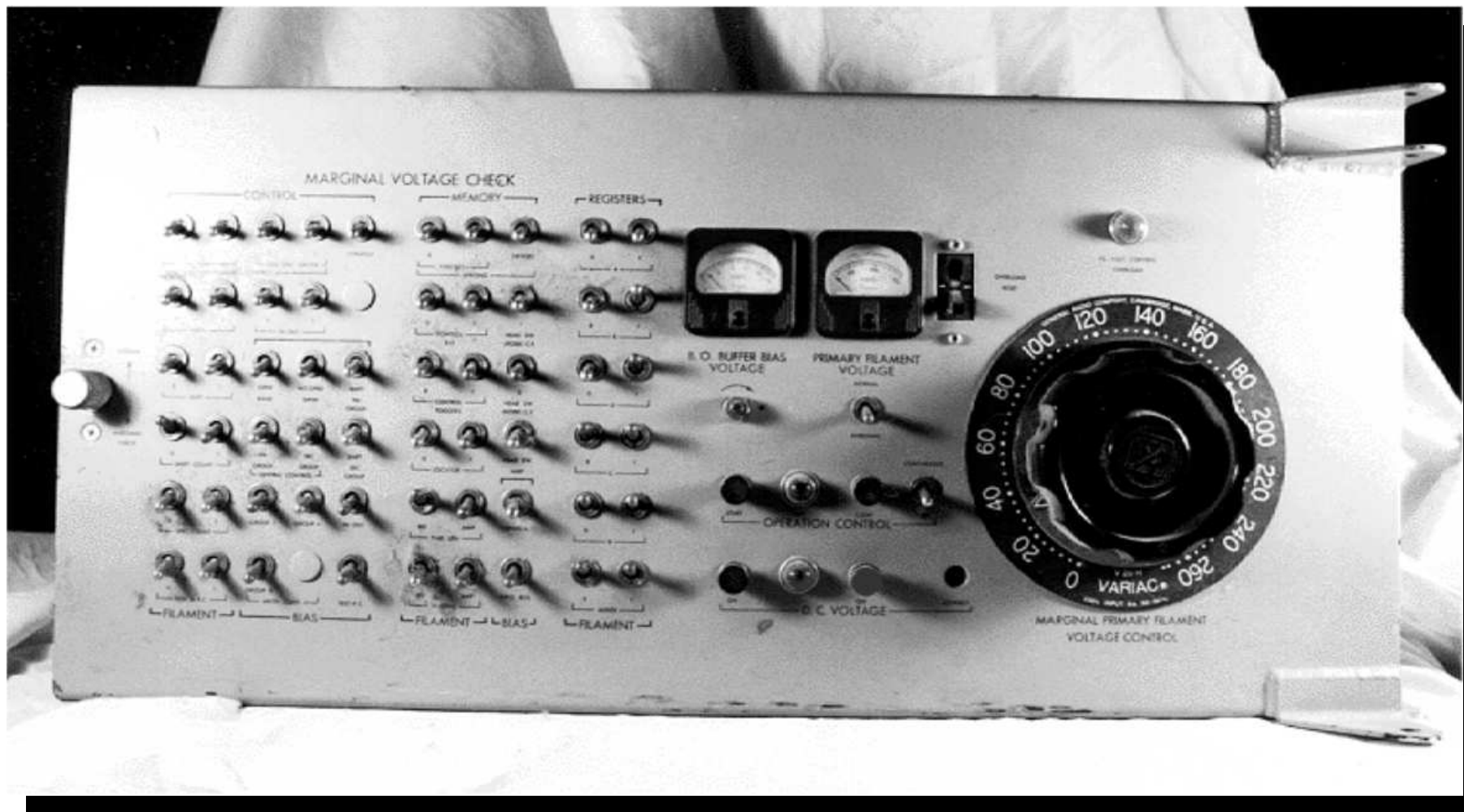
Historická galerie

Desítkový čítač s elektronkami



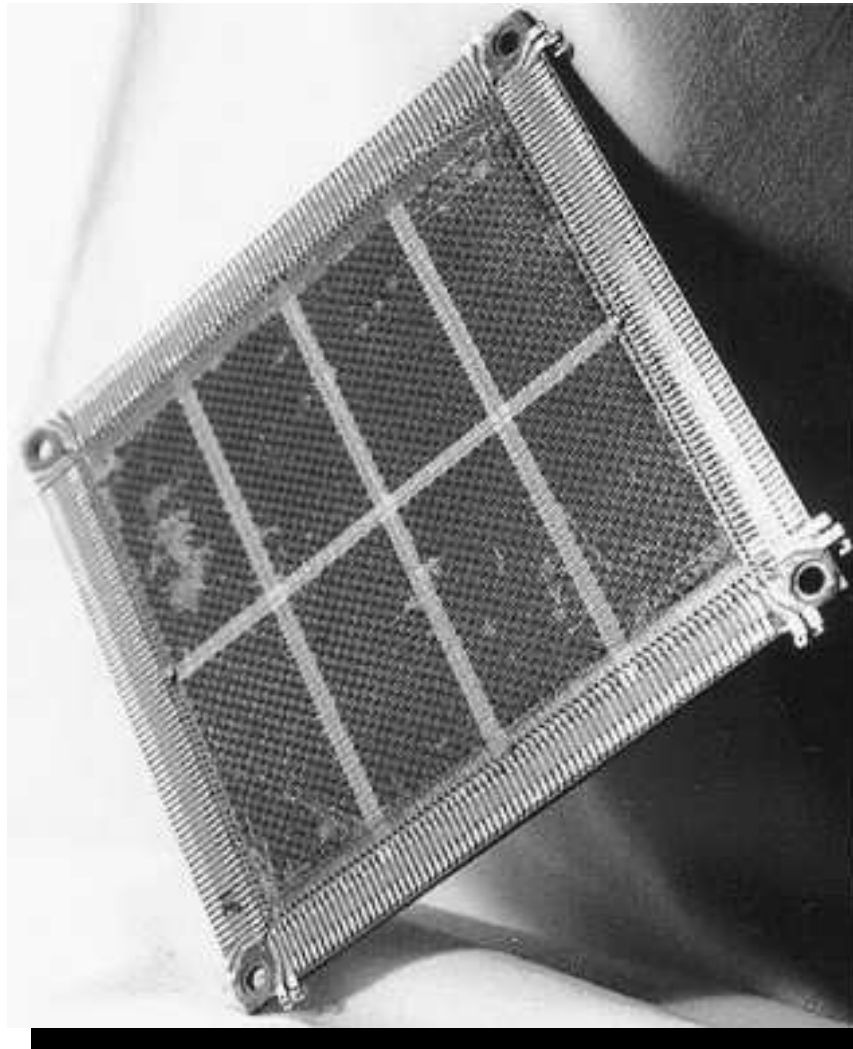
Historická galerie

Ovládací panel bloku počítače



Historická galerie

Feritová paměť



Počítače IBM

1948: IBM 604

- elektronkový s registry

1952: IBM 701

- elektronkový s paměťovou elektronkou

1954: IBM 650

- elektronkový s magnetickou bubnovou pamětí

1964: IBM 704

- feritové paměti

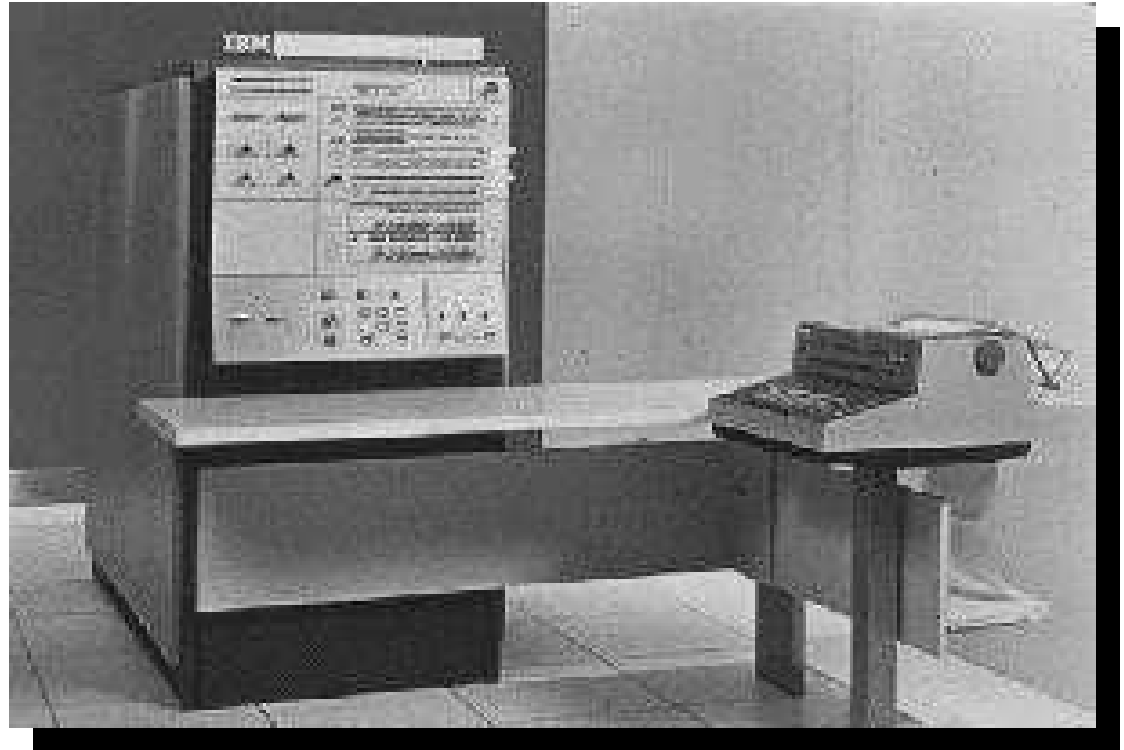
1960: IBM 7090

- první počítač vybavený polovodičovou technologií

Sálové počítače

1964: IBM 360

- postaven na integrovaných obvodech
- zásadní změny výstavby
 - ♦ stavebnicová konstrukce
 - ♦ jednotná struktura dat a instrukcí
 - ♦ jednotný způsob připojování periférií
 - ♦ ochrana dat v paměti
- koncepce zůstala dlouho zachována



Generace moderních počítačů

0. generace

- relé, jednotky operací/s (Z3, Harvard M1)

1. generace

- 1951: elektronky, bubnová paměť 1kB, 0.01 MIPS (ENIAC, UNIVAC)

2. generace

- 1957: tranzistory, ferritová paměť 10kB, 0.1 MIPS (IBM 1401, IBM 7070)

3. generace

- 1964: IO malé integrace (SSI), ferritová paměť 1MB, 1 MIPS (IBM 360)

3.5. generace

- 1971: IO střední integrace (MSI), paměť MSI 1MB, 1 MIPS (IBM 370)

4. generace

- 1981: IO velké integrace (LSI), paměť 10MB, 10 MIPS (IBM 308x)

Současné třídy počítačů

Kompromis v multikriteriálním návrhu

- vestavěné
 - ♦ omezené zdroje (paměť, výkonnost, cena)
- osobní
 - ♦ optimální poměr cena výkon
- servery
 - ♦ “lepší” osobní, vyšší propustnost a spolehlivost
- superpočítače
 - ♦ maximalizace výpočetního výkonu
- mainframy
 - ♦ maximalizace spolehlivosti a propustnosti

Moderní sálové počítače

2005: IBM z9-109 model S54

- 1-54 konfigurovatelných PU
- SAP; CP, IFL, ICF, zAAP
(max 54/54/16/27)
- ESCON, FICON, OSA
(max 1024/120/48)
- CMOS 10K-SOI
- paměť 16-512 GB memory
- 1740kg, příkon 18.3kW, 62.4kBTU, 2.49m²
- dostupnost, bezpečnost



Fakta o dnešních mainframech (IBM)

Kdo je používá?

většina Fortune 1000 společností

60% dat dostupných na Internetu

K čemu se používají?

- zpracování řádově tisíců transakcí/s
- souběžný přístup k systémovým prostředkům
- podpora pro tisíce uživatelů a programů
- vysokokapacitní úložiště v řádu TB
- širokopásmové komunikace

Organizace počítače

Základní součásti

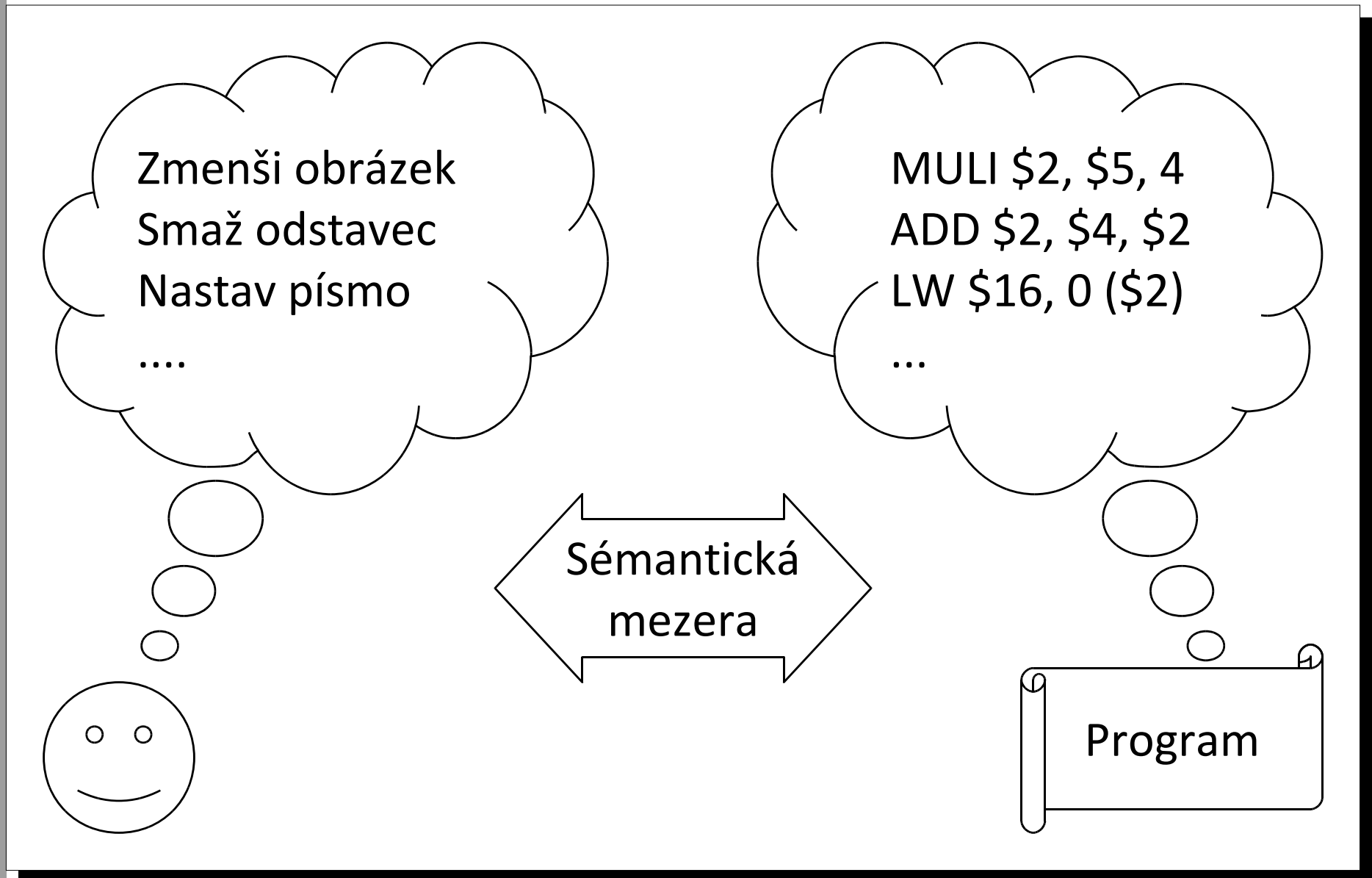
- vstup – vstupní zařízení
 - ♦ klávesnice, myš, tablet, disk, zvuková karta, kamera, joystick, volant, pedály, síťová karta, snímač otisků, ...
- výstup – výstupní zařízení
 - ♦ CRT monitor, LCD panel, zvuková karta, grafická karta, tiskárna, disk, síťová karta, plotter, force-feedback, ...
- paměť
- datová cesta
- řízení

Spuštění počítače

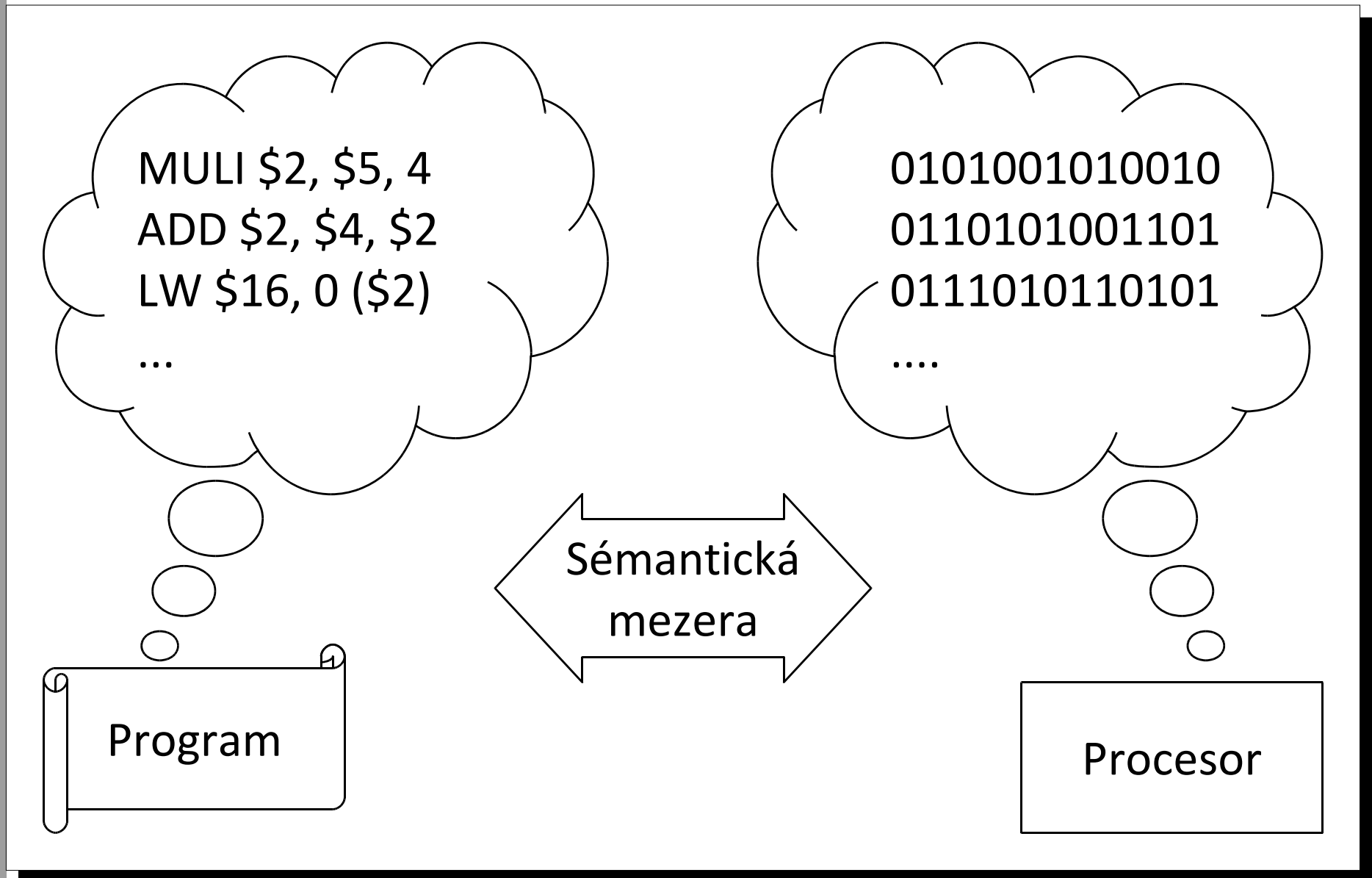
Od spuštění počítače k běžící aplikaci

- BIOS (Basic Input/Output System)
- zavaděč operačního systému
 - ♦ boot sektor, boot loader
- operační systém
- uživatelské rozhraní
- aplikace

Od aplikace k instrukcím programu



Od instrukcí ke strojovému kódu



Jak se domluvit s procesorem?

Nutno použít správný jazyk

- slova na abecedou $\{0, 1\}$
 - ♦ 1000110010100000
- odpovídají příkazům – instrukcím
 - ♦ sečti A a B
- v symbolickém zápisu
 - ♦ add A, B
- ve vyšším jazyce
 - ♦ fruits = apples + oranges

Co s těmi všemi jazyky?

Překládat z jednoho do druhého

- zmenšení sémantické mezery
- vyšší jazyk \Rightarrow vyšší produktivita

Překladač

- typicky překlad z vyššího jazyka do nižšího až na úroveň symbolického zápisu instrukcí

Assembler

- překlad symbolického zápisu instrukcí do binárního kódu vykonatelného procesorem

Příklad: záměna k a $k+1$ prvku pole

Zdrojový text ve vyšším jazyce

```
void swap (int array [], int k) {  
    int old = array [k];  
    array [k] = array [k+1];  
    array [k+1] = old;  
}
```

Příklad: záměna k a $k+1$ prvku pole

Symbolický zápis pro MIPS

swap:

```
sll    $a1, $a1, 2
addu   $a1, $a1, $a0
lw     $v0, 0 ($a1)
lw     $v1, 4 ($a1)
sw     $v1, 0 ($a1)
sw     $v0, 4 ($a1)
jr     $ra
```

Příklad: záměna k a k+1 prvku pole

Symbolický zápis pro x86_64

swap:

```
movslq %esi, %rsi
leaq    (%rdi, %rsi, 4), %rdx
leaq    4 (%rdi, %rsi, 4), %rax
movl    (%rdx), %ecx
movl    (%rax), %esi
movl    %esi, (%rdx)
movl    %ecx, (%rax)
retq
```

Příklad: záměna k a $k+1$ prvku pole

Strojový zápis pro MIPS

```
000000000000000010100101000100000000
00000000101001000010100000100001
1000110010100010000000000000000000
10001100101000110000000000000000100
10101100101000100000000000000000100
1010110010100011000000000000000000
000000111110000000000000000000001000
```

Příklad: záměna k a $k+1$ prvku pole

Strojový zápis pro x86_64

010010000110011111110110

01001000100011010001010010110111

0100100010001101010001001011011100000100

1000101100001010

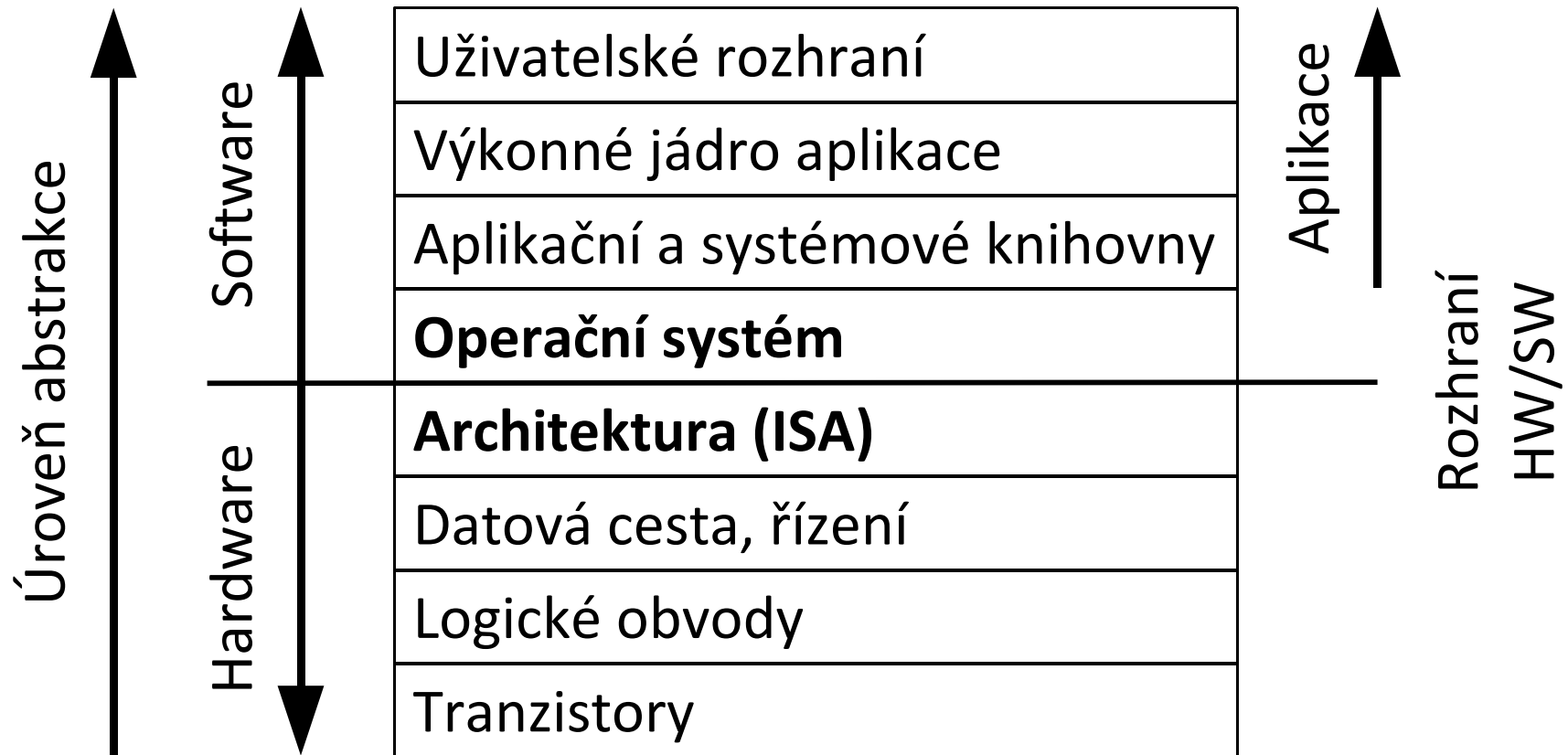
1000101101110000

1000100101110010

1000100100001000

11000111

Abstrakce a vrstvy systému



Co a jak ovlivňuje výkon programu?

Algoritmus	Počet příkazů ve zdrojovém textu a počet V/V operací
Programovací jazyk, překladač, architektura	Počet strojových instrukcí na každý příkaz ve zdrojovém textu
Procesor a paměť	Rychlost provádění instrukcí
V/V subsystém (hardware + operační systém)	Počet a rychlost provádění V/V operací

Literatura

Knihy

- C. Wurster
 - ♦ Computers – An Illustrated History
- R. Rojas, U. Hashagen
 - ♦ The First Computers – History and Architectures

Internet

- Charles Babbage Institute
 - ♦ <http://www.cbi.umn.edu>
- Computer History Museum
 - ♦ <http://www.computerhistory.org>