

# ĮTERPTINĖS SISTEMOS

## APARATINĖ ĮRANGA

Doc. Dr. Šarūnas Kilius

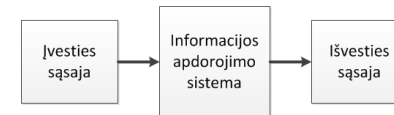
## ĮS aparatinė įranga

- Projektuojama ĮS aparatinė įranga turi tenkinti reikalavimus, keliamus informacijos apdorojimo sistemai konkrečiu atveju.
- Aparatinė įranga susideda iš procesoriaus ir kitos įrangos, valdančios įvesties ir išvesties sąsajas.
- Procesorius:
  - Mikroprocesorius arba mikrovaldiklis
  - Pagrindiniai reikalavimai:
    - Energetinis efektyvumas
    - Aukštas programinio kodo tankis

3

## ĮS aparatinė įranga

- ĮS aparatinės įrangos pagrindinė užduotis – priimti signalus iš jutiklių, juos apdoroti ir formuoti valdymo signalus



2

## Kompiuterių architektūra

Pagrindinius principus 1945 m. kartu su bendraautoriais suformulavo **John Von Neumann** (1903-1957), Vengrijoje gimęs ir JAV gyvenęs matematikas

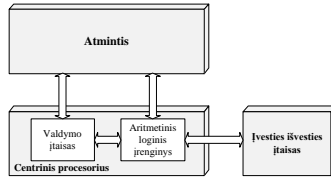


- Bendros paskirties automatinė mašina, turinti aritmetinį, atminties, valdymo ir ryšio su žmogumi įtaisus;
- Mašina atmintyje tokia pačia forma turi saugoti duomenis ir komandas; turi būti įtaisas programoms saugoti ir įtaisas programoms suprasti ir valdyti jų vykdymą;
- Skaiciai ir komandos saugomi vienoje atmintyje;
- Turi būti valdymo organas, kuris automatiškai vykdytų saugomas komandas;
- Turi būti aritmetinis įtaisas, skirtas aritmetinių ir kitų dažnai sutinkamų operacijų vykdymui;
- Turi būti įvedimo ir išvedimo įtaisas, kuris leistų operatoriui komunikuoti su mašina.

*Burks A.W., Goldstine H.H., von Neuman J. Preliminary Discussion of the Logical Design of an Electronic Computing Instrument, in: Taub A.H.(ed.); Collected Works of John von Neumann, vol.5, MacMillan, New York 1963, p.34-79.*

4

## Von Neumann kompiuterio struktūrinė schema



Kompiuterių organizavimo pažūriu von Neumano architektūrą galima apibūdinti kaip minimalios aparatūros architektūrą, kurią sudaro:

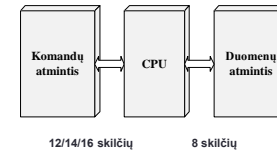
- **centrinis procesorius CPU** (angl. Central Processing Unit), apjungiantis valdymo įtaisą ir aritmetinį loginį įrenginį; CPU interpretuoja ir vykdo programos komandas;
- **atmintis**, kurioje saugomi visi duomenys ir programos;
- **įvesties-išvesties įtaisai**, kuris kartu su periferiniais įtaisais užtikrina kompiuterio ryšį su aplinka;
- **vidiniai duomenų keliai – magistralės**, kurios užtikrina informacijos mainus tarp visų kompiuterio įtaisų; visi duomenų mainai vykdomi per vienintelę magistralę.

### Trūkumai:

Von Neumano architektūros kompiuteriye CPU tam tikru laiko momentu gali tik skaityti komandą iš atminties arba tik skaityti/rašyti duomenis iš/į atmintį. Šie veiksmai negali būti atliekami vienu metu, kadangi sistemoje naudojama viena magistralė.

5

## Harvardo architektūra



Naudojamos atskiros atmintys komandoms ir duomenims.

### Privalumai:

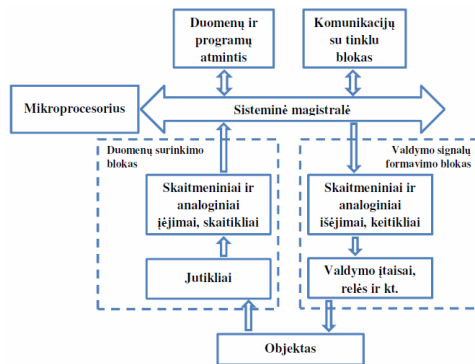
- Komandų ir duomenų atmintys gali skirtis savo charakteristikomis. Komandoms saugoti gali būti naudojama (pigesnė) viena kartą rašoma atmintis, gali skirtis atminties kiekis.
- Gali skirtis komandų ir duomenų magistralių plotis;
- Didesnė sparta – komandos ir duomenys gali būti nuskaitomi vienu metu.

### Panaudojimas:

- Plačiai naudojama mikrovaldikiuose bei skaitmeniuose signalų procesoriuose (DSP).

6

## Mikroprocesorinės sistemos (MPS) struktūra

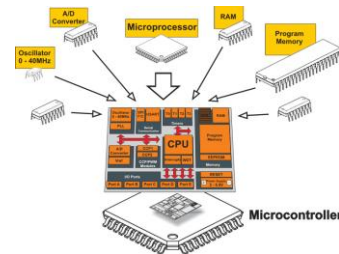


7

## MPS realizavimo atvejai

- Vieno elemento funkcijas realizuoja keletas integrinių grandynų (mikroschemų);
- Kiekvieną funkcinį elementą atitinka atskiras integrinis grandynas;
- Keli (arba visi) funkciniai elementai realizuoti viename integriame grandyne.

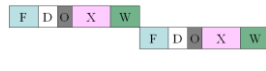
Jei visi MPS funkciniai elementai yra viename integriame grandyne, jis vadinamas vienkristaliu mikrokompiuteriu arba **mikrovaldikiu (MV)**.



8

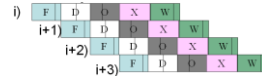
## Centrinis procesorius

- Pagrindinė sudedamoji MPS dalis, valdanti visos sistemos darbą.
- Jo savybės lemia visos MPS našumą.
- Viena pagrindinių charakteristikų – taktinis dažnis.
- Vidinis konvejeris leidžia padidinti skaičiavimo našumą.



Nuoseklus komandų vykdymas

F – komandos išrinkimas;  
 D – komandos dekodavimas;  
 O – operando išrinkimas;  
 X – operacijos vykdymas;  
 W – rezultato įrašymas.



Konvejerizuotas komandų vykdymas

9

## Atmintis. Pastovioji atmintis

- Naudojamos dviejų tipų atmintys – pastovioji atmintis (PA) ir operatyvioji atmintis (OA)
  - pastoviojoje saugomi statiniai duomenys – komandos, konstantos ir kt.
  - operatyviojoje saugomi dinaminiai duomenys – kintamieji, tarpiniai rezultatai.

Programų saugojimui naudojama:

- **ROM** (read only memory) – programuojama gamybos metu;
- **PROM** (programmable ROM) – vartotojo vieną kartą programuojama;
- **EPROM** (electric programmable ROM) – daug kartų programuojamos, seną informaciją ištrinant UV spinduliais;
- **EEPROM** (electrically erasable programmable ROM) – elektriniais signalais trinama.
- **FLASH** – trinama elektriniais signalais, sukurta ir EEPROM atminties. Skirtumas tame, kad duomenys trinami blokais.

11

## Komandos ir programos

- Kompiuterinė programa – tai komandų rinkinys, saugomas atmintyje. Sakykime, reikia sudėti du skaičius: 2 ir 6. Kaip atrodytų programa?

Mašininė kalba (hipotetinė):

```
00 02
00 06
01
02 00
```

Asembleris:

```
GET 2
GET 6
ADD
STORE 0
```

C kalba:

```
char rezultatas; //kintamojo aprašymas
rezultatas = 2 + 6; //sudėtis ir rezultato išsaugojimas
```

10

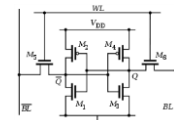
## Atmintis. Operatyvioji atmintis

- **Statinė RAM – SRAM** (static random access memory). Ląstelę sudaro trigeris, turintis dvi stabilias būsenas ir galintis saugoti vieną informacijos bitą.

Trūkumas – didelis galios suvartojimas.

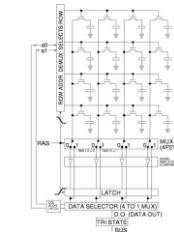
Greita, lengviau valdoma, nereikalingas pastovus atnaujinimas.

Naudojama mikrovaldikliuose, įvairiuose kompiuterių įtaisuose.



- **Dinaminė RAM – DRAM** (dynamic random access memory). Informacijos saugojimui naudojami kondensatoriai (MOP tipo tranzistoriais užtūra). Dėl nuotėkio būtina periodiškai atnaujinti (ne rečiau 64 ms).

Pigesnė – naudojama didelėse kompiuterinėse sistemose.



12

## Duomenų įvestis-išvestis

- Duomenų įvesties-išvesties sistema užtikrina procesoriaus ryšį su kitomis MPS bei operatoriumi.

### Pagrindinės funkcijos:

- Valdymas ir taktavimas (control and timing);
- Komunikacijos su centriniu procesoriumi;
- Įrenginių komunikacijos;
- Duomenų buferizavimas;
- Klaidų aptikimas

Išoriniai įrenginiai – klaviatūra, monitorius, spausdintuvas, jutikliai, valdikliai ir t.t. Praktiškai bet koks įtaisas, generuojantis ar priimančias elektrinius signalus gali būti prijungtas prie kompiuterinės sistemos kaip išorinis įtaisas.

13

## Nuo kompiuterio iki mikrovaldiklio....

- Von Neumann'o kompiuterio architektūra pirmą kartą buvo pasiūlyta ir panaudota **Čarlio Bebidžo** (Charles Babbage) „Analitinėje mašinoje“ 1856 metais. Ši mechaninė mašina turėjo ne tik paprastai spręsti matematinis uždavinius, bet ir vykdyti įvairias skaičiavimo operacijas, valdant iš anksto pateiktomis instrukcijomis. Tai buvo pirmojo programuojamo kompiuterio idėja. Komandos mašinai turėjo būti pateikiamos nuo perfkortų.
- Analitinės mašinos idėja – skaičiavimuose panaudoti perfkortas – panaudojo **Hermanas Holeritas** (1860 – 1929), IBM korporacijos įkūrėjas, siekdamas pagreitinti 1890 metais JAV vykusio gyventojų surašymo duomenų apdorojimą, sukūrė statistinį tabuliuotųjų. Holerito tabuliuotųjų perfkortos buvo dolerio banknoto dydžio. Kiekviena korta turėjo 12 eilučių, kiekvienoje eilutėje buvo galima išmušti po 20 skylučių, atitinkančių gyventojų surašymo duomenis: amžių, lytį, šeimyninę padėtį ir t.t.
- 1971 m. lapkričio 15 d. Intel korporacija oficialiai pristatė pirmąjį pasaulyje mikroprocesorių **i4004**.
- 1972 m. pasirodė naujas 8 kilčių Intel MP **i8008**, o jau 1978 metais buvo išleistas pirmasis 16-os kilčių MP **i8086**.
- **Pirmasis mikrovaldiklis – Intel 8048 buvo išleistas 1975 metais**. Viename šio mikrovaldiklio kristale buvo įdiegtas mikroprocesorius, RAM ir ROM atmintis. MV buvo skirtas įrangos valdymui ir plačiai naudojamas IBM kompiuterių klaviatūrose bei EPSON adatiniuose spausdintuvuose FX-80.
- 80-ųjų metų pabaigoje, Intel kompanijai susikonscentravus ties mikroprocesorių vystymu, nišą rinkoje nusprendė užimti **Microchip Technology Inc.** Ši kompanija 1987 metais buvo suformuota iš General Instrument mikroelektronikos padalinio.
- **1993 metais Microchip Technology sukūrė pirmąjį mikrovaldiklį (pradedant PIC16x84) su EEPROM atmintimi**. Greitai PIC16x84 mikrovaldiklis tapo populiarius tarp inžinierių ir mėgėjų – MV buvo galima nesunkiai ištrinti ir perrašyti nebrangaus programatoriaus pagalba.
- Remiantis Gartner kompanijos IT rinkos tyrimais, Microchip Technology Inc. nuo 2006 metų įsitvirtino **1-oje vietoje** tarp 8 kilčių mikrovaldiklių tiekėjų, pakeitusi prieš tai lydenavusią Motorola kompaniją.

14

## Apibendrinimas

- Mikroprocesorinė sistema (MPS) susideda iš daugelio elementų – procesoriaus, programų ir duomenų atminties, sąsajų blokų ir kt.
  - Jei visi MPS funkciniai elementai realizuoti viename integruojame grandyne, jis vadinamas **mikrovaldikliu**.
- Harvardo architektūra plačiai naudojama mikrovaldikliuose ir skaitmeniniuose signalų procesoriuose.
  - Dėl skirtingų atminčių gali skirtis jų tipai bei magistralių plotis.
  - Komandos ir duomenys gali nuskaitomi lygiagrečiai.

15