

Prednáška ZPOC 07: **Pamäte** - zhrnutie hlavných bodov

1. **Úvod do problematiky pamätí** – základný princíp činnosti pamäte – Pamäť možno chápať ako sústavu adresovateľných buniek, v ktorých sú uložené dáta. Každá bunka má svoju adresu, na základe ktorej procesor vykonáva čítanie (READ) alebo zápis (WRITE). Dáta sa prenášajú po obojsmernej dátovej zbernici, pričom prístup je riadený signálmi R/W a CS (Chip Select).
2. **Časovanie a prístupová doba** – Pri čítaní aj zápise existuje oneskorenie (access time) medzi nastavením adresy a získaním dát. Pomalšie pamäte vyžadujú tzv. čakacie cykly (wait states), počas ktorých procesor vyčkáva na dokončenie operácie.
3. **Pamäťový trojuholník** – kompromis medzi kapacitou, rýchlosťou a cenou – Nie je možné mať pamäť, ktorá je súčasne veľká, lacná a rýchla. Preto sa pamäte organizujú do hierarchie podľa rýchlosti a ceny na bit.
4. **Hierarchia pamätí v počítači** –
 - **Registre** – priamo v procesore, extrémne rýchle (≈ 1 ns), ale s minimálnou kapacitou.
 - **Cache pamäte (L1, L2, L3)** – veľmi rýchle, ale obmedzené kapacitne (kB–MB).
 - **Operačná (hlavná) pamäť** – RAM – rýchlosť desiatky nanosekúnd, kapacita v GB.
 - **Diskové pamäte (HDD, SSD)** – veľká kapacita, pomalší prístup.
 - **Magnetopáskové pamäte** – extrémna kapacita a nízka cena, no veľmi pomalé.
5. **Historický vývoj pamätí** – Od mechanických a magnetických médií po polovodičové čipy:
 - **Dierne štítky a pásky** – prvé pamäťové médiá s optickým alebo mechanickým čítaním.
 - **Reléové pamäte** – založené na mechanických RS obvodoch; pomalé a nespoľahlivé.
 - **Feritové pamäte** – využívali zmagnetizovanie jadierka; neprchavé, ale deštruktívne pri čítaní (po oprave: správne – informácia sa pri čítaní zničí a musí sa znovu zapísať). Používali sa aj vo vesmírnych systémoch (napr. Space Shuttle).
 - **Magnetopáskové a diskové pamäte** – rozvoj magnetických médií, prechod z pásky na diskety a následne na pevné disky (HDD).
 - **Polovodičové pamäte** – vznik RAM a ROM, nástup integrovaných obvodov, exponenciálny rast kapacity.
6. **Polovodičové pamäte** – rozdelenie a vlastnosti
 - **RAM (Random Access Memory)** – pamäť s náhodným prístupom; volatile (po vypnutí sa vymaže).
 - **SRAM (Static RAM)** – informácia sa uchováva v preklápacích obvodoch; rýchla, drahá, bez potreby obnovovania.
 - **DRAM (Dynamic RAM)** – informácia sa ukladá ako náboj kondenzátora; vyžaduje obnovovanie (refresh); lacnejšia, pomalšia.
 - **ROM (Read Only Memory)** – pamäť len na čítanie; nonvolatile.
 - **Mask ROM** – programovaná výrobcom.
 - **PROM** – raz programovateľná používateľom.
 - **EPROM** – maže sa UV žiarením (≈ 20 minút).

- **EEPROM** – elektricky mazateľná, prepisovateľná.
 - **Flash EEPROM** – rýchla, vhodná pre opakovaný zápis ($\approx 10\,000$ cyklov).
7. **Charakteristické parametre** pamätí – prístupová a vybavovacia doba, prenosová rýchlosť, kapacita, deštruktívnosť pri čítaní, energetická závislosť, spoľahlivosť, cena za bit. (Oprava: v prednáške sa miestami zamieňali pojmy „vybavovacia doba“ a „prístupová doba“ – prístupová doba označuje čas od zadania adresy po dostupnosť dát).
 8. **Pamäťový podsystem a adresovanie** – Spôsob pripojenia pamätí k zbernici procesora, signály $WE\$, $OE\$, $CS\$; rozšírenie adresového priestoru pomocou adresového dekodéra; princípy zrkadlenia pamäte a šírky dátovej zbernice.
 9. **Virtuálna pamäť a MMU** – Mechanizmus, ktorý umožňuje používať väčší adresný priestor, než je fyzická pamäť. Využíva stránkovanie a mapovanie logických adres na fyzické prostredníctvom Memory Management Unit (MMU).
 10. **Záver – výkon a trend vývoja** – Rýchlosť procesorov rastie rýchlejšie než rýchlosť pamätí, čo vedie k vzniku viacúrovňových pamäťových systémov a využívaniu cache pamätí. Súčasná pamäte (napr. DDR5) dosahujú prístupovú dobu okolo 1 ns a prenosové rýchlosti viac ako 50 GB/s.

Dôležité pojmy

- **Adresová zbernica** – sústava vodičov, ktorou procesor vysielá adresu pamäťovej bunky, z ktorej chce čítať alebo do ktorej chce zapisovať.
- **Adresovanie pamäte** – proces priradovania jedinečných binárnych adries jednotlivým bunkám pamäte.
- **Adresový dekóder** – logický obvod, ktorý z binárneho kódu adresy aktivuje konkrétny riadok alebo pamäťový blok.
- **BIOS (Basic Input/Output System)** – základný vstupno-výstupný systém uložený v pamäti ROM, ktorý inicializuje hardvér pri štarte počítača.
- **Cache pamäť** – rýchla pamäť medzi procesorom a operačnou pamäťou, určená na zrýchlenie prístupu k často používaným dátam.
- **CAS Latency (CL)** – časové oneskorenie medzi aktiváciou príkazu čítania a získaním dát zo stĺpca pamäti DRAM.
- **Chip Select (CS)** – riadiaci signál, ktorým procesor vyberá konkrétny pamäťový čip.
- **Dátová zbernica** – skupina vodičov, ktorými sa prenášajú dáta medzi procesorom a pamäťou.
- **Dierna páska** – historické pamäťové médium, kde sú informácie reprezentované dierkami v papierovom alebo kovovom páse.
- **Dierny štítok** – karta s dierkami, používaná ako prvé pamäťové médium na uchovávanie údajov a programov.
- **Disketová pamäť (disketa)** – magnetické médium vo forme pružného kotúča na uchovávanie dát, bežne s kapacitou do niekoľkých MB.
- **Dynamická RAM (DRAM)** – polovodičová pamäť, ktorá ukladá dáta ako elektrický náboj v kondenzátore a vyžaduje pravidelné obnovovanie (refresh).
- **EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM)** – elektricky mazateľná a programovateľná pamäť ROM, umožňujúca viacnásobný zápis.
- **EPROM (Erasable Programmable ROM)** – pamäť ROM, ktorá sa dá vymazať ultrafialovým žiarením a znovu naprogramovať.
- **Feritová pamäť** – typ magnetickej pamäte, kde sa informácia ukladá zmagnetizovaním malých feritových jadierok.
- **Flash pamäť** – rýchla elektricky mazateľná pamäť typu EEPROM, umožňuje opakovaný zápis a mazanie priamo v zariadení.
- **HDD (Hard Disk Drive)** – pevný magnetický disk, ktorý umožňuje priamy prístup k uloženým dátam.
- **Hi-Z stav (High Impedance)** – stav trojstavového výstupu, v ktorom je výstup elektricky odpojený od zbernice.
- **Kapacita pamäte** – celkové množstvo informácií, ktoré je pamäť schopná uložiť, obvykle udávané v bitoch alebo bajtoch.
- **Magnetická pamäť** – pamäť, v ktorej sa informácie ukladajú zmenou magnetickej polarita média.
- **Magnetopásková pamäť** – sekvenčná pamäť s veľkou kapacitou, ale pomalým prístupom, používaná na archiváciu dát.
- **Mask ROM** – pamäť typu ROM naprogramovaná priamo počas výroby.

- **Non-volatile pamäť** – pamäť, ktorá si uchováva dáta aj po vypnutí napájania.
- **Obnovovanie (refresh)** – proces periodického opätovného zápisu dát v dynamických pamätiach, aby sa predišlo ich strate.
- **Operačná pamäť** – synonymum hlavnej pamäte počítača (RAM), do ktorej procesor zapisuje a z ktorej číta údaje počas behu programu.
- **Paritný bit** – doplnkový bit, používaný na kontrolu správnosti prenesených alebo uložených dát.
- **Pamäť** – zariadenie alebo obvod určený na uchovávanie informácií v digitálnej forme.
- **Pamäť RAM (Random Access Memory)** – pamäť s náhodným prístupom, umožňujúca čítanie aj zápis v ľubovoľnom poradí.
- **Pamäť ROM (Read Only Memory)** – pamäť určená len na čítanie, ktorá uchováva údaje trvalo.
- **Pamäťový podsystem** – súbor všetkých pamäťových komponentov počítača, ich prepojení a riadiacich mechanizmov.
- **Pevný disk** – viackotúčová magnetická pamäť s priamym prístupom, v súčasnosti nahrádzaná SSD.
- **Polovodičová pamäť** – pamäť vytvorená z integrovaných polovodičových obvodov.
- **Prenosová rýchlosť** – množstvo dát, ktoré možno preniesť medzi procesorom a pamäťou za jednotku času.
- **PROM (Programmable ROM)** – raz programovateľná pamäť ROM, do ktorej používateľ zapíše údaje elektricky.
- **Prístupová doba (access time)** – čas medzi zadaním adresy a dostupnosťou dát z pamäte.
- **Pružný disk (disketa)** – magnetické pamäťové médium vo forme ohybného kotúča (historický typ sekundárnej pamäte).
- **Random Access Memory (RAM)** – pamäť, v ktorej možno pristupovať ku každému miestu s rovnakou prístupovou dobou.
- **RAS to CAS Delay (tRCD)** – časové oneskorenie medzi výberom riadku a stĺpca v pamäti DRAM.
- **Read Only Memory (ROM)** – pamäť určená na trvalé uloženie údajov, spravidla neprepísateľná bežným spôsobom.
- **Read/Write Memory (RWM)** – pamäť umožňujúca čítanie aj zápis (bežná RAM).
- **Refresh cyklus** – interval, počas ktorého sa obnovuje náboj v pamäťových bunkách DRAM.
- **Sekundárna pamäť** – pamäť s veľkou kapacitou a pomalým prístupom, používaná na dlhodobé uchovanie dát.
- **SRAM (Static RAM)** – statická pamäť, ktorá uchováva informáciu v bistabilnom obvode bez potreby obnovovania.
- **Trojstavový výstup** – obvod, ktorý môže byť v logickom stave 0, 1 alebo v stave vysokej impedancie (odpojený od zbernice).
- **Volatilná pamäť** – pamäť, ktorá stratí uložené informácie po odpojení napájania.
- **Vybavovacia doba** – celkový čas potrebný na vykonanie operácie čítania alebo zápisu v pamäti.
- **Wait State (čakací cyklus)** – doba, počas ktorej procesor čaká, kým pamäť dokončí operáciu čítania alebo zápisu.
- **Zbernica** – skupina vodičov, ktorými sa prenášajú dáta, adresy a riadiace signály medzi komponentmi počítača.
- **Zrkadlenie pamäte** – situácia, keď viaceré adresy procesora odkazujú na tie isté fyzické pamäťové miesta.