



Fakulta elektrotechniky  
a informatiky

Ing. Peter Lukács, PhD.

# Počítačové inžinierstvo v elektronike LS 2021/2022

**Mikroprocesory a mikropočítače**

# Neudeľujem súhlas na vyhotovenie audio-vizuálneho záznamu!

- Je zakázané vytvárať akýkoľvek zvukový, vizuálny alebo audio-vizuálny záznam.
- Môžu byť použité právne prostriedky, ak sa ktorákoľvek časť tejto videokonferencie bude šíriť bez súhlasu autora.

- *Zákon č. 18/2018 Zz - Zákon o ochrane osobných údajov*
- *Zákon č. 185/2015 Z. z. Autorský zákon*



# Základné pojmy

**Základnou úlohou mikroprocesora** je *interpretácia inštrukcií* v postupnosti danej programom. Interpretáciou inštrukcií sa rozumie:

- jej prevzatie z operačnej pamäte,
- dekódovanie,
- realizácia predpísanej operácie,
- príprava k prevzatiu ďalšej inštrukcie.

Mikroprocesor zaisťuje opakovanú realizáciu operácií – **cyklus**. Tento cyklus sa nazýva *inštrukčný* alebo *von Neumannov cyklus*.

# Základné pojmy

Realizácia všetkých operácií inštrukčného cyklu je riadená **radičom mikroprocesora**, ku ktorému patria:

- čítač inštrukcií,
- registre adres a dát,
- dekodér inštrukcií,
- pomocné riadiace a časovacie obvody.

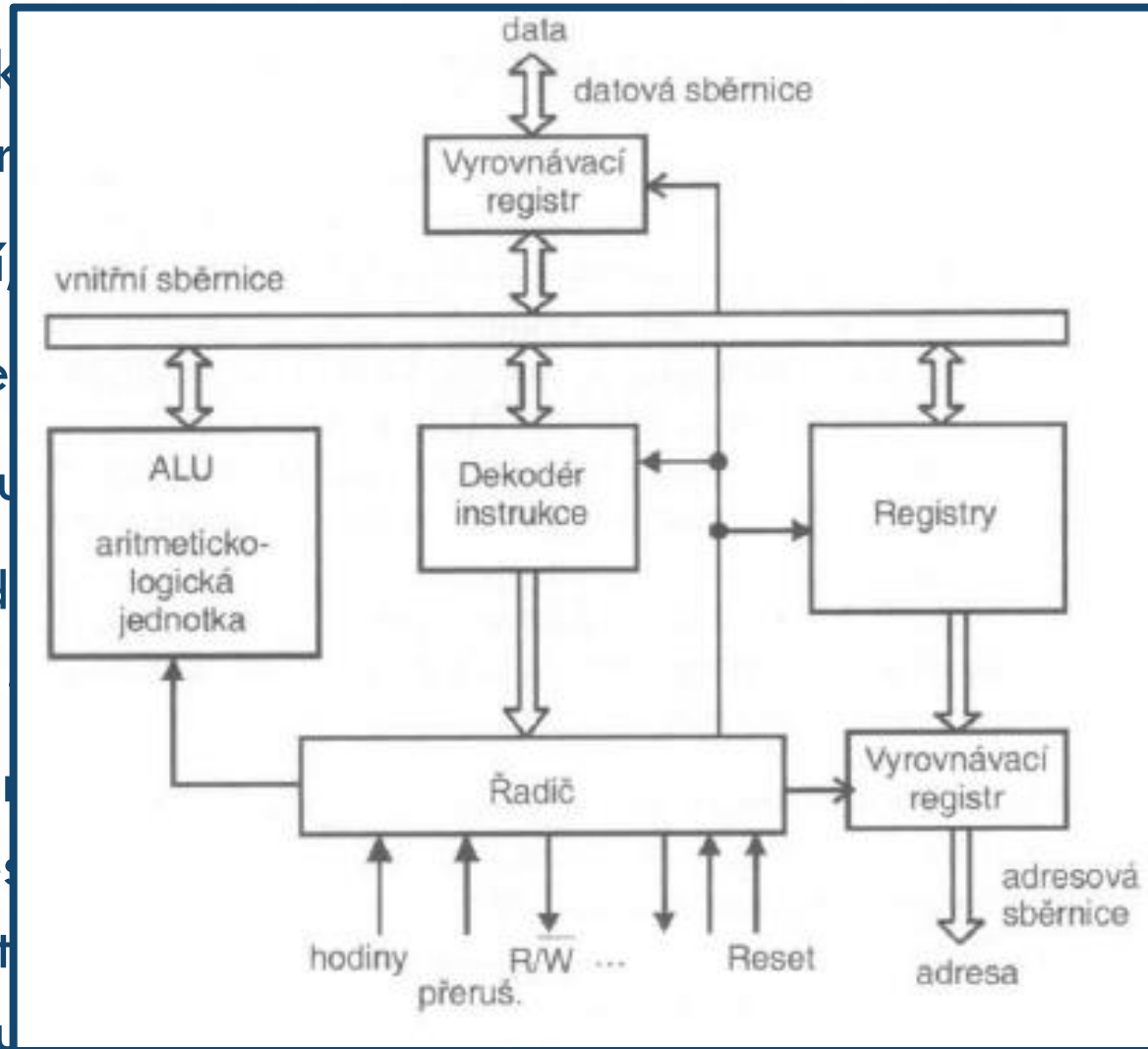
Po prevedení inštrukcií pokračuje realizácia programu vykonaním inštrukcie na bezprostredne nasledujúcom mieste v pamäti programu. Na obojsmerný prenos dát a prenos adresy sú potrebné vyrovnávacie registre. Operačná pamäť má svoju vnútornú pamäť, registre, obvody na dekódovanie inštrukcií a vlastnú aritmetickú a logickú jednotku.

# Základné pojmy

Realizácia všetkých funkcií, ku ktorému patrí:

- čítač inštrukcií
- registre adres
- dekodér inštrukcií
- pomocné riadiče

Po prevedení inštrukcie na adresy, ktoré sú prenesené na vnútornú pamäť pomocou adresnej logickú jednotku



Bloková schéma mikroprocesora

čítačom mikroprocesora,

konaním inštrukcie na adresy, ktoré sú prenesené na vnútornú pamäť pomocou adresnej logickú jednotku

# Základné pojmy

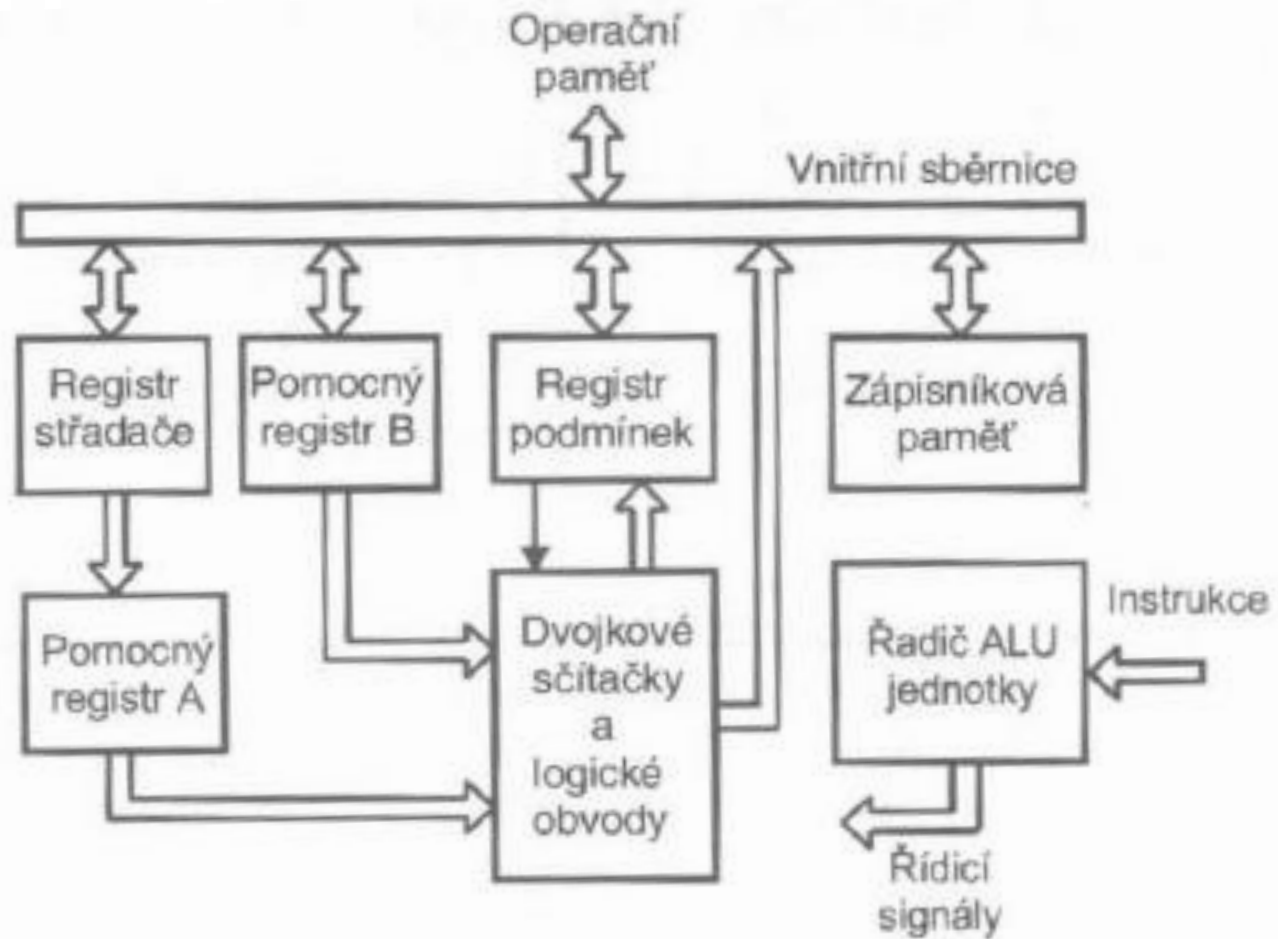
**Mikroprocesor má zbernicovú štruktúru.** Hlavný prenos informácií sa uskutočňuje po tzv. vnútornej zbernici. K tejto zbernici sú preto pripojené bloky, medzi ktorými sa dáta prenášajú, t.j. aritmeticko-logická jednotka (ALU), registre, vyrovnávacie registre vstupu a výstupu a dekodér inštrukcií. Registre nachádzajúce sa v bloku „registre“ sa používajú ako pamäte operandov a výsledkov a taktiež ako čítač inštrukcií. Môže sa používať aj ako pamäť adries operandov.

# Aritmeticko-logická jednotka

**Aritmetická a logická jednotka** je vlastná výkonná časť mikroprocesorov, v ktorej sa vykonávajú jednotlivé aritmetické a logické operácie. Je ovládaná riadiacimi signálmi z radiča na základe inštrukcií, ktoré určujú druh uskutočňovanej operácie.

Na uloženie operandu určitej operácie a jej výsledku slúži špeciálny register, tzv. **akumulátor** (stradač). ALU ďalej obsahuje blok pomocných registrov, zápisníkovú pamäť a register podmienok. U výkonných mikroprocesorov dokáže ALU sčítať, odčítať, násobiť a deliť v dĺžke slova odpovedajúcej mikroprocesoru (napr. 8, 16 príp. 32 bitov).

# Aritmeticko-logická jednotka



Bloková schéma ALU



# Aritmeticko-logická jednotka

Výsledok operácie ALU je častokrát doplnený o informáciu o jeho významných vlastnostiach. Tieto informácie sa nazývajú „**príznaky**“ a ukladajú sa v príznakovom alebo podmienkovom registri. Príznaky dokumentujú správnosť výsledku a používajú sa ako podmienky pre vetvenie programu, či je vybraná podmienka splnená. Medzi základné príznaky patria:

pretečenie výsledku aritmetickej operácie

nulový výsledok

prenos do vyššieho rádu

prenos pri operáciách s BCD

znamienko výsledku

parita

OV (overflow)

Z (zero)

C (carry)

AC (auxiliary carry)

S (sign)

P (parity)

# Radič

Hlavou úlohou **radiča** je prostredníctvom čítača inštrukcií vybrať inštrukciu z hlavnej pamäte a uložiť ju do dekodéra inštrukcií. Tam sa dekoduje *operačný znak* inštrukcie a vytvorí sa riadiaci signál. Riadiace obvody ovládajú presuny dát v jednotlivých častiach základnej jednotky prostredníctvom hradiel alebo multiplexorov. Tým sa podľa určitého algoritmu riadi vykonávanie jednotlivých *mikrooperácií*, z ktorých je zložená každá operácia. Operačný znak určuje nielen druh operácie ale môže obsahovať aj ďalšie informácie, ako napr. dĺžku inštrukcie alebo adresu operandu.

Ďalšou úlohou radiča je spracovanie *adresnej časti inštrukcie*, ktorá obsahuje údaje určujúce operandy, s ktorými sa majú vykonávať operácie.

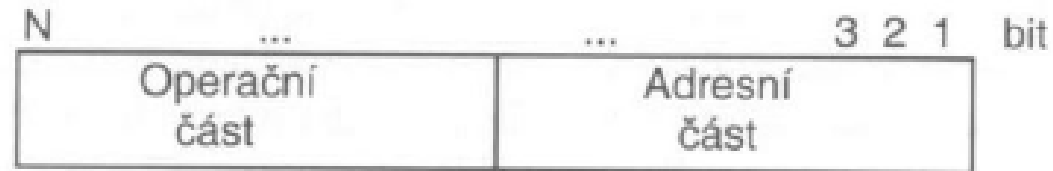
# Spracovanie inštrukcií

Každý mikroprocesor je od výrobcu vybavený súborom inštrukcií. Doba realizácie inštrukcií je určená frekvenciu hodinových signálov. Základnou časovou jednotkou spracovania inštrukcie je *takt*. Každá inštrukcia je vykonaná za určitý počet taktov. Tento časový interval sa označuje ako inštrukčný cyklus. Prevedenie inštrukcie začína jeho načítaním z operačnej pamäte, z adresy, ktorú udáva čítač inštrukcií.

Každá inštrukcia má niekoľko fáz a každá z nich sa vykonáva v jednom takte. Podľa typu môžu inštrukcie trvať rôzny počet taktov. Dáta môžu mať 8, 16, 32 alebo aj viac bitov.

# Inštrukčný súbor

Inštrukcie mikropočítača zapisujeme pomocou symbolických názvov, ktoré im priradil výrobca. Obvykle sa inštrukčné slovo skladá z operačnej a adresnej časti. Dĺžka inštrukcie je všeobecne  $N$  bitov. Operačná časť inštrukcie obsahuje tzv. *operačný znak operácie*, ktorá sa má vykonávať. Adresná časť inštrukcie obsahuje odkaz na operandy, s ktorými sa má operácia vykonať.



Znázornenie skladby inštrukcie

# Rozdelenie inštrukcií

Inštrukcie je možné podľa ich určenia rozdeliť do niekoľkých skupín:

## Aritmetické inštrukcie

Realizujú sa v ALU. Mikroprocesory sú vybavené len jednoduchými operáciami, ako je sčítanie, odčítanie, násobenie a delenie, ktoré sú realizované na dvoch operandoch. Jeden operand je v akumulátore (stradači) a druhý v špeciálnom registri alebo v pamäti.

## Logické inštrukcie

Tieto inštrukcie realizujú logické operácie ako negácia, logický súčet, logický súčin, exkluzívny súčet, atď. Operácie sa realizujú na operande umiestnenom v akumulátore (stradači) alebo medzi akumulátorom a operandom v registri alebo v operačnom pamäti. Logické operácie ovplyvňujú tiež príznakové bity.

# Rozdelenie inštrukcií

## Posuvy a rotácie

Tieto inštrukcie realizujú posuv jednotlivých bitov akumulátora vpravo alebo vľavo. V prípade operácií posuvu sa bit, ktorý opúšťa register (najvyšší bit pri posuve vľavo alebo najnižší bit pri posuve vpravo), stráca alebo sa ukladá do príznakového registra. Na miesto vstupujúceho bitu môže byť dosadená nula, znamienkový bit alebo obsah príznakového bitu.

## Inštrukcie presunu

Inštrukčný súbor musí obsahovať inštrukcie, ktoré umožňujú presúvať dáta medzi jednotlivými blokmi mikropočítača. Najdôležitejšie sú presuny dát medzi registrami, pamäťami a jednotkami vstupu/výstupu. Tieto inštrukcie neovplyvňujú prenášané dáta ani príznakové bity.

# Rozdelenie inštrukcií

## Inštrukcie skoku

Tieto inštrukcie slúžia na realizáciu *podmieneného* alebo *nepodmieneného* skoku.

**Inštrukcie *nepodmieneného* skoku** riadia zmenu v postupnosti inštrukcií bez ohľadu na výsledok predošlej operácie. Nasledujúca inštrukcia sa vyberie z pamäťového miesta, ktorého adresa je uvedená v adresnej časti inštrukcie skoku. Touto adresou sa nahradí obsah čítača inštrukcií.

**Inštrukcie *podmieneného* skoku** riadia skok v programe na základe určitej podmienky, ktorá je určená stavom niektorého príznakového bitu. Ten je ovplyvnený výsledkom niektorej z operácií ALU. Výsledok operácie sa testuje podmienkou uvedenou v inštrukcii podmieneného skoku. Pri splnení podmienky sa obsah čítača inštrukcií nahradí obsahom adresnej časti inštrukcie podmieneného skoku.

# Spôsoby adresovania operandov

Obsah adresovej časti inštrukcie nemusí vždy udávať skutočnú absolútnu adresu, kde sú operandy uložené ale len informácie, z ktorých je možné túto adresu odvodiť. Z dôvodu minimalizácie počtu bitov v adresnej časti inštrukcie sa používajú rôzne *spôsob*y adresovania. Operand môže byť uložený v operačnej pamäti, v univerzálnom registri alebo priamo v inštrukcii ako priamy operand. Spôsob adresovania je vždy určený druhom inštrukcie a závisí od architektúry počítača a jeho súboru inštrukcií.

**Najčastejšie spôsoby adresovania sú nasledovné:**



# Spôsoby adresovania operandov

**Adresovanie priamym operandom** je druh adresovania, u ktorého je v adresnej časti inštrukcie namiesto odkazu na operand umiestnený samotný operand ako bezprostredná súčasť inštrukcie.

**Priame adresovanie** – v tomto prípade adresovania obsahuje adresná časť inštrukcie priamo absolútnu adresu pamäťového miesta, na ktorom je uložený operand.

**Nepriame adresovanie** využíva adresnú časť inštrukcie k určeniu adresy nepriamo. Inštrukcia totiž obsahuje odkaz na register procesora alebo na pozíciu v operačnej pamäti, kde sa nachádza adresa operandu.

# Spôsoby adresovania operandov

**Registrové adresovanie** využíva princíp, kedy operand je uložený v niektorom z registrov procesora. Adresná časť inštrukcie obsahuje iba adresu registra.

**Indexové adresovanie** sa vyznačuje tým, že v adresnej časti inštrukcie je obsiahnutá len jedna časť adresy, druhá časť je obsiahnutá v indexovom registri.

**Absolútne adresovanie** sa vyznačuje tým, že absolútna adresa obsiahnutá v adresnej časti inštrukcie je skutočnou adresou pamäťového miesta v operačnej pamäti. Nevýhodou je dlhá adresná časť inštrukcie.