

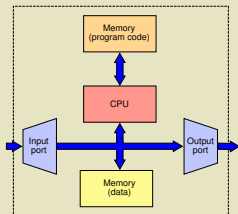
Počítačové systémy

Jednočipové mikropočítače (mikrokontroléry)

Co je mikrokontrolér

- integrovaný obvod, který je často součástí vestavného systému
- určen k vykonávání specifické činnosti ⇒ menší a jednodušší, tak aby se vše vešlo na jeden čip
- navržen jako soběstačný a nezávislý
- důležitým kritériem návrhu je nízká cena a spotřeba
- je možné je nalézt v domácích spotřebičích, automobilech, měřicích a řídicích systémech

Obecné schéma mikrokontroléru



Charakteristika mikrokontrolérů

- obsahují procesor, paměti RAM a ROM, V/V porty a čítače/časovače
- jednoduché (stále převážně osmibitové) *počítače* v jediném pouzdře
- vyžadují minimum vnějších součástek (nebo dokonce žádné)
- "programovatelná" funkce jednotlivých vývodů (vstup, výstup, vstupy čítače, přerušeni, komparátoru, A/D převodníku ...)
- zpravidla navrženy podle harwardské architektury

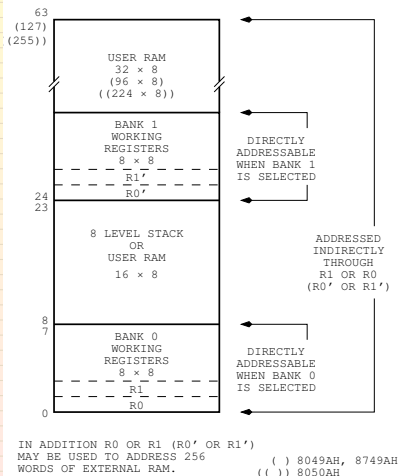
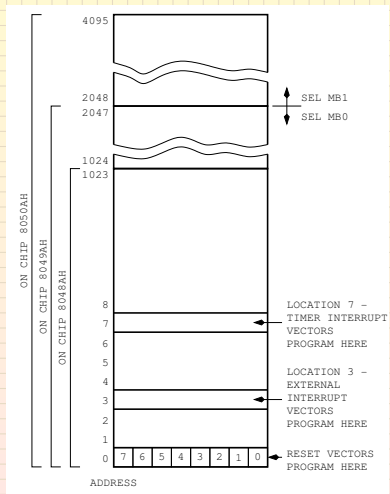
Základní typy mikrokontrolérů

- velmi se rozšířil typ 8048 firmy Intel z roku 1976, který obsahuje CPU, 1 KB ROM pro program, 64 B RAM pro data
- dnešním "standardem" je typ 8051, který v různých modifikacích vyrábí řada výrobců (Atmel, Philips, Dallas, Siemens ...)
- rozšířené jednočipy s RISC architekturou:
 - ⇒ PIC (Microchip) - velmi jednoduchý, 30-40 instrukcí
 - ⇒ MC68Hxx (Motorola)
 - ⇒ AVR (Atmel)

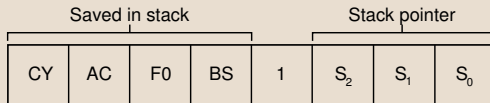
Charakteristika mikrokontroléru MCS-48

- paměť programu o velikosti 1–4kB (ROM nebo EPROM)
- datová paměť o velikosti 64, 128 nebo 256 B
- 27 linek seskupené do tří 8mi bitových V/V portů + 3 testovací vstupy
 - ⇒ porty 1, 2
 - kvazi obousměrné
 - plně kompatibilní s TTL
 - třístavový výstup
 - výstupní data uchována do dalšího zápisu (statický výstupní port)
 - vstupní data musí být podržena až po zavolání obslužné instrukce
 - ⇒ sběrnice
 - plně obousměrný port řízený signály /RD,/WR
 - může pracovat stejným způsobem jako porty 1, 2
 - ⇒ vstupy T0, T1, /INT - umožňují větvení programů
- 12ti bitový PC implementovaný párem bytů paměti programu

Mapy paměti mikrokontroléru MCS-48



Stavový register (PSW)

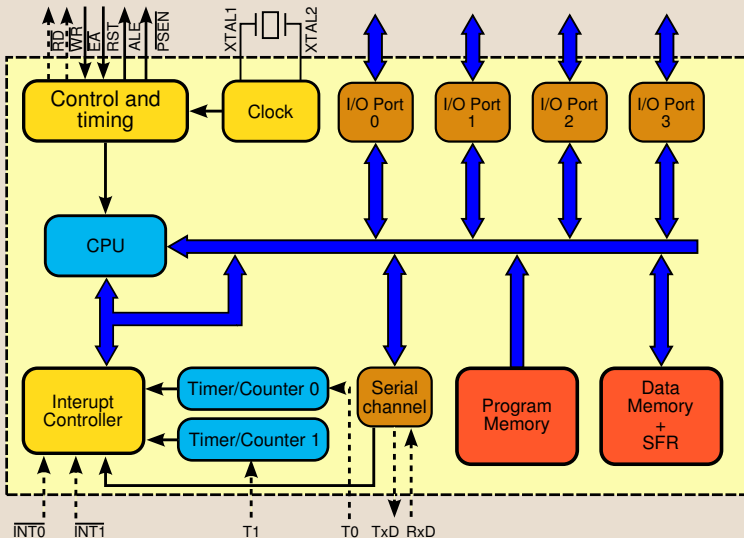


- ⇒ **CY** - carry bit (nastavený při přetečení v akumulátoru)
- ⇒ **AC** - pomocný carry bit (nastavený instrukcí ADD)
- ⇒ **F0** - uživatelem nastavitelný bit
- ⇒ **BS** - přepínání banky registrů

Práce s datovou pamětí

- vše nepřímo adresovatelné přes registry R0 a R1 (reps. R0' a R1')
- dvě banky po osmi přímo adresovatelných registrů (přepínány nastavením příznaku ve stavovém slovu)
- adr. prostor 008h–023h používán buď jako zásobník nebo uživatelská paměť (ukládá se na něj 12 bitů PC a 4 bity PSW – CY,AC,F0,BS)
- buňka zásobníku dána ukazatelem ve stavovém slovu o velikosti 3 bity

Obecné schéma MCS-51

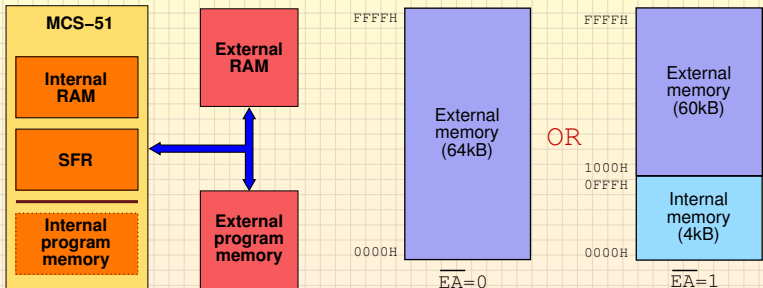




Charakteristiky rodiny mikrokontrolérů MCS-51

- datová paměť o velikosti 64, 128 nebo 256 B RAM
- paměť programu o velikosti 1-64 KB (ROM, EPROM, Flash) - různé kombinace vnější a vnitřní paměti (dáno signály /EA, /PSEN)
- 4 banky po 8 registrech
- 8mi bitová datová a 16ti bitová adresní sběrnice
- instrukční sada optimalizovaná pro jednobitové operace
- 2 a více 16-bitových programovatelných čítačů/časovačů
- mnoho vstupů/výstupů
- full-duplexní sériový port
- 5-8 zdrojů přerušení (od vstupů INT0,INT1, čítače, sériového kanálu,...) s definovanou prioritou ve dvou úrovních
- další možné vybavení – A/D, D/A převodníky, komparátor, watchdog, pulse-width modulátor (PWM), sběrnice USB, I²C, CAN

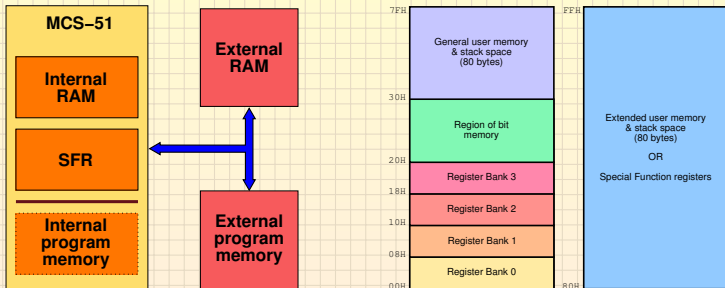
Organizace paměti mikrokontroléru MCS-51



Paměť programu

- paměť programu maximálně 64KB a to v různých kombinacích interních a externích pamětí (interní 0kB, 4kB, 8kB nebo 16kB)
- externí programová paměť (realizována pomocí EPROM) použita velmi často z cenových důvodů
- k přenosu dat mezi MCU a vnější pamětí použity porty 0 a 2 (multiplexovaný port 0 pro data nebo dolní byte PC)

Organizace paměti mikrokontroléru MCS-51



Vnitřní datová paměť

- čtyři banky po osmi bytových registrech (R0 – R7)
- registry z neaktivní banky dostupné přímým adresováním
- výběr banky dle nastavení bitů RS0, RS1 ve stavovém slově
- oblast paměti přístupné po jednotlivých bitech (speciální instrukce)
- zbylá vnitřní datová paměť využita jako zásobník nebo volná
- některé *registry speciálních funkcí* též bitově adresovatelné

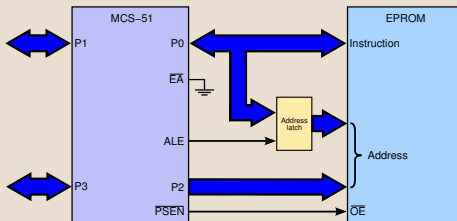
Registry speciálních funkcí - Určité paměťové místo, kde se soustředí ují důležité informace o stavu mikroprocesoru a jeho periferních obvodů, ale zároveň i informace ovlivňující jeho další činnost.

Vybrané registry speciálních funkcí

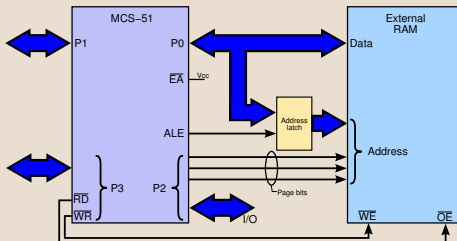
- bitově adresovatelné registry (adresa dělitelná osmi)
 - ◇ akumulátor ACC (E0H), registr B (F0H),
 - ◇ Program Status Word PSW (D0H)

C	AC	F0	RS1	RS0	OV	-	P
---	----	----	-----	-----	----	---	---
 - ◇ vstupně/výstupní porty P0–P3 (80H, 90H, A0H, B0H)
 - ◇ řízení priority přerušování IP (B8H)
 - ◇ řízení povolení přerušování IE (A8H) – nižších 7 bitů povoluje jednotlivá přerušování, nejvyšší bit povolí všechna
 - ◇ registr módu a řízení sériového kanálu SCON (98H)
 - ◇ registr řízení časovače/čítače TCON (88H)
- ukazatel zásobníku SP (81H)
- registry DPL (82H), DPH (83H) – nepřímé adresování vnější paměti
- registr sériového kanálu SBUF – Serial Data Buffer (99H)

Čtení instrukcí z externí programové paměti



Přístup do externí datové paměti



Použití portů

- Port 0 - používá se zejména při styku s vnější pamětí
- Port 1 - nemá žádnou alternativní funkci, tj. lze jej používat libovolně
- Port 2 - zejména slouží spolu s P0 ke komunikaci s vnější pamětí
- Port 3 - všechny piny portu 3 jsou vícefunkční (poskytuje své piny pro potřeby jiným vnitřním obvodům mikroprocesoru)

Pin	Alternativní funkce
P3.0	RXD (serial input)
P3.1	TXD (serial output)
P3.2	/INT0 (external interrupt)
P3.3	/INT1 (external interrupt)
P3.4	T0 (Timer/Counter 0 external input)
P3.5	T1 (Timer/Counter 1 external input)
P3.6	/WR (external Data Memory write strobe)
P3.7	/RD (external Data Memory read strobe)

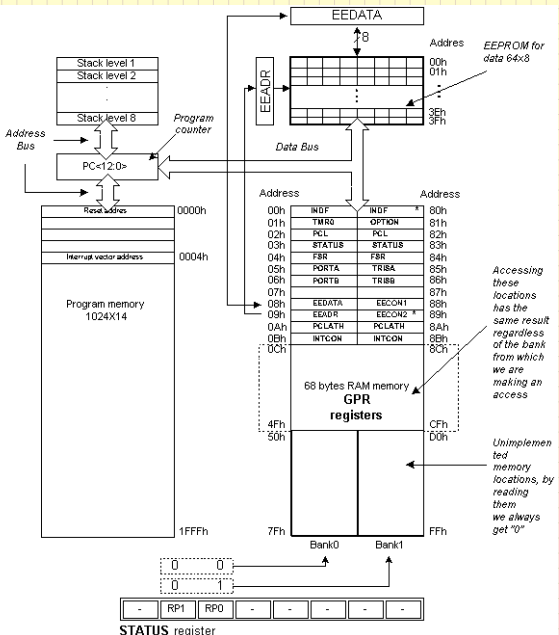
Každý pin kteréhokoliv portu může být nezávisle používán jako vstupní nebo jako výstupní.

Charakteristika MCU PIC PIC16F84

- 8-bit MCU s RISC architekturou
- paměť programu realizována Flash pamětí (1024 slov po 14bitech)
- 2 paměti dat
 - typu RAM pro data vykonávaného programu ve dvou bankách (rozsah 0CH–4FH resp. 8CH–CFH)
 - 64B EEPROM uchovávající důležitá data (nepřímé adresování)
- Special Function Registers (rozsah 00H–0BH resp. 80H–8BH)
- komunikace s okolím přes PORTA (5 bitů) a PORTB (8 bitů)
- 8mi bitový časovač (inkrementován v každém 4 cyklu)
- stavový register

IRP	RP1	RP0	T0	PD	Z	DC	C
-----	-----	-----	----	----	---	----	---
- čtyři zdroje přerušení
 - ukončení zápisu dat do EEPROM
 - přerušení TMR0 vyvolané přetečením čítače
 - přerušení při změně pinů RB4, RB5, RB6 a RB7 na PORTB
 - vnější přerušení na pinech MCU RB0/INT

Organizace paměti



Základní charakteristika

- RISC architektura (cca. 60 instrukcí, optimalizováno pro vyšší programovací jazyky (AVR-GCC))
- 32 8-bitových registrů přímo spojených s ALU (adresní prostor 00h-1fh); žádný akumulátor
- zásobník umístěn v datové paměti a není omezena jeho velikost
- 1-3 čítače/časovače (8/16-ti bitové)
- 2 úsporné režimy
 - ⇒ sleep - CPU stojí, čítače a přerušení funguje; spotřeba $< 0,5$ mA
 - ⇒ power-down - zastaví CPU až do dalšího resetu, ale zachová obsah registrů; spotřeba < 1 μ A
- 2-12 zdrojů přerušení (z toho 1-2 vnější, až 4 zdroje od časovače/čítače, 3 zdroje sériového rozhraní, jeden od komparátoru)
- ochranný mechanismus proti vykrádání softwaru

Podporovaná rozhraní

- 4 osmi bitové obousměrné porty
- většinou obsahuje sériové rozhraní
- bytově orientovaná dvou vodičová sériová linka
- některé typy obsahují 6- či 8-kanálový 10-bitový A/D převodník, PWM
- analogový komparátor
- watchdog

Vlastnosti podporující nasazení mikrokontrolérů

- umožňují redukovat složitost návrhu zařízení
- nízká spotřeba
- možnost uspání a opětovného rychlého náběhu
- integrace složitých periférií
- vlastnosti zaručující spolehlivost
- úspory nákladů

