

Vážení zákazníci,

dovolujeme si Vás upozornit, že na tuto ukázkou knihy se vztahují autorská práva, tzv. copyright.

To znamená, že ukáзка má sloužit výhradně pro osobní potřebu potenciálního kupujícího (aby čtenář viděl, jakým způsobem je titul zpracován a mohl se také podle tohoto, jako jednoho z parametrů, rozhodnout, zda titul koupí či ne).

Z toho vyplývá, že není dovoleno tuto ukázkou jakýmkoliv způsobem dále šířit, veřejně či neveřejně např. umístováním na datová média, na jiné internetové stránky (ani prostřednictvím odkazů) apod.

redakce nakladatelství BEN – technická literatura
redakce@ben.cz



28/40VÝVODOVÝ, 8BITOVÝ CMOS MIKROKONTROLÉR S A/D PŘEVODNÍKEM, FLASH PAMĚTÍ PRO PROGRAM A SRAM/EEPROM PRO DATA

VLASTNOSTI

Velmi výkonný kontrolér s architekturou RISC

- pouze 35 jednoslovných instrukcí;
- všechny instrukce trvají jeden instrukční cyklus (200 nsec), mimo instrukcí pro větvení programu (2 cykly);
- pracovní rychlost: – DC-20 MHz (CLK – vstup hodinového signálu);
– DC-200 ns (instrukční cyklus);
- až 8K × 14 bitů programové paměti FLASH;
- až 368 bytů paměti RAM pro data;
- až 256 bytů paměti EEPROM;
- **vývody jsou kompatibilní se staršími typy PIC16C73/874/876/877;**
- až 14 vnitřních nebo vnějších zdrojů přerušení (PIC16F87X);
resp. 15 vnitřních nebo vnějších zdrojů přerušení (PIC16F87XA);
- 8úrovňový STACK (pro návratové adresy přerušení a podprogramů);
- přímé, nepřímé a relativní adresování;
- ochrana programového kódu;
- plně statický návrh.

Speciální vlastnosti mikrokontroléru

- RESET při zapnutí napájení (Power-On Reset – POR);
- prodleva při zapnutí napájení (Power Up Timer – PWRT), o kterou je prodloužen RESET a prodleva pro start oscilátoru po zapnutí napájení (Oscillator Start-up Timer – OST);
- detekce poklesu napájecího napětí pro RESET (BOR – Brown-out Reset);
- Watchdog Timer (WDT) s vlastním RC oscilátorem na čipu pro zvýšení spolehlivosti funkce;
- ochranné pojistky proti čtení programového kódu;
- instrukce SLEEP pro programové uvedení mikrokontroléru do stavu SLEEP (úspora napájení);
- volba režimu použitého oscilátoru při programování obvodu;
- programování sériovou, dvouvodičovou linkou až v koncové aplikaci;
- ladění programu přímo v obvodovém zapojení (In-Circuit Debugging) pomocí dvou vývodů;
- nízký příkon, vysoká rychlost, technologie CMOS FLASH/EEPROM;
- pouze jednoduché napájení +5 V při programování;
- široký rozsah napájecího napětí: +2,0 V až +5,5 V;
- proud vývodu 25 mA (ven i dovnitř);
- teplotní rozsahy: COMMERCIAL, INDUSTRIAL a AUTOMOTIVE;

- nízká spotřeba:
 - < 2 mA při 5 V a 4 MHz;
 - 20 μ A při 3 V a 32 kHz;
 - < 1 μ A typicky ve stavu SLEEP.

Vlastnosti obvodu

- 33 I/O vývodů, které mohou být nastaveny jako vstupní/výstupní, nebo se speciální funkcí:
 - „CAPTURE“ vstup, „COMPARE“ výstup, „PWM“ výstup;
 - režim CAPTURE má rozlišení 16 bitů (200 ns);
 - režim COMPARE má rozlišení 16 bitů (200 ns);
 - režim PWM má rozlišení 1 bit až 10 bitů
8bitové rozlišení dává s krystalem 20 MHz maximální frekvenci na výstupu 80 kHz a 10bitové rozlišení 20 kHz;
- TMR0: 8bitový časovač/čítač s 8bitovým programovatelným předděličem;

Tabulka 1.1a Přehled vlastností mikrokontrolérů řady PIC16F87X, PIC16F87XA

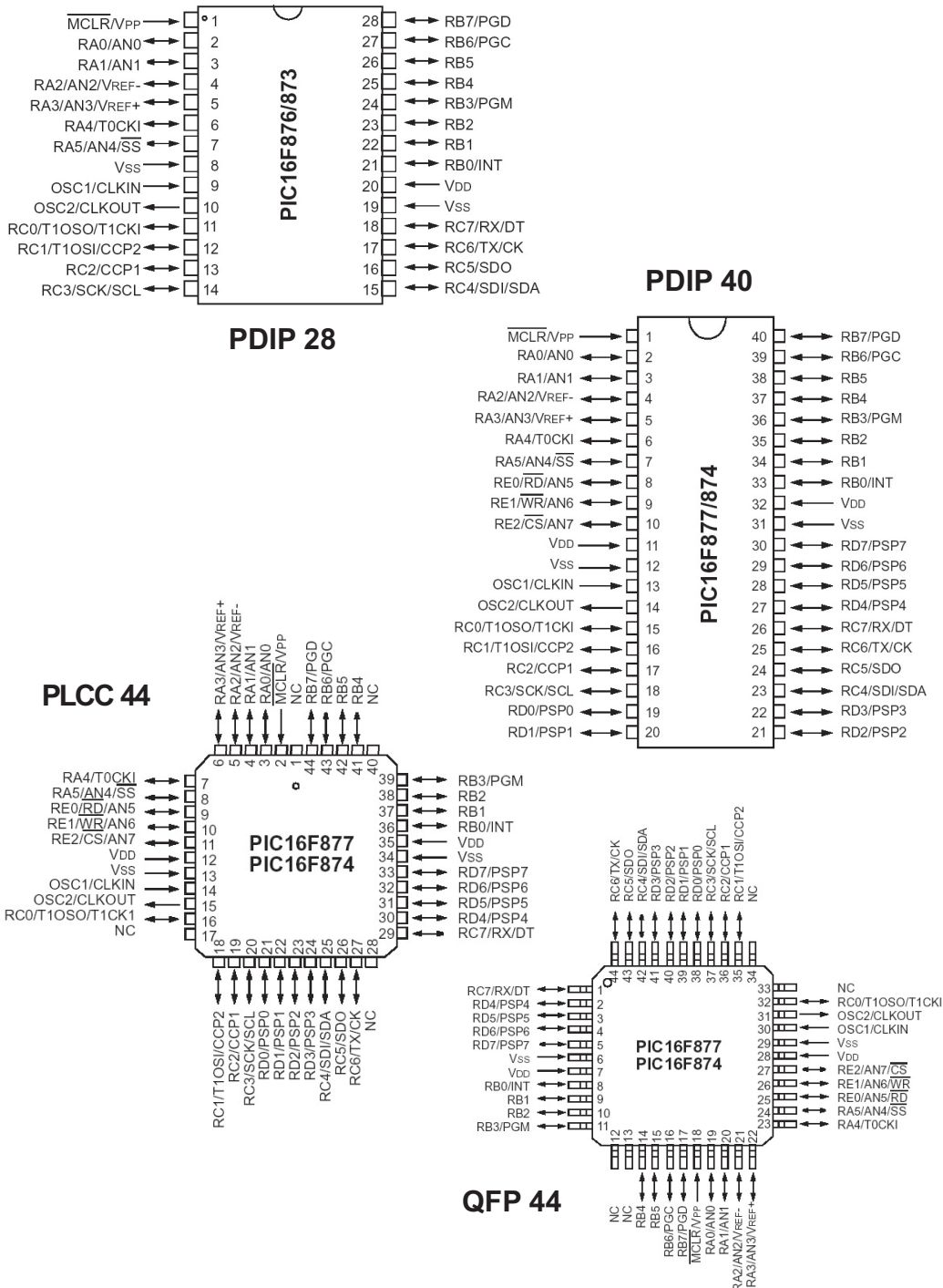
Parametr	PIC16F873	PIC16F874	PIC16F876	PIC16F877
Maximální pracovní frekvence	DC-20 MHz	DC-20 MHz	DC-20 MHz	DC-20 MHz
RESETY a prodlevy	BOR, POR, (PWRT, OST)	BOR, POR, (PWRT, OST)	BOR, POR, (PWRT, OST)	BOR, POR, (PWRT, OST)
FLASH paměť programu (šířka 14 bitů)	4 K	4 K	8 K	8 K
RAM paměť dat	192	192	368	368
EEPROM	128	128	256	256
Přerušení	PIC16F87X	13	14	13
	PIC16F87XA	14	15	14
Počet portů	PORT-A, PORT-B, PORT-C	PORT-A, PORT-B, PORT-C, PORT-D, PORT-E	PORT-A, PORT-B, PORT-C	PORT-A, PORT-B, PORT-C, PORT-D, PORT-E
Časovače	3	3	3	3
Počet modulů CAPTURE/COMPARE/PWM	2	2	2	2
Sériová komunikace	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART	MSSP, USART
Paralelní komunikace	–	PSP	–	PSP
Modul 10bitového A/D převodníku	5 kanálů	8 kanálů	5 kanálů	8 kanálů
Instrukční sada	35 instrukcí	35 instrukcí	35 instrukcí	35 instrukcí

- TMR1: 16bitový časovač/čítač
obsah TMR1 může být zvyšován i ve stavu SLEEP, pokud se použije vnější hodinový signál na vývodu T1CKI (15) nebo krystal na vývody T1OSI (16) a T1OSO (15). Použit pro moduly „CAPTURE“, „COMPARE“ a „PWM“;
- TMR2: 8bitový časovač/čítač s 8bitovým registrem (časová základna pro PWM) a předděličem i „děličem po“;
- 10bitový A/D převodník s 8kanálovým multiplexovaným vstupem
 - doba převodu se pohybuje v řádu desítek až stovek μ s/kanál (záleží na mnoha faktorech);
- Komparátor a komparátor napěťové reference (pouze PIC16F87XA)
- Synchronní sériový port (SSP) se dvěma režimy:
 - 3vodičový SPI;
 - I²C™/ACCESS.bus kompatibilní;
- Sériový komunikační kanál (USART/SCI) s možností detekce 9bitové adresy;
- Paralelní SLAVE port (PSP): 8bitová šířka dat, s externími signály RD, WR, CS;
- režim SLEEP.

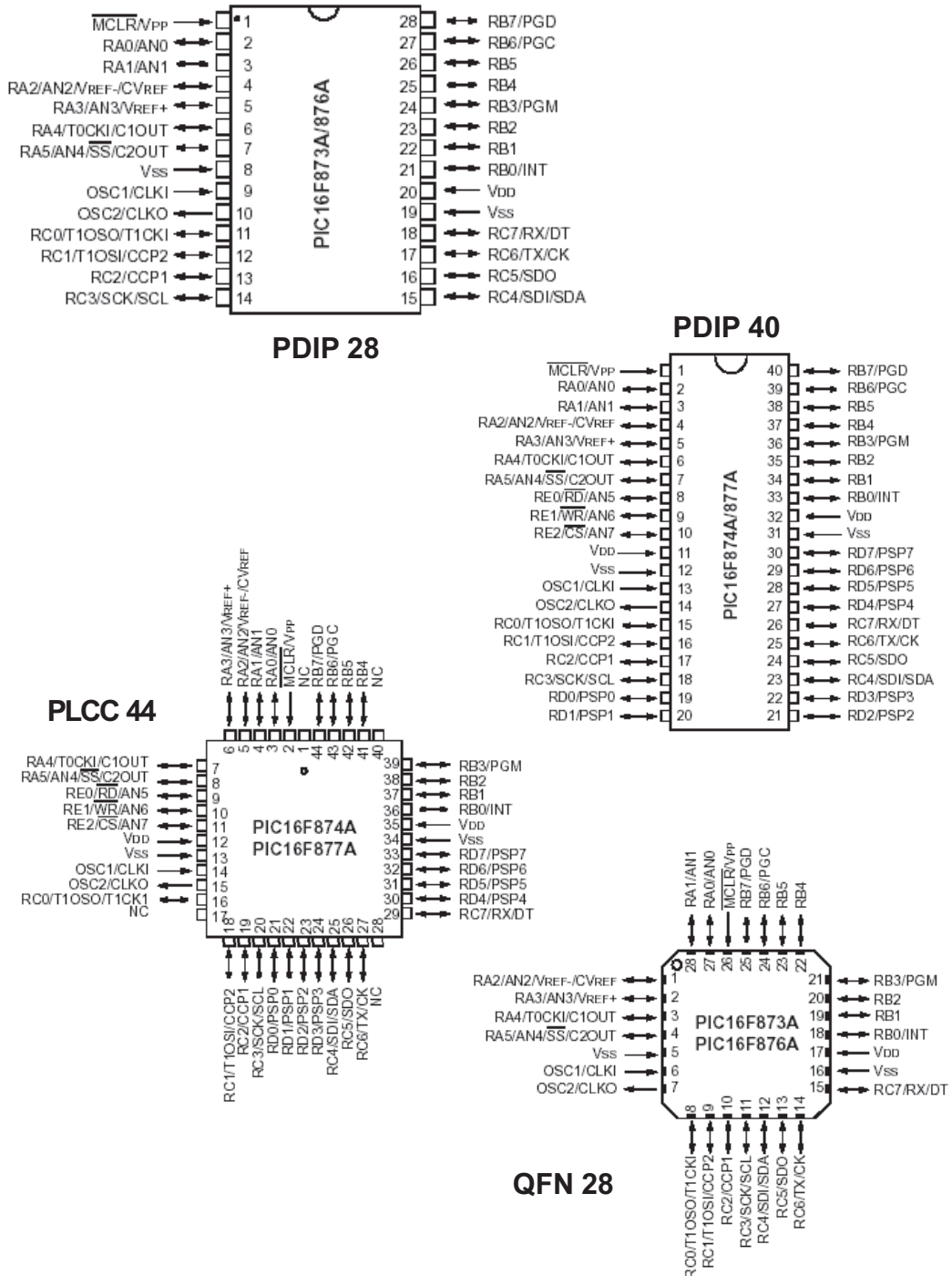
Tabulka 1.1b Přehled hlavních rozdílů vlastností mezi mikrokontroléry PIC16F87X, PIC16F87XA a PIC16C7X

Parametr	PIC16C7X	PIC16F87X	PIC16F87XA
Počet vývodů	28/40	28/40	28/40
Počet časovačů	3	3	3
Přerušení	11 nebo 12	13 nebo 14	14 nebo 15
Komunikace	PSP, USART, SSP (SPI, I ² C slave)	PSP, USART, SSP (SPI, I ² C master/slave)	PSP, USART, SSP (SPI, I ² C master/slave)
pracovní frekvence	DC-20 MHz	DC-20 MHz	DC-20 MHz
Napětí	2,5 V—5,5 V	2,2 V—5,5 V	2,0 V—5,5 V
A/D převodník	8bitový, výběr ze 4 zdrojů CLK	10bitový, výběr ze 4 zdrojů CLK	10bitový, výběr ze 7 zdrojů CLK
CCP	2	2	2
Komparátory	–	–	2
ref. napětí komparátorů	–	–	ano
FLASH paměť programu (šířka 14 bitů)	4K, 8K EEPROM	4K, 8K FLASH (zápis/smazání samostatného slova)	4K, 8K FLASH (zápis/smazání bloku po 4 slovech)
RAM paměť dat	192 nebo 368 bytů	192 nebo 368 bytů	192 nebo 368 bytů
EEPROM	Není	128 nebo 256 bytů	128 nebo 256 bytů
Ochrana programového kódu	zap/vyp	Segmentů, počátku a konce paměti programu	zap/vyp
Ochrana proti zápisu do programové paměti	–	Zap/vyp	Segmentů, počátku a konce paměti programu
Další	–	In-Circuit debugger, LVP	In-Circuit debugger, LVP

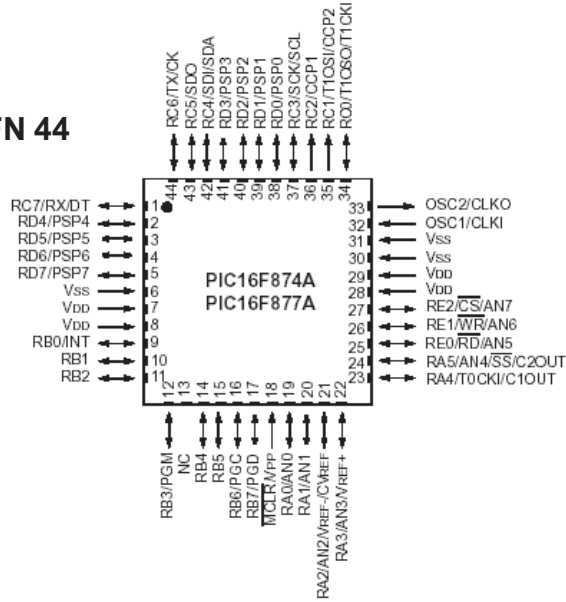
TYPY POUZDER A PŘÍŘAZENÍ VÝVODŮ PIC16F87X



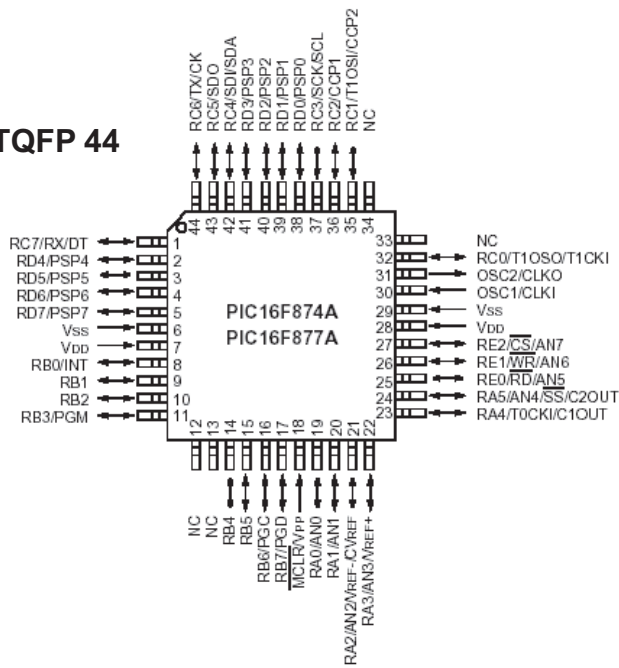
TYPY POUZDER A PŘÍRAZENÍ VÝVODŮ PIC16F87XA



QFN 44



TQFP 44



1 Základní popis

Tato kniha obsahuje popis funkcí a vlastností řady mikrokontrolérů, které umožňují ukládat data do paměti EEPROM nebo RAM a program do paměti FLASH, od firmy Microchip. Konkrétně typů PIC16F873, PIC16F874, PIC16F876 a PIC16F877. Obsah není zamýšlen jako náhrada katalogových údajů, i když je zde obsažen podrobný popis všech funkcí a vlastností uvedených mikrokontrolérů. Podrobné katalogové údaje a popis jednotlivých obvodů je možné získat na adrese www.microchip.com a je vhodné parametry obvodu s originálním textem zkontrolovat. Vše jsem sice několikrát kontroloval, ale překlep nebo chybu v parametrech je velice snadné přehlédnout v takto rozsáhlém textu a daném množství parametřů.

Obvody PIC16F873 a PIC16F876 jsou ve 28vývodových pouzdrech a typy PIC16F874 a PIC16F877 v pouzdrech se 40 vývody DIP nebo 44 vývody PLCC (QFP).

Obvody PIC16F873/874/876/877 mají až 256 bytů paměti EEPROM, 368 bytů v RAM a pro program paměť FLASH o velikosti až 8K × 14 bitů. Max. 33 vývodů je možné definovat jako vstupní, výstupní nebo se speciální funkcí jako PWM (výstup), „COMPARE“ (výstup), „CAPTURE“ (vstup). Dále obsahuje sériové porty, 1 paralelní podřízený (SLAVE) mikroprocesorový port a modul 8kanalového A/D převodníku. Novější typy se suffixem „A“ (tj. PIC16F87XA) mají navíc komparátor a komparátor vnitřní napěťové reference. Typy PIC16F874/877(A) obsahují paralelní port. Synchronní sériový port může být konfigurován jako 3vodičový sériový kanál (Serial Peripheral Interface – SPI), nebo dvouvodičová sběrnice (Inter-Integrated Circuit – I²C™). Univerzální sériový synchronní/asynchronní port (SPI) může být konfigurován jako synchronní nebo asynchronní. Modul A/D převodníku s rozlišením 8bitů je přizpůsoben pro aplikace požadující nízkou cenu analogového připojení a převodu. Např.: řízení teploty, měření tlaku atd.

Vysoce spolehlivý časovač WATCHDOG s vlastním RC oscilátorem na čipu je ochranou proti chybám ve smyčkách programu (jen proti některým).

Všechny mikrokontroléry PIC využívají architektury RISC. Obvody PIC16F873/874/876/877(A) mají 8úrovňový STACK a celkem 14 (15) vnitřních a vnějších zdrojů přerušení. Instrukční a datové sběrnice jsou odděleny. Mimo instrukcí pro větvení programu jsou všechny instrukce, díky dvouúrovňovému čtení instrukcí, prováděny v jediném instrukčním cyklu. Využitelné jsou všechny instrukce (35). Vylepšením je přidání velkého množství registrů, s nimiž se dosahuje zvýšení výkonu. Tyto obvody jsou vývodově kompatibilní se starší řadou PIC16C73/874, ale ne ve všech případech i programově. Obsahují totiž navíc EEPROM, programovou paměť typu FLASH a hlavně vylepšené programování komunikačních portů. Dále ještě funkci detekce nízkého napájecího napětí.

Jednotlivé moduly mikrokontroléru, jako A/D převodník, komunikační porty (paralelní, sériové), sběrnice Inter-Integrated Circuit – I²C™ a mnoho dalších, zmenšují počet nutných vnějších součástek, což snižuje cenu, zvyšuje spolehlivost a snižuje výkonovou spotřebu. Také možnost, při programování obvodu, volit mezi čtyřmi typy oscilátoru představuje jednoduché a levné řešení, které zjednodušuje návrh zapojení a počet vnějších součástek. Oscilátor „LP“ je připraven, pokud je důležitá nízká spotřeba a není nutná vysoká frekvence systémového oscilátoru – nezáleží příliš na rychlosti. Oscilátor „XT“ je pro „standardní“ krystal a „HS“ je pro „velmi rychlý“ krystal, až 20 MHz. Stav „SLEEP“, do kterého je možné obvod uvést instrukcí v programu, nabízí prodloužení životnosti zdroje. Uživatel může kontrolér vzbudit ze stavu SLEEP pomocí několika vnějších a vnitřních přerušení, nebo signálem RESET na vývodu 1-MCLR/U_{pp}/THV.

Obvody PIC16F873/874/876/877(A) je možné dokonale přizpůsobit aplikacím od řízení motorů až po měření senzorů, obsluhu klávesnice, nebo telefonních automatů. Použitá technologie FLASH umožňuje pružnou tvorbu zákaznických programů. Malé rozměry pouzdra a tím potřeba prostoru na desce plošného spoje je umožňuje použít i v aplikacích s omezeným prostorem. Nízká cena, nízká spotřeba, vysoký výkon a snadné přizpůsobení I/O vývodů dělají obvody PIC16F873/874/876/877 velmi mnohostrannými.

Následující bloková schémata ukazují obvody PIC16F873/876 na *obrázku 1.1* a PIC16F874/877 na *obrázku 1.2* a dále PIC16F873A/876A na *obrázku 1.3* a PIC16F874A/877A na *obrázku 1.4*.

1.1 TYPOVÁ SLUČITELNOST

Uživatelé seznámení s instrukční sadou typů PIC16C5X nebo ještě lépe s instrukční sadou a vlastnostmi řady obvodů PIC16C71/873/874, okamžitě ocení vylepšení vlastností u těchto typů. Programový kód vytvořený pro předchozí řady mikrokontrolérů, může být (s minimálními změnami a tedy jednoduše) aplikován pro celou řadu mikrokontrolérů PIC16F87X(A).

1.2 VÝVOJOVÉ PROSTŘEDKY

Pro první seznámení (ale nejen pro tento účel) je vhodné stáhnout si z internetové adresy www.microchip.com vývojové prostředí MPLAB (asi 30 MB). Případně úplné základní informace na adrese www.asix.cz. Toto vývojové prostředí obsahuje poměrně slušný textový editor pro psaní instrukcí programu a integrovaný simulátor s možností nastavení mnoha obvodových parametrů. Také spolupracuje s programátorem a In-Circuit Debugger, které je možné objednat.

Poznámka: *Není-li uvedeno jinak, je v celé knize pod označením „RESET“ myšlen typ Resetu „POR“, tj. Power-On Reset. Inicializační hodnoty registrů po tomto Resetu jsou uvedeny v příloze v **Tabulce P2.4**.*

Obrázek 1.1 Blokové schéma PIC16F873/876

