

Obsah

Úvod	7
Kapitola 1 Analýza zadání a návrh řešení	9
Kapitola 2 Zjednodušené schéma zapojení	11
Kapitola 3 Vývojový diagram	13
Kapitola 4 Instalace a příprava vývojového prostředí	15
Instalace vývojového prostředí	16
Příprava vývojového prostředí	16
Kapitola 5 Vytvoření zdrojového textu	21
Kapitola 6 Překlad zdrojového textu – strojový kód	29
Kapitola 7 Ladění programu s využitím simulátoru	35
Kapitola 8 Vyzkoušení programu v aplikaci	45

Kapitola 9

Popis základních instrukcí 47

Bajtově orientované instrukce	48
Bitově orientované instrukce	51
Instrukce pracující s konstantou	52
Řídící instrukce	53

Kapitola 10

Úlohy k samostatnému řešení 55

Úloha č. 1 – Sedmisegmentový zobrazovač	56
Úloha č. 2 – Klopny obvod R-S	57
Úloha č. 3 – Čekání s programovou smyčkou	58
Úloha č. 4 – Generátor kmitočtu	60
Úloha č. 5 – TABULKA v paměti FLASH	63
Úloha č. 6 – POLE v paměti RWM	65
Úloha č. 7 – Práce s pamětí EEPROM	68
Úloha č. 8 – Obsluha přerušení INTO od tlačítka	71
Úloha č. 9 – Práce s časovačem TMR0	76
Úloha č. 10 – Práce s A/D převodníkem	78
Úloha č. 11 – Práce s USARTEM	81
Co říci závěrem?	86

Kapitola 11

Použitá literatura 87**Přílohy 89**

Příloha A: Vývojová deska pro μ P PIC16F88	89
Příloha B: Vývojová deska pro μ P PIC16F88 – schéma	90
Příloha C: Vzor zdrojového textu	91
Příloha D: Výsledná podoba zdrojového textu – sledovač signálu	97
Příloha E: Mapa paměti dat (registrů) μ P PIC16F88	101
Příloha F: Speciální funkční registry PIC16F88	102
Banka registrů 0	102
Banka registrů 1	103
Banka registrů 2 a 3	104
Příloha G: STATUS – aritmeticko-logický stavový registr	106
Příloha H: Instrukční sada μ P PIC16F88	108
Příloha I: Zápis číselných údajů	110
Příloha J: Základní direktivy Assembleru MPASM	111
Řídící direktivy	111
Direktivy definic datových polí	112

Direktivy podmíněného překladu	112
Příloha K: Nejčastější chybová hlášení překladače MPLAB	113
Příloha L: Nejčastější varování překladače MPLAB	115
Příloha M: Nejčastější zprávy překladače MPLAB	116
Příloha N: Tabulka kódů ASCII	117
Příloha O: Práce s A/D převodníkem – zdrojový text – Úloha č.10 stupeň II	118
Příloha P: Práce s USARTem – zdrojový text – Úloha č.11	123
Příloha R: Inicializační soubor pro PIC16F88	129

Rejstřík**133**

Úvod

Tato publikace je určena zejména začínajícím zájemcům o problematiku programování jednočipových mikroprocesorů (mikropočítačů). Byla vytvořena především jako pomůcka pro výuku programování na středních školách studijního oboru 26-41-M/01 – Elektrotechnika. Může ale posloužit jako vodítko pro samostudium i ostatním čtenářům a zájemcům o programování mikroprocesorů.

Publikace obsahuje názorný praktický návod, jak postupovat při instalaci vývojového prostředí a návrhu programu pro aplikaci s jednočipovým mikroprocesorem. Postup je vysvětlen na jednoduché úloze *sledovače signálu* určené pro jednočipový mikroprocesor *PIC16F88* firmy *Microchip Technology Inc.* [2] (lze použít i jiný kompatibilní typ, např. *PIC16F886*), umístěný na vývojové desce s tlačítkem a svítivou LED diodou (příloha A). K vytvoření programu a vyzkoušení správné funkce je použito vývojové prostředí *MPLAB_IDE_v8.30* firmy *Microchip* [3]. Konečné vyzkoušení správné funkce programu lze provést na vývojové desce.

V kapitole 10 je uvedeno několik dalších úloh k samostatnému řešení. S jejich pomocí se lze postupně seznámit s většinou obvodů jednočipového mikroprocesoru řady *PIC16F88*. Úlohy jsou doplněny o nezbytnou teorii a stručný návod i rady, jak postupovat při jejich řešení. Kompletní zdrojový text pro dvě poslední úlohy je uveden v přílohách O a P. Správnou funkci vytvořených programů si lze opět ověřit na vývojové desce (příloha A a B). Motiv plošného spoje pro vývojovou desku lze získat od autora (jbumba.pub@o2active.cz) anebo si lze obvod sestavit na nepájivém kontaktním poli, popř. na univerzální desce PCB.

Aby byla publikace užitečná nejen studentům, ale i ostatním čtenářům a zájemcům o programování mikroprocesorů, jsou v kapitole 9 popsány všechny *základní instrukce* mikroprocesoru řady *PIC16F88*. V přílohách na konci publikace jsou uvedeny direktivy, varování, chybová hlášení vývojového prostředí *MPLAB_IDE* a další užitečné informace pro tvorbu programů.

Podrobnější informace o vnitřních obvodech mikroprocesoru *PIC16F88* a jeho technických parametrech nalezne čtenář v odborné literatuře, např. v českém překladu [4] originální dokumentace [2] od Ing. Vladimíra Čebíše. Vzorový zdrojový text (příloha C) a inicializační soubor pro *PIC16F88* (příloha R) si lze pro účely výuky stáhnout z internetové adresy <http://www.copsu.cz/mikrop/> – Studijní pomůcky – Překlad k manuálům PIC. Jelikož je možné v současné době koupit levněji kompatibilní mikroprocesor se třemi porty *PIC16F886*, lze z uvedené stránky stáhnout schéma vývojové desky a vzorový zdrojový soubor i pro tento typ. Dále zde najdete české překlady manuálů pro vybrané typy jednočipových mikroprocesorů.

Většina zásad a postupů popsaných v této publikaci má širší platnost. Proto je mohou využívat i zájemci o programování jiných typů jednočipových mikroprocesorů (mikropočítačů), především z rodiny PIC firmy *Microchip*, neboť vnitřní obvody, instrukce a programování jsou obdobné.

Závěrem bych rád poděkoval panu Martinu Herodkovi za rady a pomoc při realizaci publikace.