

David Matoušek

C PRO MIKROKONTROLÉRY PIC

**práce s PIC18F452
a PIC18F1220 v jazyce C**

Praha 2011



David Matoušek

C PRO MIKROKONTROLÉRY PIC – práce s PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C

Bez předchozího písemného svolení nakladatelství nesmí být kterákoli část kopírována nebo rozmnožována jakoukoli formou (tisk, fotokopie, mikrofilm nebo jiný postup), zadána do informačního systému nebo přenášena v jiné formě či jinými prostředky.

Autor a nakladatelství nepřijímají záruku za správnost tištěných materiálů. Předkládaná zapojení a informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Veškerá práva vyhrazena.

© Ing. David Matoušek, 2011

© Nakladatelství BEN – technická literatura, Věšínova 5, Praha 10

David Matoušek:

C pro mikrokontroléry PIC práce s PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C

BEN – technická literatura, Praha 2011

1. vydání

EAN 9788073004132

ISBN 978-80-7300-413-2 (tištěná kniha)

978-80-7300-414-9 (elektronická kniha v PDF)

OBSAH

1	ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI	13
2	MINIMÁLNÍ SOFTWARE A HARDWAROVÉ VYBAVENÍ	19
2.1	Instalace MPLAB IDE	20
2.2	Instalace MCC18	20
2.3	Instalace PICKit 2	21
2.4	Vývojový kit PICKit 2	21
2.5	PKIT1220	21
2.6	PKIT452	24
2.7	M8LED	27
2.8	Propojovací kablíky	29
2.9	Otestování funkce testovacích desek programem PICKit 2	29
3	PRVNÍ PŘÍKLAD	31
3.1	Založení nového projektu	32
3.2	Příklad č. 1 – blikání LED	35
3.3	Poznámky	38
4	VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍ PORTY	39
4.1	Obecný pohled	40
4.2	Port A	41
4.3	Port B	44
4.4	Port C	47
4.5	Port D	47
4.6	Port E	48
5	ÚVOD DO PROGRAMOVÁNÍ V JAZYCE C	51
5.1	Základní pojmy programování v jazyce C	53
5.2	Základní datové typy jazyka C51	54
5.3	Podmíněný příkaz – if	55
5.4	Základní operátory	56
6	POUŽITÍ PODMÍNĚNÉHO PŘÍKAZU A POLE	59
6.1	Příklad č. 2 – zobrazení číselné řady podmíněným příkazem	60
6.2	Datový typ pole	63
6.3	Příklad č. 3 – zobrazení číselné řady polem	64
7	POUŽITÍ FUNKCÍ	67
7.1	Funkce	68
7.2	Přípravek M7SEGBUF – 7segmentový displej	69

7.3	Příklad č. 4 – zobrazení řady číslic 0 až 9 pomocí funkcí	71
8	OSCILÁTOR A JEHO KONFIGURACE	73
8.1	Varianty oscilátoru	74
8.2	Krystalové oscilátory a keramické rezonátory	74
8.3	HSPLL	75
8.4	Vstup vnějších hodin	75
8.5	RC oscilátor	76
8.6	Blok vnitřního oscilátoru (pouze u PIC18F1220)	77
8.7	Zdroje hodin a přepínání oscilátoru	78
8.8	Vliv režimů snížené spotřeby na zabudovaný oscilátor	81
8.9	Zpoždění při připojení napájení	82
9	JEDNOTKA TIMER0	83
9.1	Operace	85
9.2	Předdělička	85
9.3	Přerušení	86
9.4	Operace 16bitové šíře	86
9.5	Bitové operace	87
9.6	Příklad č. 5 – blikání LED časované pomocí Timer0	89
9.7	Příklad č. 6 – běžící světlo časované pomocí Timer0	92
10	PŘERUŠENÍ	95
10.1	Registry INTCON	99
10.2	Registry PIR	101
10.3	Registry PIE	103
10.4	Registry IPR	105
10.5	Registr RCON	106
10.6	Podrobnější pohled na nejdůležitější přerušení	107
10.7	Zápis obsluhy přerušení v jazyce C	107
10.8	Příklad č. 7 – blikání LED přes přerušení	108
11	OBSLUHA DISPLEJE S ČASOVÝM MULTIPLEXEM	111
11.1	Přípravek MDYNDSP	112
11.2	Obsluha přípravku MDYNDSP	114
11.3	Paměťová třída static	115
11.4	Příklad č. 8 – řízení MDYNDSP	116
12	A/D PŘEVODNÍK	119
12.1	Základní vlastnosti	120
12.2	Vnitřní stavba	123
12.3	Nabíjecí prodleva	125

12.4	Referenční vstupy VREF+ a VREF–	126
12.5	Výběr automatické nabíjecí prodlevy u PIC18F1220	127
12.6	Výběr hodin pro A/D převodník	127
12.7	Operace v režimech snížené spotřeby u PIC18F1220	127
12.8	Konfigurace analogových vstupů	128
12.9	A/D převod	128
12.10	Spouštění přes CCP1 resp. CCP2	130
12.11	Přípravek MADTEST	130
12.12	Příklad č. 9 – test A/D převodníku	131
13	POKROČILÉ ŘÍDICÍ PŘÍKAZY, BITOVÁ POLE	133
13.1	Cykly	134
13.2	Přepínač	135
13.3	Příklad č. 10 – řízení M7SEGBUF pomocí příkazu switch	136
13.4	Datové typy struktura, sjednocení a bitové pole	138
13.5	Příklad č. 11 – použití bitových polí	140
13.6	Příklad č. 12 – úprava příkladu č. 11	142
14	JEDNOTKY TIMER1 AŽ TIMER3	145
14.1	Timer1	146
14.2	Timer2	149
14.3	Timer3	151
14.4	Parametry vnějšího hodinového signálu	154
14.5	Příklad č. 13	155
15	LCD A JEHO OBSLUHA	159
15.1	Řádkové LCD	160
15.2	Přípravek MLCD	163
15.3	Příklad č. 14	164
15.4	Funkce printf	168
15.5	Modulární programování	169
15.6	Příklad č. 15	171
16	POUŽITÍ JEDNOTKY TIMER1	177
16.1	Měření kmitočtu, periody a střidy	178
16.2	Přípravek MRX555	179
16.3	Příklad č. 16	181
16.4	Přípravek MXTALCCP	183
16.5	Příklad č. 17	185
17	JEDNOTKY CCP U PIC18F452	189
17.1	Základní vlastnosti	190
17.2	Režim Capture	191

17.3	Režim Compare	193
17.4	Režim PWM	195
17.5	Příklad č. 18	198
17.6	Příklad č. 19	200
17.7	Přípravek MLEDSW	201
17.8	Příklad č. 20	203
17.9	Příklad č. 21	205
18	JEDNOTKA ECCP U PIC18F1220	207
18.1	Základní vlastnosti	208
18.2	Režim Capture	209
18.3	Režim Compare	210
18.4	Rozšířený režim PWM	212
18.5	Přípravek MBRIDGE	220
18.6	Příklad č. 22	223
19	JEDNOTKA MSSP U PIC18F452 – REŽIM SPI	225
19.1	Základní vlastnosti	226
19.2	Režim SPI	226
19.3	MCP4921 – D/A převodník s SPI sběrnici	232
19.4	Přípravek MSPIDAC	234
19.5	Redukce MSSP_452	236
19.6	Příklad č. 23	237
20	JEDNOTKA MSSP U PIC18F452 – REŽIM I²C	241
20.1	režim I ² C	242
20.2	Režim Master	245
20.3	TC1320 – D/A převodník sE sběrnici I ² C	254
20.4	Přípravek MTC1320	255
20.5	Přípravek M8DIP	257
20.6	Příklad č. 24	258
20.7	Přípravek MI2CEXP	260
20.8	Příklad č. 25	263
21	JEDNOTKA USART U PIC18F452	269
21.1	Základní vlastnosti	270
21.2	Generátor přenosové rychlosti	272
21.3	Asynchronní režim	272
21.4	Synchronní režim	275
21.5	Přípravek MLCDGEN	275
21.6	Redukce USART_452	281
21.7	Příklad č. 26	282

22	JEDNOTKA EUSART U PIC18F1220	285
22.1	Základní vlastnosti	286
22.2	Generátor přenosové rychlosti	289
22.3	Asynchronní režim	291
22.4	Redukce EUSART_1220	294
22.5	Příklad č. 27	295
22.6	Synchronní režim	299
22.7	Redukce MWIRE_1220	300
22.8	Příklad č. 28.....	301
23	DETEKTOR PODPĚTÍ (LVD)	305
23.1	Základní vlastnosti	306
23.2	Operace	308
23.3	Použití v režimu Sleep	308
23.4	Vliv resetu	308
24	ZVLÁŠTNÍ RYSY MIKROKONTROLÉRU PIC18F452	309
24.1	Konfigurační bity	310
24.2	Jednotka WDT	317
24.3	Režim snížené spotřeby (Sleep)	318
25	ZVLÁŠTNÍ RYSY MIKROKONTROLÉRU PIC18F1220	321
25.1	Konfigurační bity	322
25.2	Jednotka WDT	329
25.3	Dvourychlostní start-up	330
25.4	Fail-Safe Clock Monitor	330
25.5	Režimy pro řízení spotřeby	331
26	RESET	337
26.1	POR (Power-on Reset)	340
26.2	PWRT (Power-up Timer)	341
26.3	OST (Oscillator Start-up Timer)	341
26.4	PLL Lock Time-out	341
26.5	BOR (Brown-out Reset)	342
26.6	Time-out sekvence	342
27	ORGANIZACE PAMĚTI	345
27.1	Organizace programové paměti	346
27.2	Zásobník pro návratové adresy	346
27.3	Rychlý zásobník pro registry	346
27.4	Organizace datové paměti	346
27.5	Stavový registr STATUS	347

28	DATOVÁ PAMĚŤ EEPROM	349
28.1	Ovládání	350
28.2	Čtení z datové EEPROM	351
28.3	Zápis do datové EEPROM	351
28.4	Verifikace zápisu	351
28.5	Ochrana proti nežádoucímu zápisu	352
28.6	Jak používat datovou EEPROM	352
28.7	Příklad č. 29	352
PŘÍLOHA A	355	
	Základní pojmy číslicové a mikroprocesorové techniky	355
A.1	Číslicový systém, logické hradlo, dvouhodnotová logika	356
A.2	Sekvenční logické obvody	360
A.3	Paměti a jejich typy	363
A.4	Sériový přenos dat	364
A.5	WDT	365
LITERATURA	366	
PŘEHLED PŘÍPRAVKŮ	367	
PLOŠNÉ SPOJE	367	

PŘEDMLUVA

Kniha je věnována popisu a praktickým aplikacím mikrokontrolérů **PIC18F452** a **PIC18F1220** v jazyce C.

První kapitola uvádí základní vlastnosti obou typů mikrokontrolérů včetně stručného popisu jednotlivých zabudovaných periférií.

Ve druhé kapitole jsme seznámeni s minimálními požadavky na programování. Je tady uvedena instalace potřebných programů, popsány vývojové desky **PKIT452** a **PKIT1220** a jednoduchý přípravek se svítivými diodami **M8LED**.

Následuje třetí kapitola, kde je předvedeno vytvoření prvního příkladu – blikání LED.

Čtvrtá kapitola popisuje vstupně/výstupní porty, tedy jejich počet, alternativní funkci vývodů a konfiguraci.

V páté kapitole jsme seznámeni se základy jazyka C, obecnou strukturou programu, datovými typy, podmíněným příkazem a základními operátory.

Šestá kapitola ukazuje používání podmíněného příkazu a pole pro dekódování stavů před zobrazením.

Sedmá kapitola se zabývá funkcemi, jejich zápisem a použitím. Použití je předvedeno na ovládání přípravku **M7SEGBUF** (7segmentovka s budičem).

Následuje osmá kapitola, která popisuje konfiguraci hodinových zdrojů. Dozvíme se, že mikrokontroléry mohou kromě klasického krystalu používat rozličné zdroje taktovacích impulsů.

Kapitola devět popisuje jednotku **Timer0**. Jako praktické příklady použití jsou uvedeny: blikání LED řízené časovačem a běžící světlo.

Kapitola deset popisuje používání přerušovacího systému (přerušení je velmi důležité pro obsluhu zabudovaných periférií, hlavně časovačů). Je vysvětlen způsob obsluhy přerušení v jazyce C na příkladu blikání LED přes přerušení – na pozadí běžícího programu.

V kapitole jedenáct se seznámíme s řízením displeje s časovým multiplexem, přípravku **MDYNDSP** (pochopitelně přes obsluhu přerušení časovače).

Následuje kapitola dvanáct, která ukazuje použití A/D převodníku. Pomocí přípravku **MADTEST** lze nastavit vstupní napětí a v příkladu ukážeme jeho převod na číslo a následné zobrazení.

Kapitola třináct seznamuje s pokročilými řídicími příkazy jako jsou cykly a přepínač, dále je ukázáno použití struktury a sjednocení například pro snazší přístup k jednotlivým bitům řídicích registrů.

V kapitole čtrnáct je uveden popis jednotek **Timer1** až **Timer3**, tedy dalších čítačích/časovacích jednotek.

Kapitola patnáct předvádí 4bitovou komunikaci s řádkovým LCD na přípravku **MLCD**. Jsou vytvořeny funkce pro řízení LCD a je předvedeno jejich použití. Následně je popsána funkce **printf**, která dokáže usnadnit výpisy číselných údajů a je předvedeno její přesměrování na displej. Pro větší univerzálnost jsou ovládací funkce umístěny do zvláštní jednotky nazvané **MLCD**.

Následuje kapitola šestnáct, která vysvětluje praktické aspekty měření kmitočtu, periody a střídy. Tyto informace jsou pak zužitkovány při používání přípravku **MRX555** – astabilního klopného obvodu s NE555. Tento obvod dovoluje převádět kapacitu nebo odpor na kmitočet resp. časový interval. Uvedený příklad pak ukazuje měření

kmitočtu. Dále je popsán přípravek **MXTALCCP**, který umožní předvést realizaci zdroje reálného času pomocí hodinkového krystalu a jednotky Timer1.

Kapitola sedmnáct popisuje jednotku **CCP** – Capture/Compare/PWM a její použití u mikrokontroléru PIC18F452. Prakticky jsou předvedeny příklady: odměr trvání log. 0 pomocí záchytného registru, generování periodického signálu pomocí výstupního komparátoru, realizace monostabilního klopného obvodu a změna střídy pomocí PWM.

Kapitola osmnáct je zaměřena na popis jednotky **ECCP** (vylepšené CCP jednotky) a její použití u mikrokontroléru PIC18F1220. Přípravek **MBRIDGE** dovoluje využít 4kanálový PWM režim pro můstkové řízení otáček stejnosměrného motoru oběma směry.

V kapitolách devatenáct a dvacet se seznámíme s režimy **SPI** a **I²C** jednotky **MSSP** mikrokontroléru PIC18F452. Pomocí SPI sběrnice je řízen sériový D/A převodník MCP4921 v přípravku nazvaném **MSPIDAC**. Pomocí sběrnice **I²C** je řízen sériový D/A převodník **TC1320** (v přípravku **MTC1320**) a dále expandér **MCP23016** (v přípravku **MI2CEXP**).

Kapitola dvacetjedna popisuje jednotku **USART** mikrokontroléru PIC18F452. V asynchronním režimu je pak ukázáno ovládání přípravku **MLCDGEN**, což je LCD vybavený přijímačem sériové linky. Tak se tedy ukazuje vysílání pomocí sériového portu. Přípravek **MLCDGEN** je uveden ve dvou cenových variantách, které se liší počtem znaků zobrazitelných v jednom řádku (dražší varianta 2 řádky po 16 znacích a levnější varianta se 2 řádky po 8 znacích). Pro zjednodušení výstupních operací je opět použita funkce **printf**.

Kapitola dvacetdva popisuje jednotku **EUSART** mikrokontroléru PIC18F1220. První příklad ukazuje měření kmitočtu z přípravku **MRX555** a zobrazení na **MLCDGEN** (opět komunikujeme sériovou asynchronně řízenou linkou). Druhý příklad ukazuje přestavení jednotky EUSART do synchronního režimu pro emulaci sběrnice SPI, prakticky je ukázána komunikace se sériovým D/A převodníkem **MCP4921**.

Následuje kapitola dvacettři, která popisuje jednotku **LVD** – detektor podpětí.

Kapitoly dvacetčtyři a dvacetpět jsou věnovány zvláštním rysům obou typů mikrokontrolérů. Jedná se o popis konfiguračních registrů (umožní řídit volbu hodinového zdroje, WDT a podobně). Následuje popis jednotky WDT (Watchdog) a režimů pro řízení spotřeby. Rovněž jsou popsány jednotky dvourychlostního start-upu a monitoru výpadku hodin, kterými disponuje mikrokontrolér PIC18F1220.

V kapitole dvacetšest jsou popsány jednotlivé zdroje resetu, jako jsou: reset při připojení napájecího napětí, časovač náběhu napájecího napětí, startovací časovač oscilátoru, reset při podpětí.

Kapitoly dvacetsedm a dvacetosm seznamují s organizací paměti a používání datové EEPROM.

Příloha A vysvětluje základní pojmy číslicové a mikroprocesorové techniky začínajícím. Věnuje se tedy výkladu logických hradel, základních sekvenčních obvodů, pamětí a sériového přenosu.

CO NAJDETE NA DOPROVODNÉM CD-ROM

Adresář **DOKUMENTACE** obsahuje především popis mikrokontrolérů PIC18F452 a PIC18F1220 a většiny součástek, které byly použity v knize.

Adresář **FOTO** dokumentuje fotografiemi konstrukci všech přípravků. Každý přípravek je vyfotografován z několika pohledů.

Adresář **PROGRAMY** obsahuje zdrojové texty všech 29 příkladů, které jsou uvedeny v knize.

Adresář **SOFTWARE** obsahuje instalační soubory pro MPLAB IDE, PICKIT 2 a překladače MCC18.

Adresář **SPOJE** obsahuje podklady pro výrobu plošných spojů přípravků uvedených v knize.

