

David Matoušek

APLIKACE MIKROKONTROLÉRŮ PIC32MX

Praha 2014



David Matoušek

Aplikace mikrokontrolérů PIC32MX

Recenzent Bohumil Brtník

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. Předkládané informace jsou zveřejněny bez ohledu na případné patenty třetích osob. Nároky na odškodnění na základě změn, chyb nebo vynechání jsou zásadně vyloučeny.

Všechny registrované nebo jiné obchodní známky použité v této knize jsou majetkem jejich vlastníků. Uvedením nejsou zpochybněna z toho vyplývající vlastnická práva.

Veškerá práva vyhrazena

© David Matoušek, 2014

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

David Matoušek: Aplikace mikrokontrolérů PIC32MX

BEN – technická literatura, Praha 2014

1. vydání

ISBN 978-80-7300-504-7 (tištěná kniha)

ISBN 978-80-7300-505-4 (elektronická kniha v PDF)

Obsah

1	Úvod do mikrokontrolérů PIC32MX.....	1-1
1.1	Základní vlastnosti.....	1-1
1.2	PIC32MX130F064-I/SP.....	1-2
1.3	PICKit 3 a vývojová deska PIC32MXBOARD.....	1-3
2	Konfigurace oscilátoru.....	2-1
2.1	Základní vlastnosti.....	2-2
2.2	Registry OSCCON, OSCTUN, REFOCON, REFOTRIM.....	2-3
2.3	Soubor PIC32ConfigSet.pdf.....	2-7
2.4	Funkce SYSTEMConfig.....	2-9
3	Vstupně/výstupní porty.....	3-1
3.1	Paralelní vstupně/výstupní porty (PIO).....	3-2
3.2	Registry CLR, SET, INV.....	3-4
3.3	Výběr vývodu periferie (PPS).....	3-4
3.4	Funkce z knihovny PLIB.....	3-7
4	Programová obsluha vstupně/výstupních portů.....	4-1
4.1	Přípravek M8LED.....	4-1
4.2	PROG_01 – od založení projektu k naprogramování procesoru.....	4-1
4.3	PROG_02 – 16bitové operace na portu B.....	4-6
4.4	Ikony rychlé volby pro příkazy překladu a ladění.....	4-8
5	Jednotka Timer1.....	5-1
5.1	Popis činnosti.....	5-1
5.2	Popis registrů.....	5-2
5.3	PROG_03 – použití jednotky Timer1 pro hw časování.....	5-4
6	Přerušovací systém.....	6-1
6.1	Popis činnosti.....	6-1
6.2	Registry.....	6-4
6.3	Symboly, funkce a makra.....	6-7
6.4	PROG_04 – použití přerušování jednotky Timer1.....	6-7
7	Ošetření digitálních vstupů.....	7-1
7.1	Přípravek MDYNDSP – dynamický displej.....	7-1
7.2	Přípravek MROTSW – rotační spínač se středovým tlačítkem.....	7-2
7.3	PROG_05 – obsluha MROTSW v programové smyčce.....	7-3
7.4	PROG_06 – obsluha MROTSW pomocí přerušování časovače.....	7-8
7.5	Detaily k jednotce CN a obsluze přerušování.....	7-12
7.6	PROG_07 – obsluha MROTSW pomocí notifikace změny vstupů.....	7-12
8	Jednotky Timer2/3 a Timer4/5.....	8-1
8.1	Popis činnosti.....	8-1
8.2	Popis registrů.....	8-3
8.3	Přípravek MRX555 – generátor obdélníkového signálu.....	8-5
8.4	PROG_08 – měření kmitočtu v 16bitovém režimu.....	8-5
8.5	PROG_09 – měření kmitočtu v 32bitovém režimu.....	8-9
9	Jednotky Output Compare (OC).....	9-1
9.1	Popis činnosti.....	9-1
9.2	Popis registrů.....	9-1
9.3	Popis režimů.....	9-3
9.4	PROG_10 – použití režimu PWM.....	9-6
10	Jednotky Input Capture (IC).....	10-1
10.1	Popis činnosti.....	10-1
10.2	Popis registrů.....	10-2
10.3	PROG_11 – měření periody.....	10-4
10.4	PROG_12 – měření šířku impulzu.....	10-7

11	A/D převodník.....	11-1
11.1	Popis činnosti.....	11-1
11.2	Popis registrů.....	11-2
11.3	Použitelné analogové vstupy.....	11-7
11.4	MADTEST – regulátor napětí pro analogový vstup.....	11-8
11.5	PROG_13 – automatické spouštění.....	11-8
11.6	PROG_14 – spouštění přes Timer3.....	11-11
12	Jednotky SPI.....	12-1
12.1	Popis činnosti.....	12-1
12.2	Popis registrů.....	12-1
12.3	Funkce pro ovládání SPI.....	12-8
12.4	Konfigurace vývodů.....	12-9
12.5	Integrovaný obvod MCP4921.....	12-9
12.6	Přípravek MSPIDAC – 12bitový D/A převodník se sběrnici SPI.....	12-11
12.7	PROG_15 – ověření funkce SPI.....	12-11
12.8	PROG_16 – generátor signálu.....	12-14
12.9	Přípravek MSPILCD – LCD displej s SPI sběrnici.....	12-16
12.10	PROG_17 – ověření funkce přípravku MSPILCD.....	12-20
A	Příloha – podklady pro výrobu přípravků.....	A-1
A.1	Vývojová deska PIC32MXBOARD.....	A-1
A.2	Přípravek M8LED – osmice LED.....	A-3
A.3	MDYNDSP – dynamický displej.....	A-4
A.4	MROTSW – rotační spínač se středovým tlačítkem.....	A-6
A.5	MRX555 – generátor obdélníkového signálu.....	A-7
A.6	MADTEST – regulátor napětí pro analogový vstup.....	A-9
A.7	MSPIDAC – 12bitový D/A převodník s SPI sběrnici.....	A-10
A.8	MSPILCD – LCD displej s SPI sběrnici.....	A-11

Přehled uváděných příkladů:

PROG_01 – programové blikání LED.

PROG_02 – 16bitové běžící světlo na portu B.

PROG_03 – blikání LED s odměrem času pomocí jednotky Timer1.

PROG_04 – blikání LED pomocí přerušení jednotky Timer1.

PROG_05 – obsluha rotačního spínače v programové smyčce.

PROG_06 – obsluha rotačního spínače pomocí přerušení časovače.

PROG_07 – obsluha rotačního spínače pomocí notifikace změny vstupů.

PROG_08 – měření kmitočtu v 16bitovém režimu čítače.

PROG_09 – měření kmitočtu ve 32bitovém režimu čítače.

PROG_10 – generování PWM signálu.

PROG_11 – měření periody impulzu vnějšího signálu.

PROG_12 – měření šířky impulzu vnějšího signálu.

PROG_13 – automatické spouštění A/D převodu.

PROG_14 – spouštění A/D převodu řízené jednotkou Timer3.

PROG_15 – ověření funkce jednotky SPI pomocí D/A převodníku MCP4921.

PROG_16 – generování harmonického signálu pomocí SPI a MCP4921.

PROG_17 – výpis textu na řádkovém LCD, který je připojen přes SPI.

Obsah doprovodného CD-ROM (ke stažení na www.ben.cz):

INSTALACE – instalační soubory pro MPLABX verze 1.85 a XC32 verze 1.21,

PIC32_DOKUMENTACE – dokumentace k jednotlivým jednotkám mikrokontrolérů řady PIC32,

X32_HELP – soubory nápovědy především k funkcím knihovny PLIB.

PROGRAMY – zdrojové texty jednotlivých příkladů,

SPOJE – podklady pro výrobu desek plošných spojů jednotlivých přípravků v Eagle verze 6.4.

Předmluva

Tato kniha je určena všem zájemcům o programování mikrokontrolérů řady PIC32MX. Důraz je kladen na typ PIC32MX130F064B. V textu jsou interpretovány a formou příkladů předvedeny nejpodstatnější periferie. Knihu pak lze použít pro seznámení s mikrokontroléry PIC32MX a budování složitějších aplikací.

Předpokládá se, že čtenář má znalosti programovacího jazyka C a orientujete se v základních pojmech mikroprocesorové techniky. Jako doporučenou literaturu pro seznámení s architekturou PIC lze uvést: „C pro mikrokontroléry PIC – Práce s mikrokontroléry PIC18F452 a PIC18F1220 v jazyce C“ z produkce BEN – technická literatura.

První kapitola popisuje základní vlastnosti mikrokontrolérů PIC32MX, rozmístění vývodů na pouzdře a konstrukci vývojového kitu založeného na použití vývojového nástroje PICkit 3.

Ve druhé kapitole se seznámíme s konfigurací oscilátoru a s možností konfigurace oscilátorového systému.

Třetí kapitola je věnována použití vstupně/výstupních portů. Je zmíněna konfigurace analogových a digitálních vývodů, notifikace změny vstupu, možnosti registrů CLR, SET a INV. Dále je vysvětlena funkce jednotky PPS (Peripheral Pin Select), které dovoluje mapovat signály periférií na různé vývody mikrokontroléru. Na závěr jsou uvedeny funkce z knihovny PLIB, které se pro ovládání vývodů a ostatních jednotek používají.

Ve čtvrté kapitole je předveden první příklad – programově řízené blikání LED. Druhý program ukazuje konfiguraci portu B pro 16bitové operace na příkladu „běžícího světla“.

Pátá kapitola je stručným popisem jednotky Timer1 (16bitového čítače/časovače). Pro základní představu je předveden příklad blikání LED, kdy je odměr času řešen pomocí časovače.

Šestá kapitola vysvětluje základní pojmy přerušovacího systému. Jako praktický příklad je doplněno blikání LED pomocí přerušování jednotky Timer1.

Sedmá kapitola ukazuje různé varianty ošetření digitálních vstupů. Na příkladu obsluhy rotačního spínače je předvedeno klasické řešení, vzorkování stavu pomocí časovače a použití funkce notifikace změny vstupů.

Osmá kapitola popisuje jednotky Timer2/3 a Timer4/5, které slouží jako 16/32bitové čítače/časovače. Tyto jednotky se rovněž používají ve spojitosti s jednotkami OC a IC. Jako praktické příklady je doplněno měření kmitočtu vnějšího signálu v 16bitovém a 32bitovém režimu.

Devátá kapitola probírá jednotky OC (Output Compare), které slouží pro generování jednorázových impulzů nebo periodické skupiny impulzů. Jako příklad je uvedeno generování PWM signálu.

Desátá kapitola je věnována jednotkám IC (Input Capture), které slouží pro měření periody a šířky impulzů. Příklady předvádějí měření periody a šířky impulzu vnějšího signálu.

Jedenáctá kapitola popisuje 10bitový A/D převodník. Příklady uvádějí možnosti automatického spouštění a spouštění přes jednotku Timer3.

Dvanáctá kapitola popisuje jednotku SPI (sériovou vysokorychlostní směrnicí určenou pro připojování periferních obvodů). Příklady uvádějí ovládání vnějšího 12bitového D/A převodníku typu MCP4921 (ověření funkce a generování periodického signálu). Dále je popsáno připojení klasického 2řádkového displeje pomocí obvodu 74HCT595 a sériové sběrnice včetně krátkého příkladu.

V příloze nalezneme schémata jednotlivých přípravků: **PIC32MXBOARD** (levný vývojový kit pro PIC32MX130F064B-I/SP), **M8LED** (osmice LED), **MDYNDSP** (dynamický displej), **MROTSW** (rotační spínač), **MRX555** (generátor obdélkového signálu), **MADTEST** (regulátor napětí pro analogový vstup), **MSPIDAC** (12bitový D/A převodník s SPI sběrnicí), **MSPILCD** (2řádkový displej s SPI sběrnicí).