

Bohumil BRTNÍK, David MATOUŠEK

MIKROPROCESOROVÁ TECHNIKA

Praha 2011



Tato monografie byla vypracována a publikována s podporou Rozvojového projektu VŠPJ na rok 2011.

Bohumil Brtník, David Matoušek

Mikroprocesorová technika

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.

Autoři 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

© Bohumil Brtník, David Matoušek, 2011

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

Bohumil Brtník, David Matoušek: Mikroprocesorová technika

BEN – technická literatura, Praha 2011

1. vydání

ISBN 978-80-7300-406-4 (tištěná kniha)

ISBN 978-80-7300-433-0 (elektronická kniha v PDF)

Obsah

1	Úvod do mikrokontrolérů XMEGA A4	
1.1	AVR jádro	1-5
1.2	Paměti	1-6
2	Vstupně/výstupní porty	
2.1	Používání vstupně/výstupního vývodu	2-1
2.2	Konfigurace vstupně/výstupního vývodu	2-2
2.3	Čtení stavu vstupu.....	2-4
2.4	Registry DIR, OUT, IN, PINnCTRL.....	2-4
2.5	PROG_01 – První příklad.....	2-7
2.6	Další možnosti používání portů	2-9
3	Přerušení a PMIC	
3.1	Úvod.....	3-1
3.2	Operace.....	3-1
3.3	Přerušení.....	3-2
3.4	Úroveň přerušení.....	3-3
3.5	Priorita přerušení	3-3
3.6	Popis registrů	3-4
4	TC – 16bitový čítač/časovač	
4.1	Úvod.....	4-1
4.2	Výběr hodin a událostí.....	4-3
4.3	Dvojitě bufferování	4-4
4.4	Základní operace.....	4-5
4.5	Popis řídicích registrů	4-6
4.6	Vektory přerušení	4-13
4.7	Záchytný kanál	4-13
4.8	Komparační kanál	4-15
5	Základní příklady použití jednotky TC	
5.1	Překrytí vývodů portu generátorem průběhů	5-1
5.2	PROG_02 – Blikání LED přes přerušení	5-1
5.3	PROG_03 – Řízení jasu LED přes PWM	5-3
5.4	PROG_04 – Obdélníkový generátor.....	5-5
6	Rozšíření AWeX a Hi-Res	
6.1	AWeX – Advanced Waveform Extension	6-1
6.2	Hi-Res – High Resolution Extension	6-6
7	DAC – D/A převodník	
7.1	Řídicí registry	7-2
7.2	Přiřazení signálů.....	7-6
7.3	PROG_05 – Sinusový generátor	7-6
8	Systémové hodiny a nastavení hodin	
8.1	Zdroje hodin	8-2
8.2	Výběr systémových hodin a předděliček	8-4
8.3	PLL s násobícím koeficientem 1 až 31	8-4
8.4	DFLL 2 MHz a DFLL 32 MHz	8-5
8.5	Monitor selhání vnějšího hodinového zdroje	8-5
8.6	CLK – Registry pro řízení hodin	8-6
8.7	OSC – Registry pro řízení oscilátoru	8-8
8.8	Registry pro řízení DFLL32M a DFLL2M.....	8-11
8.9	Zápis do chráněných registrů	8-12
8.10	Příklady	8-12

9	Událostní systém	9-1
9.1	Události	9-1
9.2	Síť ERN.....	9-3
9.3	Časování událostí	9-4
9.4	Filtrace	9-4
9.5	Kvadraturní dekodér.....	9-4
9.6	EVSYS – registry událostního systému.....	9-5
9.7	PROG_09 – Měření kmitočtu	9-8
9.8	PROG_10 – kvadraturní dekodér.....	9-10
10	DMAC – Řadič přímého přístupu do paměti	10-1
10.1	Úvod.....	10-1
10.2	DMA – registry DMA řadiče.....	10-4
10.3	DMA.CHn – registry DMA kanálu n.....	10-5
10.4	Vektory přerušení.....	10-10
10.5	PROG_11 – Generování průběhu pomocí DMA, 1. pokus.....	10-10
10.6	PROG_12 – Generování průběhu pomocí DMA, 2. pokus.....	10-13
11	ADC – A/D převodník	11-2
11.1	Vstupy	11-2
11.2	A/D kanály.....	11-4
11.3	Start převodu, hodiny A/D převodníku časování převodu	11-5
11.4	Model A/D vstupu.....	11-7
11.5	Další vlastnosti	11-7
11.6	ADC – Řídicí registry A/D převodníku	11-8
11.7	ADC.CHn – Řídicí registry A/D kanálu n	11-12
11.8	Vývody a vektory přerušení A/D převodníku	11-15
11.9	Příklady použití A/D převodníku	11-16
12	Stručný přehled dalších periférií	
A	Příloha – desky plošných spojů	
A.1	XMEGABOARD	A-1
A.2	M8LED	A-3
A.3	MSVORKY	A-4
A.4	MDAC8	A-5
A.5	MADTEST	A-7

Předmluva

Tato je určena všem zájemcům o programování mikrokontrolérů řady Atmel AVR XMEGA A4. Důraz je kladen na typ ATxmega16A4. V textu jsou interpretovány a formou příkladů předvedeny nejpodstatnější periférie. Knihu pak lze použít pro seznámení s mikrokontrolérem XMEGA a budování složitějších aplikací.

Předpokládá se, že čtenář má znalosti programovacího jazyka C a orientujete se v základních pojmech mikroprocesorové techniky.

První kapitola popisuje základní vlastnosti mikrokontrolérů XMEGA A4, rozmístění vývodů na pouzdře, AVR jádro a paměti.

Ve druhé kapitole se seznámíme se vstupně/výstupními porty a jejich konfigurací.

Třetí kapitola vysvětluje přerušovací systém, úroveň a prioritu přerušení a víceúrovňový řadič přerušení PMIC.

Ve čtvrté kapitole se probírá jednotka TC – 16bitový čítač/časovač, která podporuje funkci záchytného registru, výstupního komparátoru a PWM.

Pátá kapitola předvádí základní příklady použití jednotky TC, komplikovanější příklady jsou zařazeny do kapitoly 9.

Šestá kapitola probírá rozšiřující jednotky AWeX a Hi-Res, které doplňují jednotku TC zejména o možnosti řízení motorů.

Sedmá kapitola popisuje zabudovaný dvoukanálový 12bitový D/A převodník.

Osmá kapitola vysvětluje systém distribuce hodinového signálu a možnosti nastavení hodin. Pro taktování lze používat rozličné zabudované generátory hodin nebo vnější krystalové oscilátory. Násobení kmitočtu je možné pomocí PLL (fázového závěsu).

Devátá kapitola probírá událostní systém. Událostní systém je důležitý pro komplexní techniku časování periférií. Součástí je kvadrurní dekodér, který umožňuje snadno realizovat inkrementální čítač.

Desátá kapitola je věnována DMAC – řadiči přímého přístupu do paměti. DMAC dovoluje provádění přesunů dat mezi perifériemi a pamětí bez spoluúčasti jádra procesoru a tak lze dosahovat mnohem vyšších rychlostí operací.

Jedenáctá kapitola popisuje 12kanálový 12bitový A/D převodník.

Dvanáctá kapitola představuje stručný přehled dalších periférií.

*V příloze nalezneme schéma jednotlivých přípravků: **XMEGABOARD** (levný vývojový kit pro XMEGA A4), **M8LED** (osmice LED), **MSVORKY** (svorky pro připojení k jednotlivým bitům portu), **MDAC8** (vnější 8bitový D/A převodník), **MADTEST** (testovací modulu pro A/D převodník).*

Přehled uváděných příkladů:

PROG_01 – programové blikání LED.

PROG_02 – blikání LED přes přerušení.

PROG_03 – řízení jasu LED přes PWM.

PROG_04 – obdélníkový generátor pomocí výstupního komparátoru.

PROG_05 – sinusový generátor realizovaný zabudovaným D/A převodníkem.

PROG_06 – použití vnitřního oscilátoru 32 MHz.

PROG_07 – použití vnitřního oscilátoru 32 MHz a PLL.

PROG_08 – použití vnějšího krystalu a PLL.

PROG_09 – měření kmitočtu s použitím režimu capture a událostního systému.

PROG_10 – kvadrurní dekodér (inkrementální čidlo pro regulaci napětí).

PROG_11 – generování průběhu pomocí DMA, 1. pokus.

PROG_12 – generování průběhu pomocí DMA, 2. pokus.

PROG_13 – programové spouštění A/D převodu.

PROG_14 – režim volného běhu A/D převodníku s použitím DMA.