

Mikrokontroléry ATMEL AVR programování v jazyce Bascom

Vladimír Váňa

Praha 2004



Vladimír Váňa

Mikrokontroléry ATMEL AVR – programování v jazyce Bascom

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

© Ing. Vladimír Váňa, Praha 2004

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

Vladimír Váňa: Mikrokontroléry ATMEL AVR – programování v jazyce Bascom

BEN – technická literatura, Praha 2004

1. vydání

ISBN 80-7300-115-2

OBSAH

1	O knize	7
2	Prostředí IDE	9
3	Základy jazyka Bascom, jeho příkazy	15
3.1	Základní prvky jazyka Bascom	15
3.2	Klíčová slova v jazyce Bascom	16
3.3	Elementární datové typy	18
3.3.1	<i>Proměnné</i>	18
3.3.2	<i>Deklarace proměnných</i>	19
3.3.3	<i>Konstanty</i>	19
3.4	Výrazy, operátory a operandy	20
3.4.1	<i>Operátory</i>	20
3.4.1.1	<i>Aritmetické operátory</i>	20
3.4.4.2	<i>Logické (bitové) operátory</i>	21
3.4.4.3	<i>Relační operátory</i>	21
3.5	Podprogramy	22
3.5.1	<i>Procedury</i>	23
3.5.2	<i>Funkce</i>	24
3.5.3	<i>Parametry podprogramů, způsoby jejich volání</i>	25
3.6	Příkazy	26
3.6.1	<i>Deklarační příkazy</i>	26
3.6.2	<i>Přiřazovací příkazy</i>	26
3.6.3	<i>Příkazy cyklu</i>	26
3.6.4	<i>Příkazy pro řízení průběhu aplikace</i>	29
3.6.5	<i>Příkazy pro práci s RS-232</i>	32

3.7	Přetypování	35
3.8	Pole a tabulky dat	36
4	Standardní funkce, knihovní funkce	39
4.1	Standardní funkce	39
4.1.1	<i>Matematické funkce</i>	39
4.1.2	<i>Řetězcové funkce</i>	48
4.1.3	<i>Konverzní funkce</i>	52
4.1.4	<i>Zbývající funkce</i>	55
4.2	Související procedury a funkce	61
5	Další vlastnosti jazyka Bascom	65
5.1	Funkce a procedury pro práci s LCD	65
5.2	Funkce a procedury pro práci s I2C	66
5.3	Použití assembleru a uživatelské knihovny	68
6	Příklady programování v jazyce Bascom	71
6.1	První příklad – blikač	71
6.2	Druhý příklad – řetězce znaků	76
	na displej, knihovna lcd4	76
6.3	Třetí příklad – vyslání řetězce znaků na LCD displej, lcd4busy	78
6.4	Čtvrtý příklad – vyslání řetězce po RS-232	80
6.5	Pátý příklad – ovládání LED pomocí tlačítek	82
6.6	Šestý příklad – připojení maticové klávesnice 4 × 4	84
6.7	Sedmý příklad – připojení klávesnice PC	86
6.8	Osmý příklad – ACD převodník, Voltmetr	90
6.9	Devátý příklad – ovládání LED pomocí časovače s přerušením	91
6.10	Desátý příklad – měřič kmitočtu	93

6.11	Jedenáctý příklad – digitální hodiny	95
6.12	Dvanáctý příklad – připojení TL549 pomocí microWire	101
6.13	Třináctý příklad – sběrnice I²C	105
6.13.1	<i>Zápis dat pomocí sběrnice I²C</i>	<i>107</i>
6.13.2	<i>Čtení dat ze sběrnice I²C.....</i>	<i>109</i>
6.13.1	<i>Ovládání obvodu PLL pomocí sběrnice I²C</i>	<i>111</i>
6.14	Čtrnáctý příklad – SPI	114
6.14.1	<i>SPI master.....</i>	<i>115</i>
6.14.2	<i>SPI slave</i>	<i>117</i>
6.15	Patnáctý příklad – PWM	119
6.16	Šestnáctý příklad – generování zvuků	120
6.16.1	<i>Vyslání znaků SMS v morseovce</i>	<i>120</i>
6.16.2	<i>DTMF.....</i>	<i>121</i>
6.17	Sedmnáctý příklad – funkce GetRC, měřič kapacity	125
6.18	Osmnáctý příklad – servomotor	126
6.19	Devatenáctý příklad – RC5 IR.....	127
6.20	Dvacátý příklad – pokusy s DCF77	129
Závěr		136
Literatura a odkazy na Internetu		137
Knihy BEN TECHNICKÁ LITERATURA		139

CO NAJDETE NA DOPROVODNÉM CD-ROM

Doprovodné CD-ROM obsahuje všechny informace potřebné pro snadnou práci s knihou. Tyto informace lze rozdělit do logických celků, které se nacházejí v oddělených adresářích:

- adresář **BEN** obsahuje off-line verzi www stránek nakladatelství BEN – technická literatura (aktualizováno ke konci listopadu 2003), jejichž součástí je počítačová verze tištěného katalogu – Edičního plánu „zima 2003/2004“ a samostatného přehledu naší produkce „BEN 2003“.
- adresář **DATASHEET** obsahuje dokumentaci ve formátu PDF vybraných integrovaných obvodů a mikrokontrolérů Atmel AVR, které jsou v knize používány. Najdete zde též samorozbalitelný archiv programu Acrobat Reader v několika verzích, který slouží k prohlížení PDF souborů,
- adresář **PRIKLADY** obsahuje zdrojové i přeložené formy všech dvaceti příkladů realizovaných v knize,
- adresář **PROGRAMATOR** obsahuje ovládací sw pro programátor s AT90S1200 podle aplikační poznámky AVR910 firmy ATMEL. Autor knihy jej upravil i pro mikrokontrolér AT90S8535. Zdrojový kód k tomuto programátoru publikoval ATMEL jako AVR910.asm

V programátoru podle aplikační poznámky AVR910 lze AT90S1200 nahradit vývodově kompatibilním AT90S2313, majícím ale dvojnásobnou programovou paměť flash a hardwarový UART. Výhodou je pak možnost použít firmware podporující programování většího počtu typů mikrokontrolérů, než s původním programátorem podle aplikační poznámky AVR910.

- adresář **SW_BASCOM** obsahuje vývojové prostředí včetně překladače z jazyka, který se podobá známému Visual Basicu 6.0. Je produktem firmy MCS Electronics. Omezení je na maximálně 2 kB výsledného kódu (HEX).

Jsou zde dva překladače BASCOMu – jeden pro překlad do kódu ATMEL AVR, druhý pro překlad do kódu pro řadu x51, přičemž oba programy pro tyto dva typy procesorů se liší jen v detailech, daných rozdílností architektur AVR a x51.

- adresář **SW_JINY** obsahuje samostatné složky s volně šířitelnými verzemi nebo demoverzemi vývojového prostředí určeného pro procesory ATMEL AVR.

ATMEL – obsahuje především více verzí vývojového prostředí AVR Studio v3.20, v3.56, v4.07 a v4.08 beta. Všechny verze pracují pod operačním systémem Windows. Starší verze (3.xx) jsme uvedli proto, že pracují téměř na každém PC s prostředím alespoň Windows 95.

Navíc je na CD program WAVRASM v1.30, který rovněž umožňuje kompletní vývoj programů pro ATMEL AVR v assembleru. Pro čtenáře bude jistě i užitečný ovládací program pro programátor ATMEL AVR ISP 3.30.

CVAVR – výborným kompilátorem C pro AVR, včetně vývojového prostředí, je CodeVision AVR. Rovněž tento překladač C lze nainstalovat jako součást AVR Studia. Zdarma je jeho školní verze (CodeVisionAVR C Compiler v1.23.5 Evaluation), jejímž jediným omezením je velikost výsledného kódu do 2 kB.

GNU_C – Kompilátor C, který lze nainstalovat jako součást AVR Studia. Na tento překladač není žádné časové omezení nebo omezení velikosti kódu. Je k dispozici zcela zdarma. Pro jeho užití je pouze nutné dodržet licenci GNU.

PASCAL – ideální prostředek pro programování, jedná se o školní verzi produktu (demo) německé firmy E-LAB Computers. Omezení je na maximálně 4 kB výsledného kódu (HEX), což pro většinu aplikací stačí. V assembleru to představuje cca 6000 řádků kódu.

O KNIZE

Pracovním nástrojem profesionálních programátorů „velkých“ počítačů je v současné době většinou jazyk C, či některý jazyk z něj vycházející – C++, Java, C# apod. Rovněž při programování jednočipových mikropočítačů či mikrokontrolérů si jazyk C našel své místo jako jazyk profesionálů.

S rozšířením osobních počítačů a to jak osmibitových, tak později i počítačů PC, se brzy objevila potřeba uživatelů, kteří nebyli profesionálními programátory, mít nějaký jednoduchý programovací jazyk. Takovým typickým uživatelem byl profesionál mimo IT, např. chemik či strojař, který si chtěl sám napsat nějaký program obsahující strojařské či chemické výpočty. Potřeby těchto uživatelů byly vyslyšeny vytvořením jazyka Basic. V začátcích své existence byl obyčejně implementován jako interpretační překladač. Často byl i součástí operačního systému. Typickými představiteli počítačů obsahujících Basic jako základní jazyk a OS byly počítače jako ZX Spectrum, TRS-80, VideoGenie či Apple II. To vedlo ještě k větší oblibě jazyka Basic. Poté, co firma IBM svůj první PC vybavila operačním systémem DOS firmy Microsoft a s ním automaticky i Qbasic, se obliba Basicu mezi neprofesionálními programátory ještě více rozšířila. Brzy poté, co Microsoft přišel s Windows, nabídl i nový vývojový nástroj pro tvorbu programů pro Windows – Visual Basic. I ten se brzy rozšířil a podle některých statistik ho používá největší počet programátorů windowsovských aplikací.

Úspěch Qbasicu i Visual Basicu inspiroval v roce 1995 Marka Albertse k vytvoření nového programovacího jazyka, pojmenovaného Bascom, umožňujícího i začátečníkům napsat program pro jednočipové mikropočítače a mikrokontroléry. Tento program produkuje firma MCS electronics ve dvou implementacích – Bascom 51 pro mikrokontroléry kompatibilní s již klasickými I8051 a Bascom AVR pro RISCové mikrokontroléry ATMEL AVR.

Syntaxe i vývojové prostředí jazyků BASCOM 51 a BASCOM AVR se liší jen v detailech daných rozdílnou architekturou obou řad mikrokontrolérů. Tato syntaxe je velice blízká jazyku Basic, takže je zvládnutelná i začátečníkem. Pro první kroky

v programování mikrokontrolérů v jazyce Bascom je určena i demo verze, poskytovaná firmou MCS electronics. Proti profesionální verzi je demo verze omezena délkou výsledného kódu 2 kB. Demo verzi Bascomu AVR jsem také používal při odlaďování příkladů uváděných v této knize, která je ostatně určena především začátečníkům.