

**David Matoušek**

**PRÁCE  
S MIKROKONTROLÉRY  
ATMEL AT89S8252  
2. díl**

Praha 2002



*Komerční využití stavebních návodů je povoleno jen s písemným souhlasem autora a nakladatelství. Soubory na doprovodném CD ROM nejsou volně šiřitelné.*

---

David Matoušek

## **PRÁCE S MIKROKONTROLÉRY ATMEL AT89S8252**

### **2. díl**

Recenze: Jiří Kopelent

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, 2002

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

David Matoušek:

Práce s mikrokontroléry Atmel AT89S8252

2. díl

BEN – technická literatura, Praha 2002

1. vydání

**ISBN 80-7300-066-0**

# OBSAH

<b>CO NAJDETE NA DOPROVODNÉM CD .....</b>	<b>7</b>
<b>1 ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
1.1 Základní pojmy – terminologie .....	12
1.2 Standardní registry a jejich význam .....	15
<b>2 ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI AT89S8252 .....</b>	<b>17</b>
2.1 Popis vývodů .....	21
2.2 Programování zabudované paměti .....	25
2.2.1 Zamykací bity .....	26
2.2.2 Paralelní programování Flash a E <sup>2</sup> PROM .....	26
2.2.3 Sériový download .....	26
2.3 Charakteristické a mezní údaje .....	30
2.4 Značení a pouzdra .....	32
2.5 Problém s revizí S .....	32
<b>3 PROGRAMÁTOR A VÝVOJOVÝ KIT PRO AT89S8252 .....</b>	<b>33</b>
3.1 SDK8252 – Programátor a vývojový kit v jednom! .....	34
3.1.1 Schéma zapojení .....	34
3.1.2 Výkres desky plošných spojů .....	36
3.1.3 Testovací a oživovací program SDK8252.EXE .....	38
3.1.4 Propojovací kabel .....	41
3.1.5 Propojovací „kablíky“ .....	42
3.2 Oživení desky SDK8252 .....	42
3.3 Komplexní programátor AT8252 .....	43
3.4 Nabídka pro začátečníky .....	43
<b>4 PROGRAMÁTORSKÝ MODEL AT89S8252 .....</b>	<b>45</b>
4.1 Rozdělení paměťového prostoru .....	46
4.2 Základní registry .....	51
4.3 Banky registrů R0 až R7 .....	54
<b>5 INSTRUKČNÍ SOUBOR .....</b>	<b>55</b>
5.1 Operandy instrukcí .....	56
5.2 Typy skoků .....	57
5.3 Zavedené symboly .....	58

5.4	Přesuny dat .....	59
5.5	Bitové operace .....	61
5.6	Skoky a větvení programu .....	61
5.7	Instrukce pro podporu podprogramů .....	62
5.8	Logické operace .....	63
5.9	Aritmetické operace .....	65
5.10	Prázdná instrukce – časování .....	70
5.11	Instrukce versus porty .....	70
5.12	Vedlejší efekty instrukcí .....	70
<b>6</b>	<b>ASSEMBLER ASM51 A VÝVOJOVÉ PROSTŘEDÍ AT8252 .....</b>	<b>73</b>
6.1	Základní pojmy při práci s ASM51 .....	74
6.1.1	<i>Symboly</i> .....	74
6.1.2	<i>Návěští</i> .....	75
6.1.3	<i>Bitové adresování</i> .....	75
6.1.4	<i>ASCII literály</i> .....	75
6.1.5	<i>Komentář</i> .....	75
6.1.6	<i>Lokační čítač \$</i> .....	75
6.1.7	<i>Čísla a operátory</i> .....	76
6.2	Direktivy (pseudoinstrukce) ASM51 .....	78
6.3	Programy ASM51, HEX2BIN, SIM51ENG .....	83
6.4	Ovládání vývojového prostředí AT8252 .....	83
<b>7</b>	<b>ZÁKLADY POUŽÍVÁNÍ PORTŮ P0 AŽ P3 .....</b>	<b>87</b>
7.1	Vnitřní zapojení portů .....	88
7.2	AT8LEDR – Buzení osmi LED .....	89
7.3	ATDIPSW – Čtení stavu spínačů .....	93
7.4	AT16VV – 16 vstupů a výstupů řízených sériovou sběrnicí .....	96
<b>8</b>	<b>OBVODY SE SBĚRNICÍ I<sup>2</sup>C .....</b>	<b>103</b>
8.1	Základní informace o sběrnici I <sup>2</sup> C .....	104
8.2	SAA1064 – budič LED displeje pro 2/4 segmentovky .....	110
8.2.1	<i>Schéma zapojení</i> .....	111
8.2.2	<i>Čtení stavového bitu PR</i> .....	113
8.2.3	<i>Zápis řídicích a datových bitů</i> .....	113
8.2.4	<i>Diskuze výkonové ztráty</i> .....	115
8.2.5	<i>Přípravky ATSA1064</i> .....	117

<b>8.3</b>	<b>TDA8444 – 8kanálový 6bitový D/A převodník .....</b>	<b>124</b>
8.3.1	<i>Schéma zapojení .....</i>	124
8.3.2	<i>Zápis datových bitů .....</i>	126
8.3.3	<i>Přípravek ATTD8444 .....</i>	127
<b>8.4</b>	<b>PCD3312 – DTMF/modem/generátor tónů .....</b>	<b>133</b>
8.4.1	<i>Schéma zapojení .....</i>	133
8.4.2	<i>Zápis datových bitů .....</i>	134
8.4.3	<i>Přípravek ATPCD3312 .....</i>	136
<b>8.5</b>	<b>PCF8591 – 8bitový A/D a D/A převodník .....</b>	<b>141</b>
8.5.1	<i>Schéma zapojení .....</i>	141
8.5.2	<i>Zápis do D/A převodníku .....</i>	144
8.5.3	<i>Čtení z A/D převodníku .....</i>	145
8.5.4	<i>Přípravek ATPCF8591R .....</i>	145
<b>9</b>	<b>PŘERUŠOVACÍ SYSTÉM A JEHO POUŽITÍ .....</b>	<b>155</b>
9.1	<b>Přerušení (interrupt) .....</b>	<b>156</b>
9.2	<b>ATIBMKBD – připojení klávesnice PC .....</b>	<b>162</b>
<b>10</b>	<b>ČÍTAČE/ČASOVAČE A JEJICH POUŽITÍ .....</b>	<b>179</b>
10.1	<b>Popis čítačů/časovačů 0 a 1 .....</b>	<b>180</b>
10.2	<b>Čítač/časovač 2 .....</b>	<b>183</b>
10.2.1	<i>Registry čítače/časovače 2 .....</i>	183
10.2.2	<i>Režimy čítače/časovače 2 .....</i>	185
10.3	<b>Použití čítačů/časovačů 0 resp. 1 .....</b>	<b>190</b>
10.3.1	<i>Multiplexní displej řízený časovačem 0 (přípravek ATSDYNR) .....</i>	191
10.3.2	<i>Levný 2kanálový 8bitový D/A převodník realizovaný časovačem 0 (přípravek AT2DAC8) .....</i>	200
10.4	<b>Použití čítače/časovače 2 v různých režimech .....</b>	<b>206</b>
10.4.1	<i>Přeladitelný zdroj kmitočtu v rozsahu 91 Hz až 6 MHz; Programovatelný hodinový výstup .....</i>	206
10.4.2	<i>8bitová PWM regulace otáček stejnosměrného motoru (přípravek ATMOTOR); 16bitový auto-reload .....</i>	208
10.4.3	<i>Levný 8bitový A/D převodník (přípravek ATADC8R); Záchytný režim .....</i>	212
10.4.4	<i>Generátor přenosové rychlosti pro sériový kanál .....</i>	216
10.5	<b>Čítač/časovač 0 a 1 není zastaralý! .....</b>	<b>216</b>
<b>11</b>	<b>SÉRIOVÝ KANÁL A JEHO POUŽITÍ .....</b>	<b>221</b>
11.1	<b>Režimy sériového kanálu (portu) .....</b>	<b>222</b>

11.2	Časovač 2 jako generátor přenosové rychlosti pro sériový kanál .....	224
11.3	Přípravek ATRS232R .....	225
11.4	Sériový port a PC .....	227
11.5	Ovládání sériového portu v operačním systému Windows .....	227
11.6	Příklady použití .....	229
11.6.1	<i>Napájecí zdroj řízený počítačem – přípravek ATZDROJ</i> .....	229
11.6.2	<i>Impulzní generátor do 600 kHz – přípravek ATIMPGEN</i> .....	247
11.6.3	<i>Čítač do 16 MHz – přípravek ATCIT16M</i> .....	255
<b>12</b>	<b>ZBÝVAJÍCÍ RYSY AT89S8252 .....</b>	<b>269</b>
12.1	PCON – registr řízení spotřeby .....	270
12.1.1	<i>Úsporný režim</i> .....	270
12.1.2	<i>POF – příznak připojení napájení</i> .....	271
12.2	Registr WMCOM – ovládání obvodu Watchdog a paměti E <sup>2</sup> PROM .....	272
12.3	Sériový kanál SPI .....	273
12.3.1	<i>SPCR – řídicí registr SPI kanálu</i> .....	276
12.3.2	<i>SPSR – stavový registr SPI kanálu</i> .....	277
12.3.3	<i>SPDR – datový registr SPI kanálu</i> .....	277
12.4	Přípravek SPI8252 .....	278
12.5	Příklady použití .....	280
12.5.1	<i>Indikace znovupřipojení napájení (příznak POF)</i> .....	280
12.5.2	<i>Přechod do režimu Power-down a procitnutí přes přerušení</i> .....	281
12.5.3	<i>Použití obvodu Watchdog</i> .....	283
12.5.4	<i>Zápis do paměti E<sup>2</sup>PROM</i> .....	285
12.5.5	<i>Použití SPI kanálu</i> .....	286
	<b>PŘEHLED PŘÍPRAVKŮ ATMEL .....</b>	<b>289</b>
	<b>PLOŠNÉ SPOJE .....</b>	<b>289</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>290</b>
	<b>INZERCE .....</b>	<b>291</b>
	<b>KNIHY BEN – technická literatura .....</b>	<b>298</b>

## 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 **AT8252** obsahuje především program **AT8252.EXE** pro řízení vývojového kitu **SDK8252**. Dále obsahuje ladící program pro oživení kitu **SDK8252.EXE** a další pomocné programy pro překlad zdrojových kódů,
- adresář **BEN** obsahuje off-line verzi www stránek nakladatelství BEN – technická literatura (aktualizováno ke konci září 2002), jejichž součástí je počítačová verze tištěného katalogu – Edičního plánu „podzim 2002“,
- adresář **DATASHEET** obsahuje dokumentaci vybraných integrovaných obvodů, které jsou v knize používány, ve formátu PDF. Najdete zde též samorozbalitelný archiv programu Adobe Acrobat Reader verze 5.0, který slouží k prohlížení PDF souborů,
- adresář **FOTO** obsahuje, jak sám název napovídá, fotografie hotových přípravků. Každý byl nafocen z několika pohledů, aby byla lépe dokumentována jejich možná stavba,
- adresář **INCLUDE** obsahuje dva INC soubory s definicemi pomocných rutin pro práci se sběrnicí MicroWare a I<sup>2</sup>C.,
- adresář **KATALOG** obsahuje elektronický ceník firmy GM Electronic stažený z Internetu (z konce září 2002) a počítačovou podobu tištěného katalogu v PDF. Aktualizovanou verzi lze získat na URL: <http://www.gme.cz>. Orientační ceny všech součástek byly brány z tohoto katalogu. Navíc byly na CD umístěny informace o programátorech XELTEK,
- adresář **OBECNICE** je off-line podoba www stránek (včetně ceníku) předního českého prodejce obvodů (Zásilková služba ELEKTRONIC OBECNICE), programovacích kitů a programátorů Atmel.
- adresář **PROGRAMY** obsahuje zdrojové i přeložené formy všech programů realizovaných v knize,
- adresář **SPOJE** obsahuje klišé plošných spojů všech přípravků popsaných v knize ve formátu TIF a navíc ve zdrojovém formátu BRD programu EAGLE je verze 2.6, aby si čtenáři případně mohli plošné spoje upravit podle vlastních představ. Některé spoje jsme ještě v redakci dodatečně upravovali (zvětšování úchytných plošek pro součástky, ...), takže finální verze je uložena pouze ve formátu TIF (je shodná s klišé otištěnými v knize).

## O KNIZE

Kniha je zaměřena na popis mikrořadiče **AT89S8252** včetně tří desítek zajímavých aplikací. Řada informací je použitelná i pro jiné mikrořadiče, především pro typ **AT89C2051**.

V úvodu jsou krátce vysvětleny základní pojmy mikroprocesorové techniky. Následuje druhá kapitola, která uvádí základní vlastnosti mikrořadiče **AT89S8252** včetně popisu sériového downloadu (programování přímo v navrhovaném systému). Tyto poznatky jsou zužitkovány ve třetí kapitole, která popisuje konstrukci programátoru spojeného s vývojovým kitem (pro programování a testování počítačů jediná deska plošných spojů). Součástí knihy je i komplexní „oživovací“ program tohoto programátoru. Takže oživení zvládne i začátečník!

Čtvrtá kapitola vysvětluje pojmy spojené s vnitřní a vnější pamětí programu resp. dat a popisuje základní registry mikrořadiče. Pátá kapitola uvádí instrukční soubor a šestá kapitola uvádí možnosti assembleru. Je zde uveden i popis programu **AT8252.EXE**, který slouží k pohodlnému vývoji a programování aplikací pro mikrořadič **AT89S8252**.

Sedmá kapitola popisuje chování portů P0 až P3 a uvádí základní aplikace (připojení osmi LED, připojení osmi spínačů, připojení šestnácti LED a šestnácti spínačů pomocí sériové sběrnice Microware).

Osmá kapitola je věnována obvodům se sběrnici **I<sup>2</sup>C**. Pro popis byly vybrány obvody: **SAA1064** (budič 4místného LED displeje s regulací jasu), **PCD3312** (DTMF generátor), **TDA8444** (8kanálový 6bitový D/A převodník) a **PCF8591** (4kanálový 8bitový A/D převodník spojený s 8bitovým D/A převodníkem). V této kapitole je uvedeno mnoho příkladů použití.

Devátá kapitola popisuje přerušovací systém mikrořadiče. Jeho použití je ukázáno na dvou příkladech připojení klasické klávesnice IBM PC k mikrořadiči **AT89S8252**.

Desátá kapitola uvádí vlastnosti čítačů/časovačů 0 až 2 a doplňuje velmi zajímavé příklady jejich použití (ovládání 4místného displeje s časovým multiplexem pomocí časovače, elektronické stopky, levný D/A převodník, přesný přeladitelný zdroj kmitočtu, PWM regulátor, dvě varianty levného A/D převodníku).

Jedenáctá kapitola se věnuje použití zabudovaného sériového portu. Je uvedeno jednoduché a levné připojení mikrořadiče k sériovému portu počítače (bez nutnosti použít obvod MAX232). Nejdříve je uvedena zajímavá konstrukce počítačem řízeného stabilizovaného zdroje s regulací napětí v rozsahu 0 až 10 V, následuje impulzní generátor pracující do 600 kHz se střídou nastavitelnou v rozsahu 1 : 9 až 9 : 1. Nakonec je uveden čítač pracující do kmitočtu 16 MHz.

Dvanáctá kapitola uvádí pokročilé schopnosti mikrořadiče **AT89S8252** jako jsou: řízení spotřeby, SPI sběrnice, ovládání zabudované paměti E<sup>2</sup>PROM a použití obvodu Watchdog.

Kniha rovněž obsahuje popis konstrukce přípravků (včetně desek plošných spojů) pro všech 30 publikovaných příkladů. Doprovodné CD ROM obsahuje klišé plošných spojů přípravků a zdrojové kódy všech publikovaných příkladů.

# POZNÁMKA KE KNIZE PRÁCE S MIKROKONTROLÉRY ATMEL AT89C2051 1. díl

V [1] byl proveden popis mikrořadičů typu **AT89C2051** včetně instrukčního souboru, možností zápisu programu na úrovni assembleru a velmi zajímavých aplikací.

Vzhledem k tomu, že mikrořadič **AT89S8252** vychází z jádra procesoru 8052 (je odvozen z procesoru 8051), je řada informací stejných jako v [1]. Jedná se především o instrukční soubor. Také některé základní přípravy (AT8LED, ATDIPSW, ATPCF8591) byly z [1] přejaty nebo pouze nepatrně upraveny. Buď se jedná o univerzálně použitelné přípravy nebo jsou uvedeny nové aplikace.

Naproti tomu je v knize publikováno mnoho nových přípravků a příkladů. Dále jsou uvedeny klíčové vlastnosti mikrořadiče **AT89S8252**, programování pomocí sériového downloadu, použití čítače/časovače 2, použití dalších obvodů se sběrnici I<sup>2</sup>C.

Informace, které jsem přejal z [1], byly nutné proto, aby čtenář nemusel současně listovat oběma knihami.

