

**David Matoušek**

# **UDĚLEJTE SI Z PC...**

**užitečný stroj a ovládejte porty ve Windows...**

---

Měření, řízení a regulace pomocí sériového a paralelního portu PC

Komunikace PC s aplikacemi mikrokontrolérů řady AT89C2051

Stavba jednoduchého programátoru mikrokontroléru AT89C2051

## **2. díl**

Praha 2002



## PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat panu Liboru Kubicovi z nakladatelství BEN – technická literatura za cenné připomínky při práci na této knize a také za vydání její knihy.

---

David Matoušek

### **UDĚLEJTE SI Z PC ...**

**... užitečný stroj a ovládejte porty ve Windows...**

#### **2. díl**

Recenzent 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

cover © Libor Kubica, 2002

David Matoušek:

Udělejte si z PC ... užitečný stroj a ovládejte porty ve Windows...

2. díl

BEN – technická literatura, Praha 2002

1. vydání

**ISBN 80-7300-072-5**

# OBSAH

<b>1</b>	<b>OVLÁDÁNÍ PORTŮ V OPERAČNÍM SYSTÉMU WINDOWS .....</b>	<b>9</b>
1.1	Win API zná jen sériový a paralelní port .....	10
1.1.1	<i>Funkce CreateFile .....</i>	11
1.1.2	<i>Funkce WriteFile .....</i>	11
1.1.3	<i>Funkce ReadFile .....</i>	12
1.1.4	<i>Funkce CloseHandle .....</i>	13
1.2	<b>Přímý přístup na porty .....</b>	<b>13</b>
1.2.1	<i>Úvodem .....</i>	13
1.2.2	<i>PortTalk – ovladač vstupně/výstupních portů pro Win NT .....</i>	15
1.2.3	<i>Použití stávajících programů pomocí Allowlo .....</i>	19
1.2.4	<i>Driver – dynamická knihovna pro přístup na porty skrze PortTalk .....</i>	21
<b>2</b>	<b>STRUČNÝ POPIS MIKROKONTROLÉRŮ AT89C2051, AT89S8252 a AT90S2313 .....</b>	<b>25</b>
2.1	<b>Základní vlastnosti mikrokontroléru AT89C2051 .....</b>	<b>26</b>
2.1.1	<i>Význam jednotlivých vývodů .....</i>	26
2.1.2	<i>Zabudovaný sériový kanál .....</i>	29
2.2	<b>Základní vlastnosti mikrokontroléru AT89S8252 .....</b>	<b>32</b>
2.2.1	<i>Význam jednotlivých vývodů .....</i>	34
2.2.2	<i>Čítač/časovač 2 konfigurovaný jako programovatelný hodinový výstup .....</i>	36
2.3	<b>Základní vlastnosti mikrokontrolérů ATMEL AVR .....</b>	<b>37</b>
2.3.1	<i>Mikrokontrolér AT90S2313 .....</i>	37
<b>3</b>	<b>JEDNOTLIVÉ STANDARDY PARALELNÍCH PORTŮ (SPP/EPP/ECP) .....</b>	<b>39</b>
3.1	<b>SPP – Standard Parallel Port .....</b>	<b>40</b>
3.1.1	<i>Přípravek SPPTTEST .....</i>	41
3.2	<b>EPP – Enhanced Parallel Port .....</b>	<b>45</b>
3.2.1	<i>Přípravek EPPTTEST – jednoduchá testovací deska pro EPP .....</i>	47
3.2.2	<i>Přípravek EPP2051 – zjednodušení komunikace pomocí mikrokontroléru AT89C2051 .....</i>	54
3.3	<b>ECP – Extended Capabilities Port .....</b>	<b>64</b>
3.4	<b>Nastavení paralelního portu programem SETUP .....</b>	<b>65</b>

3.5	Zjištění informací o paralelním portu z operačního systému .....	65
3.6	Zvýšení počtu portů pomocí speciální karty .....	66
3.7	Slovo závěrem .....	67
<b>4</b>	<b>PŘÍMÉ ŘÍZENÍ SÉRIOVÉHO PORTU .....</b>	<b>69</b>
4.1	Linky sériového portu s podporou přímého řízení .....	70
4.2	Zajištění programové komunikace .....	71
4.3	RSDEBUG – Ladicí program pro přímé řízení sériového portu ..	72
4.4	Možnosti napájení přímo ze sériového portu .....	77
4.5	Levné převodníky RS-232C – TTL .....	77
4.6	Levný převodník TTL – RS-232C napájený přímo z portu .....	79
4.7	MCP3002 – dvoukanalový 10bitový A/D převodník .....	80
4.7.1	<i>Základní principy činnosti .....</i>	<i>81</i>
4.7.2	<i>Přípravek MCP3002 .....</i>	<i>85</i>
4.7.3	<i>Program MCP3002 .....</i>	<i>87</i>
4.8	93Cx6 – sériové paměti E <sup>2</sup> PROM .....	92
4.8.1	<i>Popis paměti 93C66 .....</i>	<i>92</i>
4.8.2	<i>Přípravek PROG93 .....</i>	<i>94</i>
4.8.3	<i>Ovládací program PROG93 .....</i>	<i>96</i>
4.9	Další aplikace .....	98
<b>5</b>	<b>JEDNODUCHÁ 8BITOVÁ VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍ DESKA .....</b>	<b>99</b>
5.1	Přípravek AT8VV .....	100
5.2	Program pro AT89C2051 .....	102
5.3	Program pro PC .....	105
5.4	Přípravky AT8LED a ATDIPSW opět na scéně .....	113
5.4.1	<i>Přípravek AT8LED .....</i>	<i>113</i>
5.4.2	<i>Přípravek ATDIPSW .....</i>	<i>114</i>
5.5	Otestování funkce .....	116
<b>6</b>	<b>ATPROG 2.1 – PROGRAMÁTOR AT89C2051 ....</b>	<b>117</b>
6.1	Výhody a nevýhody ATPROG 2.1 .....	118
6.2	Popis konstrukce ATPROG verze 2.1 .....	120
6.3	Testovací program ATP2DEBUG.EXE .....	124
6.3.1	<i>Jak programátor s pomocí programu ATP2DEBUG oživíme? .....</i>	<i>125</i>

<b>6.4</b>	<b>Ovládací program pro ATPROG 2.1 .....</b>	<b>125</b>
6.4.1	<i>Základy používání programu ATPROG2.EXE .....</i>	126
<b>6.5</b>	<b>Závěrečné poznámky .....</b>	<b>128</b>
6.5.1	<i>Beta verze .....</i>	128
6.5.2	<i>Autorská práva .....</i>	128
6.5.3	<i>Programovací algoritmus .....</i>	128
<b>7</b>	<b>ZDROJ ŘÍZENÝ POČÍTAČEM .....</b>	<b>129</b>
7.1	Výchozí idea .....	130
7.2	Přípravek ZDROJ .....	131
7.3	Program pro AT89C2051 .....	134
7.4	Program pro PC .....	137
7.5	Oživení zdroje .....	140
<b>8</b>	<b>LEVNÁ MĚŘICÍ DESKA .....</b>	<b>143</b>
8.1	Schéma zapojení MERDESK .....	144
8.2	Program pro AT89C2051 .....	148
8.3	Program pro PC .....	153
8.4	Oživení měřicí desky .....	158
<b>9</b>	<b>ČÍTAČ .....</b>	<b>159</b>
9.1	Schéma zapojení .....	160
9.2	Principy měření kmitočtu .....	164
9.2.1	<i>Přímá metoda .....</i>	164
9.2.2	<i>Nepřímá metoda .....</i>	165
9.3	Program pro AT90S2313 .....	165
9.4	Program pro PC .....	172
9.5	Dosažené výsledky .....	178
9.6	Oživení .....	178
<b>10</b>	<b>PROGRAMOVATELNÝ GENERÁTOR GENER 3.0 .....</b>	<b>179</b>
10.1	Výchozí idea .....	180
10.2	Schéma zapojení .....	180
10.3	Obsahy obvodů GAL16V8D .....	188
10.4	Program pro mikrokontrolér AT89S8252 .....	190

10.5	Ovládací program .....	196
10.6	Struktura souborů DNG .....	199
10.7	Oživení generátoru .....	200
10.8	Návrhy na vylepšení konstrukce .....	201
<b>11</b>	<b>OBVODY FTDI – PŘEVODNÍKY MEZI USB A SÉRIOVÝM RESP. PARALELNÍM PORTEM ....</b>	<b>203</b>
11.1	Základní charakteristiky sběrnice USB .....	204
11.2	Stručný popis obvodu FT8U232AM .....	204
11.3	Dokumentace na doprovodném CD ROM .....	204
11.4	Moduly od firmy ASIX .....	205
11.5	VCP ovladače .....	205
11.6	Obvod FT8U245AM .....	206
11.7	Obvod FT8U100AX .....	206
11.8	Obvod FT232BM (NOVINKA) .....	206
11.9	Další informace .....	206
<b>12</b>	<b>NABÍDKA HOTOVÝCH PŘÍSTROJŮ .....</b>	<b>207</b>
	<b>PŘÍLOHA – KUSOVNÍKY SOUČÁSTEK .....</b>	<b>209</b>
	<b>PŘEHLED PŘÍPRAVKŮ .....</b>	<b>215</b>
	<b>PLOŠNÉ SPOJE .....</b>	<b>215</b>
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>216</b>

## CO V KNIZE NAJDETE

Tato kniha je určena čtenářům, kteří jsou obeznámeni ze základy číslicové techniky a programováním mikrokontrolérů řady 8051 resp. AVR. Jádrem knihy je popis několika elektronických přístrojů, které jsou řízeny sériovým nebo paralelním portem počítače a ovládány programy, které běží na operačních systémech: *Windows 95, Windows 98, Windows NT, Windows 2000, Windows Me nebo Windows XP*. Ovládací programy jsou vytvořeny ve vývojovém prostředí C++ Builder verze 5.0 (popis viz [8], [9] a [10]).

První kapitola uvádí možné způsoby ovládání portů v operačním systému Windows. Kromě klasických možností poskytovaných funkcemi Win API je ukázána *možnost přímého přístupu na porty* (a to i pod Windows NT/2000/XP).

Druhá kapitola uvádí *základní parametry mikrokontrolérů AT89C2051, AT89S8252 a AT90S2313* (podrobný popis viz [2], [3] a [14]) hlavně s ohledem na zabudovaný sériový kanál. Tyto mikrokontroléry jsou pak použity v dalších konstrukcích.

Třetí kapitola je zaměřena na *jednotlivé standardy paralelních portů* (SPP/EPP/ECP) a ukazuje realizaci tří jednoduchých desek ovládaných paralelním portem na úrovni SPP resp. EPP standardu. Tyto informace byly podány v [1] pouze okrajově.

Čtvrtá kapitola uvádí dvě aplikace přímého řízení sériového portu. Jedná se o jednoduché přípravky ve funkci dvoukanalového A/D převodníku a programátoru sériových E<sup>2</sup>PROM typu 93Cx6. Oba přípravky jsou napájeny přímo ze sériového portu.

Pátá kapitola uvádí nejjednodušší aplikaci mikrokontroléru **AT89C2051** ve spojení se sériovým portem. Jedná se o *jednoduchou 8bitovou vstupně/výstupní desku* (může ovládat různá zařízení). V kapitole 8 je konstrukce významně rozšířena.

Šestá kapitola popisuje konstrukci programátoru mikrokontroléru AT89C2051, který je nazván **ATPROG 2.1**.

Další kapitoly (7 až 9) uvádějí aplikace mikrokontroléru AT89C2051. Jedná se o *měřicí desku vybavenou dvěma A/D a D/A převodníky a osmi vstupy/výstupy, zdroj řízený počítačem* pracující v rozsahu 0 až 20 V a *čítač 50 MHz* (s mikrokontrolérem AT90S2313). Všechna tato zařízení jsou ovládána sériovým portem.

Desátá kapitola uvádí značně přepracovanou konstrukci *programovatelného generátoru* z [1]. Jádrem konstrukce je mikrokontrolér **AT89S8252**. Konstrukce je jednodušší a vede na plošný spoj menších rozměrů.

Jedenáctá kapitola zmiňuje vlastnosti obvodů FTDI (konvertorů USB ↔ RS-232).

Poslední kapitola je nabídkou pro méně zkušené konstruktéry. Uvádí možnost objednat naprogramované mikrokontroléry potřebné do zvolených konstrukcí (nemusíte pak vlastnit programátor). Také je možno objednat si již osazené a oživené zařízení.

V knize jsou rovněž publikovány výkresy plošných spojů všech uvedených konstrukcí. Na doprovodném CD ROM naleznete podklady potřebné pro amatérskou výrobu plošných spojů, řídicí programy všech zařízení a katalogové listy použitých součástek.

Příloha obsahuje kusovníky konstrukcí podle katalogu GM electronic.

## 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 2002), jejichž součástí je počítačová verze tištěného katalogu – Edičního plánu „zima 2002/2003“,
- adresář **DATASHEET** obsahuje dokumentaci vybraných integrovaných obvodů, které jsou v knize používány, ve formátu PDF. Jedná se především o standardní součástky použité v konstrukcích a o dokumentaci k obvodům FTDI. 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. Vše v původním návrhu, ještě před finální úpravou spojů autorem a naší redakcí (některé drátové propojky jsme redukovali, některé součástky byly drobně posunuty, ...). Každý přípravek byl nafocen z několika pohledů, aby byla lépe dokumentována jejich možná stavba.

Do shodného adresáře jsme umístili trial verzi prohlížeče ACDSee staženou z Internetu (<http://www.acdsystems.com>):

**ACDSee Classic** (velikost instalačního souboru cca 1,6 MB, minimální požadavky Windows 95/98/Me/NT4/2000, PC 486DX s 32 MB RAM, režim grafického adaptéru s 256 barvami, 4 MB volného místa na pevném disku, vhodný Internet Explorer 4.0 nebo pozdější).

- adresář **KATALOG** obsahuje elektronický ceník firmy GM Electronic stažený z Internetu (z konce listopadu 2002) a počítačovou podobu tištěného katalogu „Součástky pro elektroniku 2002“ v PDF. Aktualizovanou verzi ceníků lze získat na URL: <http://www.gme.cz>. Orientační ceny všech součástek byly brány z tištěného katalogu,
- adresář **PORTTALK** obsahuje ovladač pro přímý přístup na porty počítače,
- 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).