

	<b>O KNIZE .....</b>	<b>10</b>
	<b>ÚVOD .....</b>	<b>11</b>
1.1	Základní pojmy – terminologie .....	12
1.2	Standardní registry a jejich význam .....	15
1.3	Dříve než začnete stavět aneb porovnání vývojových kitů .....	16
<b>2</b>	<b>ZÁKLADNÍ VLASTNOSTI MIKROKONTROLÉRU ATMEGA16 .....</b>	<b>17</b>
2.1	Mutace a pouzdra .....	19
2.2	Stručný popis vývodů .....	21
2.3	Systémové hodiny a volby synchronizace .....	22
2.3.1	Zdroje synchronizace $clk_{CPU}$ .....	23
2.3.2	Výchozí zdroj hodin .....	23
2.3.3	Krystalový oscilátor .....	23
2.3.4	Nízkofrekvenční krystalový oscilátor .....	24
2.3.5	Vnější RC oscilátor .....	25
2.3.6	Kalibrovaný vnitřní RC oscilátor .....	26
2.3.7	Vnější hodiny .....	27
2.3.8	Oscilátor asynchronního čítače/časovače .....	28
2.4	AVR architektura .....	28
2.5	Programování mikrokontroléru ATmega16 .....	31
2.5.1	Paměťové zámky .....	31
2.5.2	Propojky .....	32
2.5.3	Signatura .....	34
2.5.4	Možné způsoby programování .....	34
2.5.5	Sériový download .....	34
2.6	Charakteristické a mezní údaje .....	38
2.7	Stručný přehled dalších novinek .....	39
2.7.1	JTAG a ladění přímo na čipu .....	39
2.7.2	Boundary-scan .....	40
2.7.3	Boot Loader .....	40
<b>3</b>	<b>SDKATM16 – PROGRAMÁTOR A VÝVOJOVÝ KIT PRO ATMEGA16 .....</b>	<b>41</b>
3.1	Myšlenka platformy SDK – Programátor a vývojový kit v jednom! .....	42
3.2	Schéma zapojení .....	42
3.3	Plošný spoj .....	44



<b>3.4</b>	<b>Konektory a kabely .....</b>	<b>46</b>
3.4.1	<i>Datové konektory .....</i>	46
3.4.2	<i>Propojovací „kablíky“ .....</i>	46
3.4.3	<i>Propojovací kabel .....</i>	47
<b>3.5</b>	<b>Oživení .....</b>	<b>47</b>
<b>3.6</b>	<b>Komplexní programátor SDKATM16 .....</b>	<b>48</b>
<b>4</b>	<b>PROGRAMÁTORSKÝ MODEL MIKROKONTROLÉRU ATMEGA16 .....</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>Rozdělení paměťového prostoru .....</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Úvodní popis registrů .....</b>	<b>53</b>
4.2.1	<i>Registrové pole (Register File) .....</i>	53
4.2.2	<i>Ukazatele (pointery) .....</i>	53
4.2.3	<i>Vstupně/výstupní registry (I/O Memory) .....</i>	54
<b>5</b>	<b>INSTRUKČNÍ SOUBOR .....</b>	<b>59</b>
<b>5.1</b>	<b>Operandy instrukcí .....</b>	<b>60</b>
5.1.1	<i>Základní pojmy .....</i>	60
5.1.2	<i>Přímé adresování jednoho registru .....</i>	60
5.1.3	<i>Přímé adresování dvou registrů .....</i>	61
5.1.4	<i>Přímé adresování vstupně/výstupního registru .....</i>	61
5.1.5	<i>Přímé adresování dat .....</i>	62
5.1.6	<i>Nepřímé adresování dat .....</i>	62
5.1.7	<i>Nepřímé adresování dat s posunutím .....</i>	63
5.1.8	<i>Nepřímé adresování dat s pre-dekrementem .....</i>	63
5.1.9	<i>Nepřímé adresování dat s post-inkrementem .....</i>	64
5.1.10	<i>Adresování konstant uložených v paměti programu (instrukce LPM) .....</i>	64
5.1.11	<i>Nepřímé adresování paměti programu (instrukce IJMP nebo ICALL) .....</i>	65
5.1.12	<i>Relativní adresování paměti programu (instrukce RJMP nebo RCALL) .....</i>	65
5.1.13	<i>Zkrácené relativní adresování paměti programu (podmíněné skoky) .....</i>	66
<b>5.2</b>	<b>Typy skoků .....</b>	<b>67</b>
<b>5.3</b>	<b>Zavedené symboly .....</b>	<b>67</b>
<b>5.4</b>	<b>Přesuny dat .....</b>	<b>68</b>
<b>5.5</b>	<b>Bitové operace .....</b>	<b>71</b>
<b>5.6</b>	<b>Skoky a přeskoky .....</b>	<b>73</b>
<b>5.7</b>	<b>Instrukce pro podporu podprogramů .....</b>	<b>76</b>
<b>5.8</b>	<b>Logické operace .....</b>	<b>77</b>
<b>5.9</b>	<b>Aritmetické operace .....</b>	<b>78</b>
<b>5.10</b>	<b>Porovnávací instrukce .....</b>	<b>82</b>
<b>5.11</b>	<b>Zvláštní instrukce .....</b>	<b>83</b>



<b>5.12</b>	<b>Rozšířený instrukční soubor .....</b>	<b>83</b>
5.12.1	<i>Nové techniky adresování .....</i>	83
5.12.2	<i>Nové instrukce .....</i>	84
<b>6</b>	<b>AVR ASSEMBLER .....</b>	<b>89</b>
<b>6.1</b>	<b>Základní pojmy při práci s AVR 3.1 .....</b>	<b>90</b>
6.1.1	<i>Symboly .....</i>	90
6.1.2	<i>Návěští .....</i>	90
6.1.3	<i>ASCII literály .....</i>	91
6.1.4	<i>Komentář .....</i>	91
6.1.5	<i>Lokační čítač programového segmentu (PC) .....</i>	91
6.1.6	<i>Čísla a operátory .....</i>	92
<b>6.2</b>	<b>Direktivy AVR 3.1 .....</b>	<b>94</b>
6.2.1	<i>Základní direktivy .....</i>	94
6.2.2	<i>Práce s makry .....</i>	97
6.2.3	<i>Řízení výpisu překladu .....</i>	98
<b>6.3</b>	<b>Co najdete v souboru M16DEF.INC .....</b>	<b>99</b>
<b>7</b>	<b>ZÁKLADY POUŽÍVÁNÍ VSTUPNĚ/VÝSTUPNÍCH PORTŮ .....</b>	<b>113</b>
<b>7.1</b>	<b>Popis vstupně/výstupního portu .....</b>	<b>114</b>
7.1.1	<i>Úvodní informace .....</i>	114
7.1.2	<i>Porty jako obecné vstupy/výstupy .....</i>	115
7.1.3	<i>Alternativní funkce portů .....</i>	119
<b>7.2</b>	<b>Přípravek AT8LED .....</b>	<b>119</b>
7.2.1	<i>Rozbor řešení .....</i>	119
7.2.2	<i>Plošný spoj .....</i>	120
7.2.3	<i>První příklad: PROG_01 – běžící světlo (příklad nejen pro začátečníky!!!) ...</i>	121
<b>7.3</b>	<b>Přípravek ATLCDTX2 .....</b>	<b>129</b>
7.3.1	<i>Obecný úvod .....</i>	129
7.3.2	<i>Popis komunikace .....</i>	129
7.3.3	<i>Přípravek ATLCDTX2 .....</i>	132
7.3.4	<i>Obslužné rutiny pro přípravek ATLCDTX2 .....</i>	135
7.3.5	<i>PROG_02 – Animace textu na LCD displeji .....</i>	139
<b>8</b>	<b>RESET A PŘERUŠENÍ .....</b>	<b>143</b>
<b>8.1</b>	<b>Význačné adresy .....</b>	<b>144</b>
<b>8.2</b>	<b>Zdroje resetu .....</b>	<b>145</b>
8.2.1	<i>Power-on Reset .....</i>	146
8.2.2	<i>Vnější reset .....</i>	146
8.2.3	<i>WDT reset .....</i>	147
8.2.4	<i>Brown-out Reset .....</i>	149
8.2.5	<i>Registr MCUSR (MicroController Unit Control and Status Register) .....</i>	150



<b>8.3</b>	<b>Obsluha přerušení .....</b>	<b>151</b>
8.3.1	<i>Registr SREG .....</i>	151
8.3.2	<i>Vnější vstupy přerušeni INT0 až INT2 .....</i>	152
8.3.3	<i>Časová odezva přerušeni .....</i>	153
<b>8.4</b>	<b>Příklad použití vnějšího přerušeni INT0 .....</b>	<b>154</b>
<b>8.5</b>	<b>Popis přípravku ATIKBD .....</b>	<b>154</b>
8.5.1	<i>PROG_03 – použití přípravku ATIKBD a přerušeni .....</i>	157
<b>9</b>	<b>SÉRIOVÝ KANÁL SPI .....</b>	<b>161</b>
9.1	<b>SPCR – řídicí registr SPI kanálu .....</b>	<b>164</b>
9.2	<b>SPSR – stavový registr SPI kanálu .....</b>	<b>165</b>
9.3	<b>SPDR – datový registr SPI kanálu .....</b>	<b>165</b>
9.4	<b>MCP4921 – D/A převodník s SPI sběrnici .....</b>	<b>165</b>
9.5	<b>Přípravek ATSPIDAC .....</b>	<b>167</b>
9.6	<b>PROG_04 – Příklad použití SPI kanálu .....</b>	<b>168</b>
<b>10</b>	<b>ZABUDOVANÝ A/D PŘEVODNÍK .....</b>	<b>171</b>
10.1	<b>Operace .....</b>	<b>173</b>
10.2	<b>Start převodu .....</b>	<b>174</b>
10.3	<b>Předdělička a časování převodu .....</b>	<b>175</b>
10.4	<b>Diferenční kanály .....</b>	<b>176</b>
10.5	<b>Změna kanálu nebo referenčního zdroje .....</b>	<b>176</b>
10.6	<b>Funkce potlačovače šumu .....</b>	<b>177</b>
10.7	<b>Technika snížení šumu .....</b>	<b>177</b>
10.8	<b>Výsledek A/D převodu .....</b>	<b>178</b>
10.9	<b>Řídicí registry .....</b>	<b>179</b>
10.10	<b>Přípravek ATSVORKY+ .....</b>	<b>183</b>
10.11	<b>PROG_05 – Příklad použití A/D převodníku .....</b>	<b>184</b>
<b>11</b>	<b>ČÍTAČ/ČASOVAČ 0 .....</b>	<b>191</b>
11.1	<b>Základní pojmy spojené s čítači/časovači .....</b>	<b>192</b>
11.2	<b>Úvodní popis .....</b>	<b>192</b>
11.3	<b>Pracovní režimy .....</b>	<b>195</b>
11.3.1	<i>Normální režim .....</i>	195
11.3.2	<i>CTC – Clear Timer on Compare Match .....</i>	195
11.3.3	<i>Rychlý PWM režim .....</i>	196
11.3.4	<i>Fázově korigovaný PWM režim .....</i>	197
11.4	<b>Registry čítače/časovače 0 .....</b>	<b>198</b>



11.5	Předděličky pro čítače/časovače 0 a 1 .....	201
11.6	Příklady použití čítače/časovače 0 .....	202
11.6.1	<i>PROG_06 – Příklad použití režimu CTC</i> .....	202
11.6.2	<i>Přípravek ATDIPSW2</i> .....	204
11.6.3	<i>PROG_07 – Příklad použití režimu PWM</i> .....	205
<b>12</b>	<b>ČÍTAČ/ČASOVAČ 1 .....</b>	<b>207</b>
12.1	Úvodní popis .....	209
12.2	Pracovní režimy .....	212
12.2.1	<i>Normální režim</i> .....	212
12.2.2	<i>CTC – Clear Timer on Compare Match</i> .....	213
12.2.3	<i>Rychlý PWM režim</i> .....	214
12.2.4	<i>Fázově korigovaný PWM režim</i> .....	215
12.2.5	<i>Fázově a kmitočtově korigovaný PWM režim</i> .....	217
12.3	Registry čítače/časovače 1 .....	219
12.4	Příklad PROG_08 – Měření kmitočtu .....	224
<b>13</b>	<b>ČÍTAČ/ČASOVAČ 2 .....</b>	<b>229</b>
13.1	Úvodní popis .....	230
13.2	Pracovní režimy .....	233
13.2.1	<i>Normální režim</i> .....	233
13.2.2	<i>CTC – Clear Timer on Compare Match</i> .....	233
13.2.3	<i>Rychlý PWM režim</i> .....	234
13.2.4	<i>Fázově korigovaný PWM režim</i> .....	235
13.3	Registry čítače/časovače 2 .....	236
13.4	Předdělička pro čítač/časovač 2 .....	241
<b>14</b>	<b>ZABUDOVANÝ ANALOGOVÝ KOMPARÁTOR .....</b>	<b>243</b>
14.1	Registr SFIOR .....	244
14.2	Registr ACSR .....	245
14.3	Příklad PROG_09 – Měření odporu .....	246
<b>15</b>	<b>ROZHRANÍ TWI (I<sup>2</sup>C) .....</b>	<b>253</b>
15.1	Definice TWI .....	254
15.2	Přenos dat a formát rámce .....	256
15.3	Úvod do TWI modulu .....	257
15.4	Popis registrů spojených s TWI .....	259
15.5	Použití TWI .....	262
15.6	Přenosové režimy .....	264



15.7	Obvod TC1320 .....	265
15.8	Přípravek ATTC1320 .....	267
15.9	Příklad PROG_10 .....	269
<b>16</b>	<b>JEDNOTKA USART .....</b>	<b>273</b>
16.1	Základní vlastnosti .....	274
16.2	Generátor hodin .....	276
16.3	Formát rámce .....	277
16.4	Inicializace jednotky USART .....	278
16.5	Vysílání dat – USART vysílač .....	279
16.6	Přijímání dat – USART přijímač .....	281
16.7	Příjem asynchronních dat .....	284
16.8	Víceprocesorový komunikační režim .....	286
16.9	Přístup k registrům UBRRH a UCSRC .....	288
16.10	Popis registrů jednotky USART .....	288
16.11	Příklady .....	292
16.11.1	<i>PROG_11 – sériová komunikace s klávesnicí ATIKBD .....</i>	<i>292</i>
16.11.2	<i>Přípravek ATRS232+ .....</i>	<i>294</i>
16.11.3	<i>PROG_12 – ovládání přípravků AT8LED a ATDIPSW2 z počítače .....</i>	<i>297</i>
16.11.4	<i>PROG_13 – impulzní generátor ovládaný počítačem .....</i>	<i>299</i>
<b>17</b>	<b>ZBÝVAJÍCÍ RYSY MIKROKONTROLÉRU ATMEGA16 .....</b>	<b>305</b>
17.1	Režimy snížené spotřeby .....	306
17.2	Minimalizace spotřeby .....	308
17.3	Zabudovaná E <sup>2</sup> PROM .....	310
17.4	Přístup do E <sup>2</sup> PROM .....	310
17.5	Registry pro práci s E <sup>2</sup> PROM .....	310
17.6	Prevence poškození obsahu E <sup>2</sup> PROM .....	312
17.7	PROG_14 – použití režimu redukce šumu pro A/D .....	312
	<b>LITERATURA .....</b>	<b>316</b>
	<b>NABÍDKA PŘÍPRAVKŮ .....</b>	<b>316</b>
	<b>PŘEHLED PŘÍPRAVKŮ ATMEL .....</b>	<b>317</b>
	<b>PLOŠNÉ SPOJE .....</b>	<b>317</b>