



MORGAN & CLAYPOOL PUBLISHERS

Atmel AVR Microcontroller Primer

Programming and Interfacing

Steven F. Barrett
Daniel J. Pack



***SYNTHESIS LECTURES ON
DIGITAL CIRCUITS AND SYSTEMS***

Mitchell Thornton, *Series Editor*



021.381.3

Atmel AVR Microcontroller Primer: Programming and Interfacing

Steven F. Barrett
University of Wyoming

Daniel J. Pack
United States Air Force Academy

SYNTHESIS LECTURES ON DIGITAL CIRCUITS AND SYSTEMS #15

THU VIỆN TRƯỜNG ĐHSPT
SKN 005225



MORGAN & CLAYPOOL PUBLISHERS

Contents

1. Atmel AVR Architecture Overview	1
1.1 ATmega16 Architecture Overview	1
1.1.1 Reduced Instruction Set Computer	1
1.1.2 Assembly Language Instruction Set	2
1.1.3 ATmega16 Architecture Overview	3
1.2 Nonvolatile and Data Memories	3
1.2.1 In-System Programmable Flash EEPROM	3
1.2.2 Byte-Addressable EEPROM	5
1.2.3 Static Random Access Memory	5
1.2.4 Programmable Lock Bits	5
1.3 Port System	6
1.4 Peripheral Features—Internal Subsystems	8
1.4.1 Time Base	8
1.4.2 Timing Subsystem	9
1.4.3 Pulse Width Modulation Channels	9
1.4.4 Serial Communications	9
1.4.4.1 Serial USART	9
1.4.4.2 Serial Peripheral Interface	10
1.4.4.3 Two-Wire Serial Interface	10
1.4.5 Analog-to-Digital Converter	10
1.4.6 Interrupts	11
1.5 Physical and Operating Parameters	11
1.5.1 Packaging	11
1.5.2 Power Consumption	11
1.5.3 Speed Grades	13
1.6 Application: ATmega16 Testbench	13
1.6.1 Hardware Configuration	13
1.6.2 Software Configuration	15

1.7	Programming the ATmega16	19
1.7.1	Programming Procedure	20
1.8	Software Portability	22
1.9	Summary	23
1.10	References and Further Reading	23
1.11	Chapter Problems.....	23
2.	Serial Communication Subsystem	25
2.1	Serial Communications	25
2.2	Serial Communication Terminology	25
2.2.1	Asynchronous versus Synchronous Serial Transmission	26
2.2.2	Baud Rate	26
2.2.3	Full Duplex	26
2.2.4	Nonreturn to Zero Coding Format	26
2.2.5	The RS-232 Communication Protocol	27
2.2.6	Parity	27
2.2.7	American Standard Code for Information Interchange.....	27
2.3	Serial USART	27
2.3.1	System Overview	28
2.3.1.1	USART Clock Generator	29
2.3.1.2	USART Transmitter	30
2.3.1.3	USART Receiver	30
2.3.1.4	USART Registers	30
2.3.2	System Operation and Programming	32
2.3.3	Serial Peripheral Interface	34
2.3.3.1	SPI Operation	34
2.3.3.2	Registers	35
2.3.3.3	Programming	37
2.4	Two-Wire Serial Interface	38
2.5	Summary	38
2.6	References and Further Reading	38
2.7	Chapter Problems.....	39
3.	Analog-to-Digital Conversion	41
3.1	Background Theory	41
3.1.1	Analog versus Digital Signals	42
3.1.2	Sampling, Quantization, and Encoding	44
3.1.3	Resolution and Data Rate	48

3.2	Analog-To-Digital Conversion Process	50
3.3	ADC Conversion Technologies	53
3.3.1	Successive Approximation	53
3.3.2	Integration	55
3.3.3	Counter-Based Conversion	55
3.3.4	Parallel Conversion	55
3.4	The Atmel ATmega16 ADC System	55
3.4.1	Block Diagram	56
3.4.2	Registers	58
3.4.2.1	ADC Multiplexer Selection Register	58
3.4.2.2	ADC Control and Status Register A	59
3.4.2.3	ADC Data Registers (ADCH and ADCL)	59
3.4.3	Programming the ADC	59
3.4.4	Digital-to-Analog Conversion	62
3.5	Summary	63
3.6	References and Further Reading	63
3.7	Chapter Problems	64
4.	Interrupt Subsystem	65
4.1	Interrupt Theory	65
4.2	ATmega16 Interrupt System	65
4.3	Programming An Interrupt	66
4.4	Application	68
4.4.1	External Interrupts	68
4.4.2	Internal Interrupt	71
4.5	Summary	74
4.6	References and Further Reading	74
4.7	Chapter Problems	74
5.	Timing Subsystem	75
5.1	Overview	75
5.2	Timing-Related Terminology	76
5.2.1	Frequency	76
5.2.2	Period	76
5.2.3	Duty Cycle	76
5.3	Timing System Overview	76
5.4	Applications	79
5.4.1	Input Capture—Measuring External Timing Event	79

5.4.2	Counting Events	81
5.4.3	Output Compare—Generating Timing Signals to Interface External Devices	81
5.4.4	Industrial Implementation Case Study (PWM)	82
5.5	Overview of the Atmel Timers	83
5.6	Timer 0 System	84
5.6.1	Modes of Operation	86
5.6.1.1	Normal Mode	87
5.6.1.2	Clear Timer on Compare Match	87
5.6.1.3	Phase Correct PWM Mode	87
5.6.1.4	Fast PWM	87
5.6.2	Timer 0 Registers	87
5.6.2.1	Timer/Counter Control Register 0	88
5.6.2.2	Timer/Counter Register	88
5.6.2.3	Output Compare Register	88
5.6.2.4	Timer/Counter Interrupt Mask Register	90
5.6.2.5	Timer/Counter Interrupt Flag Register	91
5.7	Timer 1	91
5.7.1	Timer 1 Registers	91
5.7.1.1	TCCR1A and TCCR1B Registers	91
5.7.1.2	Timer/Counter Register 1 (TCNT1H/TCNT1)	91
5.7.1.3	Output Compare Register 1 Channel A (OCR1AH/OCR1AL)	94
5.7.1.4	Output Compare Register 1 Channel B (OCR1BH/OCR1BL)	94
5.7.1.5	Input Capture Register 1 (ICR1H/ICR1L)	94
5.7.1.6	Timer/Counter Interrupt Mask Register (TIMSK)	94
5.7.1.7	Timer/Counter Interrupt Flag Register (TIFR)	94
5.8	Timer 2	94
5.8.1	Timer/Counter Control Register 2	94
5.8.2	Timer/Counter Register (TCNT2)	95
5.8.3	Output Compare Register (OCR2)	95
5.8.4	Timer/Counter Interrupt Mask Register (TIMSK)	96
5.8.5	Timer/Counter Interrupt Flag Register	96
5.9	Programming the Timer System	96
5.9.1	Precision Delay	98

5.9.2	Pulse Width Modulation	99
5.9.3	Input Capture Mode	101
5.10	Summary	103
5.11	References and Further Reading	103
5.12	Chapter Problems	104
6.	Atmel AVR Operating Parameters and Interfacing	105
6.1	Operating Parameters	106
6.2	Input Devices	107
6.2.1	Switches	109
6.2.2	Switch Debouncing	110
6.2.3	Keypads	111
6.2.4	Sensors	111
6.2.4.1	Digital Sensors	111
6.2.4.2	Analog Sensors	114
6.3	Output Devices	114
6.3.1	Light-Emitting Diodes	115
6.3.2	Seven-Segment LED Displays	117
6.3.3	Tristate LED Indicator	117
6.3.4	Dot Matrix Display	120
6.3.5	Liquid Crystal Display	120
6.3.6	High-Power DC Devices	124
6.4	DC Motor Speed and Direction Control	125
6.4.1	DC Motor Operating Parameters	126
6.4.2	AC Devices	126
6.5	Application: Flight Simulator Panel	127
6.6	Summary	157
6.7	References and Further Reading	158
6.8	Chapter Problems	158
A.	ATmega16 Register Set	159
B.	ATmega16 Header File	161
	Author Biography	177
	Index	179

Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for writing. There are 18 lines in total, providing a structured space for text.



Bạn đang có trong tay thông tin cơ bản của một trong số những tài liệu có hàm lượng chất xám cao, với những thông tin vô cùng hữu ích cho quá trình học tập và nghiên cứu của bản thân bạn !

Bạn đã và đang trải qua những ưu tư, trăn trở của bản thân mình trước biển kiến thức mênh mông vô hạn và đang tìm hướng đi cho riêng mình bằng việc biến kiến thức thành tài sản tri thức của riêng bạn !

Hãy để Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM chia sẻ những khó khăn và trăn trở đó cùng bạn!

Hãy đến với Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cùng nhau, chúng ta xây dựng vương quốc khoa học và trí tuệ của chính mình !

Cùng với bạn, Thư viện ĐH Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM mong ước góp phần duy trì và phát triển văn hóa đọc !



Hãy đến với chúng tôi - Thư viện trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. HCM để cảm nhận, trải nghiệm và biến ước mơ khoa học của bạn thành hiện thực !

Hân hạnh được đón tiếp và phục vụ bạn tại
Số 1 – 3, Võ Văn Ngân, Phường Linh Chiểu, Quận Thủ Đức, Tp. HCM
ĐT: (08) 3896 9920 – Email: thuvienspkt@hcmute.edu.vn
<http://www.thuvienspkt.edu.vn> – <http://thuvien.hcmute.edu.vn>

Thông tin tài trợ!



A series of horizontal dotted lines for writing, arranged in a central column. There are 18 lines in total, providing space for a message or acknowledgment.

