

Vitor Amadeu Souza

Programação em BASIC para o 8051

Com base no modelo AT89S8253

Programado em BASIC pelo Compilador BASCOM

© 2010 by Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.

© 2010 by Vitor Amadeu Souza

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida sem autorização prévia e escrita de **Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda.** Esta apostila publica nomes comerciais e marcas registradas de produtos pertencentes a diversas companhias. O editor utiliza as marcas somente para fins editoriais e em benefício dos proprietários das marcas, sem nenhuma intenção de atingir seus direitos.

Julho de 2010

Direitos reservados por:

Cerne Tecnologia e Treinamento Ltda

Produção: Cerne Tecnologia e Treinamento

E-mail da Empresa: cerne@cerne-tec.com.br

Home Page: www.cerne-tec.com.br.com.br

Atendimento ao Consumidor: sac@cerne-tec.com.br

Contato com o Autor: vitor@cerne-tec.com.br

Dedicatória

Dedico este livro a minha querida esposa Renata Leal Souza.

Que preciosos para mim, Senhor, são os teus pensamentos!
E como é grande a soma deles!

SI 139,17

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram não só a escrever este livro, mas também aqueles que me ajudaram durante toda esta caminhada. Agradeço a minha querida esposa Renata Leal Souza, pela confiança e energia depositada durante toda esta jornada. Agradeço a todos aqueles que indiretamente me ajudaram a escrever este livro.

Sobre o autor

Vitor Amadeu Souza nasceu em Nova Iguaçu – RJ e é formado em Eletrônica e Telecomunicações.

Atua na área de projetos eletrônicos e já desenvolveu inúmeros projetos no microcontrolador PIC, dsPIC, 8051, AVR, HC908 e HOLTEK como taxímetros, interfaces USB, IrDA, Ethernet, protocolo CAN, MODBUS, RS-485, RS-232, controladores de cancela, conversores de protocolo, CLPs etc. Na parte de software, desenvolveu o compilador autoeasy (utilizado em robótica educacional). Também desenvolve projetos de hardware e software voltados para a área de robótica educacional.

O autor também é sócio-diretor da Cerne Tecnologia e Treinamento, empresa voltada para educação tecnológica na área de microcontroladores, linguagens de programação e desenvolvimento de layout (www.cerne-tec.com.br).

Prefácio

Os microcontroladores estão cada vez mais presentes no nosso dia-a-dia. Aplicações como controle de acesso, GPS, celular, segurança, entretenimento... São corriqueiras para os microcontroladores. O universo destes *computadores em um único chip* é muito vasto. Estudos recentes comprovam que cada ser humano tem acesso em média a nove microcontroladores por dia.

No meio deste maravilhoso universo de conhecimento, escolhi para falar com os leitores o AT89S8253. Este chip mantém praticamente as mesmas características da conhecida família 8051. Esta família, criada pela Intel, já foi a mais usada do mundo e ainda hoje, preserva um legado muito grande.

O compilador escolhido para a programação foi o BASCOM-IDE. Este compilador mantém as características da linguagem

BASIC, proporcionando uma curva de aprendizagem muito alta no aprendizado de programação.

Que este livro possa ser uma porta de entrada, para este universo denominado microcontroladores.

Fabricante

Placas de Desenvolvimento 8051LAB

Empresa: Cerne Tecnologia

Site: www.cerne-tec.com.br

BASCOM 8051 v 2.0.12.0

Empresa: MCS Electronics

Site: www.mcselec.com

IC-Prog

Desenvolvedor: Bonny Gijzen

Site: www.ic-prog.com

AT89S8253

Empresa: ATMEL Corporation

Site: www.atmel.com

Requisitos Mínimos de Hardware e Software

Hardware

- Microcomputador Pentium II 233 MHz ou similar;
- 64 MB de RAM;
- Porta serial de comunicação;
- 200 MB de espaço em disco;
- Placa de desenvolvimento 8051LAB;
- Gravador de AT89S8253.

Software

- Windows 98/NT/Me/2000/XP;
- Ic-Prog 1.05 D ou superior;
- BASCOM-IDE 2.0.11.0 ou superior.

Obs: Caso o seu Windows seja 2000/NT/XP você precisará instalar um driver chamado userport para que o acesso a porta paralela fique liberado para o ic-prog, que é software que faz a gravação do microcontrolador.

Visite o endereço <http://www.cerne-tec.com.br> e veja como instalar este driver.

Kit de Desenvolvimento no Microcontrolador AT89S8253

Em todos os exemplos propostos no decorrer do livro, iremos utilizar para validação dos nossos exemplos, o kit 8051LAB desenvolvido por Cerne Tecnologia. O mesmo pode ser adquirido pelo site www.cerne-tec.com.br ou através da nossa central de atendimento através do e-mail vendas@cerne-tec.com.br.

O kit 8051LAB é composto dos seguintes periféricos:

- Placa de desenvolvimento 8051LAB;
- Cabo de comunicação serial;
- Fonte de Alimentação;
- Gravador de AT89S8253.

É de fato o kit mais completo para aprendizado no microcontrolador AT89S8253, pois agrega em uma única placa a maioria dos periféricos dispostos neste microcontrolador. Vejamos o que podemos fazer com este kit:

- LCD;
- Interrupção externa;
- Interrupção de timer;
- Comunicação RS232;
- Comunicação RS485
- Varredura de display de 7 segmentos;
- Botões;
- Leds;
- Recepção de infravermelho no protocolo RC5;
- Comunicação I²C;
- Controle de cargas DC com PWM.

Sumário

Capítulo 01 – Introdução.....	19
Capítulo 02 – Características do AT89S8253	20
2.1 A Arquitetura do 8051.....	20
2.2 A Pinagem do AT89S8253.....	22
2.3 Nomenclatura Utilizada.....	23
2.4 Ciclos de Máquina.....	24
2.5 Características Elétricas.....	25
2.6 Vetor de Reset.....	25
2.7 Vetor de Interrupção.....	25
2.8 Memórias.....	26
2.8.1 Memória de Programa.....	26
2.8.2 Memória EEPROM	27
2.8.3 Memória de Dados	27
2.9 Modo Power Down e Idle.....	29
2.10 Bits de proteção da memória de programa.....	29
2.11 Fontes de Clock	30
2.11.1 Cristal e Ressonador	30
2.11.2 Ressonador de 3 terminais.....	30
2.11.3 Oscilador Externo.....	31
Capítulo 03 – Projetos de Hardware.....	34
3.1 Projeto 1: Acionamento de um LED.....	34
3.2 Projeto 2: Lendo Botões.....	35
3.3 Projeto 3: Testando as interrupções externas.....	36
3.4 Projeto 4: Hardware para uma IHM de 7 segmentos	36
3.5 Projeto 5: Hardware para varredura de displays de 7 segmentos.....	37
3.6 Projeto 6: Hardware para uma IHM do tipo LCD alfanumérico.....	38
3.7 Projeto 7: Acionamento de cargas externas AC.....	39
3.8 Projeto 8: Controle de Motor de Passo.....	40
3.9 Exercícios.....	41

Capítulo 04– Portas Lógicas.....	42
4.1 Introdução.....	42
4.2 Porta NOT.....	42
4.3 Porta AND.....	42
4.4 Porta NAND.....	43
4.5 Porta OR.....	44
4.6 Porta NOR.....	44
4.7 Porta XOR.....	45
4.8 Porta NOT XOR.....	45
4.9 Projetos.....	46
4.9.1 Alarme Residencial.....	46
4.9.2 Alarme Residencial melhorado.....	46
4.10 Exercícios.....	47
Capítulo 05 – Fluxogramas.....	48
5.1 Introdução.....	48
5.2 Exercícios.....	52
Capítulo 06 – Compilador BASCOM 8051.....	56
6.1 Formatação de um arquivo em BASIC.....	61
6.2 Representações numéricas no BASCOM.....	62
6.3 Representações de caracteres no BASCOM.....	62
6.4 Compilando um Arquivo Fonte.....	63
6.5 Simulando o Projeto.....	65
6.6 Exercícios.....	67
Capítulo 07 – Sistema de Gravação.....	70
7.1 Conhecendo o Ic-Prog.....	72
7.2 Gravando o AT89S8253.....	75
7.3 Pinos de Gravação no AT89S8253.....	77
7.4 Exercícios.....	77
Capítulo 08 – Ambiente de Desenvolvimento.....	80
8.1 Introdução.....	81
8.2 Exercícios.....	82
Capítulo 09 – Variáveis, Vetores e Constantes.....	82
9.1 Declarações de Variáveis.....	82

9.1.2 Declarações de mais Variáveis.....	83
9.2 Vetores.....	83
9.3 Constantes.....	84
9.4 Exemplos.....	84
9.5 Exercícios.....	85
Capítulo 10 – Operadores.....	89
10.1 Operadores de Atribuição.....	89
10.2 Operadores Aritméticos.....	90
10.3 Operadores Relacionais.....	91
10.4 Operadores Booleanos.....	91
10.5 Exercícios.....	92
Capítulo 11– Declaração de Controle.....	94
11.1 Comando If.....	94
11.1.1 Aninhamento com If.....	97
11.2 Comando Select.....	97
11.3 Laço For.....	100
11.4 Laço Do Loop.....	104
11.5 Laço While Wend.....	106
11.6 Exercícios.....	107
Capítulo 12– Limites do Compilador.....	110
12.1 Cálculos Matemáticos.....	110
12.2 Limites de Variáveis, Labels e Strings.....	110
12.3 Limites de Declarações de Controle e Estruturas de Repetição.....	110
Capítulo 13– Interrupções.....	111
13.1 Habilitando as interrupções.....	111
13.2 Prioridade das interrupções.....	113
13.3 Exercícios.....	115
Capítulo 14– Timers.....	118
14.1 Modo de funcionamento do timer.....	118
14.1.1 Modo 0.....	118

14.1.2 Modo 1.....	118
14.1.3 Modo 2.....	119
14.1.4 Modo 3.....	119
14.2 Medindo pulsos externos.....	119
14.3 Configurando os timers no BASCOM.....	119
14.4 Exemplos de utilização do timer.....	120
14.5 Exercícios.....	125
Capítulo 15 – Funções e Comandos da Linguagem Basic.....	128
15.1 Comandos de I/O.....	128
15.1.2 Exemplos	129
15.2 Funções de Retardo.....	131
15.2.1 Exemplos	133
15.3 Funções de Acesso ao LCD.....	133
15.3.1 Exemplos	142
15.4 Funções de Consumo de Energia.....	143
15.4.1 Exemplos	143
15.5 Funções de Acesso ao Watchdog.....	146
15.5.1 Exemplos	148
15.6 Funções de Conversão.....	148
15.6.1 Exemplos	152
15.7 Funções de Manipulação de strings.....	157
15.7.1 Exemplos	162
15.8 Funções de Comunicação Serial.....	163
15.8.1 Exemplos	162
15.9 Funções de Comunicação I ² C.....	167
15.10 Funções Gerais.....	171
15.11 Funções para Comunicação RC5.....	185
15.12 Funções de Debounce.....	187
15.13 Funções de leitura de RC.....	188
15.14 Funções de acesso a memória EEPROM.....	190
15.15 Exercícios.....	190

Capítulo 16 – Rotinas do Usuário.....	192
16.1 Introdução.....	192
16.2 Exemplos.....	194
16.3 Exercícios.....	195
Capítulo 17 – Exemplo 1: Botão e Led.....	197
17.1 Introdução.....	197
17.2 Esquema Elétrico.....	198
17.3 Lista de Material.....	198
17.4 Fluxograma.....	199
17.5 Código.....	200
17.6 Desafios.....	201
Capítulo 18 – Exemplo 2: Pisca-Pisca.....	202
18.1 Introdução.....	202
18.2 Esquema Elétrico.....	203
18.3 Lista de Material.....	203
18.4 Fluxograma.....	204
18.5 Código.....	205
18.6 Desafios.....	206
Capítulo 19 – Exemplo 3: Pisca-Pisca com interrupção de timer.....	202
19.1 Introdução.....	203
19.2 Esquema Elétrico.....	203
19.3 Lista de Material.....	204
19.4 Fluxograma.....	204
19.5 Código.....	206
19.6 Desafios.....	208
Capítulo 20 – Exemplo 4: Sequencial de Leds.....	212
20.1 Introdução.....	212
20.2 Esquema Elétrico.....	213
20.3 Lista de Material.....	213
20.4 Fluograma.....	214
20.5 Código.....	216
20.6 Desafios.....	218

Capítulo 21 – Exemplo 5: Interrupção externa.....	219
21.1 Introdução.....	219
21.2 Esquema Elétrico.....	220
21.3 Lista de Material.....	220
21.4 Fluxograma.....	221
21.5 Código.....	221
21.6 Desafios.....	222
 Capítulo 22 – Exemplo 6: Display de 7 Segmentos – Exp1.....	 222
22.1 Introdução.....	222
22.2 Esquema Elétrico.....	224
22.3 Lista de Material.....	224
22.4 Fluxograma.....	225
22.5 Código.....	225
22.6 Desafio.....	227
 Capítulo 23 – Exemplo 7: Display de 7 Segmentos – Exp2.....	 229
23.1 Introdução.....	229
23.2 Esquema Elétrico.....	230
23.3 Lista de Material.....	230
23.4 Fluxograma.....	231
23.5 Código.....	235
23.6 Desafio.....	238

Capítulo 24 – Exemplo 8: Contador.....	239
24.1 Introdução.....	239
24.2 Esquema Elétrico.....	239
24.3 Lista de Material.....	240
24.4 Fluxogramas.....	240
24.5 Código.....	241
24.6 Desafios.....	245
 Capítulo 25 – Exemplo 9: Contador Final.....	 246
25.1 Introdução.....	246
25.2 Esquema Elétrico.....	246
25.3 Lista de Material.....	247
25.4 Fluxograma.....	247
25.5 Código.....	248
25.6 Desafio.....	252
 Capítulo 26 – Exemplo 10: LCD.....	 253
26.1 Introdução.....	253
26.2 Esquema Elétrico.....	253
26.3 Lista de Material.....	253
26.4 Fluxograma.....	254
26.5 Código.....	254
26.6 Desafios.....	256
 Capítulo 27 – Exemplo 11: USART.....	 257
27.1 Introdução.....	257
27.2 Esquema Elétrico.....	261
27.3 Lista de Material.....	261
27.4 Fluxograma.....	262
27.5 Código.....	262
27.6 Desafios.....	263

Capítulo 28 – Exemplo 12: Calculadora.....	264
28.1 Introdução.....	264
28.2 Esquema Elétrico.....	264
28.3 Lista de Material.....	264
28.4 Fluxogramas.....	265
28.5 Código.....	266
28.6 Desafio.....	267
 Capítulo 29 – Exemplo 13: Lcd e Usart	 268
29.1 Introdução.....	268
29.2 Esquema Elétrico.....	268
29.3 Lista de Material.....	268
29.4 Fluxograma.....	269
29.5 Código.....	269
29.6 Desafios.....	271
 Capítulo 30 – Exemplo 14: Relógio Digital.....	 272
30.1 Introdução.....	272
30.2 Esquema Elétrico.....	272
30.3 Lista de Material.....	273
30.4 Fluxograma.....	273
30.5 Código.....	275
30.6 Desafios.....	277
 Capítulo 31 – Exemplo 15: Teclado Matricial.....	 278
31.1 Introdução.....	278
31.2 Esquema Elétrico.....	280
31.3 Lista de Material.....	280
31.4 Fluxograma.....	280
31.5 Código.....	288
31.6 Desafios.....	293
 Capítulo 32 – Exemplo 16: Comunicação Infravermelho.....	 294
32.1 Introdução.....	294
32.2 Esquema Elétrico.....	296
32.3 Lista de Material.....	296

32.4 Fluxograma.....	297
32.5 Código.....	299
32.6 Desafios.....	301
Capítulo 33 – Exemplo 17: PWM	302
33.1 Introdução.....	302
33.2 Esquema Elétrico.....	304
33.3 Lista de Material.....	304
33.4 Fluxograma.....	305
33.5 Código.....	307
33.6 Desafios.....	309
Capítulo 34 – Exemplo 18: Comunicação I²C.....	310
34.1 Introdução.....	310
34.2 Esquema Elétrico.....	319
34.3 Lista de Material.....	319
34.4 Fluxograma.....	320
34.5 Código.....	321
34.6 Desafios.....	323
Capítulo 35 – Exemplo 19: Comunicação RS-485.....	324
35.1 Introdução.....	329
35.2 Esquema Elétrico.....	329
35.3 Lista de Material.....	329
35.4 Fluxograma.....	330
35.5 Código.....	330
35.6 Desafios.....	331
Capítulo 36 – Exemplo 20: Varredura de Display.....	332
36.1 Introdução.....	332
36.2 Esquema Elétrico.....	333
36.3 Lista de Material.....	333
36.4 Fluxograma.....	334
36.5 Código.....	335
36.6 Desafios.....	339

Capítulo 37 – Projetos Finais.....	340
37.1 Introdução.....	340
37.2 Projeto 1 - Minutaria.....	340
37.3 Projeto 2 – Coletor de dados.....	341
37.4 Projeto 3 – Controle de I/Os.....	342

Apêndices e Respostas dos Exercícios disponíveis para download no endereço www.cerne-tec.com.br.