Programador de baixo custo para os microcontroladores 8051/8751

239446

Afonso H. Costa e Silva (*) Fábio F. da C. Campos (**) Hugo Guerra de Vasconcelos (***)

RESUMO

Ainda que a obtenção de softwares para a assemblagem e/ou simulação de programas para os microcontroladores 8051/8751 seja razoavelmente fácil, um gravador para tais microcontroladores apresenta um custo relativamente alto, justificando o projeto e implementação deste dispositivo.

O presente artigo descreve um programador de baixo custo, que apresenta as facilidades de conexão a um microcomputador IBM-PC compatível, e importação de arquivos num formato usualmente fornecido pelos programas de assemblagem.

^(*) Eng. Afonso H. Costa e Silva é mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica, na área de Instrumentação, no Departamento de Eletrônica e Sistemas da Universidade Federal de Pernambuco (DES-UFPE).

^(**) **Prof. Fábio F. da C. Campos** é professor do Curso de Eletrotécnica, na área de Eletrônica Industrial, na Escola Técnica Federal de Pernambuco (ETFPE) e mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Eletrônica, na área de Instrumentação, no Departamento de Eletrônica e Sistemas da Universidade Federal de Pernambuco (DES-UFPE).

^(***) Prof. Hugo Guerra de Vasconcelos è Docteur Îngénieur em Engenharia Eletrônica pela ENSEEIHT (Universidade de Toulouse), Pesquisador e Professor Adjunto dos Cursos de Graduação e Mestrado em Engenharia Eletrônica, na área de Eletrônica Aplicada (ênfase em Instrumentação), no Departamento de Eletrônica e Sistemas da Universidade Federal de Pernambuco (DES-UFPE).

1. INTRODUÇÃO

Pacotes de softwares para a assemblagem e/ou simulação de código (programas) para os microcontroladores 8051/8751 são bastantes difundidos, e de fácil obtenção tanto através de compra, quanto através das BBS (clubes de software que fornecem, via modem, softwares de maneira legal – "shareware", "public domain", etc – a um custo nulo, ou praticamente nulo).

Tais pacotes valem-se de um microcomputador, usualmente um IBM-PC compatível, para a geração de código e/ou simulação, tendo como saída, arquivos que contêm o código a ser gravado nos microcomputadores.

Entre esses softwares, pode-se citar:

- "Pacote" AVOCET para a família 8X51 (da "Avocet Systems Inc."), o qual inclui o simulador (o "AVSIM51" e programas auxiliares) e os programas para a assemblagem completa do código (o "AVMAC51" para a assemblagem propriamente dita, o "AVLINK" para a "linkagem", e o "HEXFORM" para converter arquivos do formato ".HEX" para ".BIN").
- "MCS-51 Macro Assembler" da Intel Corporation.
- "8051 Cross Assembler" da MetaLink Corporation.

Uma vez assemblado o código, chegase a etapa de gravar tal código no microcontrolador, no caso do 8051, em sua PROM interna; e no caso do 8751, em sua EPROM interna. Existem gravadores comerciais que dispõem de suporte para esta família de microcontroladores (principalmente os gravadores mais modernos), mas seu custo é razoavelmente alto, pelo menos para os gravadores nacionais, o que motivou este trabalho.

O gravador que será descrito neste artigo, constitui-se um dispositivo de baixo custo, capaz de interfacear-se a um micro IBM-PC compatível, do qual receberá o arquivo de código a ser gravado no microcontrolador, bem como os comandos de operação. Em contrapartida, fornecerá ao micro eventuais condições de erro obtidas no decorrer das operações, e as condições de status ("microcontrolador já gravado", "término de operação", etc.)

Adicionalmente, o programador também pode ler o conteúdo do microcontrolador, permitindo operações como a conferência de uma gravação previamente realizada, ou a leitura do programa armazenado no microcontrolador e sua gravação em um arquivo em disco do IBM-PC compatível.

2. O PROJETO

O hardware do programador possui como base um microcontrolador 8748, que gerencia todas as funções do gravador, e comunica-se com o PC compatível através de uma interface serial padrão RS232-C, conforme pode ser observado na Figura (1).

O 8748 implementa as seguintes funções:

- receber um dos seguintes comandos do PC compatível:
 - Ler a EPROM do 8751;
 - Gravar dados na EPROM do 8751:
 - Gravar o Bit de Proteção do 8751.

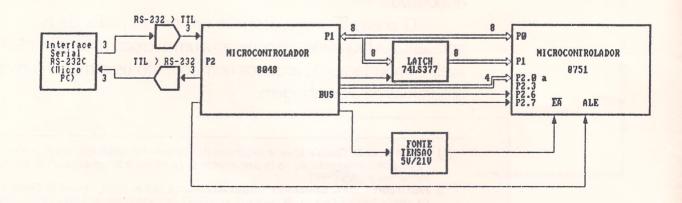


FIG. 1 – Diagrama em blocos, simplificado, do Programador.

- executar o comando recebido, indicando ao PC compatível alguma eventual condição de erro;
- receber, serialmente, dados do PC compatível;
- enviar, serialmente, dados ao PC compatível;
 - · aguardar novo comando.

A implementação destas funções permitem ao usuário do PC compatível a realização das seguintes operações:

 Ler a EPROM (PROM) do 8751 (8051)
e armazenar o seu conteúdo num arquivo em disco, no PC;

 Verificar se a EPROM (PROM) do 8751 (8051) está apagada, podendo então ser gravada;

• Gravar a EPROM (PROM) do 8751 (8051);

 Conferir Programação previamente gravada no 8751/8051;

 Gravar Bit de Proteção do 8751/ 8051;

 Identificar alguma eventual sinalização de erro e informar ao usuário;

· Finalizar.

A opção pela comunicação entre o programador e o PC compatível através da interface serial deve-se a facilidade de instalação e portabilidade que a mesma proporciona ao dispositivo. Pois com a utilização da comunicação serial o programador não ocupa um "slot" do PC, não é necessária a abertura do gabinete do PC para a instalação do mesmo, e facilmente pode-se adaptá-lo para operar com um microcomputador de família diferente da dos "IBM-PC's compatíveis", contanto que o micro "hospedeiro" possua interface serial RS-232C, bastando

para isso adaptar o software do micro. Em contrapartida, em algumas funções obtevese uma operação mais lenta do que seria conseguido se a interface entre o programador e o PC compatível fosse realizada através do barramento do micro.

3. IMPLEMENTAÇÃO

3.1. Hardware do Programador

3.1.1. Etapa de Interfaceamento do Programador com o Micro IBM-PC Compatível

A Figura (2) mostra o diagrama esquemático da etapa de interfaceamento entre o programador e o PC compatível.

Como pode-se observar, não foi acrescido nenhum hardware ao PC, sendo a conexão entre o programador e o micro realizada através do conector da porta serial Nº 1 do PC¹.

Além do conector e do cabo, o hardware de interfaceamento limita-se a dois Cl's conversores de nível, de RS-232C para TTL (Cl-1489) e vice-versa (Cl-1488), sendo esta simplificação de hardware proporcionada pela utilização do 8748, o qual implementa toda a parte do protocolo de comunicação e a serialização/paralelização dos dados enviados/recebidos.

Foram utilizados 8 pinos da interface RS-232C (o pino 1 é utilizado apenas para efeito de blindagem), os quais são listados a se guir, com a denominação padrão, RS-232C:

Pino 1 – Terra do PC (chassis); Pino 2 – TxD – Transmissão do PC;

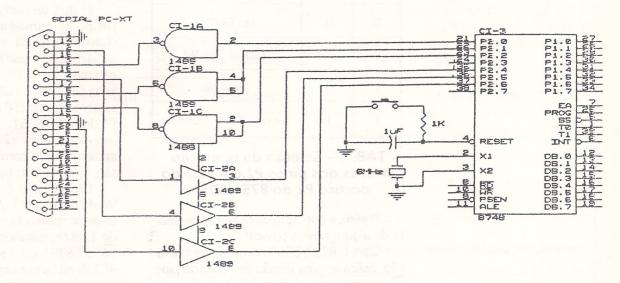


FIG. 2 – Diagrama esquemático da etapa de interfaceamento entre o programador e o micro PC compatível.

⁽¹⁾ A conexão a outra das interfaces seriais do PC pode facilmente ser implementada, bastando simples alteração no software do PC.

Pino 3 - RxD - Recepção do PC;

Pino 4 - RTS - Request To Send;

Pino 5 - CTS - Clear To Send;

Pino 6 – DSR – Data Set Ready;

Pino 7 - Terra do Sinal;

Pino 20 - DTR - Data Terminal Ready.

O pino 1 é conectado internamente à blindagem do PC, devendo ser conectado à blindagem do programador (caixa metálica, por exemplo).

O pino 2 é o pino pelo qual o PC transmite os bytes a serem gravados na EPROM do 8751, enquanto que o pino 3 é aquele pelo qual o 8048 envia os bytes lidos da EPROM do 8751 para o PC.

Os pinos 4, 5, 6 e 20 são utilizados para estabelecer o protocolo de comunicação entre PC e o microcontrolador 8048.

O pino 7 é o terra de sinal do PC, devendo ser conectado ao terra de sinal do programador.

3.1.2. Etapa de Leitura / Gravação do 8751 / 8051:

Para realizar-se uma operação de leitura ou gravação no 8751/8051, coloca-se o endereço do byte a ser lido ou gravado no pórtico P1 e nos pinos P2.0 a P2.3 do pórtico P2, e o byte a ser lido ou gravado, no pórtico P0

A seleção entre as operações de leitura, gravação, ou gravação do bit de proteção (que será explicada adiante), é realizada pelos pinos P2.6 e P2.7 do pórtico P2 do 8751/8051, sendo esta codificação mostrada na Tabela (1).

P2.6	P2.7	Função
0	0	Ler EPROM
0	1	Gravar EPROM
1	0	Inválida
1	1	Gravar Bit de Proteção

TAB. 1 – Seleção da operação através dos pinos P2.6 e P2.7 do pórtico P2 do 8751/8051.

Porém, a operação de gravação necessita de alguns outros passos:

Com o 8751/8051 no modo de gravação, aplica-se uma tensão de +21V no pino EA, e, uma vez o endereço e o byte de dado a ser gravado aplicados no 8751 (da forma anteriormente explicada), aplica-se um pulso negativo, ou seja, um pulso de 0V, de 50ms de duração ao pino ALE do 8751/8051.

Para satisfazer à temporização do 8751/8051, deve haver um intervalo de 10µs para a estabilização do endereço e do dado a ser gravado antes e após o pulso no pino ALE.

o bit de proteção é uma facilidade introduzida pelo fabricante nos 8751H/8051H, e tem a finalidade de, uma vez gravado, impedir a leitura dos dados gravados na EPROM/PROM interna do 8751/8051, devendo ser gravado apenas após a gravação do código na EPROM/PROM interna.

O bit de proteção é gravado colocandose P2.6 e P2.7 em nível lógico 1, aplicandose +21V, ao pino EA, e aplicando-se um pulso negativo de 50ms de duração ao pino ALE.

A Figura (3) mostra o hardware da etapa de leitura/gravação do 8751/8051.

Conforme mostra a Figura (3), os bytes a serem gravados ou lidos na EPROM/PROM do 8751/8051 são aplicados pelo pórtico P1 (pinos 27 a 34) do microcontrolador 8748. Foram acrescentados resistores de pull-up porque o pórtico P0 do 8751/8051 é do tipo dreno aberto.

Oito dos bits (LSB) do endereço do byte a ser lido ou gravado são aplicados ao pórtico P1 do 8751, pelo pórtico P1 do 8748, e retidos através de um latch do tipo 74377, sendo os quatro bits restantes, do endereço, aplicados ao pórtico P2 por quatro linhas (pinos 12 a 15) vindas do BUS de dados do 8748.

As linhas de seleção do modo de operação do 8751/8051 (linhas P2.6 e P2.7 do pórtico P2 do 8751/8051), são comandadas, também, pelo BUS de dados do 8748, através de suas linhas DB.4 e DB.5 (pinos 16 e 17 do 8748).

O BUS de dados, através de sua linha DB.6, é também responsável pelo chaveamento da tensão do pino EA do 8751/8051, a qual no modo de programação deve ser +21V; e ainda, através de sua linha DB.7, pelo pulso de clock do latch de sustentação do LSB do endereço no pórtico P1 do 8751/8051.

A fonte de +21V, para gravação, foi implementada com um regulador de tensão, ajustável, do tipo LM317T.

Uma tensão de 1.25V entre os pinos Voute Adj do LM317 determina uma corrente de aproximadamente 10mA no resistor de 120Ω resultando numa tensão no pino \overline{EA} do 8751 de +5V quando o transistor BC238 está saturado, e de +20.7V quando o transistor está cortado. O capacitor de $2\eta F$ evita um pico de tensão no pino \overline{EA} quando o transistor chaveia da saturação para o corte, suavizando a forma de onda do sinal.

O pulso negativo de 50ms no pino ALE do 8751/8051, necessário para a gravação,

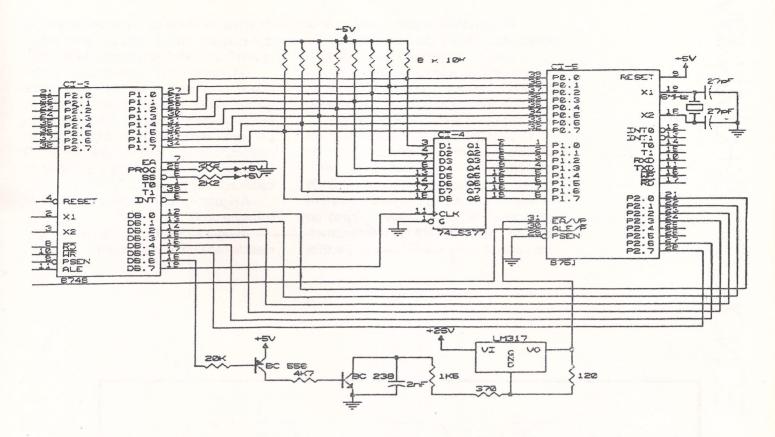


FIG. 3 – Hardware da etapa de leitura / gravação do 8751/8051.

é fornecido pelo 8048 através do pino P2.7 de seu pórtico P2.

3.2. Software

Foram desenvolvidos um software para o PC compatível, e um para o 8748. Uma função essencial deles é a implementação do protocolo de comunicação entre o programador e o PC compatível. Tal protocolo, pode ser observado na Tabela (2).

O software para o programador foi escrito em linguagem Assembler do microcontrolador 8048, e possui as funções básicas de comandar o hardware da interface

e fazer a comunicação serial com o PC.

Com um clock externo de 6MHz, o ciclo de máquina do 8748 é de 2,5µs, podendo cada instrução gastar 1 ou 2 ciclos. Estas características do 8748 permitiram chegar a uma taxa de transmissão/recepção de 19.200 Bauds para a comunicação serial com o PC.

O software para o PC compatível foi desenvolvido em Pascal, e possui as seguintes funções básicas (além da implementação do protocolo de comunicação):

• Inicializar a interface serial do PC (definindo a Baudrate de transmissão/recepção, o número de stop bits e o comprimento em bits da palavra);

RTS	DTR	COMANDO	OBSERVAÇÕES
0	0	Gravar EPROM	CTS = 1 pausa a transmissão do PC para o 8048
0	1	Gravar Bit de Proteção	CTS = 1 indica o reconhecimento do comando e pausa o PC
1	0	Ler EPROM	DTR = 1 pausa a transmissão do 8048 para o PC
1	1	Estado Inativo	Em todos os casos DSR = 1 indica erro de operação

TAB. 2 – Protocolo de comunicação entre o PC compatível e o programador.

TECNOLOGIA & HUMANISMO

**

**

**

**

**

**

**

米米

• Fazer a interface com o usuário, através do menu de seleção de operação;

• Executar a operação selecionada, fazendo a comunicação com o 8048, lendo ou gravando arquivos, conferindo bytes e reportando ao usuário o status do comando executado, indicando condições de erro.

O software do PC compatível importa arquivos no formato ".BIN" (no caso de leitura do 8751/8051, os dados são guardados, em disco, também neste formato). Os softwares de assemblagem via de regra têm uma opção de gerar arquivos objeto no formato ".HEX", o qual é facilmente convertido para o formato ".BIN", alguns pacotes

de software fornecem inclusive programas que realizam esta conversão (como o programa "HEXFORM" do pacote da AVOCET).

O formato ".BIN" é utilizado por simplicidade, uma vez que o mesmo é uma imagem direta do que deverá ser gravado (o primeiro byte do arquivo ".BIN" deve ser o primeiro byte da EPROM/PROM do microcontrolador, e assim por diante). O formato ". HEX" nada mais é que uma codificação de tais dados.

A Figura (4) mostra a tela de abertura do software do PC compatível.

As Figuras (5) e (6) mostram os fluxogramas de cada um dos softwares.

**

**

**

**

**

**

**

Gravador da EPROM do 8751

Afonso H. Costa e Silva - Fabio Campos - Hugo G. de Vasconcelos

Laboratorio de Eletronica Aplicada - DES - UFPE

1- Ler EPROM

2- Verificar EPROM

3- Gravar EPROM

4- Conferir Programacao

5- Gravar Bit de Protecao

6- Finalizar

FIG. 4 - Tela de abertura do software do PC compatível.

5

FIM

FIG. 5 – Fluxograma simplificado do software do programador.

S

FIM

FIG. 6 – Fluxograma simplificado do software do micro IBM-PC compatível.