

CAPÍTULO XI

PLACA DE TESTES

11.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo descreve-se o projeto e a operação da Placa de Testes. No capítulo XII estão os detalhes do software que gerencia esta placa. A finalidade da placa é permitir flexibilidade no ensino de microcontroladores. O esquema possibilita a utilização de um computador para assemblear e linkar os programas e depois enviá-los por porta serial à Placa de Testes para que sejam executados.

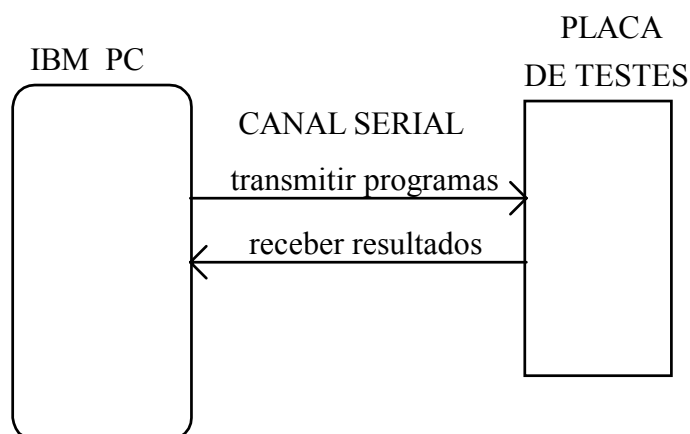


Figura 11.1. Conexão da Placa de Testes com o IBM PC.

O mais usual quando se trabalha em ensino de microcontroladores é montar uma pequena placa onde são montados o microcontrolador, chaves para se interagir, leds para sinalizar alguns resultados e uma memória EPROM onde se gravam os programas. Isto tem uma séria desvantagem: apagar e gravar a EPROM cada vez que se muda o programa. Para cada correção que se faz, repete-se o processo de apagar e gravar. Além de ser um processo lento, significa que se deve ter disponibilidade de um gravador de EPROM.

Com a Placa de Testes não se pretende utilizar a EPROM pois os programas serão transmitidos através da porta serial do PC, escritos na memória de programa do 8031 e executados. A velocidade aumenta bastante pois os erros podem ser rapidamente corrigidos no PC e em seguida transmitidos para a placa.

A placa tem dois modos de operação:

- modo Boot Serial
- modo Execução

Para o funcionamento correto existem duas memórias: uma EPROM e uma RAM estática (SRAM). Quando a placa está em modo Boot Serial, a EPROM trabalha como memória de programa e a memória estática trabalha como memória de dados. Na EPROM está um programa muito simples que tem como função receber o programa que chega pela porta serial e escrevê-lo na RAM estática. Ao terminar a transmissão do programa, o usuário põe a placa em modo Execução e com isto a RAM estática, que era memória de dados, se transforma em memória de programa e a EPROM é desabilitada; com isto o programa recém transmitido é executado. Se for preciso transmitir um novo programa, simplesmente basta colocar a placa em modo Boot Serial e transmitir o novo programa. Há um programa escrito em C (TAR_PRU.C) que ajuda na comunicação com a Placa de Testes.

Para que o circuito seja completo foram colocados recursos para gravar e ler os membros da família MCS-51 que têm EPROM interna: 8751H, 8751BH, 87C51, 87C51FA, 8752BH e outros modelos. Há recursos para gravação usando o modo standard (pulsos de 50 ms) como também usando o modo "quick pulse programming" (pulsos de 100 μ s).

A seguir há uma descrição detalhada de cada item da placa de testes. Os esquemas estão no final deste capítulo e têm os nomes:

- esquema da CPU (cpu.sht)
- esquema da MEMÓRIA (memo.sht)
- esquema da SERIAL (serial.sht)
- esquema do GRAVADOR (grav.sht)

A seguir são apresentados os quatro esquemas:









11.2. ESQUEMA DA CPU (CPU.SHT)

Este esquema é o de maior hierarquia. Aqui está a CPU e também os blocos que representam os demais esquemas: MEMÓRIAS, INTERF-SERIAL e GRAVADOR. A seguir há uma descrição completa de todos os itens que compõem esta placa.

O **CRISTAL** utilizado é de 3,575611 MHz e basta conectá-lo aos pinos (X1 e X2) do oscilador da CPU. Utilizou-se este cristal porque já estava disponível e também porque esta frequência permite que a porta serial opere a 9600 bauds com boa precisão. Este cristal é muito comum no Brasil pois é utilizado em todas as televisões para gerar a frequência da portadora de cor do sistema PAL-M. Um cristal muito comum no Equador é o de 3,58 MHz, que é a frequência da portadora de cor do sistema NTSC e que também pode ser utilizado na Placa de Testes. Um cristal ideal para a geração de um baud rate preciso é um de 3,6864 MHz; um cristal de 11,0592 também é interessante pois permite um baud rate preciso além de permitir um clock maior para a CPU. Os dois capacitores C2 e C3 estão colocados por recomendação do fabricante da CPU e o motivo da utilização é garantir que o cristal oscile na frequência apropriada durante a energização do circuito.

O circuito de **RESET** já foi estudado no capítulo III. Notar que o resistor R2 é de 47 K e que junto com o capacitor de 10 μ F, deve garantir um tempo mais que suficiente para o reset da CPU. O diodo D1 permite uma rápida descarga do capacitor C1 quando se desliga o circuito. Também é possível um reset manual através do pushbutton SW1 e o resistor R1 de 82 Ω é usado para impedir a descarga abrupta do capacitor C1. Deve-se tomar cuidado com os resistores R1 e R2 pois quando o pushbutton SW1 é acionado (para provocar reset) esses dois resistores formam um divisor resistivo que define o valor da tensão na entrada do Schimit Trigger 74LS14. Se R1 não for muito pequeno quando comparado com R2, a tensão na entrada do 74LS14 poderá ser interpretada como "1 lógico" e a CPU não será resetada. Neste circuito, quando se aciona SW1 a tensão do divisor é de: $(5 \cdot 82) / (47000 + 82) = 9 \text{ mV}$ (muito próxima de zero). A figura 11.2 ilustra o circuito de reset e os dispositivos conectados a este sinal. Nesta figura pode-se ver o LED6 (led quadrado de cor amarela) que indica quando o reset manual está acionado; um inversor (74LS14) foi usado para que o led se acenda quando a chave for pressionada.

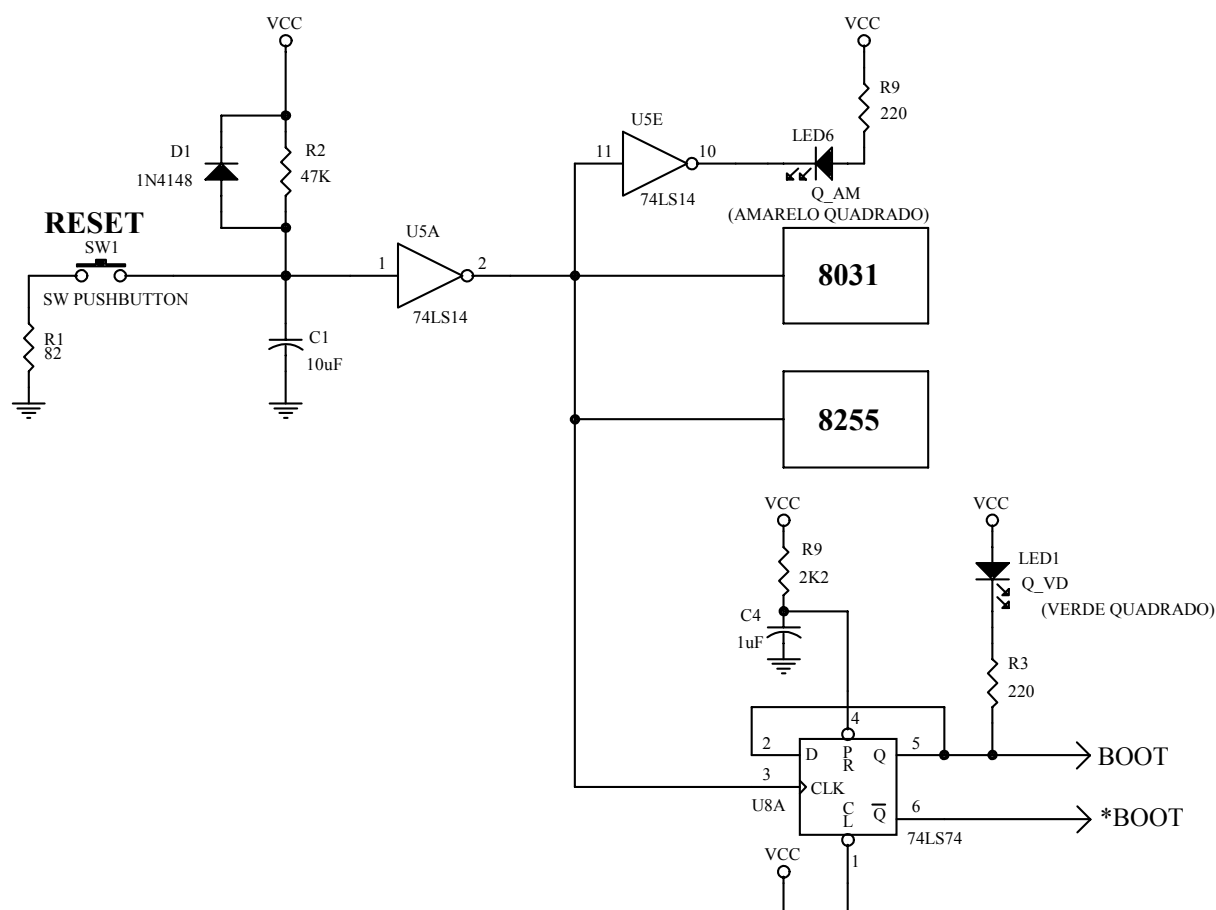


Figura 11.2. Esquema do circuito de "power on" reset.

Na figura 11.2 também se pode notar que o sinal de reset é utilizado pelo 8031 e pelo 8255. Além disto, este sinal também aciona um flip flop tipo D que está conectado em modo "toggled", ou seja, a cada reset o flip flop muda de estado. Este circuito será explicado quando for abordado o item do boot serial.

Existem **TRÊS LEDS SINALIZADORES** (LED2, LED3 e LED4) que servem de saída aos programas dos usuários. Estes leds são acionados por 3 bits da porta P1 (P1.0, P1.1 e P1.2). Para evitar a conexão dos leds diretamente aos pinos da CPU (na verdade não há grandes problemas nisto) e também para que se acendam quando se escrever 1 nos bits da porta P1, foram usados inversores 74LS14 (que estavam sobrando). A figura 11.3 ilustra em detalhes a conexão dos leds com os bits da porta P1.

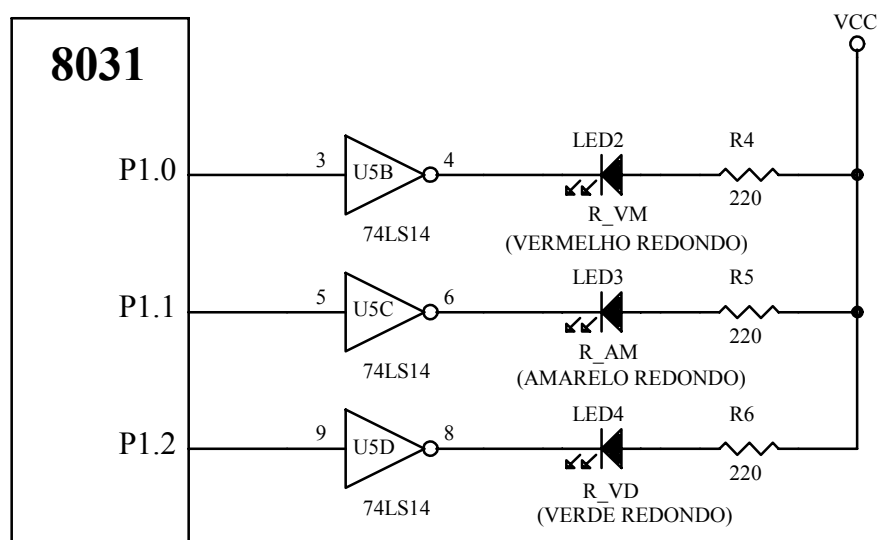


Figura 11.3. Conexão dos leds de sinalização.

Os **DOIS PUSHBUTTONS** (SW2 e SW3) permitem que os usuários interajam com a CPU. Pode-se escrever programas que respondam ao acionamento desses pushbuttons. Notar que os pushbuttons não possuem resistores de "pull up" porque aproveitam o pull up interno que há na porta P1. Para que se possa ler o estado do pushbutton SW2 é necessário programar 1 no bit P1.3, enquanto que para trabalhar com o pushbutton SW3 é necessário programar 1 em *INT1(P3.3) e em T1(P3.5). Quando a chave está aberta, lê-se 1 e quando acionada, é lido 0. Deve-se notar que não há nenhum recurso por hardware para reduzir o bouncing. O pushbutton SW3 pode provocar interrupções e também acionar a entrada do contador/temporizador 1. A figura 11.4 ilustra as conexões dos pushbuttons com a CPU.

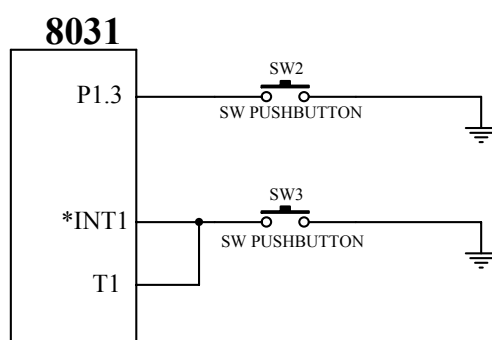


Figura 11.4. Conexão dos pushbuttons com a CPU.

A CHAVE PASSO A PASSO (SW4) está conectada através de um inversor à entrada de interrupção 0. Há um led quadrado de cor vermelha que se acende quando a chave está aberta. Quando a chave está fechada, na saída do inversor há um nível alto e com isto não se ativa a interrupção, mas quando a chave está aberta (LED5 aceso) a saída do inversor vai para um nível baixo, acionando a interrupção 0. Esta interrupção 0 (ou qualquer outra interrupção) pode ser

aproveitada para controlar a execução de programa no modo passo a passo. A figura 11.5 ilustra a conexão da chave passo a passo.

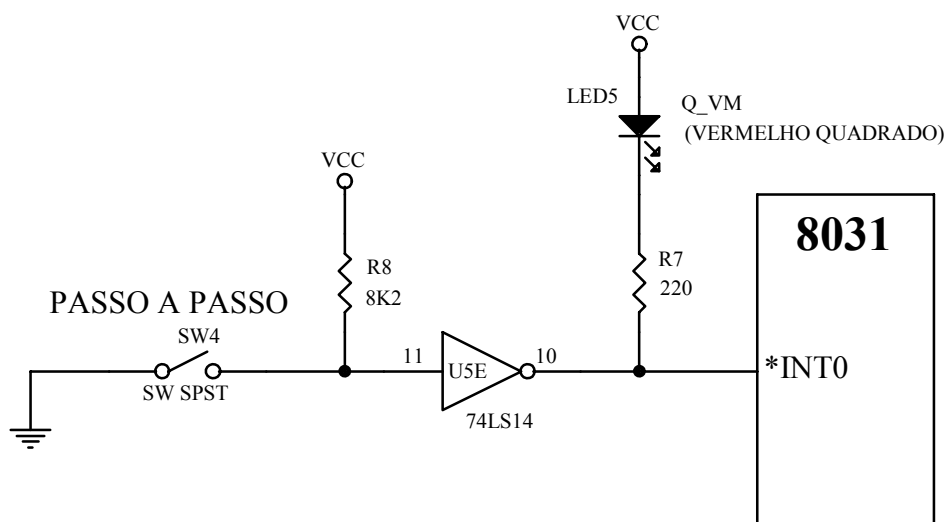


Figura 11.5. Chave para o modo passo a passo.

Como último item do esquema da CPU está a demultiplexação do barramento de endereços. Esta tarefa é realizada por um 74LS373, que congela em sua saída os endereços que estavam presentes na entrada quando ALE fez a transição de alto para baixo (\downarrow). O barramento de endereços é totalmente demultiplexado e entregue aos demais dispositivos, enquanto o barramento de dados é multiplexado. Desde que os dispositivos leiam ou escrevam dados no momento correto, não há nenhum problema em usar o barramento de dados multiplexado (deve-se tomar cuidado com a carga que este barramento pode suportar).

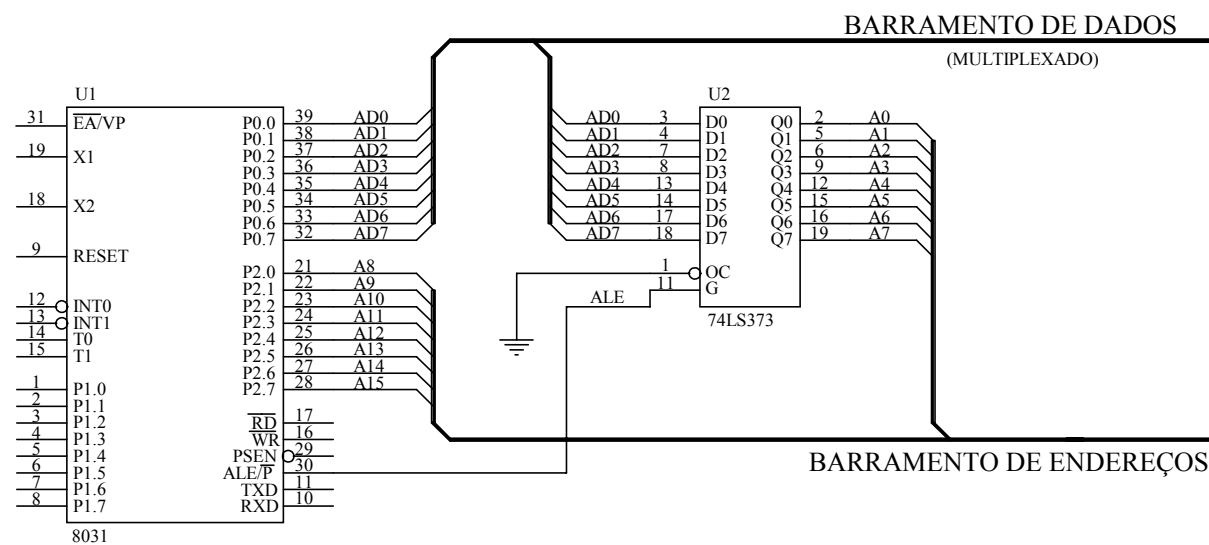


Figura 11.6. Separação dos barramentos de endereços e de dados.

11.3. ESQUEMA DA MEMÓRIA

Para a memória da placa foi utilizada uma EPROM (2732) e uma memória estática (SRAM-6116). A primeira idéia é que a EPROM trabalhe como memória de programa (*PSEN) e a SRAM trabalhe como memória de dados (*RD e *WR). Isto significaria gravar os programas na EPROM e, a cada novo programa, seria necessário apagar e regravar a EPROM. Para evitar este trabalho, há dois modos em que a placa pode operar:

- **MODO BOOT** → A EPROM funciona como memória de programa e a SRAM como memória de dados. Na EPROM está um programa muito simples que recebe dados pela porta serial e os escreve na SRAM (envia-se o programa pela porta serial).
- **MODO EXECUÇÃO** → a EPROM é desabilitada e a SRAM trabalha como memória de programa, executando o programa recém transmitido.

A especificação do modo de operação é controlada por um flip-flop (U8A) conectado em modo toggled. A cada acionamento do RESET este flip-flop muda de um modo para outro. A operação é simples:

1. Coloca-se a placa em modo BOOT (aciona-se o RESET até que o led verde quadrado esteja aceso). Com isto a EPROM será a memória de programa e a SRAM será a memória de dados.
2. Transmite-se o programa a ser executado pela porta serial. O programa da EPROM é responsável por receber o que chega pela porta serial (o programa em formato INTEL.HEX) e escrever na SRAM.
3. Aciona-se o RESET e com isto o flip-flop U8A muda de estado, ou seja, a placa é colocada em modo EXECUÇÃO. Neste modo a EPROM é desabilitada e a SRAM é tomada como memória de programa, executando o que aí está escrito.
4. Se for necessário enviar um novo programa, basta acionar o RESET e a placa vai novamente para o modo BOOT.

A tabela da figura 11.7 ilustra o comportamento das memórias segundo o sinal de BOOT.

BOOT	EPROM	SRAM
0	*PSEN	*RD e *WR
1	X	*PSEN

Figura 11.7. O sinal BOOT controlando a EPROM e a SRAM.

Na figura 11.9 estão as memórias, o circuito responsável por torná-las memória de programa ou dados (U6A, U6B, U6C, U7A) e o flip-flop de BOOT acionado pelo sinal de RESET. A EPROM somente estará operante quando BOOT=1 (*BOOT=0) porque este sinal vai diretamente

para o *CE deste CI; se BOOT=0 a EPROM está desabilitada. Quando BOOT=1, a entrada *WE da SRAM é acionada pelo sinal de *WR e a entrada *OE é acionada por *RD; quando BOOT=0, a entrada *WE está em 1 (não há como escrever) e a entrada *OE é acionada por *PSEN, ou seja, trabalha como memória de programa. Notar que no flip-flop há um circuito (R9 e C4) que garante o preset, ou seja, que sempre se inicie em 1 (BOOT=1, pronto para receber um programa). O fato de existir este circuito de preset necessitou que se aumentasse o tempo do RESET da CPU pois a CPU só deve funcionar depois que o sinal BOOT esteja totalmente estabilizado.

A tabela da figura 11.8 ilustra como está o pino *CE da EPROM e os pinos *WE e *OE da SRAM.

BOOT	EPROM	SRAM	
	*CE	*WE	*OE
0	*PSEN	*WR	*RD
1	1	1	*PSEN

Figura 11.8. BOOT controlando os pinos de leitura e escrita da SRAM e da EPROM.

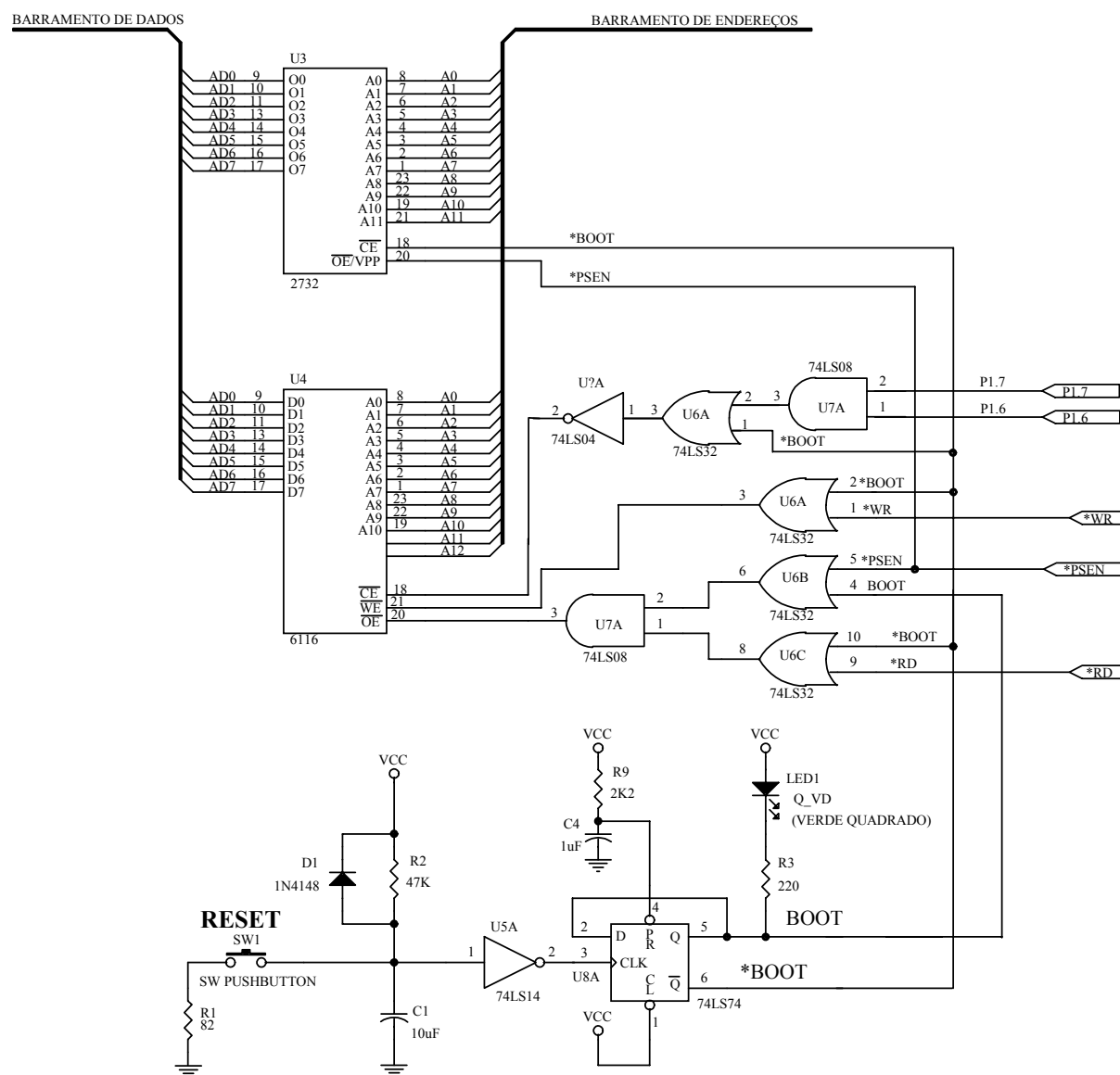


Figura 11.9. Circuito de memória controlado pelo sinal BOOT.

11.4. ESQUEMA DA SERIAL

O microcontrolador 8031 oferece uma porta serial bidirecional que será utilizada para enviar os programas que serão executados pela placa de testes. Pelo pino TXD a CPU transmite os dados e pelo pino RXD os dados são recebidos. O conector serial de 9 pinos dos PCs transmite pelo pino 2 (PC_RX) e recebe pelo pino 3 (PC_TX). A solução parece ser simples pois bastaria conectar as entradas com as saídas. O problema é que no conector serial dos PCs os sinais estão com os níveis de tensão do padrão RS 232 (+/- 12 V) e nos pinos da CPU têm-se níveis TTL. Os conversores RS 232/TTL necessitam de fontes de alimentação de +12 V e -12 V; os mais consagrados são: 1488 e 1489.

Pareceria que para poder operar com a porta serial conectada ao PC deveríamos ligar a Placa de Testes a duas fontes extras (+12 V e -12 V). Mas com isto a placa se tornaria grande porque seriam necessários dois transformadores extras. Mas o que se busca é uma placa simples que permita receber programas do PC e não uma porta serial perfeita.

Converter para TTL os sinais RS 232 gerados por um PC é fácil com a utilização de um transistor. A figura 11.10 ilustra um circuito que converte RS 232 em TTL. Se a entrada PC_TX está em +12 V, o transistor se satura e a saída RXD vai a zero; por outro lado, se a entrada PC_TX está em -12 V, o transistor estará cortado e, devido ao resistor de pull up (R14), a saída vai para VCC. O diodo D12 aumenta a velocidade de transistor quando este faz a transição da saturação para o corte.

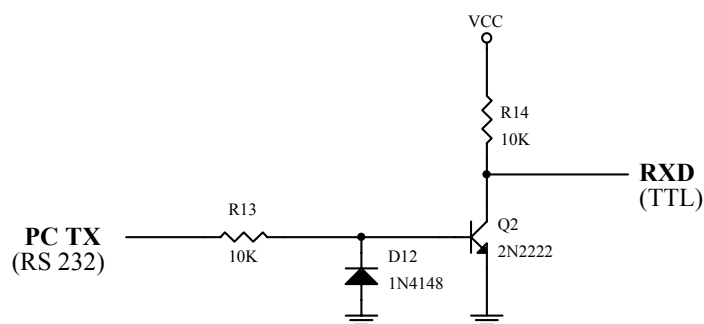


Figura 4.10. Conversor de RS 232 para TTL.

Há algumas tolerâncias na porta serial do PC, as quais poderão ser aproveitadas para simplificar o conversor TTL/RS 232. O primeiro tópico é que a porta serial do PC interpreta como tensão positiva qualquer valor entre +3 V e +12 V. Com isto, podemos utilizar os +5 V da placa em substituição à fonte de +12 V. O mesmo é válido para as tensões negativas, ou seja, a porta serial do PC interpreta como tensão negativa qualquer valor entre -12 V e -3 V. A figura 4.8 ilustra estas faixas de tensão.

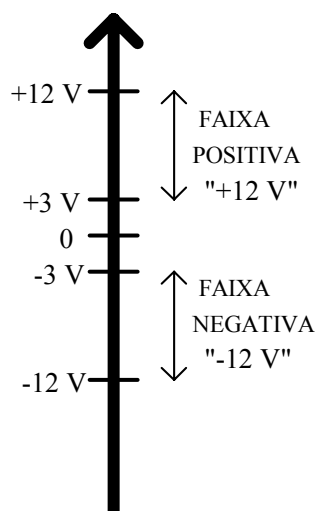


Figura 11.10. Faixas de tensão toleradas pela porta serial do PC.

Se houvesse uma fonte de -12 V disponível a conversão de TTL para RS 232 seria muito simples. A figura 11.11 ilustra o emprego de um transistor para converter os níveis. Quando o sinal TXD do 8031 está em 1, o transistor estará cortado e a saída PC_RX vai para -12 V; quando o sinal TXD está em zero, o transistor se satura e a saída PC_RX vai para +5 V.

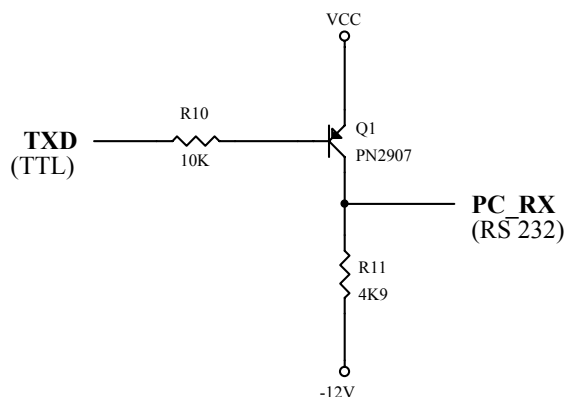


Figura 11.11. Circuito para converter níveis TTL para níveis RS 232.

O problema agora é: onde conseguir uma fonte de -12 V ? Há um truque que se pode usar: uma saída RS 232 quando inativa está com uma tensão negativa (usualmente -12 V), ou seja, o sinal PC_TX quando não usado estará apresentando uma tensão de -12 V. Esta mesma saída, quando começa a transmitir apresenta pulsos de +12 V e de -12 V. Se for usado um circuito capaz de separar as tensões negativas, será obtida uma fonte que pode substituir a fonte de -12 V. A figura 11.12 ilustra este circuito. Notar que o diodo D11 conectado a PC_TX separa as tensões negativas, que são armazenadas no capacitor C10. Quando há tensões positivas, esse diodo estará cortado. O diodo D10 está em paralelo com o capacitor para garantir que as tensões nunca cheguem a um valor positivo. Um circuito deste tipo consegue fornecer uma tensão próxima de -6 V, mas que é suficiente para que o conversor TTL/RS 232 funcione.

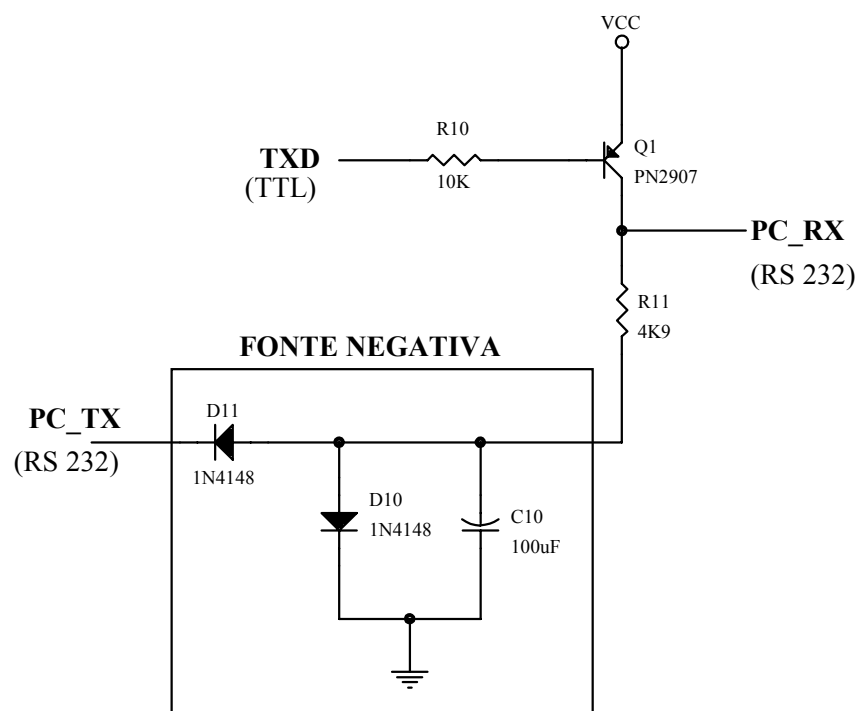


Figura 11.12. Conversor TTL/RS 232 com a fonte negativa.

Agora é possível fazer as conversões RS 232 e TTL que são necessárias para que a porta serial opere. Cabe lembrar que este conversor é muito limitado e que funciona apenas a distâncias pequenas. Deve-se testar quando for empregado a distâncias maiores e com velocidades mais altas. O esquema completo da interface serial (serial.sht) está no item 11.2.

Para complementar o presente texto, é apresentada na figura 11.13 uma tabela com as funções dos pinos para os conectores de 9 pinos e 25 pinos.

NOME	DIR.	25 PINOS	9 PINOS	DESCRIÇÃO
TD	→	2	3	Transmitir dados
RD	←	3	2	Receber dados
DSR	←	6	6	Conjunto de dados pronto
DTR	→	20	4	Terminal de dados pronto
RTS	→	4	7	Solicitação para enviar
CTS	←	5	8	Livre para enviar
DCD	←	8	1	Deteção de portadora
RI	←	22	9	Indicador de chamada
TERRA	—	7	5	Terra de sinal
TERRA P.	—	1	—	Terra de proteção

Figura 11.13. Descrição dos sinais dos conectores seriais.

Para economizar espaço na placa, usa-se um adaptador como fonte de alimentação. O adaptador é responsável por gerar uma tensão retificada, mas não regulada, na faixa de 7,5 a 10 V. O regulador da placa (LM7805) é responsável por gerar os 5 volts regulados. Normalmente os adaptadores são de má qualidade e geram uma tensão que depende da corrente; quanto mais corrente se necessita, menor é a tensão. Para evitar uma dissipação de potência muito grande sobre o regulador, recomenda-se testar com diversas tensões, iniciando por uma bem baixa como, por exemplo, 3V. Os capacitores C17 e C18 são usados para garantir a regulação.

Para a fonte de alimentação de 25 V, que é usada somente quando se grava a EPROM das CPUs, usa-se uma fonte externa que deve fornecer 25 V. O capacitor C19 é usado, por segurança, para garantir a regulação. Se for usada uma fonte boa, esse capacitor não será necessário. A figura 11.14 ilustra as duas fontes de alimentação.

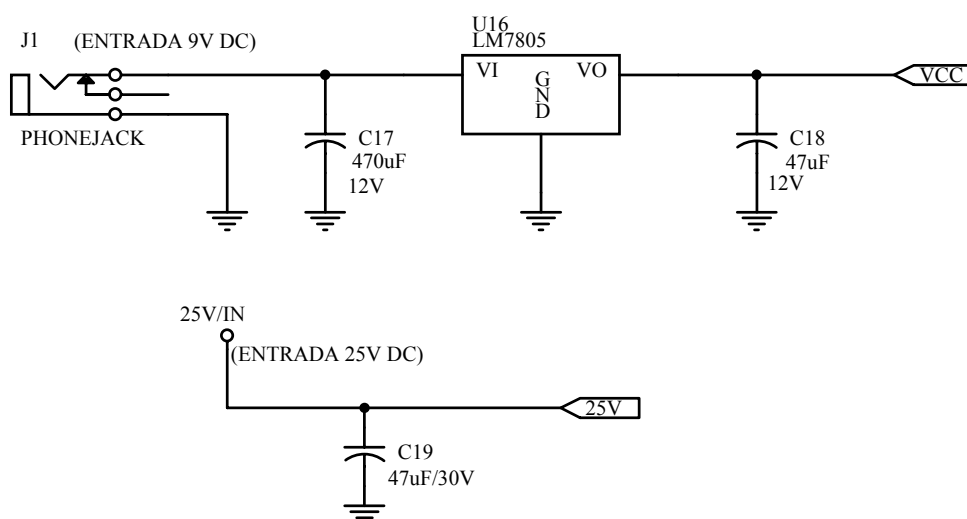


Figura 11.14. Fontes de alimentação de 5 V e 25 V.

11.5. ESQUEMA DO GRAVADOR

Para o gravador de EPROM se buscou um projeto que permitisse gravar todas as CPUs 8751 e 8752. Portanto, foi feita uma análise de que sinais seriam necessários para cada pino. A figura 11.15 apresenta uma tabela com todos os pinos e os sinais necessários. Por essa figura se pode concluir que o pino *EA/VPP é o mais difícil pois, de acordo com a CPU, deve fornecer 3 níveis de tensão: 21 / 12,75 / 5 V. Pelo pino ALE/*PROG enviam-se pulsos de 50 ms para a gravação standard ou pulsos de 100 μ s para a gravação usando "quick pulse programming".

			SOCKET ZERO FORCE					
8752BH	87C51 8751BH	8751H				8751H	87C51 8751BH	8752BH
A0	A0	A0	1	<div><div></div><div>0</div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div>				

P1 é um pulso de 50 milissegundos

P2 é um pulso de 100 microsegundos

Figura 11.15. Sinais necessários para gravar os diferentes tipos de microcontroladores com EPROM.

A parte mais difícil deste gravador é a geração das tensões de programação (5 V, 12,75 V e 21 V). Além disso, deve-se ter um controle digital sobre essas tensões. A solução é obtida com o uso do LM317 (regulador ajustável), que tem a capacidade de manejar tensões de 1,2 V até 37 V. A figura 11.16 ilustra o emprego deste CI.

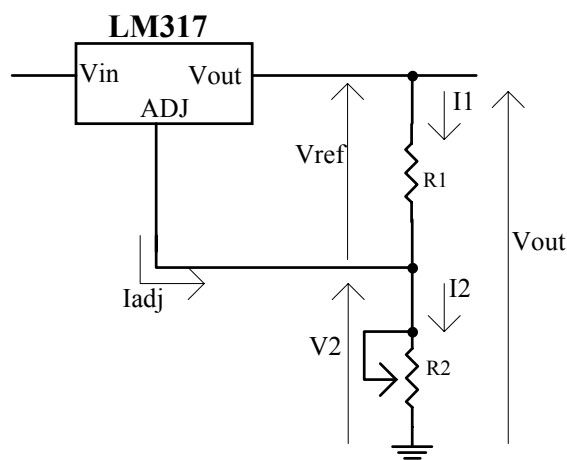


Figura 11.16. Uma sugestão de emprego do LM317.

Quando em operação, o LM317 apresenta uma tensão nominal de referência de 1,25 V entre a saída e o pino de ajuste. Essa tensão de referência é gerada através do resistor R1 e como a tensão é constante, a corrente I2 flui pelo resistor R2 gerando a tensão de saída Vout. A corrente Iadj representa um erro e o dispositivo está preparado para minimizá-la; esta corrente tem um valor típico de 100 µA. O equacionamento é muito simples e é feito a seguir:

$$V_{out} = V_{ref} + V_2$$

$$I_2 = I_1 + I_{adj} = \frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj}$$

$$V_2 = R_2 I_2 = R_2 \left(\frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj} \right)$$

$$V_{out} = V_{ref} + R_2 \left(\frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj} \right)$$

$$V_{out} = V_{ref} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + R_2 I_{adj}$$

O que se pretende é descobrir que valores de R2 se deve ter para as tensões de 5 V, 12,75 V e 21 V. O equacionamento a seguir apresenta uma expressão genérica para R2.

$$R_2 = \frac{V_{out} - V_{ref}}{\left(\frac{V_{ref}}{R_1} + I_{adj} \right)}$$

Quando são usados os valores típicos do fabricante (lista abaixo), tem-se:

$$(V_{ref}=1,25 \text{ V} \quad I_{adj} = 100 \text{ µA} \quad R_1 = 220 \text{ Ω})$$

$$R_2 = \frac{V_{out} - 1,25}{5,782} \text{ KΩ}$$

A tabela da figura 11.17 apresenta os valores de resistência necessários para gerar as tensões de interesse.

TENSÃO	R2
21 V	3,416 kΩ
12,75 V	1,989 KΩ
5 V	649 Ω

Figura 11.17. Valores de R2 para gerar as diversas tensões.

A maneira mais simples de gerar essas 3 tensões é conectar ao LM317 esses três valores de resistores e controlar seu caminho para terra com transistores. Pode-se usar buffers não inversores com coletor aberto. A figura 11.18 ilustra este circuito. Deve-se notar que o resistor responsável pelos 21 V está permanentemente conectado à terra, ou seja, quando se desabilita os dois transistores a saída vai a 21 V. É preciso saber os valores de resistores que, em paralelo com o resistor de R16, permitam gerar as outras tensões. Na verdade o calculo é simples.

Para 12 V: $[1/3416 + 1/R18 = 1/1989] \rightarrow R18 = 4,761 \text{ K}\Omega$.

Para 5 V : $[1/3416 + 1/R17 = 1/649] \rightarrow R17 = 800 \Omega$.

Para permitir um ajuste preciso das tensões usam-se potenciômetros para cada resistor. É claro que primeiro se ajusta o potenciômetro dos 21 V e em seguida os outros dois.

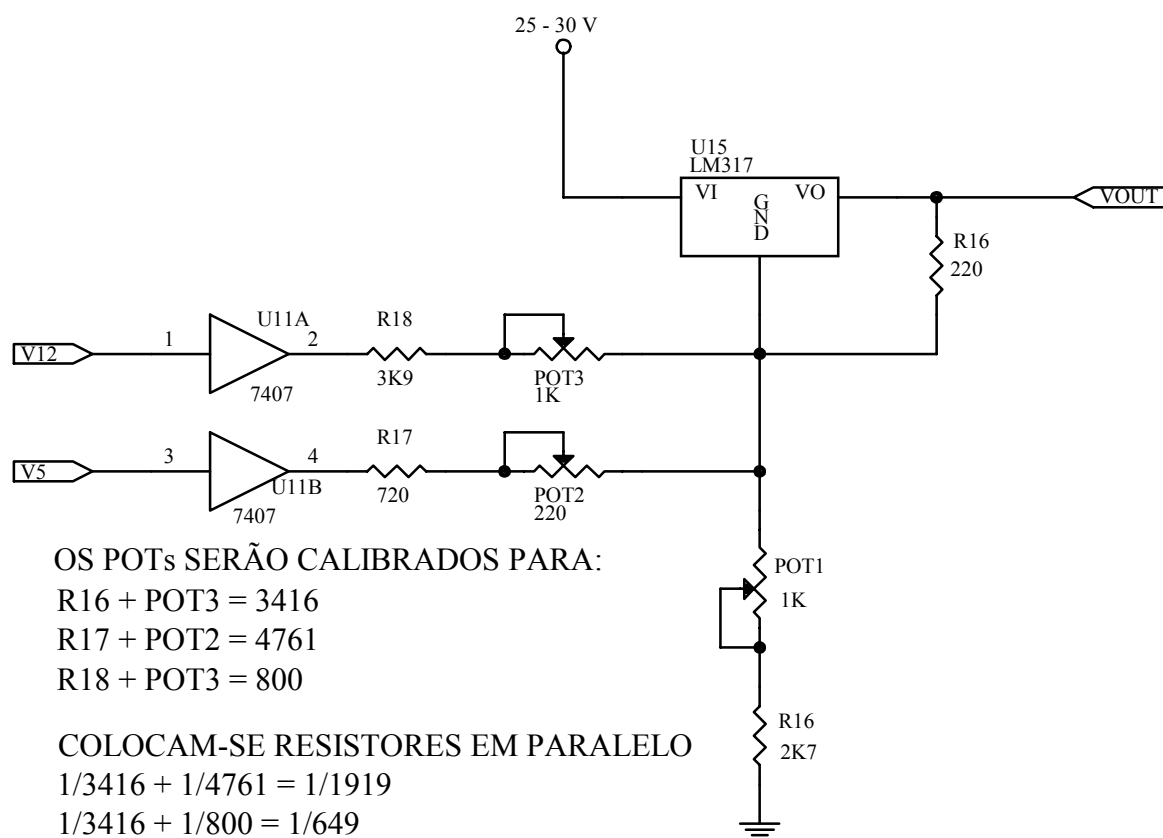


Figura 11.18. Geração das tensões de 21 V; 12,75 V e 5V.

No item 11.2 está o esquema completo do gravador de EPROM (GRAV.SHT). O 8255 é responsável pela conexão com os dados da EPROM, a geração dos endereços e alguns sinais de controle; o 8255 (PC7) vai também gerar o pulso de programação. O 74LS373, além de alguns sinais de controle, também controla o regulador LM317, gerando as diversas tensões. Como já foi estudado, a porta P0 não tem pull up interno e portanto tornam-se necessários os resistores de 10 K Ω para realizar o pull up externo. O bit P1.7, quando em zero, permite que se escreva no 8255 e o bit P1.6, quando em zero, permite que se escreva no 75LS373. Logo depois do RESET, P1.7 e P1.6 estarão em nível 1, quer dizer, os dois CIs (8255 e 373) estarão desabilitados. Nunca se deve operar com os dois CIs habilitados ao mesmo tempo pois uma escrita vai escrever nos dois simultaneamente.