

Delio Santos Lima

Circuitos sinclair

"INCLUITK90X"

Editora Campus

TÍTULOS DE INTERESSE CORRELATO

ARQUITETURA DE COMPUTADORES E HARDWARE

MICROPROCESSADORES/MICROCOMPUTADORES

Vol. 1 – Arquitetura – *A. J. Khambata*

Vol. 2 – Software e Sistemas – *A. J. Khambata*

APLICAÇÕES DE MICROPROCESSADORES – *J. A. Kuecken*

**INTRODUÇÃO À ARQUITETURA E ORGANIZAÇÃO DE
COMPUTADORES** – *H. Lorin*

CIRCUITOS INTEGRADOS CMOS – *R. Melen e H. Garland*

APLICAÇÃO DE MICROPROCESSADORES NA INDÚSTRIA – *NCC*

MICRO-MINICOMPUTADORES BRASILEIROS – *E. L. Passos*

MANUTENÇÃO DE MICROS – *C. Costa*

CIRCUITOS SINCLAIR – *D. S. Lima*

Conheça toda a linha de Informática da Editora CAMPUS, com títulos nas áreas de: Introdução à Informática; Computação para Crianças; BASIC; COBOL; Outras Linguagens de Alto Nível; Microprocessadores e Linguagem de Máquina; Arquitetura de Computadores e Hardware; Apple; PC; TK85 e TK90X; TRS; Computação em Ambiente Empresarial; Programas e Aplicativos; Processamento de Dados; Teoria e Organização de Dados; Banco de Dados; Programa e Análise Estruturada de Sistemas; Sistemas Operacionais e Compiladores; Inteligência Artificial e Robótica; Interesse Especial; Vídeo-Cassete e Vídeo-Games.

E, ainda:

DICIONÁRIO ENCICLOPÉDICO DE INFORMÁTICA – *A. H. Fragomeni*

Extenso e abrangente, reúne mais de 33.000 entradas em inglês e português pertencentes aos mais diversos campos da Informática e áreas correlatas.

O COMPUTADOR ENGUIÇOU – *Gabor Geszti*

Livro de humor, fartamente ilustrado, analisando espirituosamente a relação homem x máquina.

Procure nossas publicações nas boas livrarias ou comunique-se diretamente com:

EDITORA CAMPUS LTDA.

Livros Científicos e Técnicos

Qualidade internacional a serviço do autor e do leitor nacional.

Rua Barão de Itapagipe 55 Rio Comprido

Telefone: (021) 284 8443

Telex (021) 32606

20261 Rio de Janeiro RJ Brasil

Endereço Telegráfico: CAMPUSRIO

Atendemos também pelo reembolso postal.

Circuitos sinclair

"INCLUI TK90X"



Delio Santos Lima

Técnico-eletrônico, especializado em microprocessadores
Ex-assistente-técnico da Sinclair Research Ltd.

Circuitos sinclair

"INCLUI TK90X"

Editora Campus Ltda.

Rio de Janeiro

© 1986, Editora Campus Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 5988 de 14/12/1973.

Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Todo o esforço foi feito para fornecer a mais completa e adequada informação. Contudo a editora e o(s) autor(es) não assumem responsabilidade alguma pelos resultados e uso da informação fornecida.

Recomendamos aos leitores, em consequência, testar toda a informação antes de sua efetiva utilização.

Capa

Otávio Studart

Projeto Gráfico, Composição e Revisão

Editora Campus Ltda.

Qualidade internacional a serviço do autor e do leitor nacional.

Rua Barão de Itapagipe 55 Rio Comprido

Telefone: (021) 284 8443

Telex (021) EDCP 32606

20261 Rio de Janeiro RJ Brasil

Endereço Telegráfico: CAMPUSRIO

ISBN 85-7001-328-0

Ficha Catalográfica

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte.

Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

L697h Lima, Delio Santos
Hardware Sinclair / Delio Santos Lima. — Rio de Janeiro : Campus,
1986.

Apêndice.

ISBN 85-7001-328-0

1. Microcomputadores. I. Título.

86-0207

CDD — 621.3817

CDU — 681.3

Prefácio

Muito tem-se falado “do que os micros podem fazer”. Agora chegou a hora e a vez de “o que podemos fazer com os micros”.

Talvez, não no sentido imaginado, mas puramente no aspecto físico da questão, ou melhor, das máquinas. O melhor mesmo é abri-las e ver.

Certamente, nestas páginas, você encontrará algo que o interesse.

Vá derretendo ...

... as soldas.

Sumário

Introdução	7
LED Monitor.....	8
Conector de Expansão 1 × 2	9
Reset.....	11
Fonte	12
Superaquecimento.....	13
Monitor de Vídeo	14
Inversor de Vídeo 1.....	17
Inversor de Vídeo 2.....	19
Interfaceando uma PIO.....	21
Expansão Interna de 4K a 16K RAM	23
Expansão Interna de RAM para 4K	26
Expansão Interna de RAM para 2K.....	28
Expansão Sistema Operacional	30
Portas IN-OUT	39
Teclado	42
Apêndice 1	57
LayOut dos Circuitos Impressos dos Micros	
Apêndice 2	66
Esquema Sinclair	
Relação dos Componentes e Funções	
Apêndice 3	71
Barramento de Expansão Sinclair	
Apêndice 4	76
Características dos Circuitos Integrados Usados	
Apêndice 5	83
LayOut em Escala 1:1 dos Circuitos Impressos Usados	

Introdução

Os ZX81 e suas réplicas são computadores “poderosos” pelo seu preço e extremamente simples em seu hardware, dando-nos a chance de conhecer alguma coisa elegante em termos de soluções eletrônicas para microcomputadores, sem grandes conhecimentos do assunto.

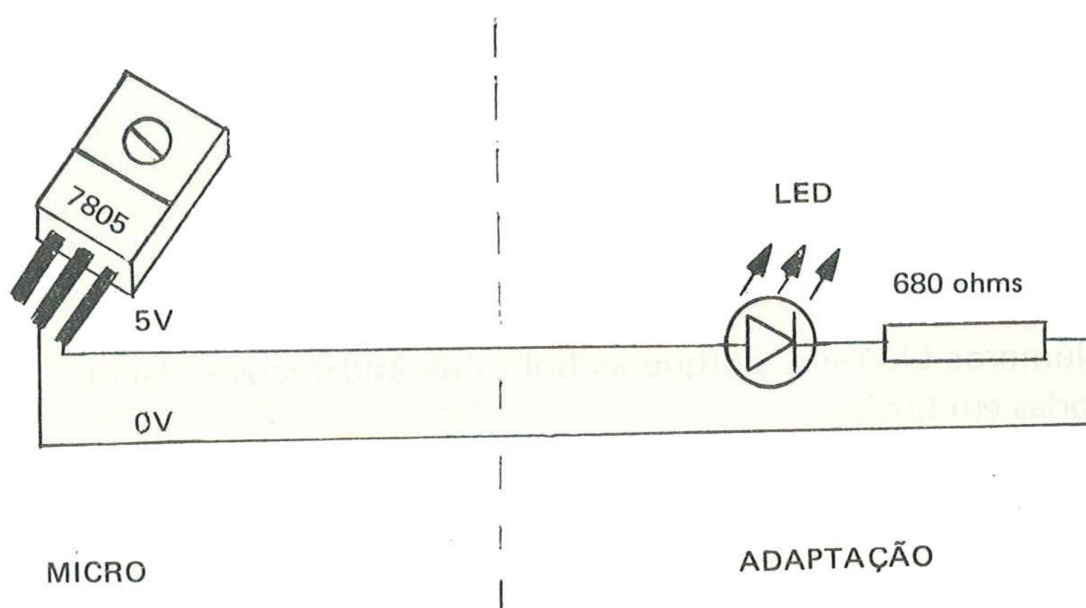
Por outro lado, para se compreender um pouco dos circuitos descritos aqui, será preciso algum conhecimento rudimentar de:

1. Interpretação de esquemas elétricos.
2. Identificação de componentes eletrônicos.
3. Montagens elétrico-eletrônicas.
4. Números binários, porque as linhas de endereços e dados são codificadas em binário.
5. Circuitos digitais: lógica binária
 - 1 = alto = 5V
 - 0 = baixo = 0V \equiv GND = TERRA
6. etc.

Caso já não lhe seja de conhecimento, tudo isto você poderá adquirir em poucas horas, com pouco esforço.

LED MONITOR

Instale um LED de qualquer cor diretamente na caixa do micro e monitore a situação da fonte — ON ou OFF.



Ligação no Micro:

Retire os 5V e o terra do CI 7805 (do micro). Este CI é o componente que se encontra montado sobre um dissipador de calor (chapa de alumínio). Veja sua localização no Apêndice 1.

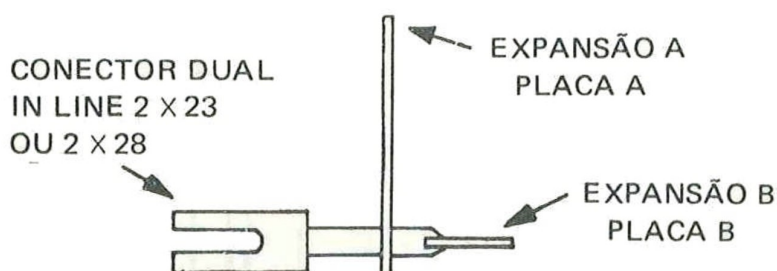
Identificação dos Terminais do LED:



CONECTOR DE EXPANSÃO 1x2

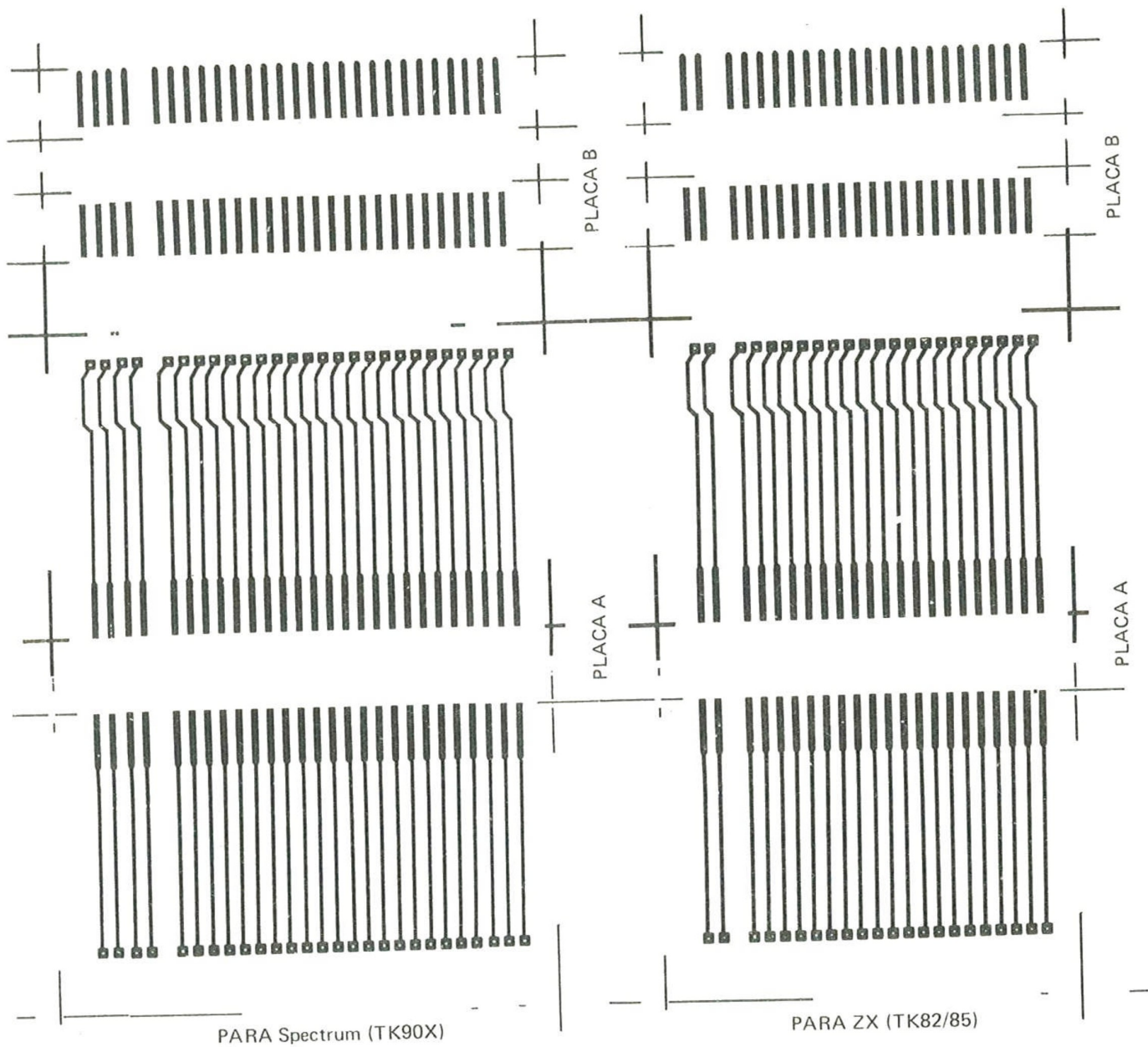
Em alguns casos é desejável conectar dois periféricos no barramento do micro e nenhum deles possui entrada e saída tal que um possa ser ligado ao outro, como com a impressora.

Para isto oferecemos o layout do CI impresso para elaboração de uma tomada 1 × 2.



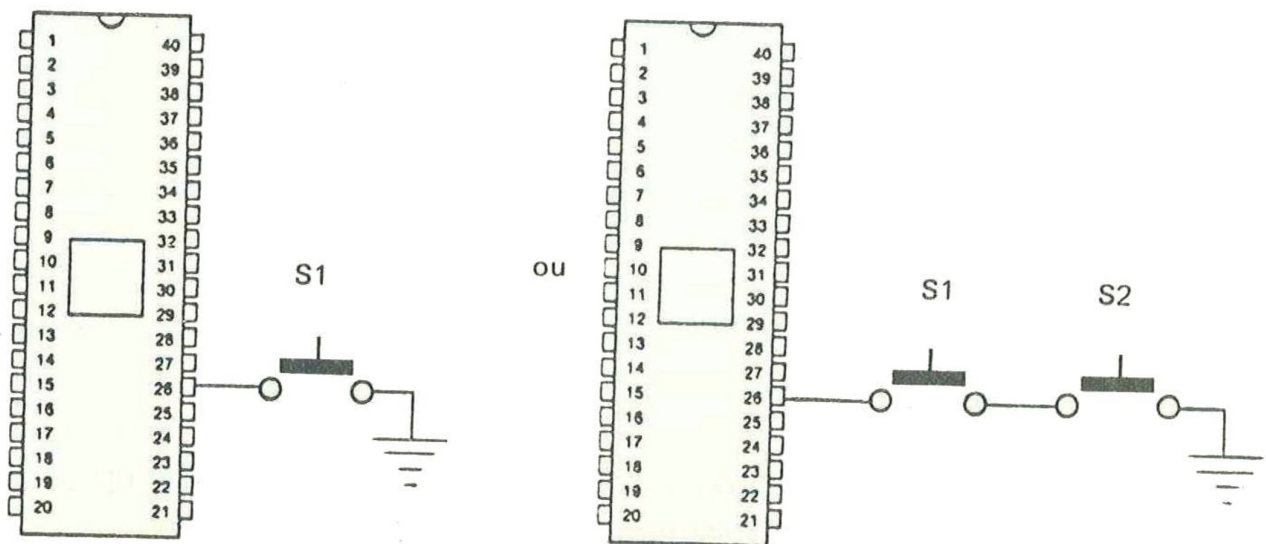
Quanto ao conector fêmea, veja algumas dicas no Apêndice 3.

O layout do circuito impresso foi colocado no Apêndice 5, em folha com o verso em branco, de tal forma que lhe seja possível copiá-lo por processo fotográfico, sem o uso de fotolito.



RESET

Ao invés de recorrer ao liga/desliga da fonte geralmente distante do micro e, sob certos aspectos danoso, oferecemos um RESET que é só acrescentar um ou dois interruptores do tipo push-button, apertou "reseta", soltou reinicia. O uso de dois interruptores em série é apenas uma proteção contra acionamento acidental.



Funcionamento:

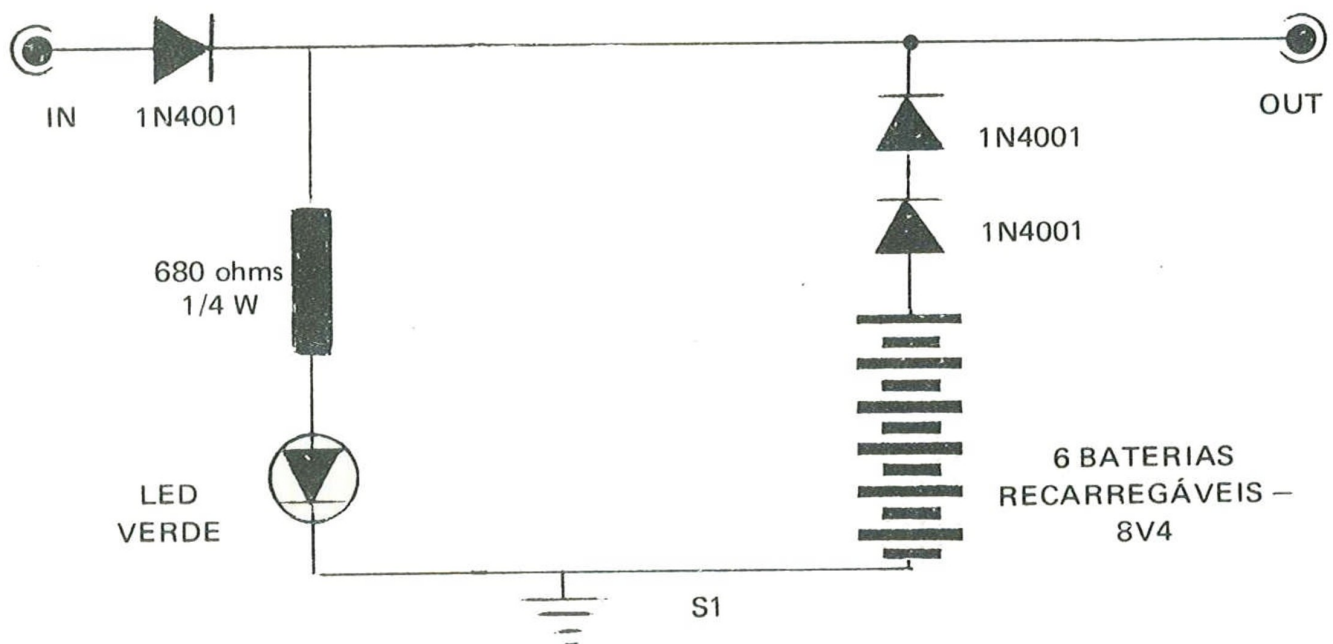
Usa-se o próprio reset da CPU (Z80) pino 26.



A CPU é o maior chip do micro. É o componente com 40 "pernas" marcado Z80-A. Para localizá-la no seu micro veja o Apêndice 1.

FONTE

Não raras vezes, as falhas da rede elétrica, ainda que momentâneas, destroem nossos programas. Alimentar continuamente o micro por pilhas seria uma solução, porém um pouco cara, devido ao consumo de corrente. Contudo, podemos intercalar na fonte da rede uma alimentação por baterias que atue somente nos cortes (da rede), permitindo manter os programas na memória por "dias a fio" sem problemas.



Este tipo de fonte não resolve todos os problemas de alimentação e sim apenas no caso de corte desta. Outros problemas da rede também podem provocar a perda parcial da memória destruindo todo o programa, ou provocar oscilações no vídeo.

SUPERAQUECIMENTO

Em geral, os microcomputadores copiados do Sinclair sofrem de superaquecimento no CI regulador da fonte por:

- a) Possuírem quase o dobro de componentes (CI) que o projeto original ZX80. São os circuitos do SLOW, expansão de RAM, decoder da RAM interna etc. . . . que elevam o consumo.
- b) Ou por possuírem até 10 vezes mais circuitos integrados que o ZX81, versão atual do ZX80, como é o caso do TK85, CP200 e RINGO, com mais de 40 chips, contra 4 do ZX81.

O circuito integrado 7805 — regulador de 5V-1A, montado internamente — possui um dissipador de calor com superfície mínima, podendo ser aumentado. O CI 7805 para fornecer 5,0V regulados requer que na sua entrada estejam, pelo menos, 7,5V. A fonte externa (não é regulada) sem carga fornece 11V e com carga 9V. A diferença de potencial entre a entrada de 9V e a saída de 5V no 7805 é de 4 volts. Quatro volts com uma corrente de 700 a 800 mA dá mais de *3 watts a serem dissipados na forma de calor*.

Reduzir os 9V da fonte externa para 7,5V, por exemplo, não é correto, porque, quando houver “queda de tensão da rede”, poderá cair a entrada do CI 7805 a menos de 7 volts e este não manterá os 5V necessários.

O ideal é substituir a fonte externa por uma fonte regulada transistorizada do tipo usado para toca-fitas de carro, em residência.

Estas fontes, em geral, fornecem 12V \times 3A (36 watts). Na verdade possuem um zener de 12V e fornecem, na saída, apenas 11,4V. Substituindo o zener de 12V por um de 9V, colocaremos a saída em 8,4V e, colocando ainda em série com este um diodo do tipo 1N4002, pode-se reduzir 0,6V e teremos 7,8V na saída. Excluir este último diodo para os TK85 e 90X.

Com uma fonte externa regulada de 7,8V \times 3A você não terá mais problemas de superaquecimento ou oscilação de vídeo.

Para trocar um zener de 12V por um de 9V você terá que usar uma fonte transistorizada. (As com CI não possuem zener e “não agüentarão” dissipar a diferença imposta.)

Usamos com sucesso a da marca “ZINETTI”.

MONITOR DE VÍDEO

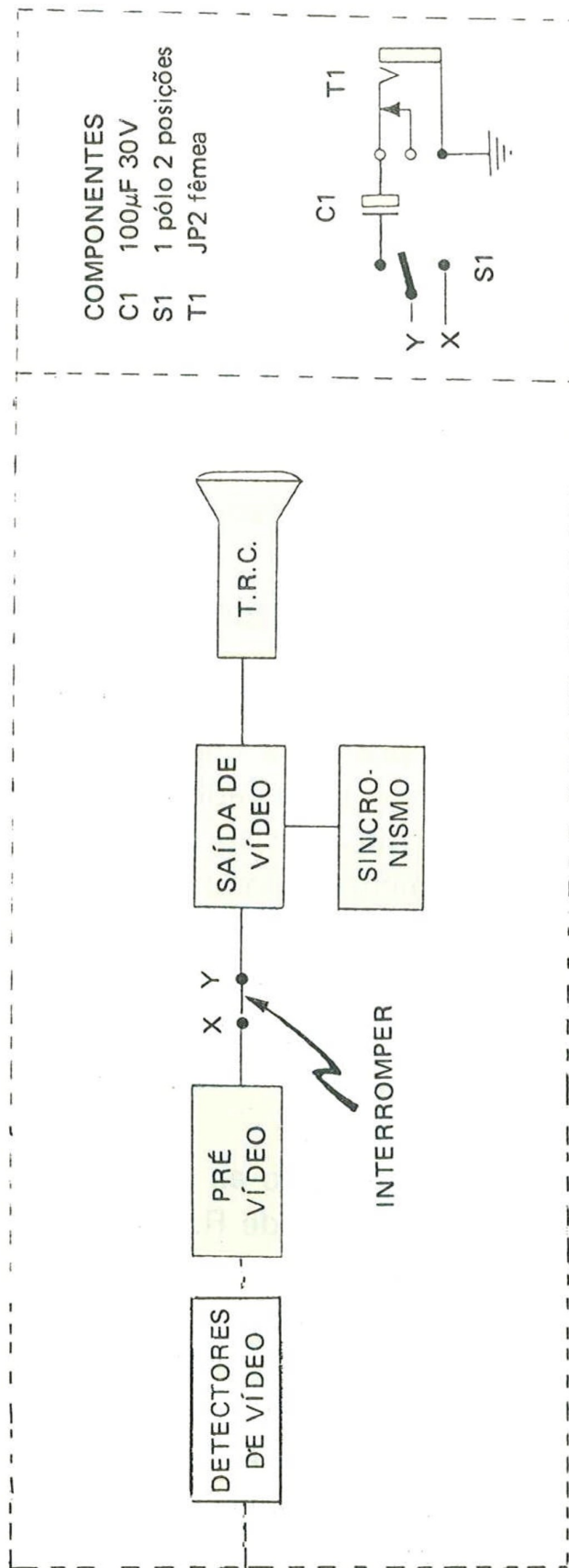
O Televisor

O sinal de vídeo do micro pode ser enviado diretamente à saída de vídeo dos televisores, evitando-se, assim, o estágio de R.F. dos micros e os estágios de detecção e ampliação de R.F., Mix., F.I. de vídeo, C.A.G. pré-de-vídeo e outros dos televisores, com grande melhoria da imagem, sem necessitar "ser sintonizado". Ligou, funciona.

Para fazer esta alteração, você deve estar familiarizado com o circuito da sua TV, ou levá-la a um técnico com os dizeres abaixo e o diagrama da página seguinte.

Colocar no televisor uma tomada JP2 ligada ao estágio de saída de vídeo por um eletrolítico ($100\mu\text{F} \times 30\text{V}$). É apreciável o uso de um interruptor de 1 pólo por 2 posições para interromper o sinal de vídeo do televisor, como no diagrama a seguir.

Pode-se ainda evitar o uso do interruptor, fazendo-se a interrupção pela própria tomada JP2, passando o capacitor para a saída do micro.



TV

ADAPTAÇÃO

O Micro

Para retirar o sinal de vídeo do micro sem R.F., abra o mesmo e identifique no seu interior uma pequena caixa metálica (blindagem). É o estágio de R.F. Nesta "caixa" você encontrará dois fios ou pontos entrando. Um é o sinal de vídeo, o outro é a alimentação DC. Veja sua identificação no Apêndice 1, de acordo com o modelo de seu micro.

Interrompa a ligação do sinal de vídeo e faça a ligação de uma das duas formas a seguir:

- a) Ligue o centro de um cabo blindado 28 AWG ao ponto marcado X (Apêndice 1) e a blindagem do mesmo à blindagem do estágio de R.F. Faça um orifício na caixa do micro, próximo ao estágio de R.F. e passe o fio para fora, após haver dado um nó no mesmo, próximo ao lado da solda. Na outra extremidade fixe o JP2 macho.

Esta alteração é permanente e desliga o R.F. Você também pode deixá-lo ligado simultaneamente, o que tem dado bons resultados na prática.

- b) Faça um orifício na tampa do micro ($\phi = 5\text{mm}$) próximo ao estágio de R.F. e fixe no mesmo uma tomada JP2. Ligue a carcaça desta à carcaça do gerador de R.F. Interrompa o sinal de vídeo através do JP2.

Quando não houver plug conectado ao JP2 fêmea o mesmo fechará a ligação do sinal de vídeo para o estágio de R.F. e, quando houver, este desviará o sinal para a tomada externa.

Uma vez realizada a alteração, incluindo a da TV/Monitor, teste tudo. Caso você não consiga obter um bom resultado de contraste, preto e branco, mesmo variando os ajustes da TV, é porque:

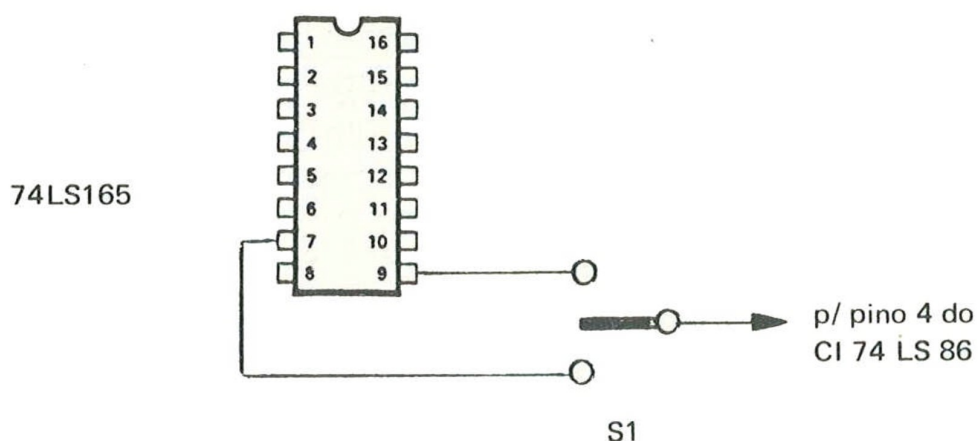
- a) O nível de saída do sinal do micro é insuficiente, ou o mesmo que:
- b) O ponto de entrada do circuito da TV não apresenta o ganho suficiente para a SAÍDA de VÍDEO.

INVERSOR DE VÍDEO 1

Para ZX80, TK82C, TK83, NEZ8000, TK85 e CP200
(sem o chip SCL)

A inversão do vídeo nos micros acima pode ser feita apenas com o acréscimo de um interruptor de um pólo com duas posições. Sem desligar o micro você poderá mudar de fundo claro para fundo escuro e vice-versa.

Abaixo, o diagrama da alteração:



Nos NEZ8000 e CP200 os caracteres são claros com fundo escuro e nos demais modelos ocorre o contrário: caracteres escuros em fundo claro. Por isso uns micros diferem de outros quanto à ligação original do vídeo.

Funcionamento:

Conforme o diagrama elétrico do microcomputador ZX80, base dos "projetos" nacionais, vide Apêndice 3, o nosso interruptor de inversão de vídeo (S1) já estava lá representado junto ao IC9 74LS165.

INVERSOR DE VÍDEO 2

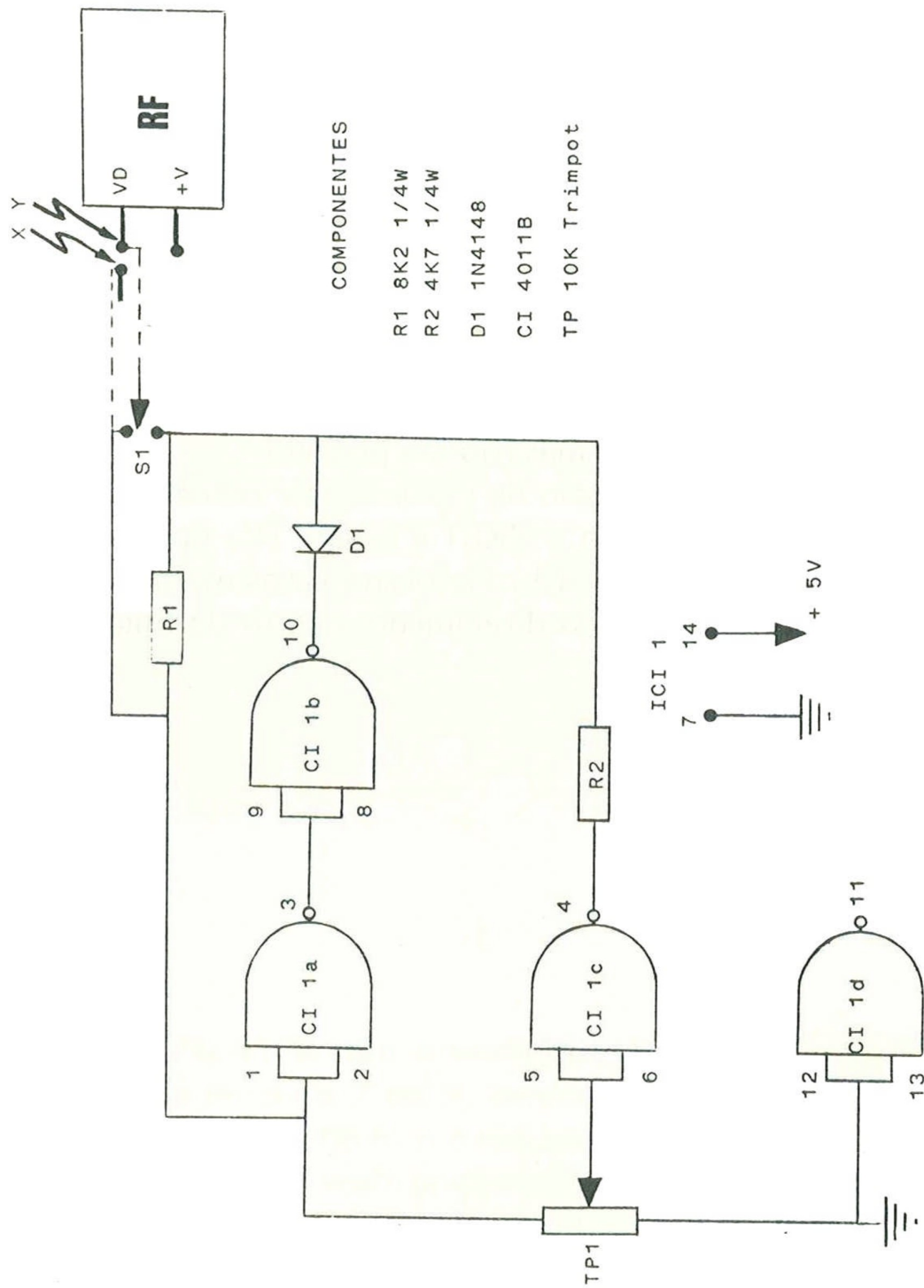
Para ZX81, TK82C e TK83

(com o chip SCL)

O computador ZX81, que substitui o ZX80 com 8K de ROM, possui apenas 4 circuitos integrados ao invés de 21 do modelo original. Um único circuito integrado projetado e fabricado exclusivamente para a Sinclair Research substituiu 18, REPITO, 18 outros circuitos integrados. Este CI denominou-se: SCL — Sinclair Computer Logic, rendeu ao seu autor mais de 200 milhões de libras esterlinas, o título de "Sir" e a reputação do computador mais vendido no mundo, superando nisto a maior empresa do mundo, a International Business Machines (IBM).

Algo por demais notável, mas não tão perfeito.

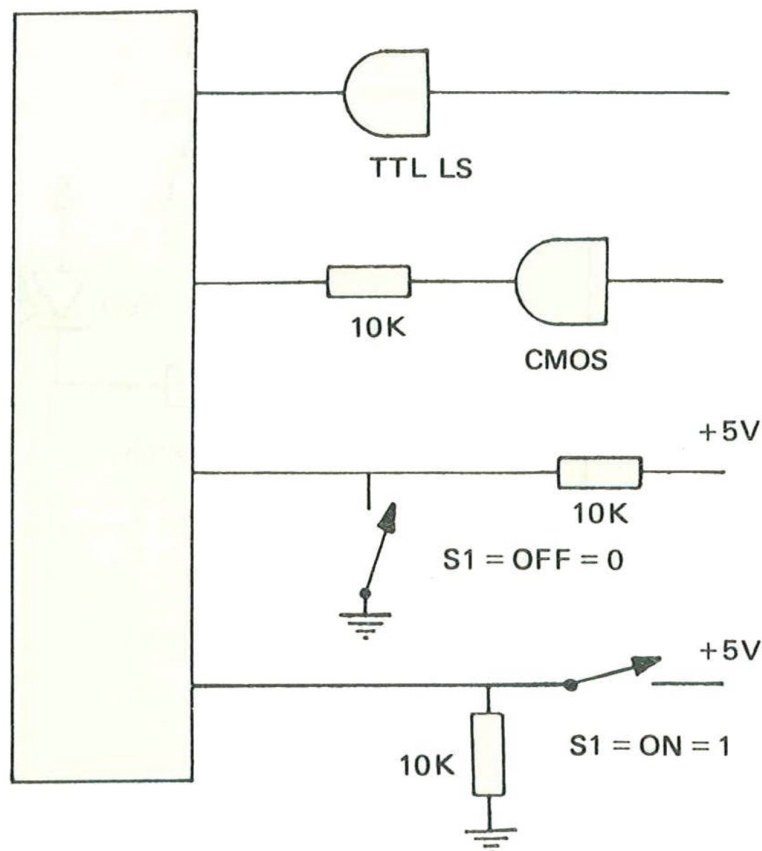
O SCL não prevê a inversão de vídeo, sendo necessário o uso de circuitos externos. Isto ocorre com o ZX81 e alguns TKs que foram produzidos "não se sabe como", com o SCL. Para estes casos oferecemos o circuito a seguir que poderá ser montado diretamente dentro do micro sem o uso de circuito impresso.



INTERFACEANDO UMA PIO

A seguir apresentamos alguns circuitos de interface para uma PIO (Parallel Input/Output) do tipo 8255 usada na "PORTAS IN-OUT", nas últimas páginas.

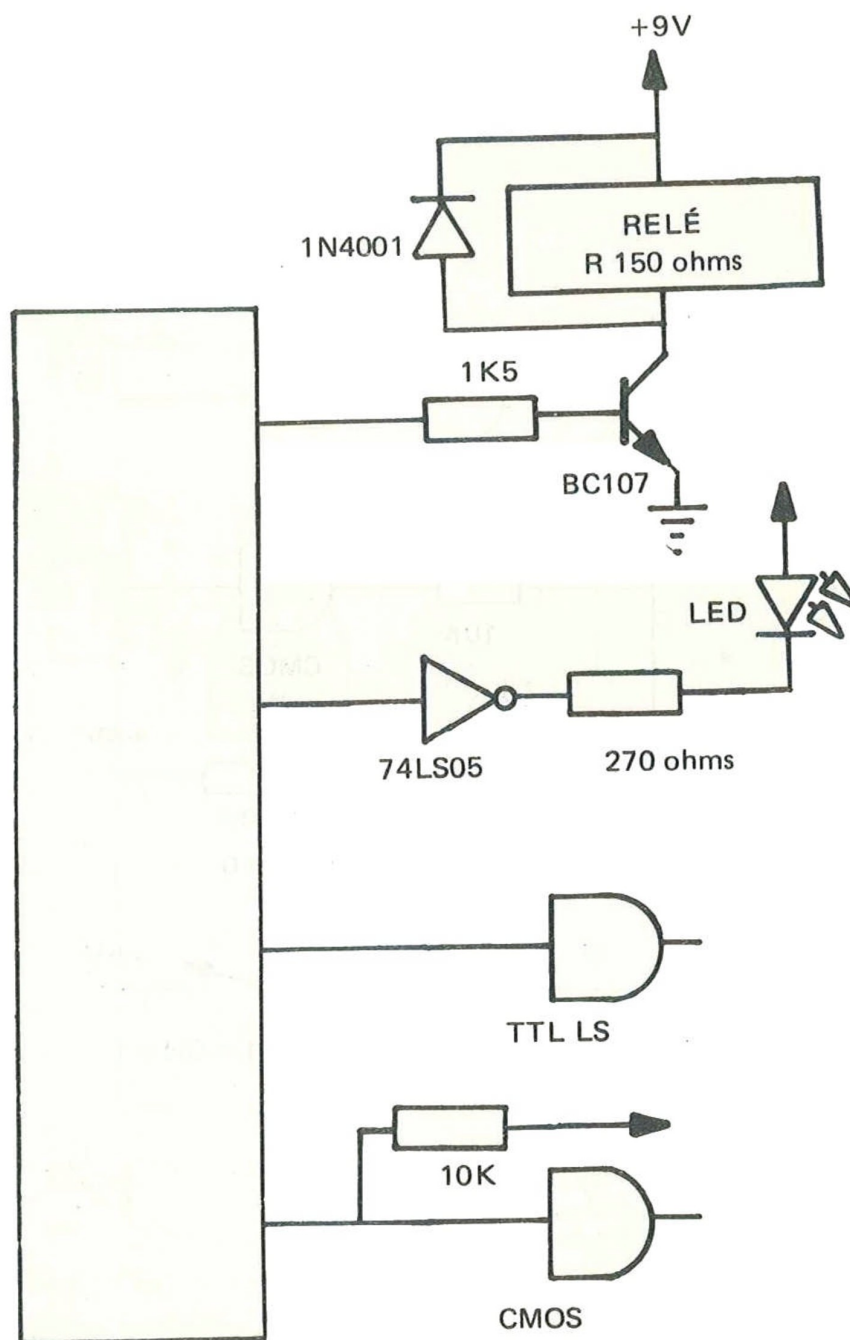
Input



O 8255 quando atuando como entrada possui alta impedância e aceita tensões entre 0 e 0,8V como lógica "0" e entre +2 e +5V como lógica "1".

Cada uma das suas 24 linhas de input/output pode carregar até um TTL standard, sendo recomendados os de baixo consumo, tipo LS.

Output



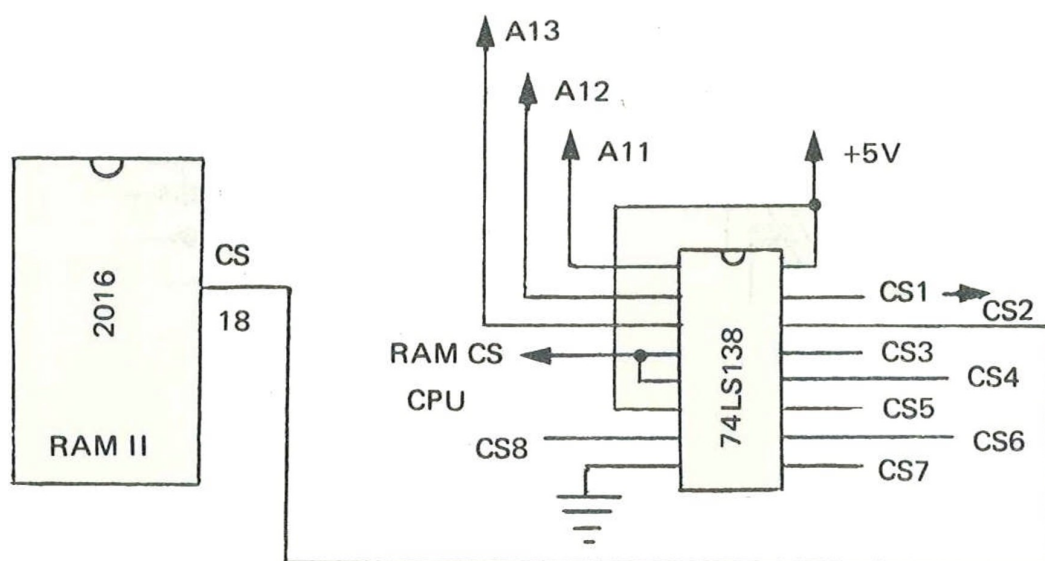
EXPANSÃO INTERNA DE 4K A 16K RAM

Para computadores com 2K RAM em um chip (2016)

Os microcomputadores TS2000/ZX81, TK83 e outros dos últimos modelos estão saindo de fábrica com 2K RAM em uma única pastilha, contra 4 chips nos outros modelos também de 2K RAM.

A seguir apresentamos uma versão ultraeconômica para acrescentar de 2K a 14K RAM ao seu micro.

Montagem:

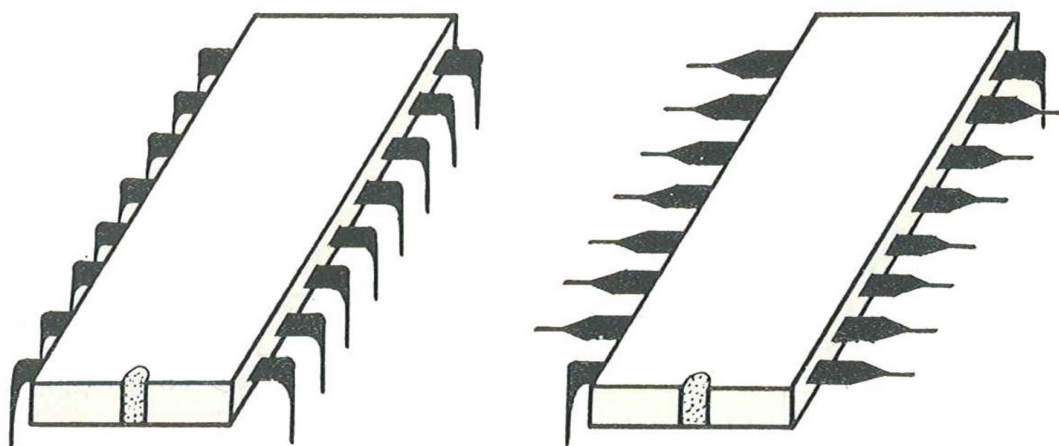


Abra o seu micro e verifique se ele possui um 2K RAM chip. Vide Apêndice 1. É um chip do mesmo tamanho das EPROMs, com a marcação 2016 ou 2116. Caso negativo, passe à expansão RAM II.

Tendo localizado a RAM, remova-a ligeiramente do soquete e levante o pino 18 da mesma, livrando-o do soquete e recoloque a memória na posição original.

Coloque sobre a original a nova memória com o lado marcado de uma coincidindo com o lado marcado da outra. Solde com ferro apropriado todos os terminais de uma na outra, excluindo-se o pino 18.

Tome o CI 74LS138 e abra seus pinos, exceto o 8 e o 16, conforme a ilustração abaixo:



Escolha no micro um chip próximo (com 16 pinos) e cole sobre este o 74138 (chanfro com chanfro). Solde no CI os pinos 8 e 16 do 74138, respectivamente, 0V e +5V.

Complete as demais ligações do 74138, conforme o esquema dado. Caso seu micro use apenas 4 chips, você não encontrará outro CI de 16 pinos. Cole, então, o 74138 no circuito impresso com os pinos para cima e faça também as ligações de 0V a +5V a partir do CI 7805. Vide Apêndice 1.

Você poderá ligar até 8 RAMs sobrepostas, usando os CS3, CS4, ..., CS8 do 74138 indicados no esquema.

A RAM 2016

Possui 11 linhas de endereços, 8 de dados, 2 pinos para alimentação e 3 de controle, que são:

CS Chip Select — equivale a um ON/OFF do CI.

RD READ Habilita a leitura de RAM pela CPU.

WR WRITE Habilita a escrita de dados na RAM.

TABELA DA VERDADE RAM 2016 OU EQUIVALENTE

CS	RD	WR	MODO DO CHIP	CONDIÇÃO DOS PINOS DADOS
1	X	X	OFF	Alta impedância
0	0	1	READ	Saída de Dados
0	1	0	WRITE	Entrada de Dados
0	0	0	WRITE	Entrada de Dados

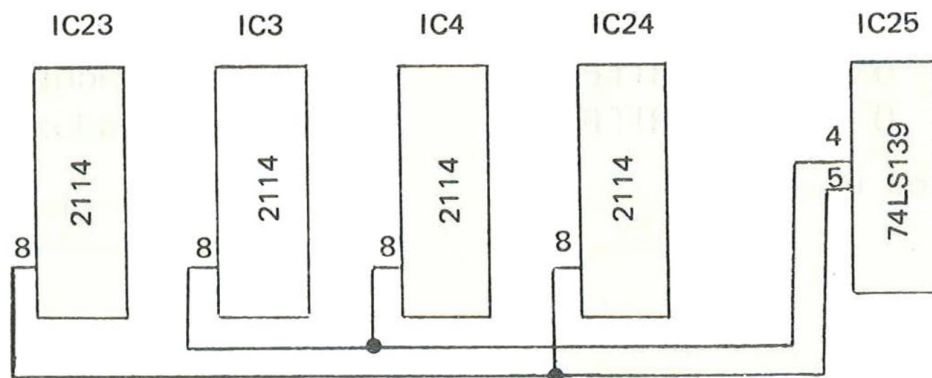
X pode ser 0 ou 1.

EXPANSÃO INTERNA DE RAM PARA 4K

Para computadores com 2K RAM em 4 chips (2114)

Para TK82C:

Os TK82C saíram de fábrica com 2K de RAM em 4 chips 2114, possuindo ainda um circuito integrado para decodificar os endereços (das RAMs), habilitando as memórias certas "no tempo certo". É o 74LS139. Os ZX80 e NEZ8000 não o possuem. Como as RAMs 2114 são de 4 bits, elas estão ligadas com a RAM CS, duas a duas. (RAM CS, vide o Capítulo "Expansão do Sistema Operacional".)



LIGAÇÃO DA RAM CS NO TK 82C

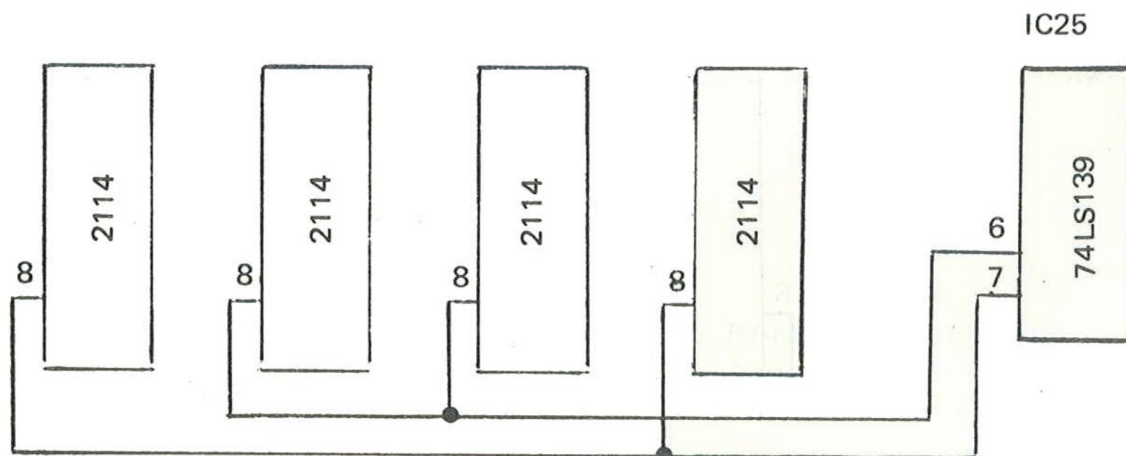
Para expandir a RAM podemos usar as saídas, pinos 6 e 7 do decoder 74139.

Montagem:

Cole sobre as RAMs originais outras 4 × 2114 e levante os pinos 8 de todos. Todos os demais pinos devem ser soldados um a um com ferro de solda apropriado.

A seguir faça as ligações abaixo (da RAM CS) entre as RAMs e o 74LS139, usando fio rígido fino.

4 chips montados sobre os originais.



LIGAÇÃO DA RAM CS NO TK 82C
PARA 2K DE RAM EXTRA

EXPANSÃO INTERNA DE RAM PARA 2K

Para computadores com 1K RAM em 2 chips (2114)

Para NEZ8000

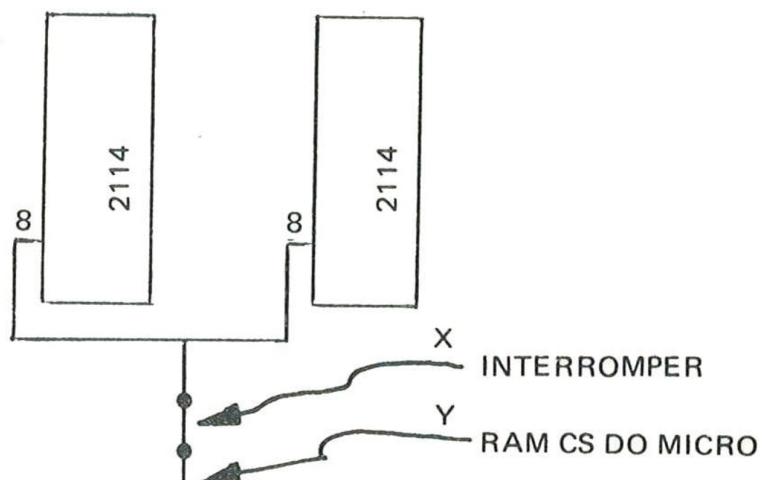
Alguns NEZ8000 saíram de fábrica com 1 K RAM. Como só a memória de vídeo pode ocupar mais de 700 bytes e a maioria dos programas, atualmente, é para 16K ou 2K é apreciável mais 1K de RAM.

Leia os 2 artigos anteriores, Expansão de RAM.

Como o seu NEZ8000 não tem o decoder 74139 será preciso acrescentar um.

Montagem:

NEZ8000 ORIGINAL

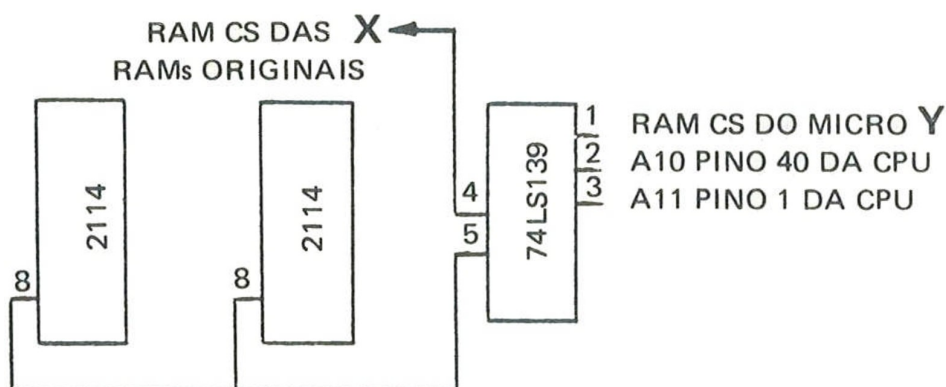


A alteração proposta é colar, sobre outro CI de 16 pinos, o 74139, com os lides abertos, conforme abaixo.



Solde os pinos 8 e 16 e faça as demais ligações indicadas.

Cole sobre as RAMs originais outras 2×2114 e levante seus pinos 8. Todos os demais pinos devem ser soldados um a um (os das RAMs originais com os das RAMs "coladas").

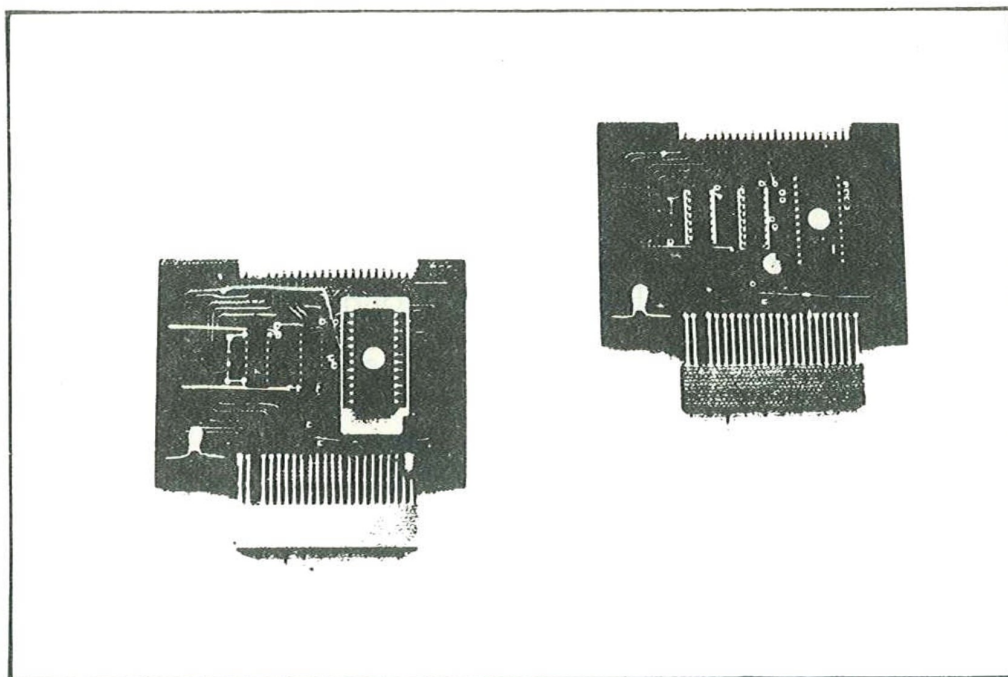


EXPANSÃO DE 1K RAM PARA NEZ8000

Lista de Componentes:

- 1 CI 74LS139 (decoder)
2 CI 2114 (RAM)
Fio rígido

EXPANSÃO SISTEMA OPERACIONAL



Os microcomputadores Sinclair possuem o seu programa residente em uma ROM ou EPROM, nos endereços de 0 a 8191. Os endereços de 8192 a 16383 ficaram reservados para eventuais expansões.

Considerando esta disponibilidade (dos endereços de 8192 a 16383), apresentamos um circuito que transforma os endereços de uma memória de 2K (EPROM ou RAM), colocando-os na faixa de 8192 a 10239, ou de 10 a 12K, ou de 12 a 14K, ou de 14 a 16K, ou ainda pode-se usar 4 × 2K simultaneamente, de 8 a 16K.

Utilizando-se de um circuito impresso dupla face, podemos retirar do barramento do micro todos os sinais necessários a esta expansão e ainda colocá-los em um conector para outras expansões.

As memórias de 2K possuem 11 linhas de endereços, de A0 a A10, que possibilitam comutar um total de 2048 endereços ($2^{15} + 2^{14} + 2^{13} \dots + 2^0 = 2048$).

A memória instalada ROM ou RAM recebe diretamente do micro as linhas de endereço de A0 a A10. As linhas de endereços de A11 a A14 devem ser decodificadas. Veja a seguir uma *decodificação das linhas de endereços*:

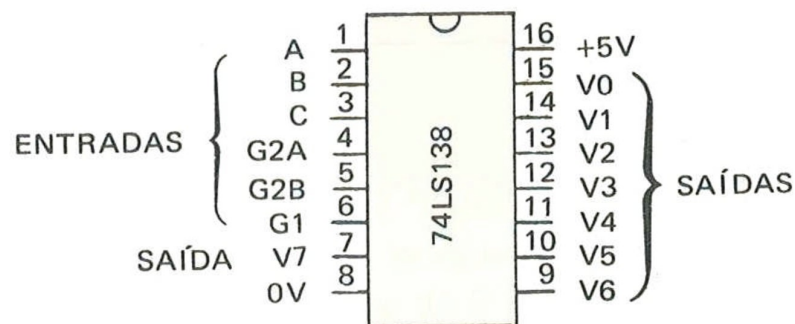
LINHA DE ENDEREÇO	VALOR DECIMAL
A15	$2^{15} = 32768$
A14	$2^{14} = 16384$
A13	$2^{13} = 8192$
A12	$2^{12} = 4096$
A11	$2^{11} = 2048$
A10	$2^{10} = 1024$
A9	$2^9 = 512$
A8	$2^8 = 256$
A7	$2^7 = 128$
A6	$2^6 = 64$
A5	$2^5 = 32$
A4	$2^4 = 16$
A3	$2^3 = 8$
A2	$2^2 = 4$
A1	$2^1 = 2$
A0	$2^0 = 1$

Os micros Sinclair possuem 16 linhas de endereços, de A0 a A15, e efetivamente usam só 15, porque A15 é usado pelo display de vídeo.

Quanto ao nosso circuito de expansão, queremos que o mesmo acione a memória (de endereços 0 a 2048) quando o barramento do micro estiver de 8192 a 10230. Para isto vamos ver um *resumo da decodificação dos endereços A11 a A15*, em blocos de 2K. Isto é, o primeiro byte de cada um dos blocos de 2K, situados de 8K a 16K.

ENDEREÇO DECIMAL	A11	A12	A13	A14	A15
8192	0	0	1	0	0
10240	1	0	1	0	0
12288	0	1	1	0	0
14336	1	1	1	0	0
16384	0	0	0	1	0

A decodificação necessária deve tomar os três números binários A11, A12 e A13 e nos indicar quando a memória em questão deve ser lida. Apropriadamente para o caso, existe o circuito integrado 74138 um decoder/demultiplexer, cuja pinagem damos abaixo:



Em função dos níveis lógicos de suas entradas, o CI 74138 fornece os níveis de saída, conforme a tabela da verdade abaixo:

ENTRADAS						SAÍDAS (CS)							
A	B	C	G1	G2A	G2B	0	1	2	3	4	5	6	7
X	X	X	X	1	X	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1	1
X	X	X	0	X	X	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1
0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1
1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0

Ligando-se as linhas de endereços A11, A12, A13 e A14, respectivamente às entradas A, B, G1 e G2A do 74138, teremos o efeito desejado, excluindo-se a ROM CS. O que é CS? É Chip Select.

Todas as memórias do micro estão simultaneamente ligadas ao barramento de dados e endereços. São lidas apenas as que forem selecionadas pelo sinal denominado CS — Chip Select, pino 20 da nossa memória. Tanto a ROM CS como a RAM CS atuam no nível lógico 0 (baixo).

O micro lê a ROM ou a RAM, sempre uma ou outra. Isto é: se a RAM CS for 1, a ROM CS é 0 e vice-versa.

Esta identificação das memórias (CS) é feita baseada na linha de endereço A14. Se A14 for 1, o endereço é acima de 16384 (é o das RAMs) e, conseqüentemente, aciona a RAM CS e se o endereço for abaixo de 16384 aciona a ROM CS.

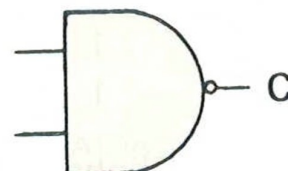
Isto quer dizer que, mesmo com a decodificação feita no 74138 que “habilitará” devidamente a nossa memória, será preciso “desabilitar” a ROM do micro. Isto é relativamente simples.

Quando qualquer saída do decodificador 74138 for habilitada é só inverter este sinal para desabilitar a ROM CS do micro. Como o 74138 está ligado com quatro saídas para CS ($4 \times 2K$ de 8K a 16K), combinamos todas por lógica NAND e ligamos ao ROM CS do micro por um diodo, conforme o esquema.

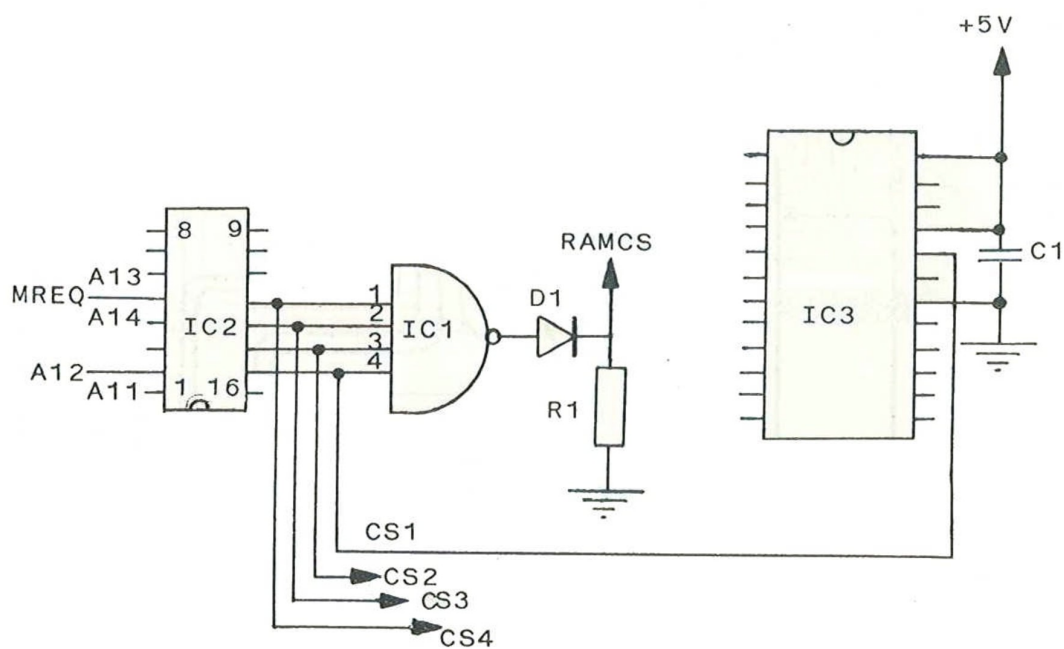
Como porta NAND, usou-se o CI 74LS30, 8 – INPUT-POSITIVE NAND GATES.

TABELA DA VERDADE PORTA NAND

A	B	C
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0



A seguir o circuito da expansão 4 × 2K (ROM ou RAM) nos endereços de 8192 a 16383.



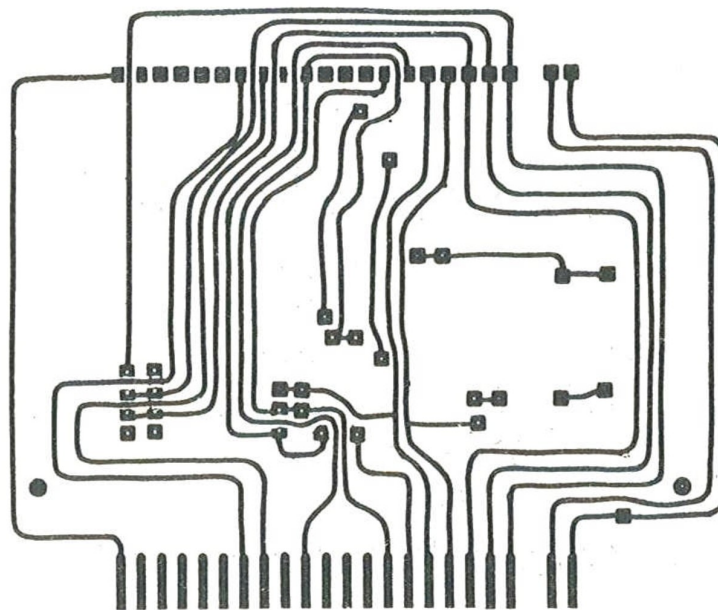
NO IC3 – OS PINOS DE 1 A 17, 19, 22 E 23 ESTÃO LIGADOS AO BARRAMENTO DE EXPANSÃO

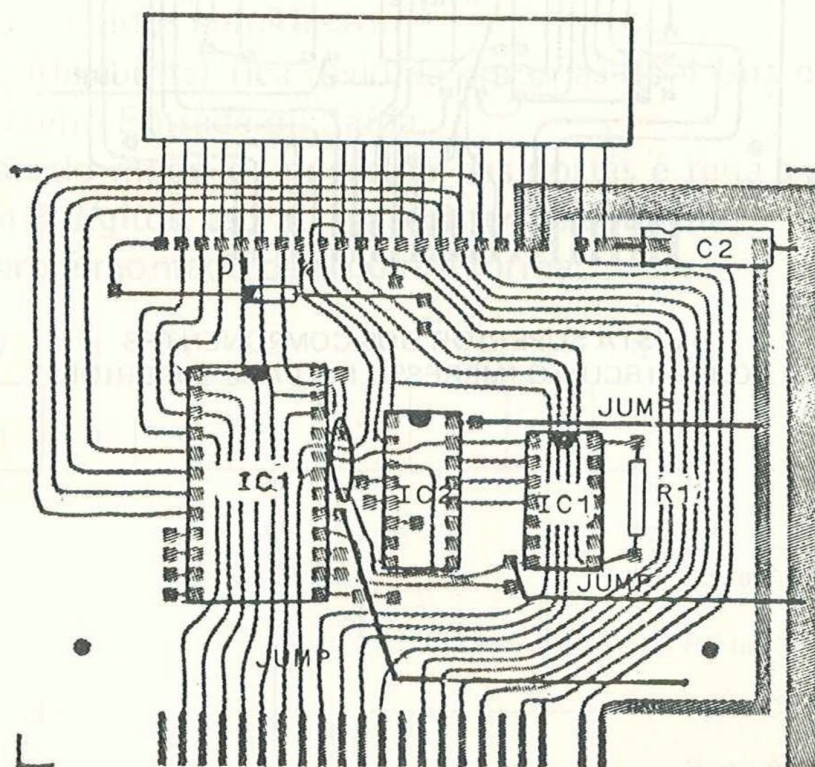
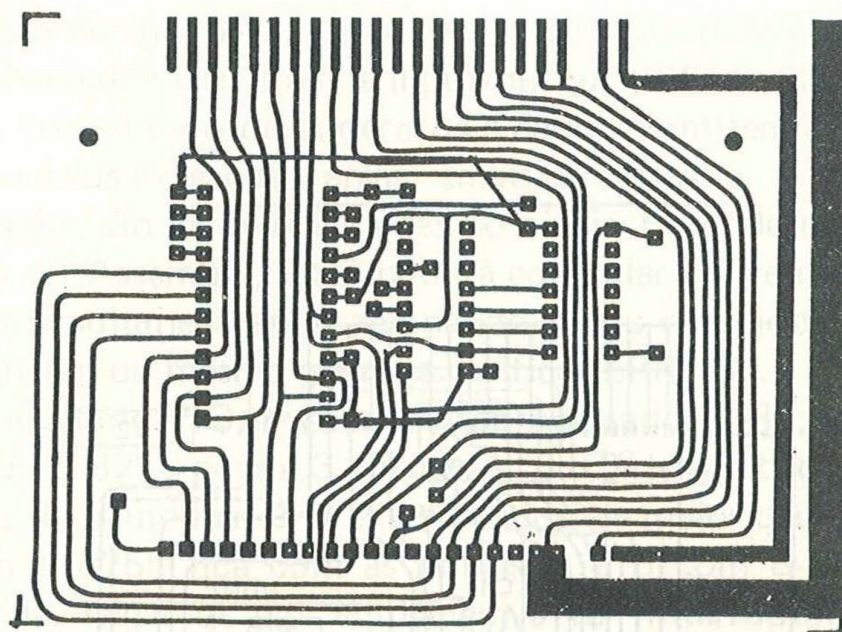
Relação de Componentes

IC1	74LS30		
IC2	74LS138	R1	1Kohm 1/8 W
IC3	2716 ou 2016	C1	1500KpF
D1	1N4148	C2	22 μF 16V

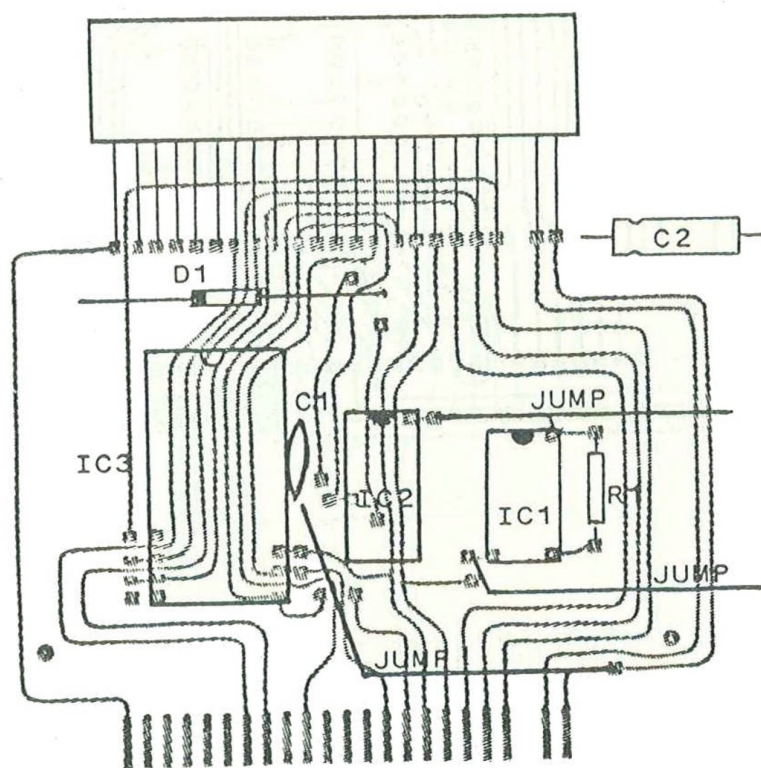
A seguir o layout dos circuitos impressos e a localização dos componentes.

Observe a existência de 3 jumpers na face superior do circuito impresso e 2 na face inferior.





VISTA SUPERIOR DOS COMPONENTES
COM CIRCUITO IMPRESSO NA FACE INFERIOR



VISTA SUPERIOR DOS COMPONENTES
COM CIRCUITO IMPRESSO NA FACE SUPERIOR

PORTAS IN-OUT

A utilização do micro para o controle de dispositivos externos só é possível com os chamados circuitos de input/output (PIO ou PPI). São circuitos que através do barramento de endereços e dados permitem à máquina perceber a ação de eventos externos e enviar sinais de controle.

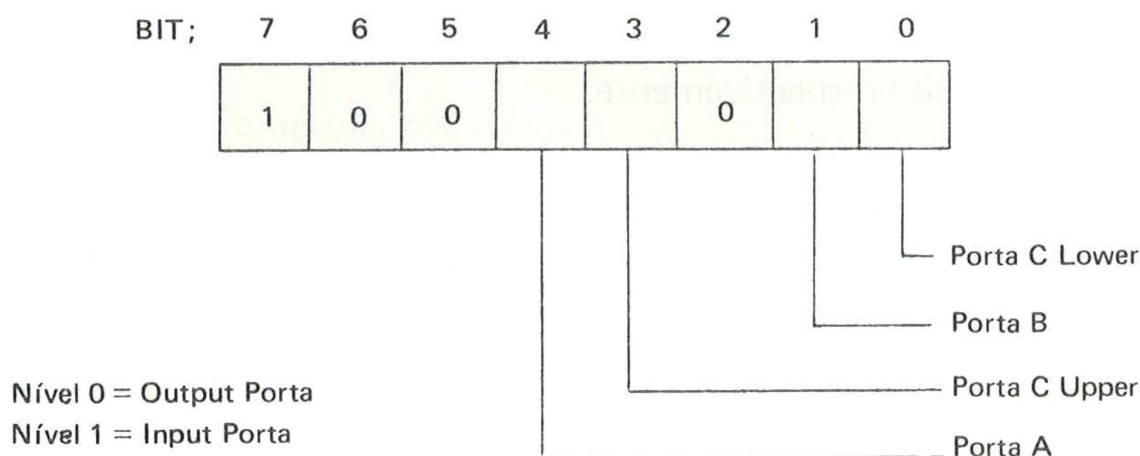
As utilizações são as mais variadas possíveis. Fazendo uso da programação em BASIC ou Assembly, você poderá controlar diferentes aparelhos elétricos externos simultaneamente, acionando-os ou desacionando-os, de forma predeterminada, ou mesmo gravar e verificar EPROMs.

Para operar como PIO, com o microprocessador Z-80, existe o circuito integrado 8255. O 8255 possui 3 portas (A, B, C) de 8 bits cada, as quais podem ser usadas de 3 modos: 0, 1 e 2. O modo de maior utilização é o modo 0. Neste modo o 8255 fica com as portas A e B com 8 linhas (cada) de entrada ou saída. Digamos que equivalem a 16 "interruptores" que, como saída, são acionados pelo micro, ou como entradas, são acionados pelos dispositivos externos e lidos pelo micro.

A porta C (de 8 bits) fica dividida em duas de 4 bits cada. Cada seção pode ser usada como Entrada ou Saída.

A definição do modo de operação das portas é feita a partir de um número binário de 8 dígitos, escrito no register de controle.

Este número é montado da seguinte forma:



Devido às ligações do CI 1, por decodificação, o register de controle será acionado no endereço 16381. Deve-se aplicar POKE 16381,X para definir o modo de operação das portas.

X é um número decimal ou binário de 8 bits (bit é dígito binário).

Lembre-se que se o bit

7 for 1, em decimal equivale a = 128

6 for 1, em decimal equivale a = 64

5 for 1, em decimal equivale a = 32

4 for 1, em decimal equivale a = 16

3 for 1, em decimal equivale a = 8

2 for 1, em decimal equivale a = 4

1 for 1, em decimal equivale a = 2

0 for 1, em decimal equivale a = 1

Se quisermos acionar a nossa PPI (Interface Programável para Periféricos) com:

8 portas (A) em OUTPUT

8 portas (B) em INPUT

4 portas (C) em INPUT

aplique POKE 16381,139. Em binário é 10010011 que é igual a $128 + 8 + 2 + 1$.

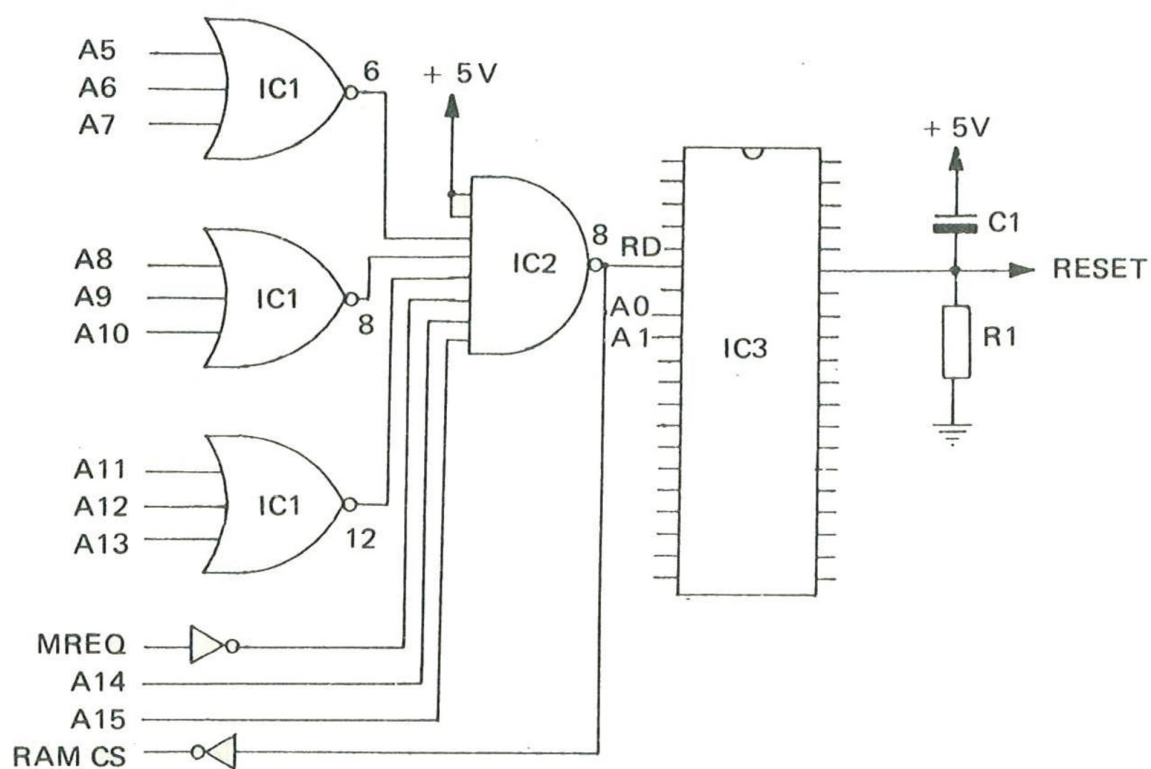
Uma vez ajustada a PPI, as portas A, B e C serão acessadas nos endereços 16384, 16382 e 16383 respectivamente.

Estes endereços foram escolhidos por serem pouco usados em qualquer tipo de expansão de memória. São decodificados pelo CI 1.

Cada uma das 24 linhas de Input/Output pode carregar até 1 TTL standard, sendo recomendados os de baixo consumo, tipo LS.

Quando atuando como entrada, possui alta impedância e aceita tensões entre 0 e 0,8V como lógica "0" e entre +2 e +5 como "1".

A seguir o circuito da PPI, montada e testada em um "proto-board".

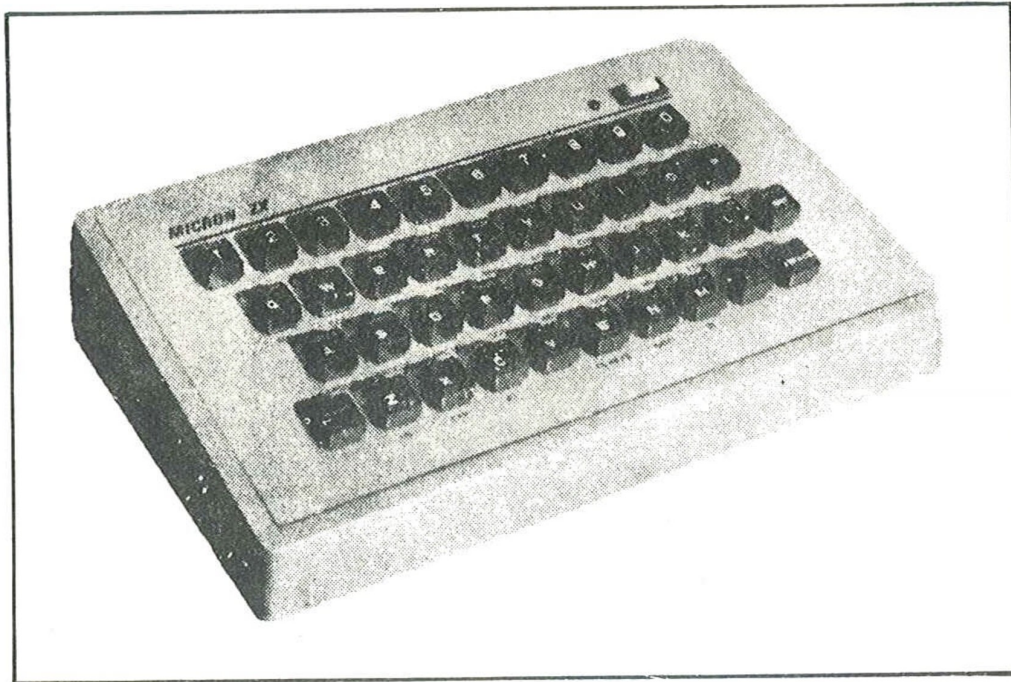


Relação de Componentes:

IC1	74LS27
IC2	74LS30
IC3	8255
IC4	74LS04
R1	100Kohm 1/8 W
C1	10 μ F 16V

Veja as sugestões para input/output no 8255 nas próximas páginas.

TECLADO



Excluindo-se a ROM e os circuitos de vídeo, o teclado Sinclair é uma das partes mais brilhantes dos microcomputadores ZX80-81 e similares.

Utilizando-se de uma ligação "sui generis" Sinclair criou um teclado de 40 teclas que podem ser comutadas até 5 vezes, simulando o equivalente a quase 200. Destas, o micro possui 154 funções disponíveis no teclado.

A codificação do teclado, interpretada diretamente pela ROM foi explicada no livro "Código de Máquina para TK e CP200". Por ora basta lembrar de que o teclado possui apenas 13 fios, ligando seu circuito ao micro.

Em janeiro de 1982, ao serem lançados os micros TK82C e NEZ8000, achamos que havia chegado o momento da construção de um laboratório para o ensino de programação Basic e Assembly Z80, onde cada aluno pudesse desfrutar individualmente do uso de um microcomputador, durante todo o tempo de aula.

Para a realização prática deste laboratório, deparamo-nos com os seguintes problemas:

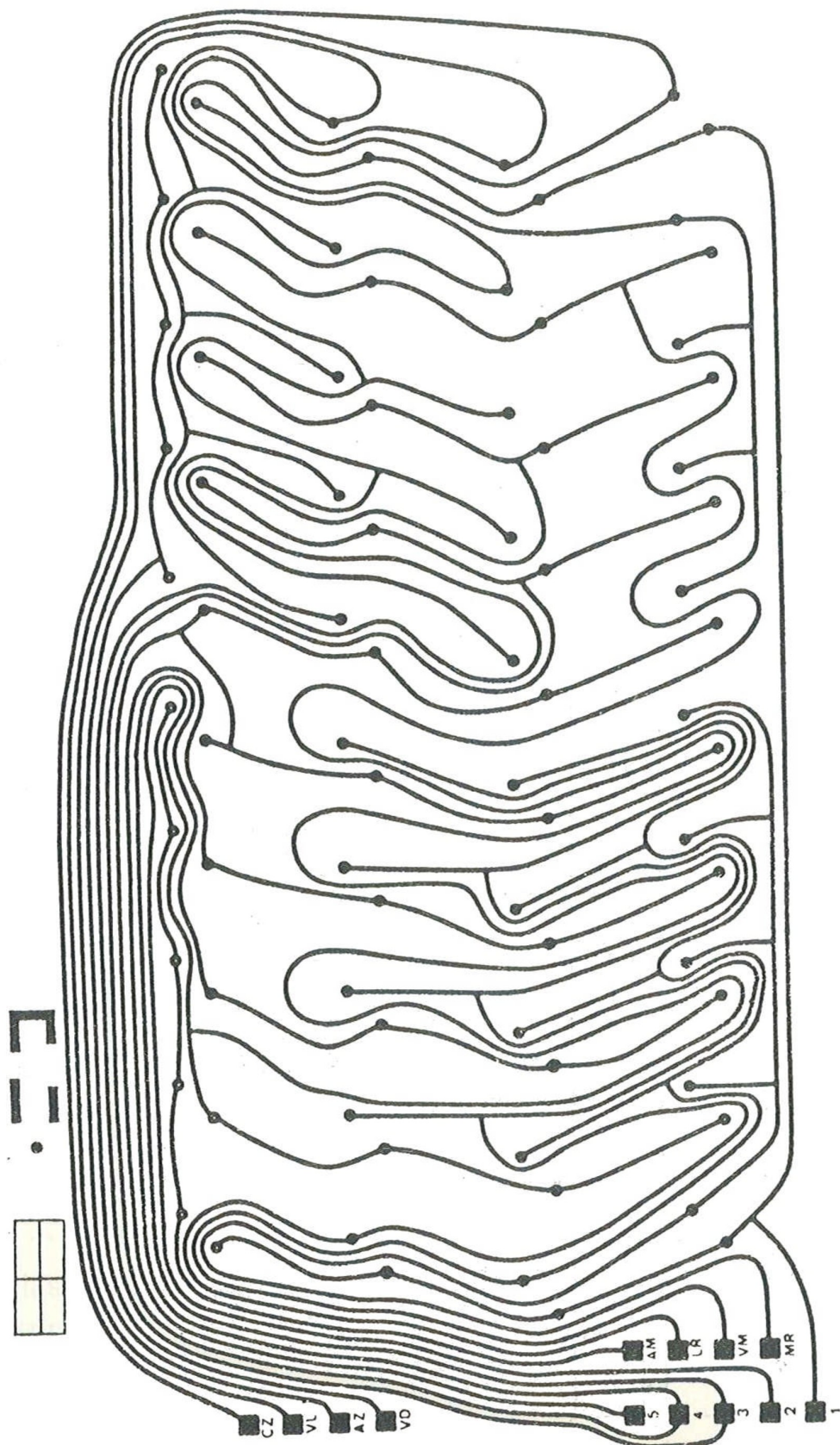
- Inviabilidade do teclado tipo "touch" para fins didáticos, comerciais, ou mesmo pessoais.
- Insuficiência em tamanho e peso dos mesmos, associada à falta de opções para interconexões entre micros, vídeos e cassetes.
- Distorções e interferências dos geradores de RF dos micros, com necessidade constante de reajuste da sintonia fina.

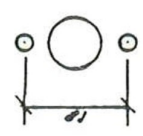
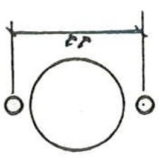
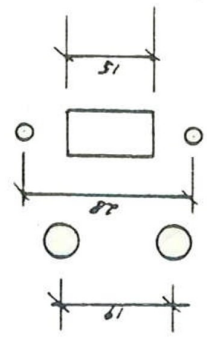
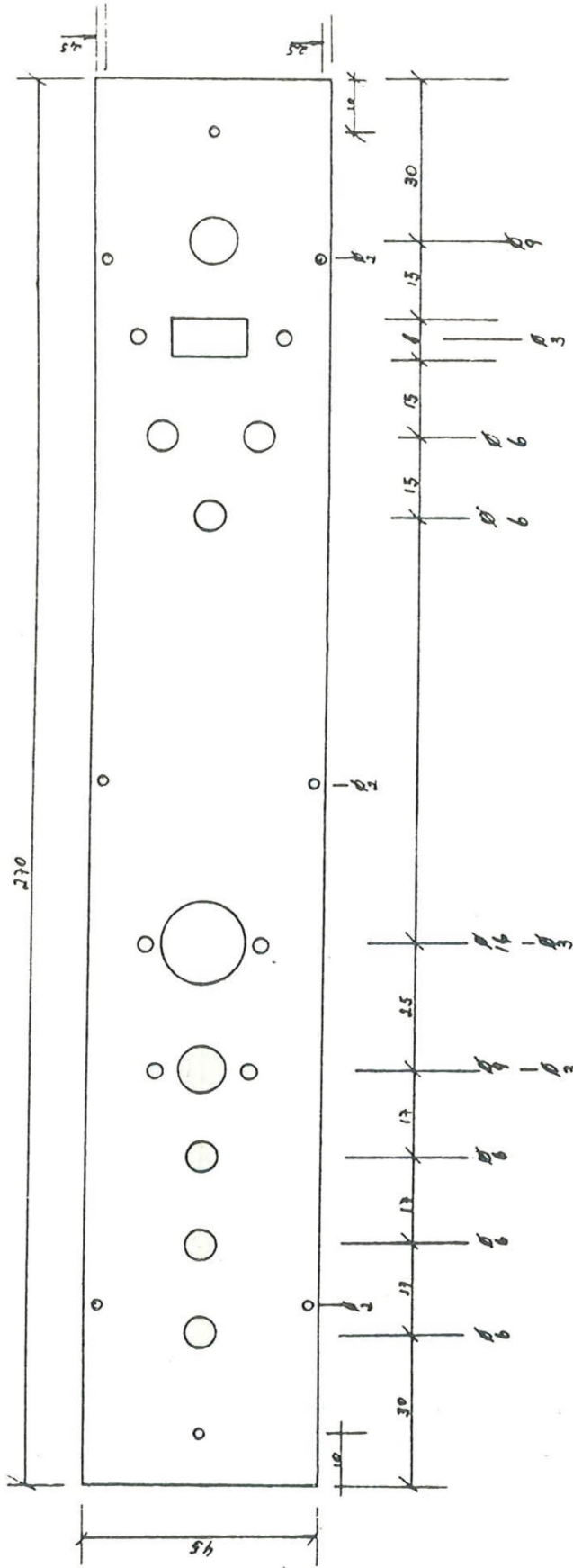
Basicamente, a solução foi criar um teclado mecânico, incluindo o teclado, o micro e a fonte em um só gabinete, com as devidas tomadas para as interligações.

A seguir, maiores detalhes do teclado que originou o laboratório de programação instalado e usado desde 17 de maio de 1982, pela Associação Joseense de Ensino/CDT/ETEP em São José dos Campos — SP.

MICRON ZX

PLOT	UNPLOT	REM	RUN	RAND	RETURN	IF	INPUT	POKE	PRINT
SIN	COS	TAN	INT	RND	STRS	CHRS	CODE	PEEK	TAB
NEW	SAVE	DIM	FOR	GOTO	GOSUB	LOAD	LIST	LET	
ARCSIN	ARCCOS	ARCTAN	SGN	ABS	SOR	VAL	LEN	USR	
COPY	CLEAR	CONT	CLS	SCROLL	NEXT	PAUSE		BREAK	
LN	EXP	AT		IN KEYS	NOT	TT			





110 V

AC
OUT

DAT.

220 V

JS RF VIDEO EAR MIC

O laboratório em pauta conta com dez microcomputadores completos e funcionou satisfatoriamente por mais de 18 meses, tendo, ainda, sido usado por mais de 1000 alunos.

O Teclado

A utilização de um teclado do tipo empregado nos micros D8000, CP500 e outros fica pouco viável, se considerarmos que apresentam:

- elevado custo;
- utilizam o ASCII, codificação que não é compatível com a lógica do teclado Sinclair.

Optamos por usar uma placa de circuito impresso em face única, colocando diretamente sobre o lado inverso a gravação por silk-screen das palavras chaves e quarenta teclas individuais, previamente gravadas.

A Gravação das Teclas

Existem as opções:

- dupla ou tripla injeção de plástico, separando teclas e letreiros;
- silk-screen;
- silk-screen com fixação por ultravioleta;
- hot stamp;
- pantografia;
- etc. . .

As teclas que utilizamos foram gravadas por pantografia, em baixo relevo de $-0,8\text{mm}$.

O Gabinete

Existem as opções:

- injeção plástica;
- fibra de vidro;
- madeira;
- resina expandida;
- chapa metálica estampada;
- etc. . .

O gabinete que utilizamos é de madeira. Se devidamente calafetado, lixado, aplicado um primer algumas vezes, com pintura em aerosol, oferece excelente acabamento.

Siga com rigor as recomendações para o acabamento do gabinete.

AS LIGAÇÕES

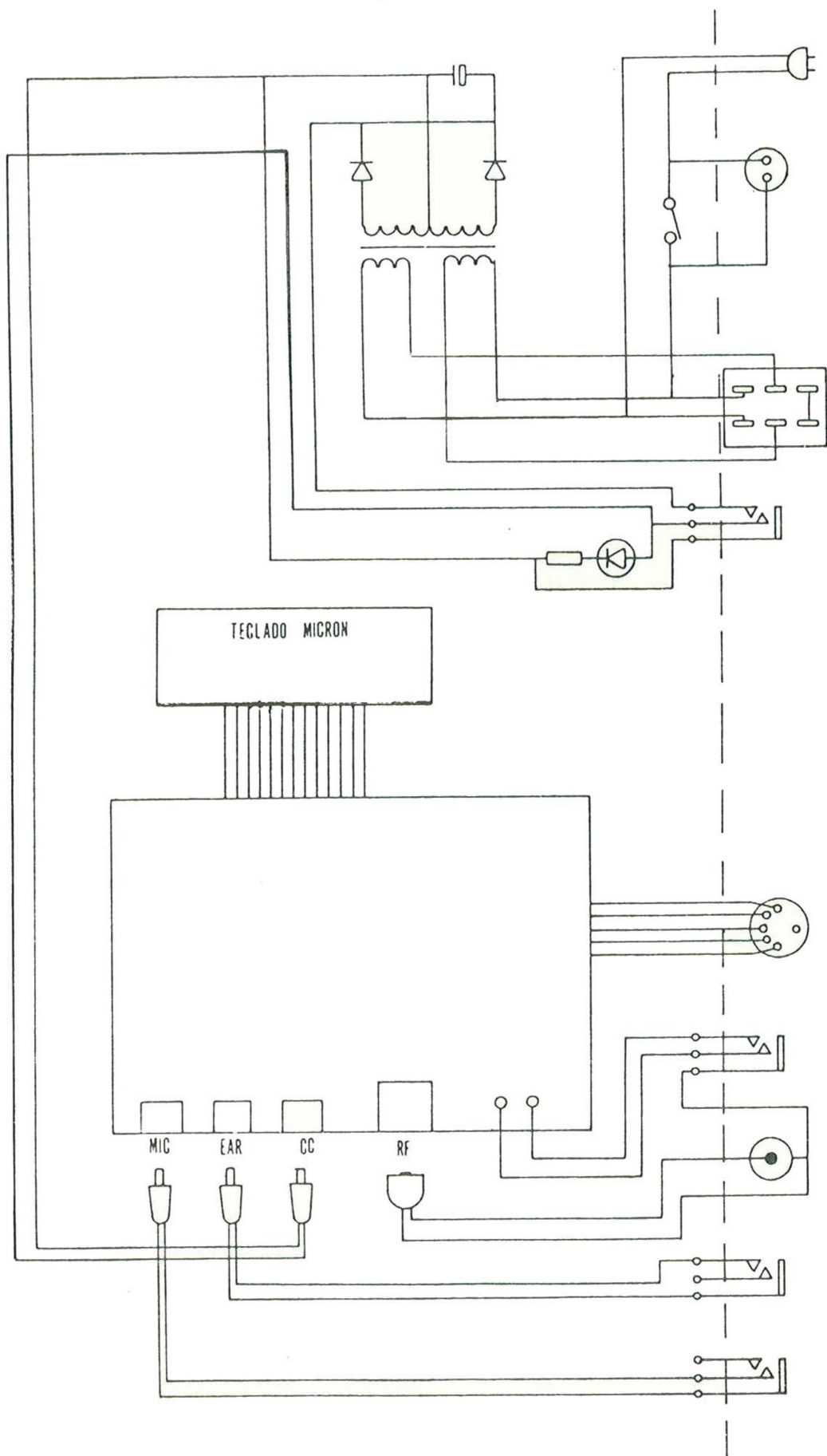
Do Teclado:

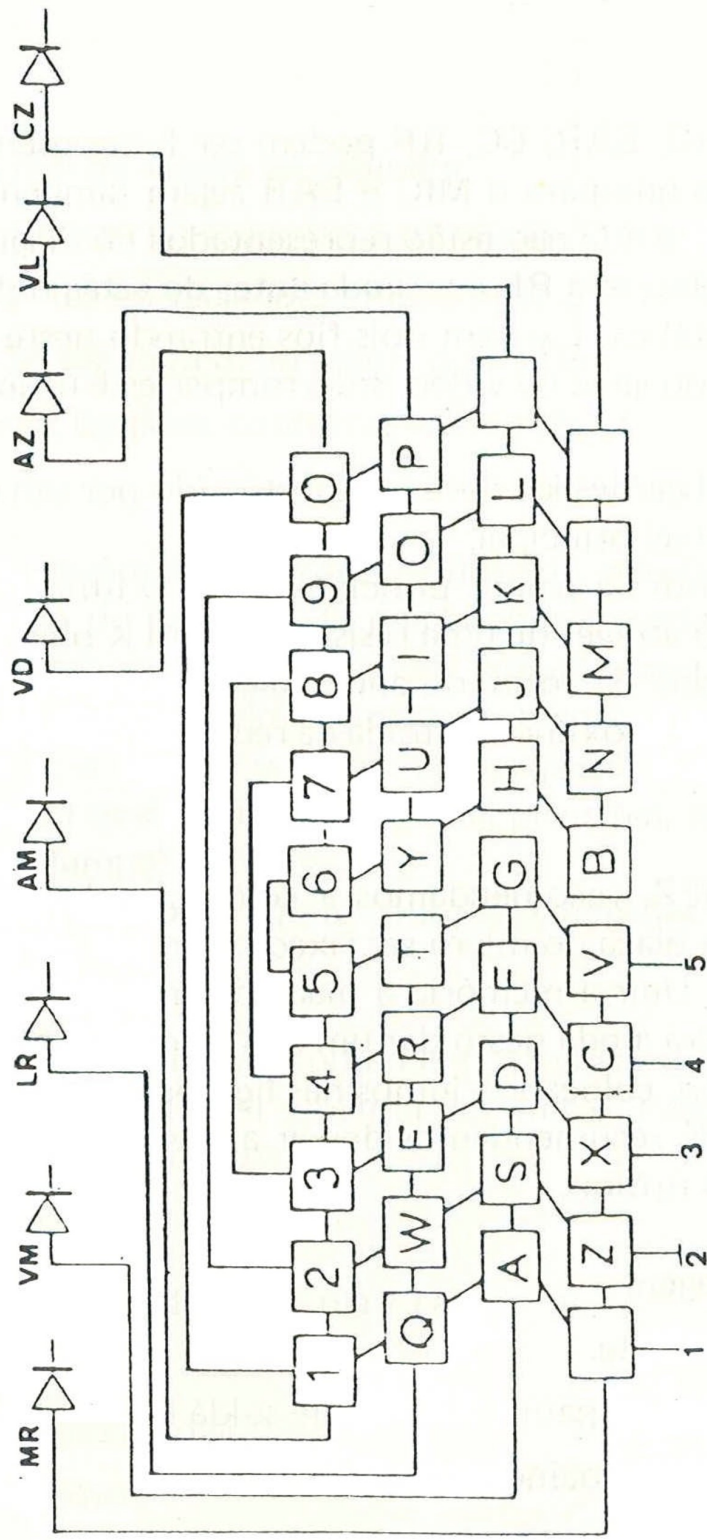
O teclado “touch” de seu micro poderá ou não ser removido, ficando a escolha a seu critério.

Na placa de circuito impresso deste projeto existem 13 pontos de ligações a serem ligados ao micro. Estão marcados como: MR, WM, LR, AM, VD, AZ, VL, CZ os pontos a serem ligados (nesta ordem) aos diodos D3 a D9, componentes montados longitudinalmente ao teclado do micro e logo acima deste. Estão marcados de 1 a 5 os pontos a serem ligados de 1 a 5, conforme o diagrama 2. Observe que, para cada tecla do micro, existem dois pontos possíveis de ligações. Ao ligar as linhas de 1 a 5, escolha os pontos que não estiverem ligados aos diodos.

Diversas

As ligações a serem feitas, de um modo geral, estão resumidas no diagrama de ligações 1 e 2, podendo ser feitas sem qualquer conhecimento de computação, desde que interpretados os referidos diagramas.





As ligações MIC, EAR, CC, RF podem ser feitas usando-se os conectores do micro, desde que para o MIC e EAR sejam também ligados o 3º fio, existente nas fêmeas e que não estão representados no diagrama 1.

A saída de vídeo sem RF é retirada antes do estágio de RF, contido em uma blindagem metálica. Existem dois fios entrando neste módulo. Um é do + VCC e o outro é do sinal de vídeo. Interromper este último através do plug de saída JP2 fêmea.

O interruptor liga/desliga deve ser substituído por um do tipo FEAD, ficando fixado no painel principal.

O LED existente no painel principal indica o funcionamento do aparelho e deve ser ligado através de uma resistência de 1 K ohm de 1/2 watt.

O transformador da fonte de alimentação poderá ser fixado na lateral esquerda do gabinete, próximo à entrada da rede e da chave seletora 110/220V.

Expansões

Nos micros NEZ, recomendamos a colocação da memória no próprio gabinete, devendo a placa do micro ser fixada com sua parte inferior próxima à placa do teclado. Unir a memória à placa do micro com soquete e chicote flexível. Você poderá ainda dessoldar um dos lados do conector da memória, flexioná-lo 180 graus, colocando jumps nas ligações ora distanciadas.

Nos micros TK recomendamos deixar a memória externamente, possibilitando expansões futuras.

Seqüência de Montagem

1. Acabar o gabinete.
2. Colar as teclas do painel ANTES de soldá-las.
3. Fixar as peças do painel de saídas.
4. Ligar a fiação aos conectores do painel de saídas.
5. Fixar e ligar a fonte DC.

6. Fixar o painel de saídas no gabinete.
7. Remover o micro de sua caixa e o teclado "touch", se desejar.
8. Ligar os 13 fios do teclado e interromper o R.F., se desejar.
9. Ligar os 13 fios, item 8, ao painel do teclado.
10. Completar as ligações, conforme o diagrama 1.

Importante:

Os micros TK devem ser montados sobre dois sarrafos de $1 \times 1 \times 17$ cm, fixados aos do fundo do gabinete. O painel com as teclas será colocado por último, sendo a montagem feita através da "tampa" superior.

Nos NEZ8000 coloque primeiramente o painel principal, com os adesivos de dupla face e, a seguir, o micro em pequena diagonal, nos mesmos sarrafos (lado oposto) que receberam o painel principal. Neste caso, a montagem será feita pela "tampa" inferior.

Antes de iniciar, veja o parágrafo sobre as expansões.

Acabamento do Gabinete

Recomendamos que você encomende o gabinete a um marceneiro, que poderá executar o trabalho com a planta em anexo. Passe, então, ao acabamento, seguindo as instruções abaixo:

Materiais Necessários

- 1 espátula ou pedaço de régua plástica;
- 3 lixas d'água nº 120, 180 e 220;
- massa plástica para madeira;
- solvente para primer;
- pincel ou trincha de $\frac{1}{4}$ "
- 1 lata de spray Color Gin, linha automotiva, nas cores cinza, azul ou branco gelo, dependendo da cor de seu teclado.

Operações

Aplicar a massa e lixar, quando seca.

Repetir até obter todas as superfícies lisas e uniformes.

Aplicar o primer, não muito diluído e lixar quando seco. Repetir.

Aplicar o spray, conforme as instruções da sua embalagem.

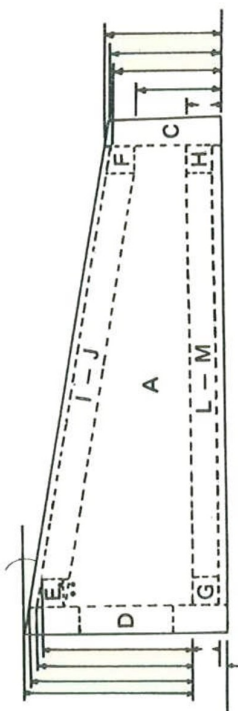
Lixar o painel principal e o do fundo, de acordo com o gabinete, lixando as suas bordas.

Relação de Material

A seguir, relação do material necessário à montagem do teclado mecânico:

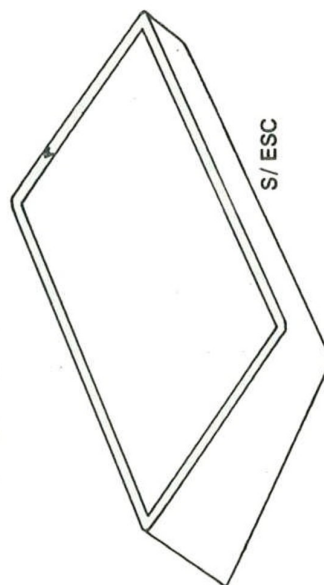
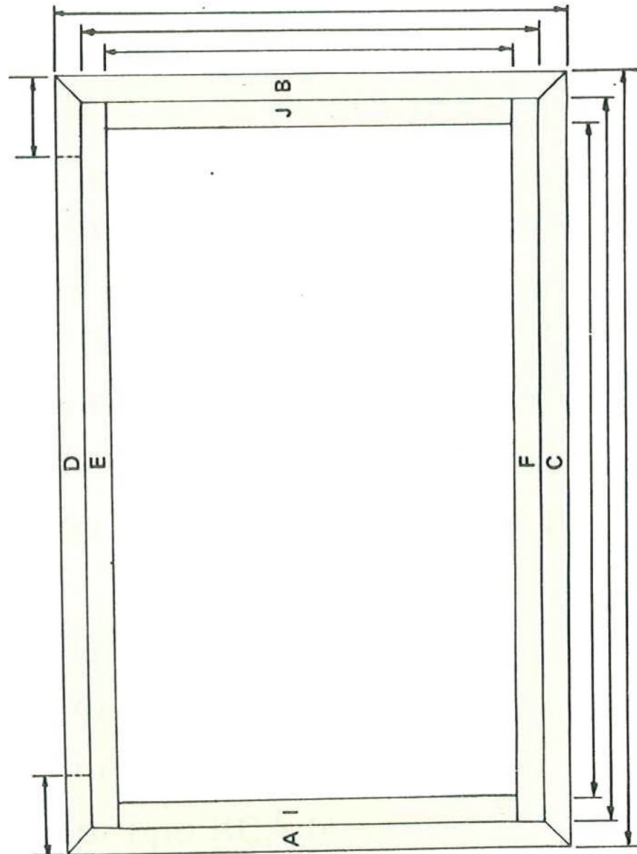
QUANTIDADE	DESCRIÇÃO
40	Teclas pretas, contato monentâneo, gravadas por pantografia em duas cores, marca ITM.
01	Circuito impresso metalizado com o painel do teclado em fibra de vidro 28cm × 17cm.
01	Painel de saídas, em fibra, 25cm × 4,5cm.
01	Tampa de fundo de fenolite, 28cm × 17,2cm.
01	Gabinete de madeira, 30cm × 19cm × 4,2cm × 7,3cm.
03	Conector tipo JP2 macho.
03	Conector tipo JP2 fêmea.
01	Conector tipo RCA macho.
01	Conector tipo RCA fêmea.
01	Chave FEAD 1 × 2.
01	Chave HH 2 × 2.

- 01 Metro de cabo coaxial 28 AWG.
- 01 Led vermelho, vide ligações.
- 01 Resistência 680 ohms, $\frac{1}{4}$ W.
- 01 Metro de cabo paralelo $\times 18 - 28$ AWG.
- 01 Metro de adesivo face dupla.
- 04 Adesivos protetores 3M.
- 12 Parafusos autotarrachantes de $0,2 \times 0,8$ cm.
- 04 Parafusos com porcas de $0,3 \times 0,8$ cm.



•• MODELO II
• MODELO I

• PEÇAS E = F G = H
I = J L = M

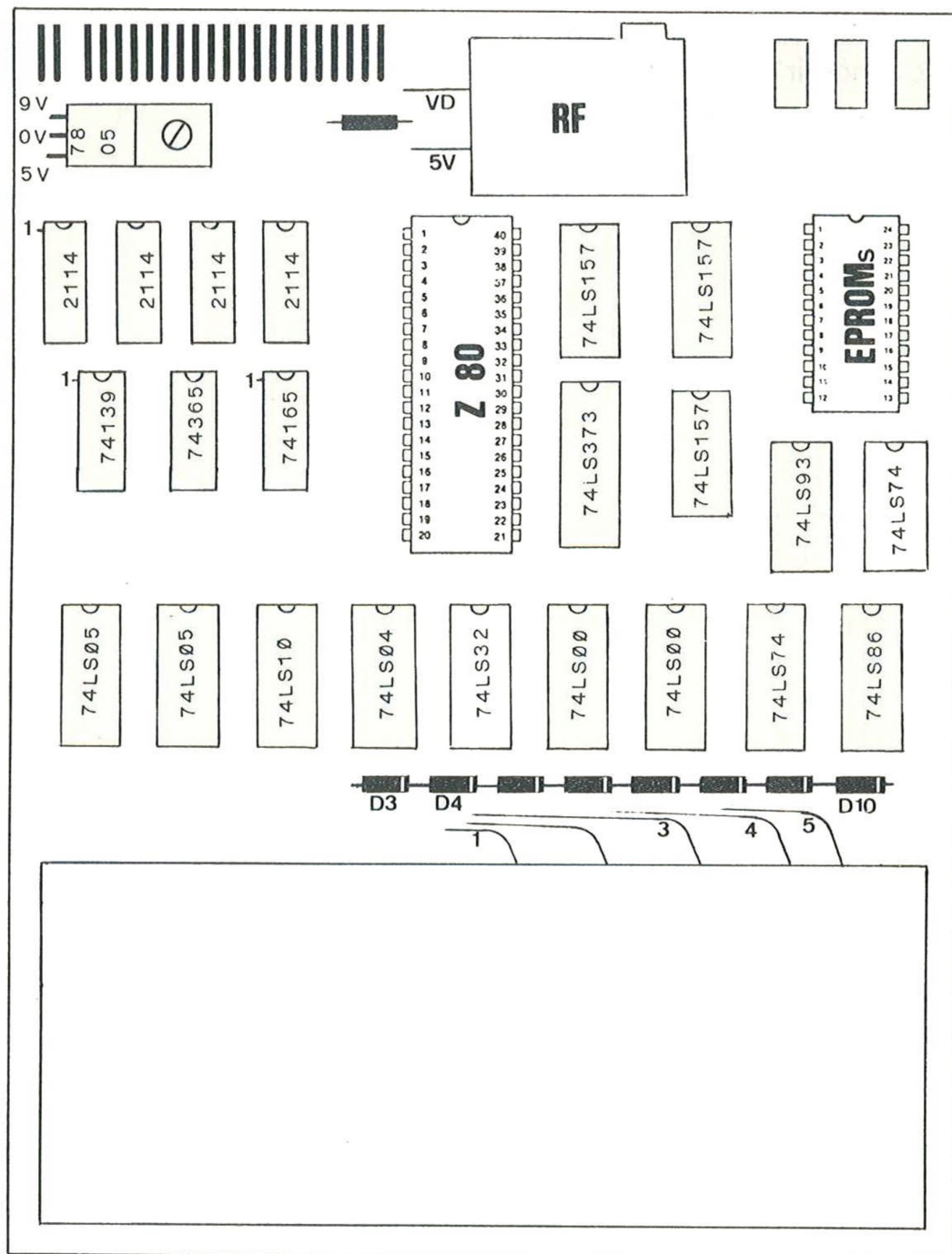


S/ESC

APÊNDICE 1

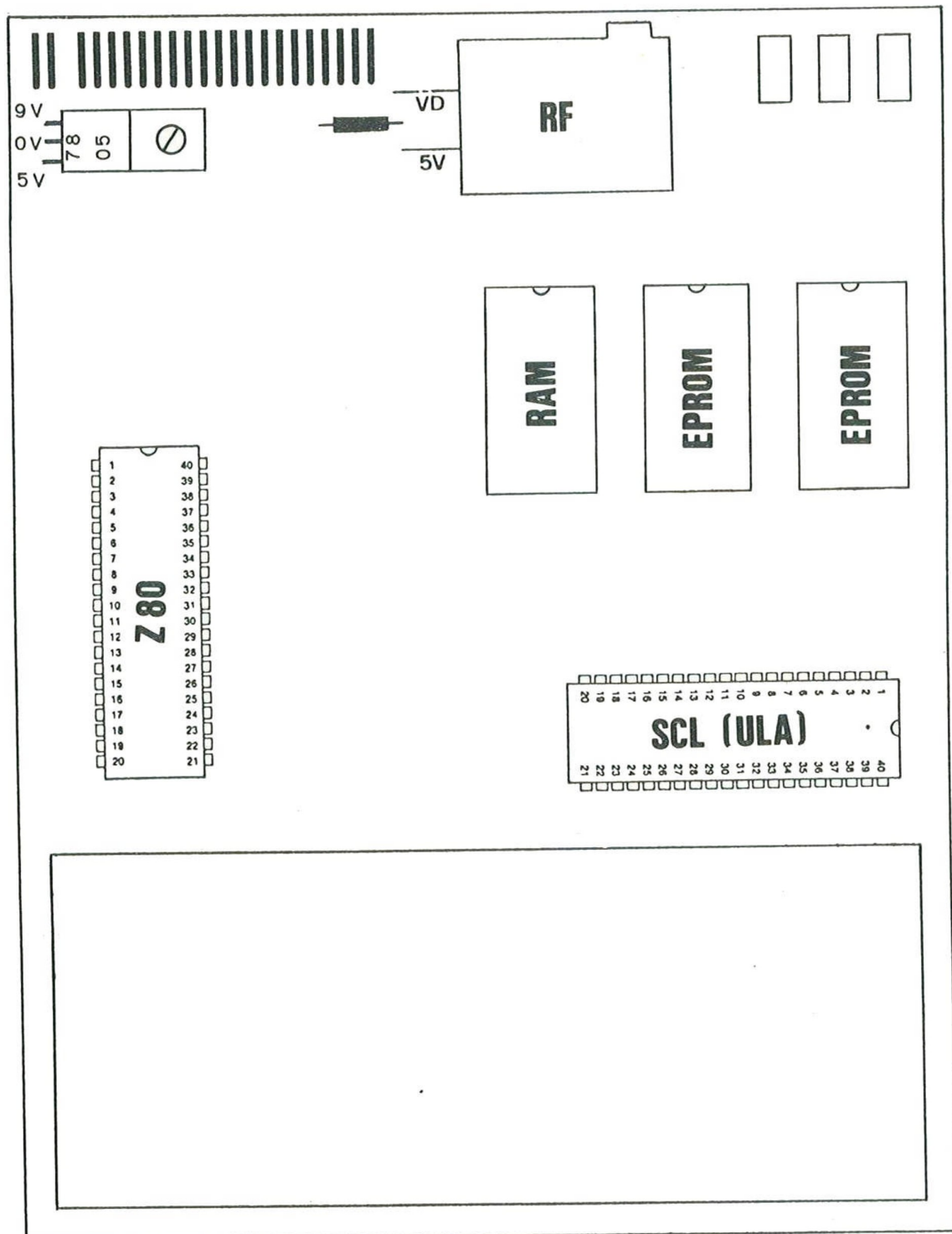
LAYOUT DOS CIRCUITOS IMPRESSOS DOS MICROS

Este apêndice apresenta o layout do circuito impresso, de cada um dos micros "ex-Sinclair", com a localização dos componentes necessários ao uso com os circuitos descritos neste volume.

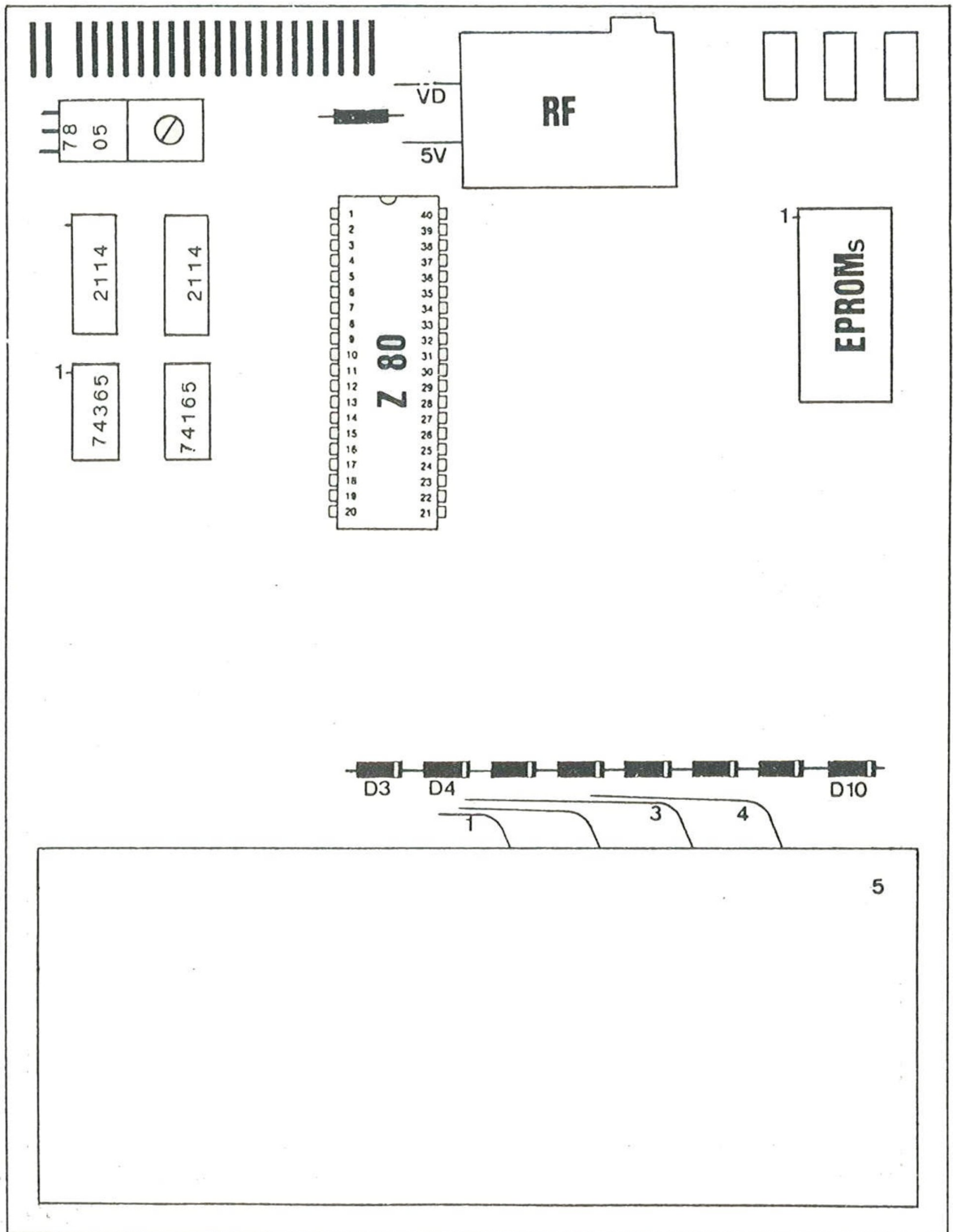


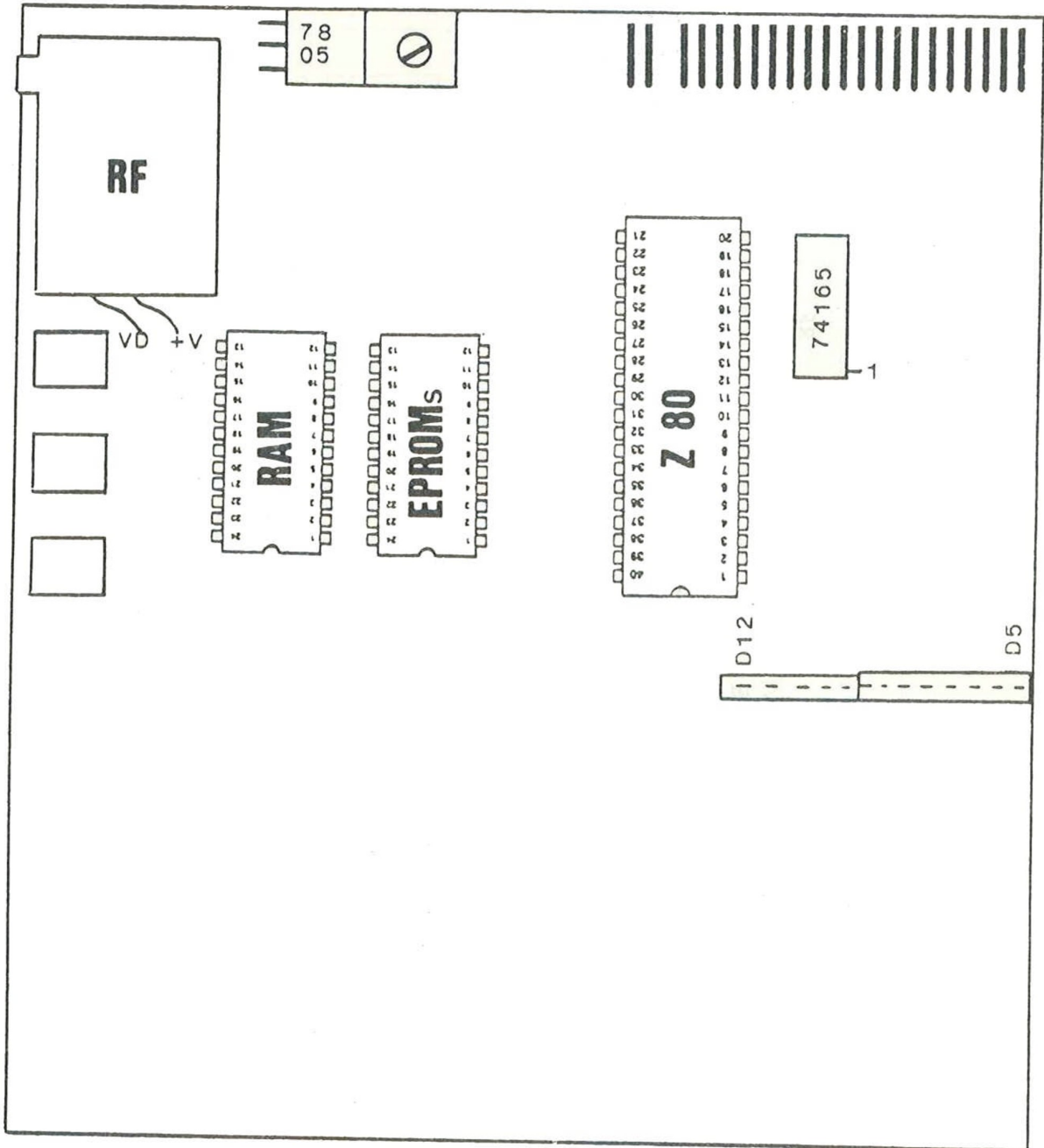
TK 82C

Versão ZX80 (com 8K Rom)

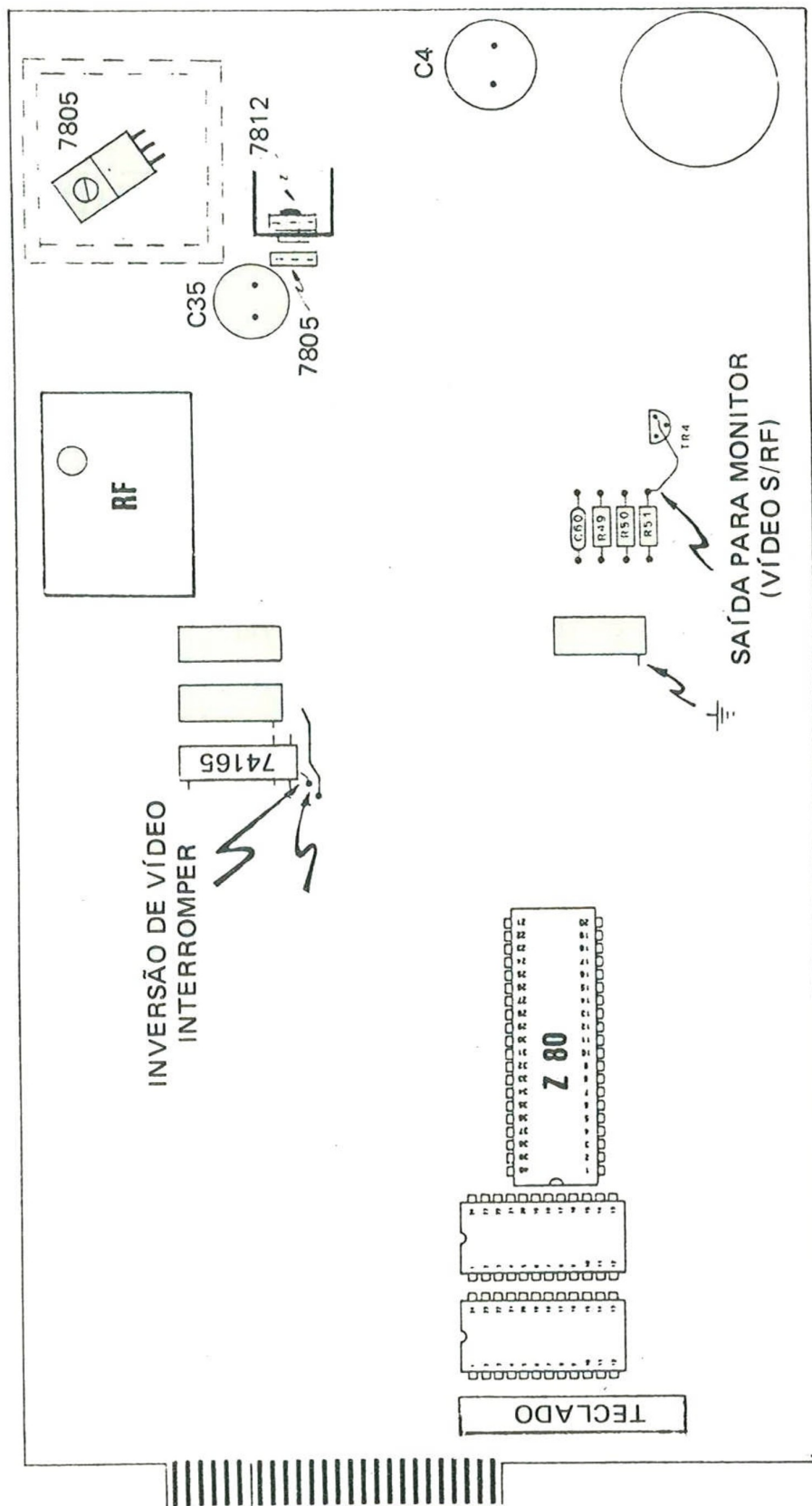


TK 82C
Versão ZX81 (com Chip SCL)

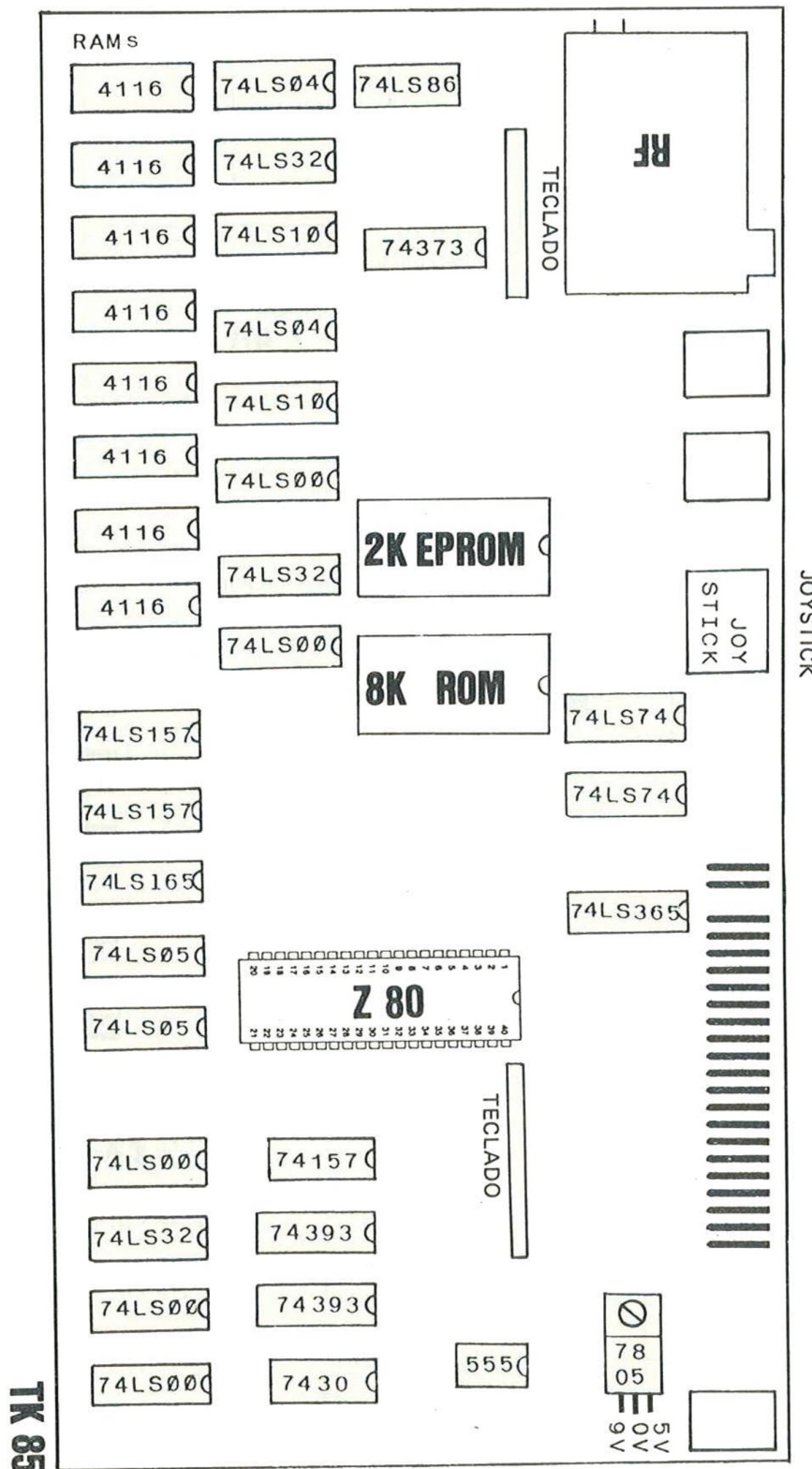


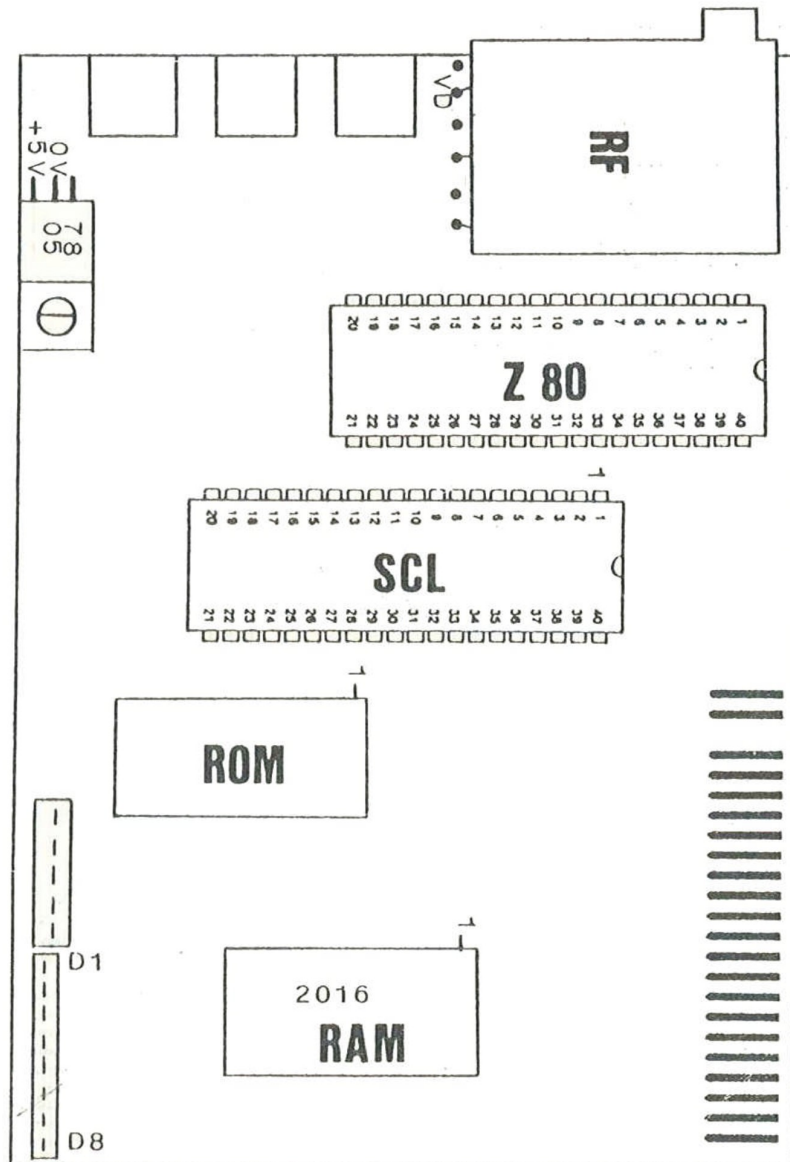


TK 83

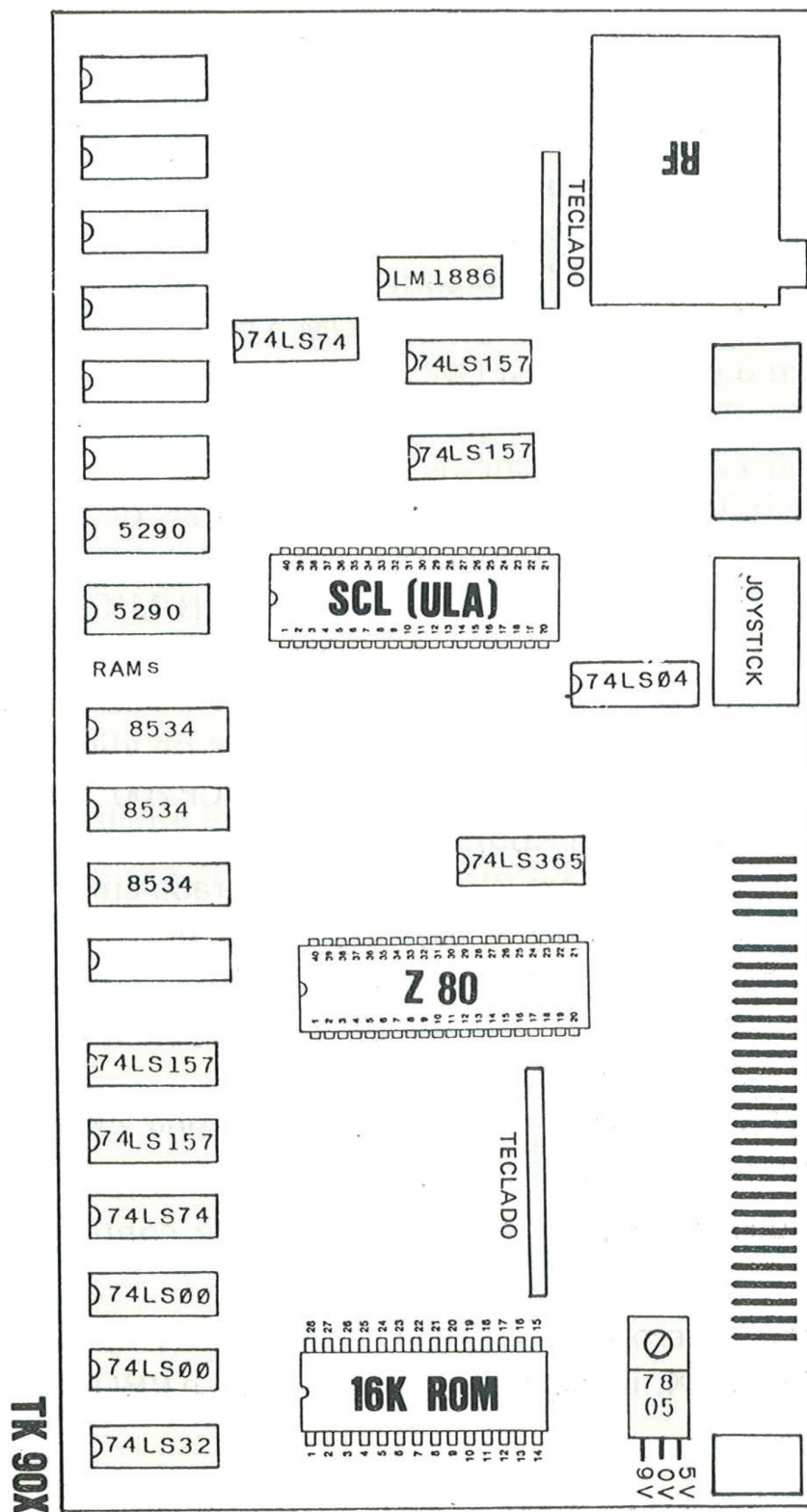


CP 200





ZX 81



APÊNDICE 2

ESQUEMA SINCLAIR

Relação dos Componentes e Funções

Este apêndice apresenta o esquema do microcomputador ZX80 que serviu de base para os "projetos nacionais".

Apresentamos também as diferenças de ligações entre o esquema dado e os demais, além de uma relação dos componentes com suas funções, e as diferenças da linha TK para Spectrum (TK90X).

O NEZ8000 é igual ao ZX80 com 8K de ROM.

O TK82C é o ZX80 com 8K de ROM e mais duas RAMs 2114. Alguns TK82C possuem o circuito de SLOW.

O TK83 é o TK82C com SLOW. Usa como RAM um chip do tipo 2016 ao invés de quatro 2114. Mantém 2K RAM.

O TK85 é o TK83 com 16K de RAM, mais 2K de EPROM com rotinas de alta velocidade para SAVE e LOAD e SAVE e LOAD DATA. Por esta razão alteraram os circuitos de entrada e saída EAR/MIC.

O CP200 é o ZX80 com 8K de ROM, 16K de RAM, SLOW, Beep e Reset. O barramento de expansão foi alterado fisicamente; eletricamente apenas não possui ligado o +5V e +9V. A fonte de alimentação é interna e conta com três integrados reguladores. Existe CP200 versão SPEED, com 2K de ROM extra (como o TK85), só que a velocidade é diferente.

O RINGO é o ZX80 com 8K de ROM (alterada em mais de 1K), SLOW e 16K de RAM. O barramento de expansão, o teclado e a fonte foram alterados. Quanto ao teclado, destaque-se que o RINGO possui algumas teclas de edição que não requerem o uso do SHIFT como CURSOR UP DOWN/LEFT/RIGHT, DELETE etc. . .

As principais diferenças, em hardware, da linha ZX81 (TK82/85) para a linha Spectrum (TK90X) podem ser resumidas em:

- a) Microprocessador Z80 rodando a 3,5 MHz contra 3,25 MHz anteriores.
- b) ROM com interpretador BASIC e sistema operacional de 16K contra 8K da linha ZX, inicialmente em EPROMs e PROMs.

- c) RAM de 16 ou 48K diretamente na placa principal. Na versão 16K os 32K de RAM adicionais e decoders podem posteriormente ser inseridos.
- d) O barramento passou de 2×23 para 2×28 conexões, recebendo os sinais de vídeo e som. No TK90X os sinais de vídeo não estão conectados. Por outro lado, nos primeiros Spectrum não estava ligado a ROM ou RAM CS porque os 64K endereçáveis pelo Z80 já estavam ocupados, impedindo-se assim a "desabilitação" das memórias via barramento, assim como nos primeiros ZX80. Os TK90X possuem o sinal $\overline{ROM\ CS}$ no barramento. $\overline{ROM\ CS}$ é RAM CS e $\overline{RAM\ CS}$ é ROM CS. As linhas de endereço de A8 a A15 sofreram alterações de posição em relação ao pino guia e periféricos que utilizam estas linhas; não poderão ser ligados diretamente ao barramento. Não é o caso da impressora. As linhas A0 a A7, D0 a D7 e outras permaneceram inalteradas.
- e) Inclusão de som, com míni alto-falante interno. Os TK90X não possuem alto-falante interno e o som é só via RF para TV.
- f) Repetição automática de teclas e interface para cassete a 1500 baud contra 250 baud anteriores.
- g) Saída do sinal de vídeo sem RF. Os TK90X não a possuem, assim como saída de som para amplificador externo, mas possuem tomada para joystick.
- h) Modulador de RF para Preto e Branco e Cor no sistema Pal-M, nos TK90X e Timex Sinclair TS 2068.
- i) A memória de vídeo é ainda a RAM do usuário, só que consumindo 6912 bytes.

Relação dos Componentes do Microcomputador Sinclair ZX80

IC	TIPO	FUNÇÃO
01	Z80A	Unidade Central de Processamento.
02	ROM	Sistema Operacional — Incluindo padrão dos caracteres.
03-04	2114	RAM — Memória do usuário, de vídeo e demais variáveis do sistema.
05	74LS373	8 FLIP-FLOPS — Memória do código do caracter lido na RAM.
06-07-08	74LS157	QUAD 2 LINE TO 1 LINE SELECTOR — Fornecem ao A0-A8 para a ROM pela saída do IC-5 e do Contador.
09	74LS165	8 BIT SHIFT REGISTER, PARALLEL IN SERIAL OUT — Memória de uma linha de TV do padrão do caracter em uso.
10	74LS365	
11	74LS00	QUAD 2 — Input positive NAND.
12	74LS00	QUAD 2 — Input positive — gerador SINC TV.
13	74LS04	6 Hex Inverter — Combina/inverte sinal de vídeo e sinc.
14	74LS05	6 Hex Inverter — Coletor aberto vídeo.
15	74LS05	Idem — Vídeo.
16	74LS10	TRIPLE 3 INPUT POSITIVE NAND GATE.
17	74LS32	QUAD 2 INPUT OR GATE — Gerador Sinc TV.
18	74LS74	DUAL TRIGGERED FLIP-FLOPS tipo D — Gerador Sinc TV.

19	74LS74	Idem — Gerador Sinc TV.
20	74LS86	QUAD 2 — INPUT EXCLUSIVE OR GATE (combina/inverte sinal de vídeo e Sinc).
21	74LS93	4 — Bit Binary Counter — Contador de linhas de TV.
22	7805	Regulador +5V.
23	2114	RAM.
24	2114	RAM.
25	74LS139	8 line decoder — Decodificador dos endereços da RAM interna.

Obs.: Os IC 23, 24 e 25 só são encontrados nas máquinas com 2K RAM. A numeração dos circuitos integrados, de IC 01 a IC 22 é igual no Sinclair ZX80 e no Microdigital TK82C.

APÊNDICE 3

BARRAMENTO DE EXPANSÃO SINCLAIR

Fornece dados sobre os barramentos de expansão Sinclair: ZX81 (TK82/85), CP200, CP200S e Spectrum (TK90X).

Barramento de Expansão Sinclair

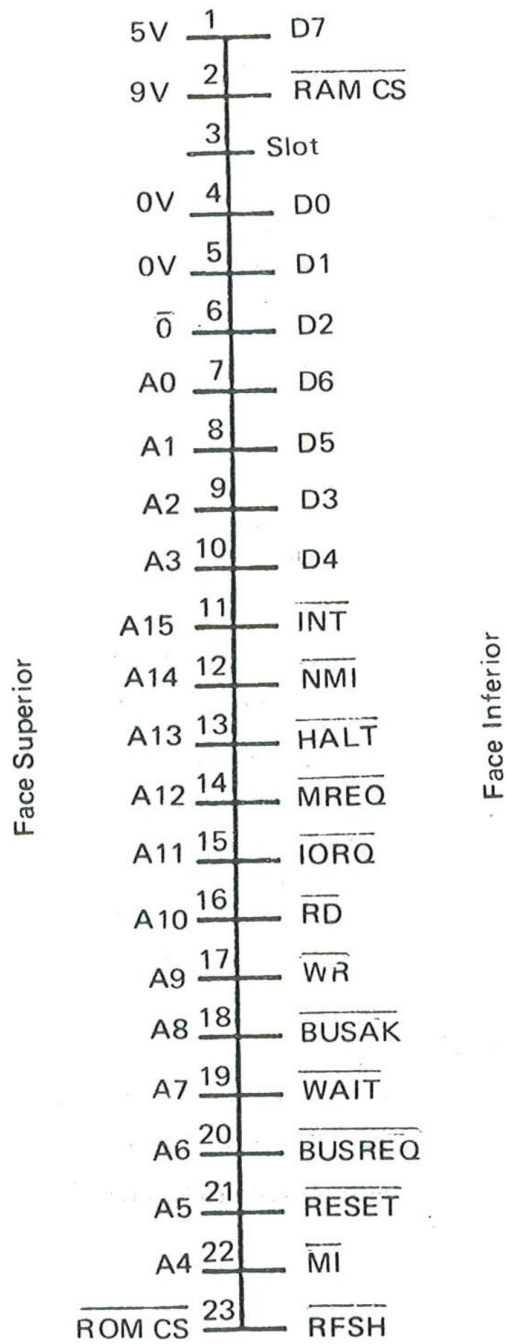
O barramento de expansões dos computadores NEZ80, TK80, TK82C, NEZ8000, TK83 e TK85 são totalmente iguais ao do Sinclair ZX80 e ZX81 elétrica e fisicamente.

Alguns dos primeiros, apenas dos primeiros, NEZ80 e NEZ8000 não possuíam ligado a ROM CS ao barramento, assim como os primeiros ZX80. A ROM CS pode ser facilmente ligado. Quanto ao CP200, o barramento é eletricamente igual, (excluindo o +5V e +9V), mas difere fisicamente e, inclusive, entre as versões CP200 standard e CP200 speed. Veja a seguir.

Já o barramento do Spectrum é um caso à parte. Difere da linha ZX elétrica e fisicamente, mas aceita diretamente a impressora destes, a ZX Printer e a TS2040. Passou de 2×23 para 2×28 conexões recebendo a mais os sinais de vídeo, som e +12V. Os sinais de vídeo não estão conectados nos TK90X. Por outro lado, nos primeiros Spectrum não estava ligado a RAM ou ROM CS, presente nos TK90X. As linhas de endereço de A8 a A15 foram deslocadas de posição em relação ao pino guia. As linhas de endereço de A0 a A7 e de dados de D0 a D7 permaneceram inalteradas da linha ZX para Spectrum.

Todo o barramento de expansão está contido em um conector dual in line. Este tipo de conector não é fabricado nas medidas dos micros. É cortado do chamado S100 DUAL IN LINE 2×50 posições — 100 conexões.

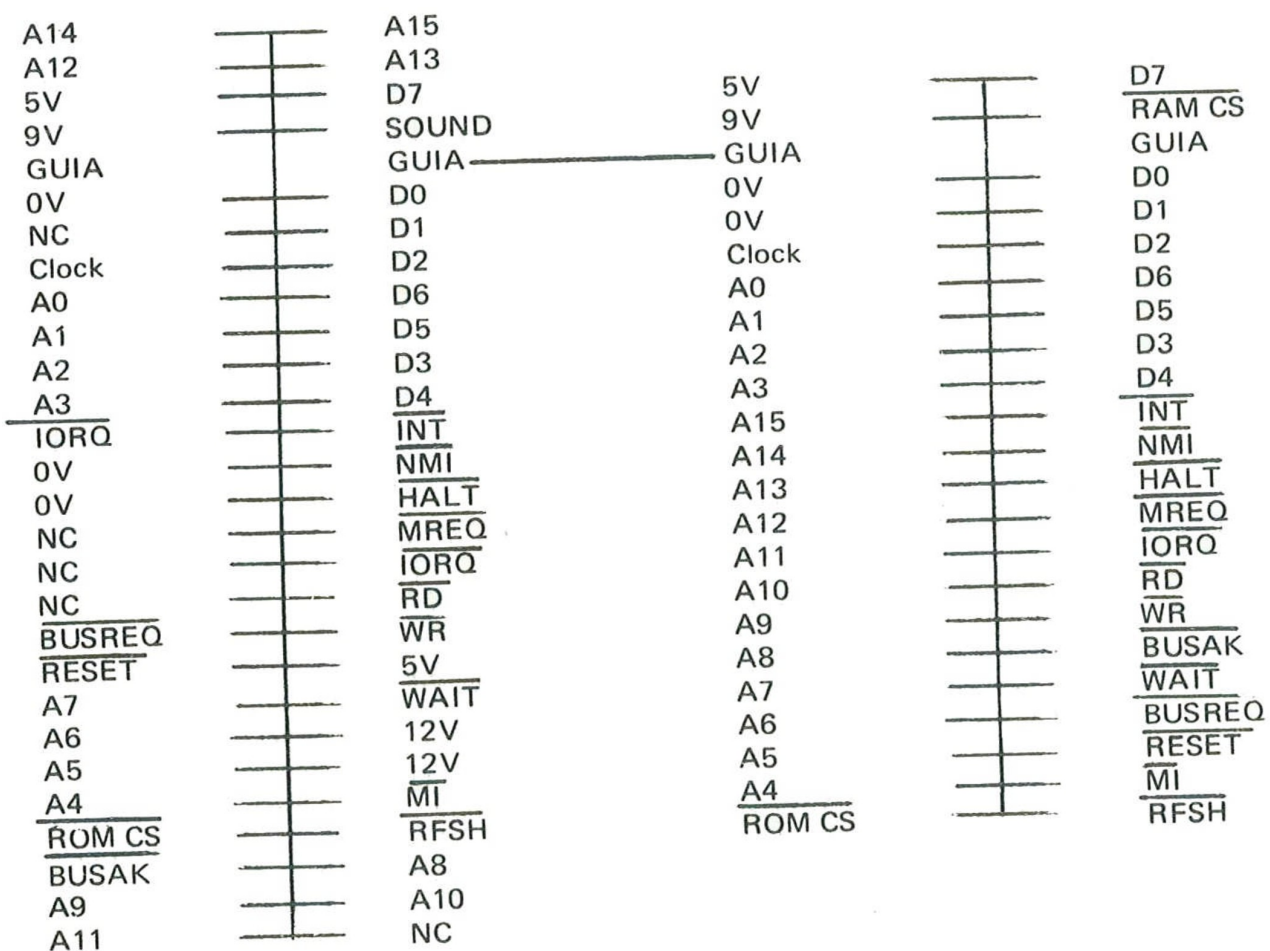
A seguir, a localização dos sinais nos diferentes barramentos da família Sinclair ZX e Spectrum.



Barramento de expansões

Spectrum (TK90X)
28 posições incluindo o guia

ZX81 (TK82/85)
23 posições incluindo o guia



Face Inferior

Face Superior

Obs.: Os Spectrum possuem ligado ao barramento, entre os pinos IORQ e BUSREQ, os sinais de vídeo. Nos TK90X não estão conectados (NC).

CP200
25 posições

NC	
NC	
IORQ	
MREQ	
RD	
HALT	
WR	
A13	
MI	
BUSAK	
A11	
A9	
A10	
A12	
A2	
A8	
BUSREQ	
A14	
WAIT	
NC	
NC	
NC	
NC	
NC	
NC	

Face Inferior

CP200S
25 posições

NC		RESET		NC
NC		NMI		NC
RAM CS		IORQ		NC
A5		MREQ		A5
Clock		RD		Clock
0V		HALT		0V
0V		WR		0V
0V		A13		0V
0V		MI		0V
RFSH		BUSAK		RFSH
A4		A11		A4
A6		A9		A6
A1		A10		A1
A0		A12		A0
A15		A2		A15
A7		A8		A7
D0		BUSREQ		D0
D1		A14		D1
D2		WAIT		D2
D3		5V		D3
D4		5V		D4
D5		ROM CS		D5
D6		PORT1		D6
D7		RAM CS		D7
A3		12V		A3

Face Superior

Barramento de Expansão Sinclair

DESCRIÇÃO	NOME	FUNÇÃO
Endereços	A0-A15	Saídas para memórias e dispositivos.
Dado	D0-D7	Saída/entrada (bidirecional).
Controle do Sistema	MREQ	Identifica memória em uso.
	IORQ	Identifica operações de I/O.
Controle do Sistema	RD	Indica entrada de dados na CPU.
	WR	Indica saída de dados da CPU.
	MI	Refere-se a interrupções.
	RFSH	Refresh do sincronismo das memórias dinâmicas.
Sistema de Clock	0	Saída de 3,25 MHz.
	RST	Reseta a CPU quando com valor 0.
Controle da CPU	INT	Ent. de solicitação de interrupção.
	NMI	Idem INT. Não pode ser desativada.
	WAIT	Indica estado de espera da máquina.
	HALT	Indica que a CPU executou 1 parada.
	BUSAQ	Solicita controle para CPU.
	BUSAK	Indica saída do controle pela CPU.
Seleção de Memória	RAM CS	Se de valor lóg. alto(1), desconecta a leitura da RAM
	ROM CS	Se de valor lóg. alto(1), desconecta a leitura da ROM.
Alimentação	+9V	9V sem regulagem.
	+5V	+5V regulados.
	GROUND	0V

APÊNDICE 4

CARACTERÍSTICAS DOS CIRCUITOS INTEGRADOS USADOS

Este apêndice contém informações sobre os circuitos integrados utilizados nos projetos descritos neste volume.

Tabela — verdade

BUFFER

INPUT OUTPUT

A	C
0	0
1	1

INVERSOR

INPUT OUTPUT

A	C
0	1
1	0

PORTA AND

A	B	C
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

PORTA NAND

A	B	C
0	0	1
1	0	1
0	1	1
1	1	0

PORTA OR

A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

PORTA NOR

A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	0

PORTA EXCLUSIVE OR

A	B	C
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	0

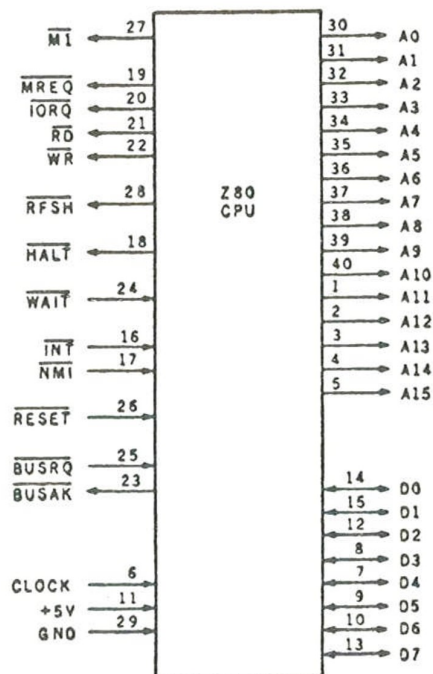
PORTA EXCLUSIVE NOR

A	B	C
0	0	1
1	0	0
0	1	0
1	1	1

LEIS DA ÁLGEBRA BOOLEANA

$$\begin{aligned}
 A + 0 &= A & A \cdot A &= A \\
 A + 1 &= 1 & A + \bar{A} &= 1 \\
 A \cdot 0 &= 0 & A \cdot \bar{A} &= 0 \\
 A + A &= A & A \cdot 1 &= A \\
 A \cdot B + A \cdot C &= A(B + C) \\
 A + B \cdot C &= (A + B)(A + C) \\
 \overline{A \cdot B \cdot C} &= \bar{A} + \bar{B} + \bar{C} \\
 \overline{\bar{A} \cdot \bar{B} \cdot \bar{C}} &= A + B + C
 \end{aligned}$$

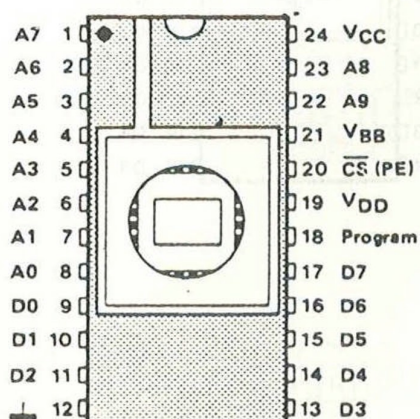
Microprocessador Z-80 e PIO 8255



PA3	1	40	
PA2	2	39	
PA1	3	38	
PA0	4	37	
RD	5	36	WR
CS	6	35	RST
	7	34	D0
A1	8	33	D1
A0	9	32	D2
PC7	10	31	D3
PC6	11	30	D4
PC5	12	29	D5
PC4	13	28	D6
PC0	14	27	D7
PC1	15	26	
PC2	16	25	PB7
PC3	17	24	PB6
PB0	18	23	PB5
PB1	19	22	PB4
PB2	20	21	PB3

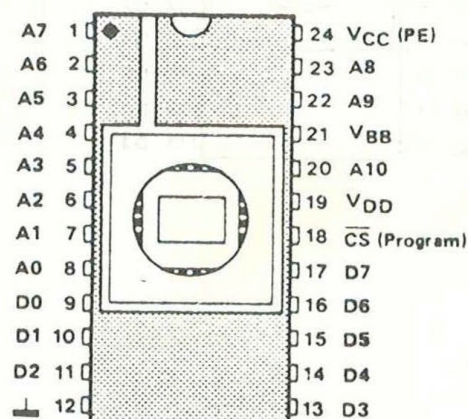
Memórias RAM/ROM/EPROM

2708



2716

Texas Instruments

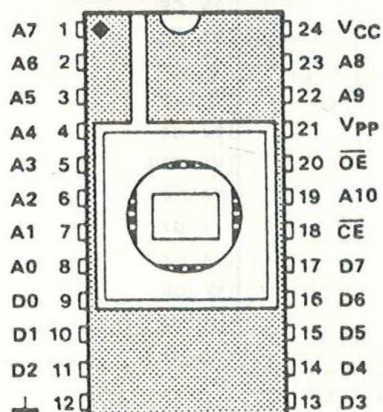


2516

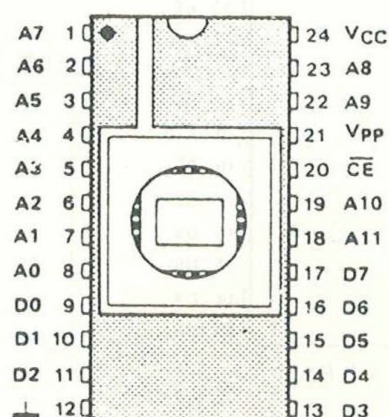
Texas Instruments

2716

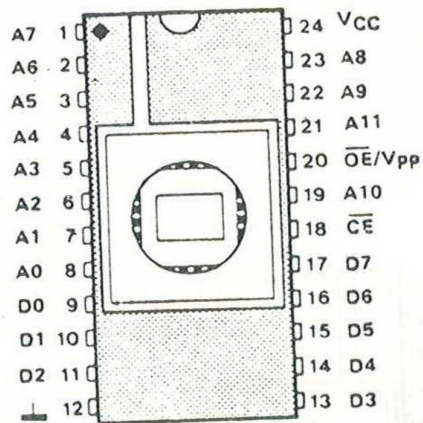
other manufacturers



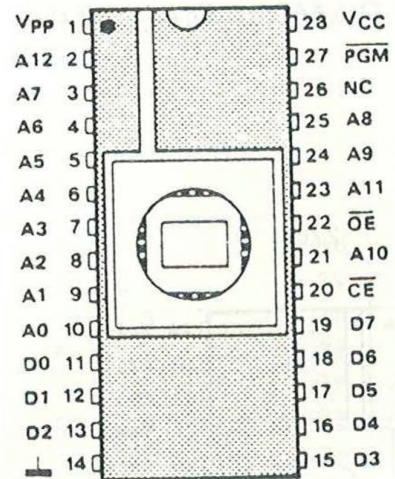
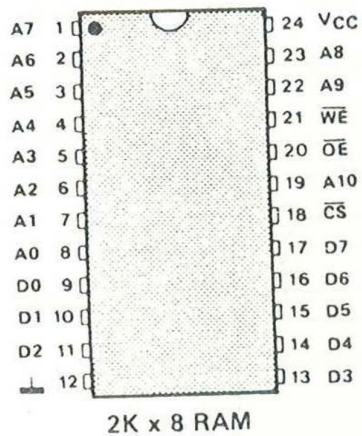
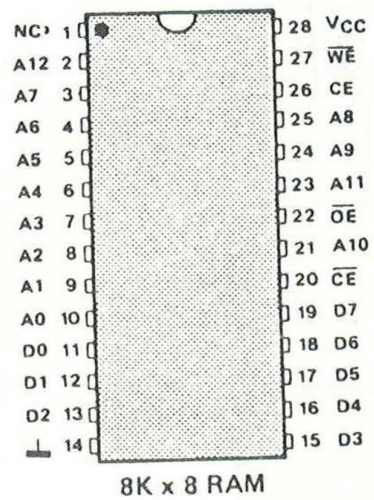
2532



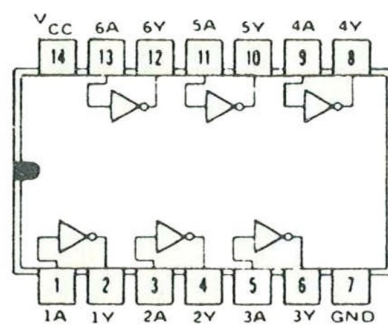
2732



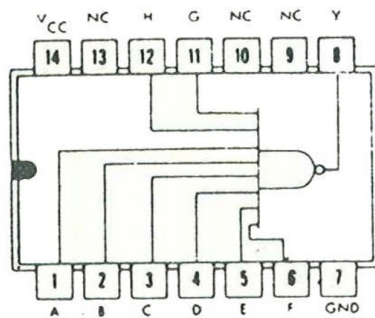
2764

6116
5517
20165564
5565

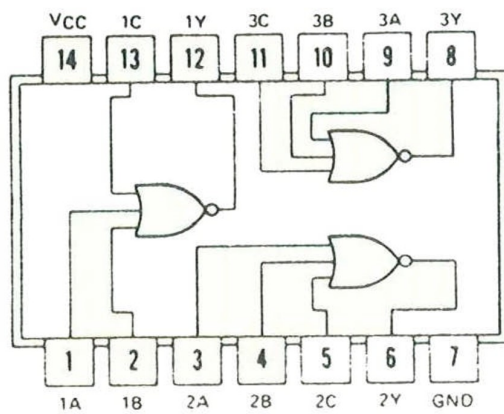
Integrados da PIO



74LS04



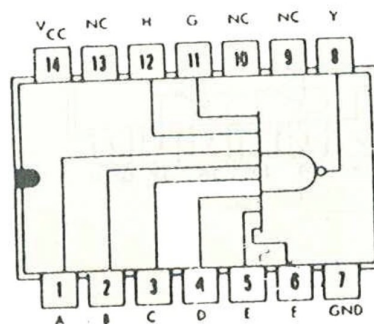
74LS30



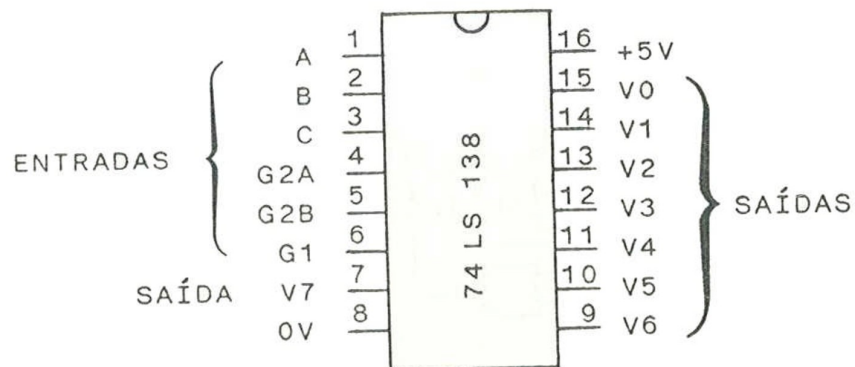
74LS27

Integrados de Expansão do Sistema Operacional

74LS30

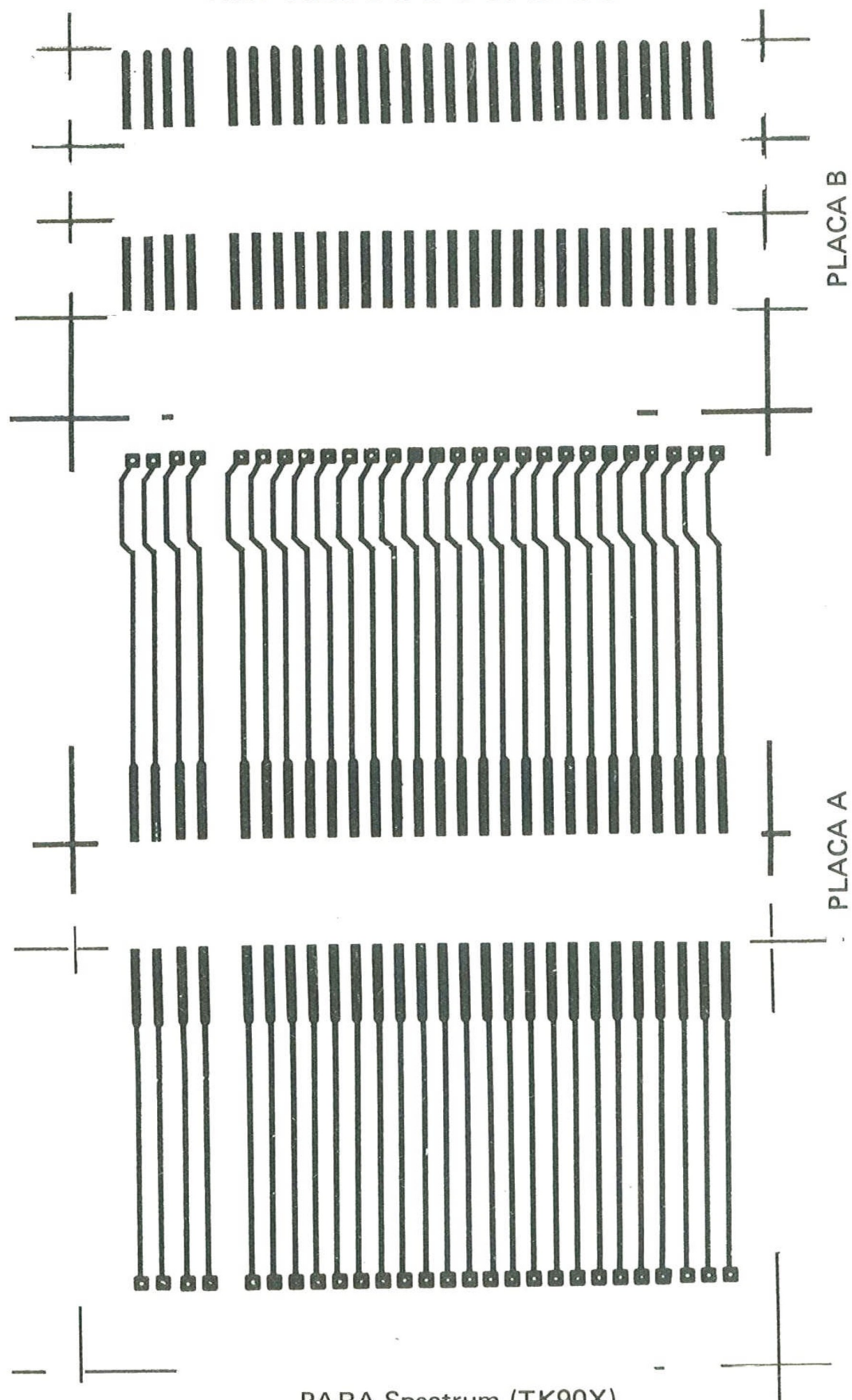


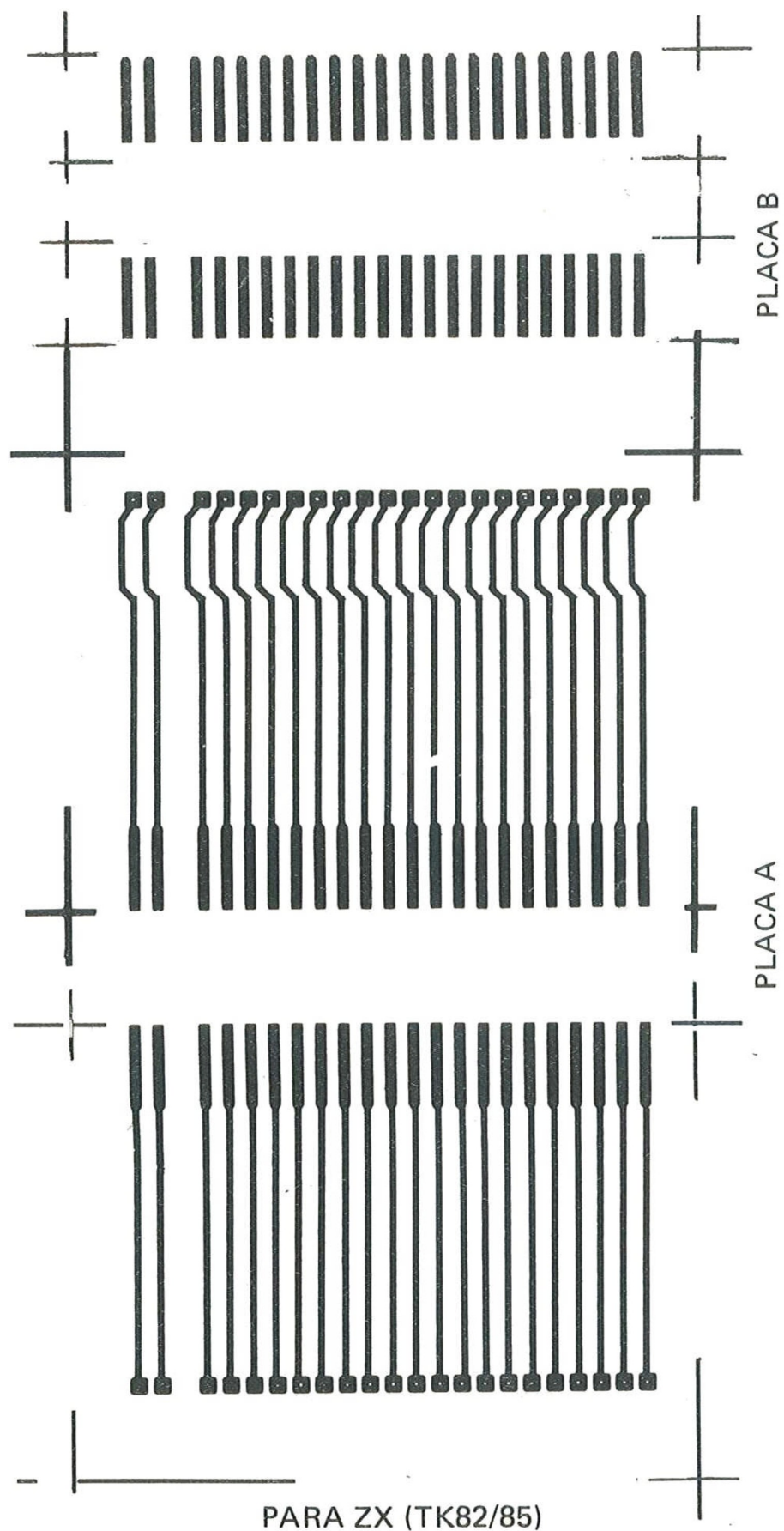
74LS 138

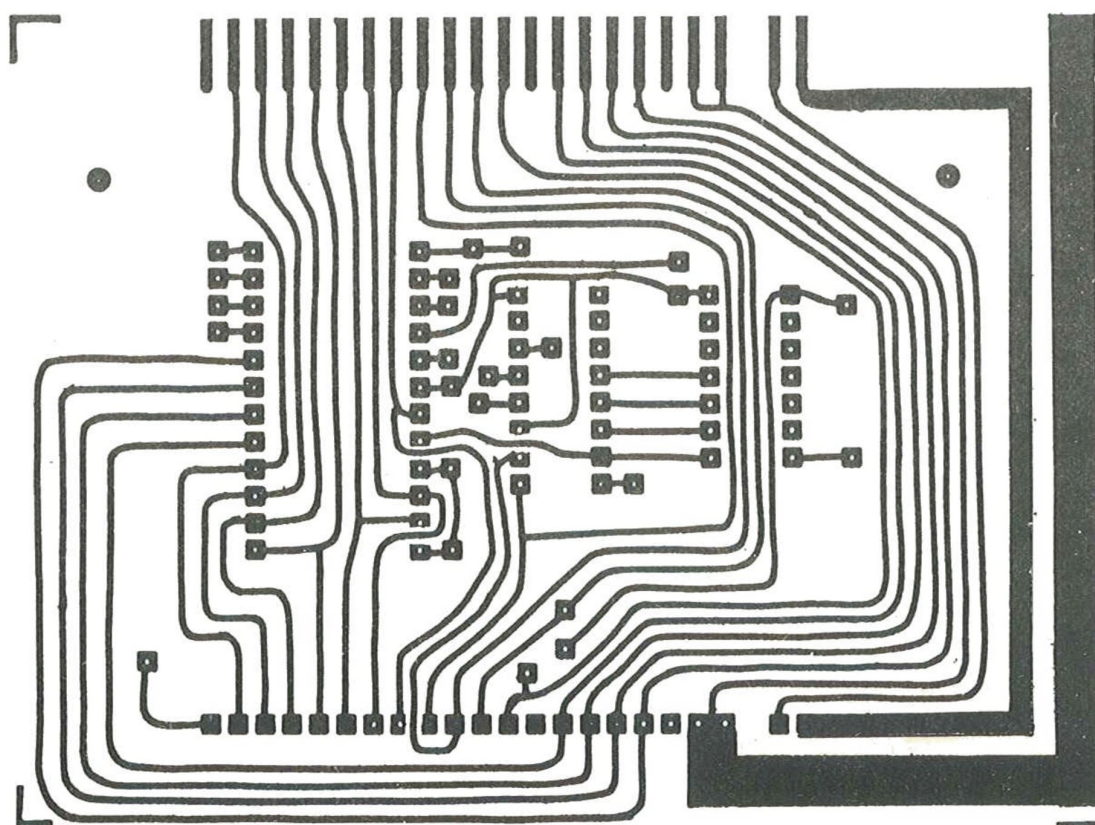
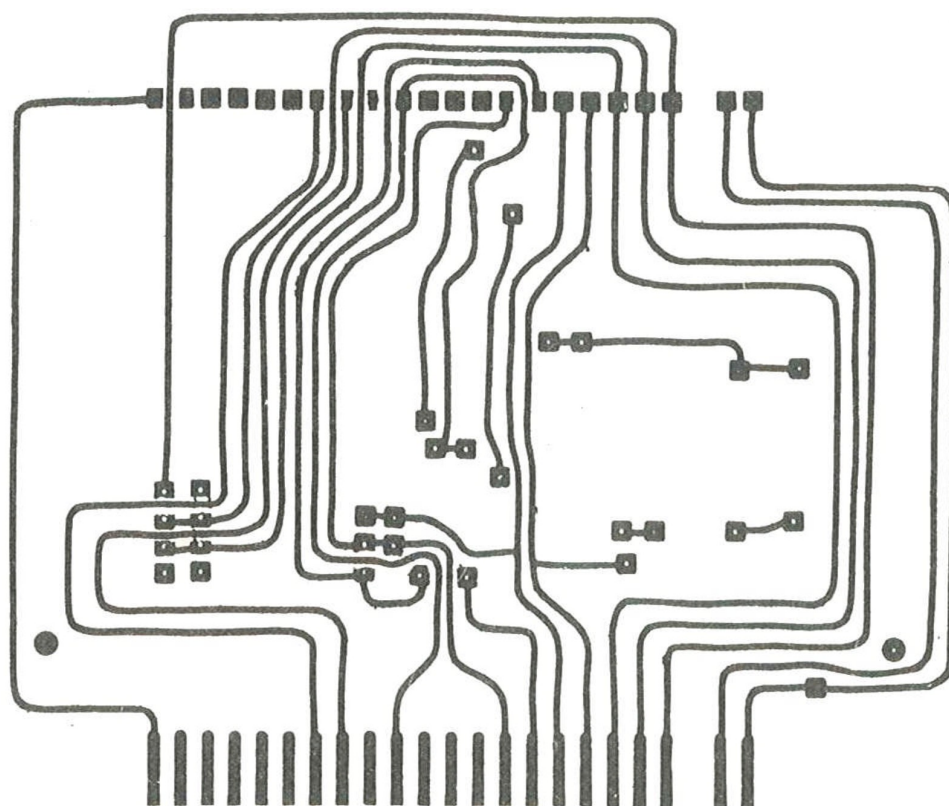


APÊNDICE 5

LAYOUT EM ESCALA 1:1 DOS CIRCUITOS IMPRESSOS USADOS







Circuitos sinclair

"INCLUI TK90X"

Se você não está satisfeito com os recursos e os periféricos de seu micro de lógica Sinclair, este livro lhe dá a oportunidade de melhorar o seu equipamento através de montagens de hardware detalhadamente explicadas, apresentando os circuitos, o material necessário e todas as instruções para o bom funcionamento de suas implementações.

Alguns dos circuitos fornecidos são:

- LED MONITOR
- FONTE
- TECLADO MECÂNICO
- RESET
- INVERSOR DE VÍDEO
- EXPANSÕES DE RAM

Além disto, é fornecido todo o esquema elétrico dos micros de lógica Sinclair.

DELIO SANTOS LIMA

é seguramente um dos maiores técnicos do Brasil, reconhecido internacionalmente, em microcomputadores de lógica Sinclair, já tendo trabalhado como assistente-técnico na Sinclair Research Ltd.