NELSON N. S. SANTOS

Além do BASIC

Linguagem ASSEMBLY para a Linha SINCLAIR

EDITORA CAMPUS

TÍTULOS DE INTERESSE CORRELATO

ADA®: UMA INTRODUÇÃO – *H. Ledgard*
BASIC BÁSICO, 5ª ed. – *J. C. Pereira Filho*
BASIC COM ESTILO – *P. Nagin e H. F. Ledgard*
BASIC PARA APLICAÇÕES COMERCIAIS – *D. Hergert*
BASIC PARA MICROS PESSOAIS, 2ª ed. – *J. C. Pereira Filho*
BASIC RÁPIDO: ALÉM DO BASIC TRS-80 – *G. A. Gratzer e T. G. Gratzer*
BASIC SINCLAIR – *R. U. Christmann*
COBOL COM ESTILO – *L. J. Chmura e H. F. Ledgard*
COBOL PARA ESTUDANTES, 4ª ed. – *A. Parkin*
COBOL: REGRAS PARA PROGRAMADORES – *G. Ledin Jr. et al.*
CONCEITOS DE LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO – *C. Ghezzi e M. Jazayeri*
ENCICLOPÉDIA DA LINGUAGEM BASIC – *C. Pereira e R. B. Alcantara*
FORTRAN PARA MICROS – *G. Marshall*
GUIA DE LINGUAGENS DE COMPUTADORES – *H. L. Helms Jr.*
INTRODUÇÃO À PROGRAMAÇÃO FORTRAN – *J. C. Pereira Filho*
JCL SISTEMA/370, 4ª ed. – *G. D. Brown*
LINGUAGEM DE PROGRAMAÇÃO ALGOL, 2ª ed. – *L. M. Segre*
LINGUAGEM PASCAL, 2ª ed. – *V. L. Strube de Lima*
LOGO – *P. Goodyear*
MANUAL DE COBOL ESTRUTURADO – *D. D. McCracken*
MANUAL DE LINGUAGEM C – *L. Hancock e M. Krieger*
PROGRAMAÇÃO EM ASSEMBLER E LINGUAGEM DE MÁQUINA, 2ª ed. – *D. C. Alexander*
PROGRAMAÇÃO EM BASIC – *J. G. Kemeny e T. Kurtz*
RPG II – *J. C. Pereira Filho*

Conheça toda a linha de Informática da Editora Campus, com títulos nas áreas de: Introdução à Computação; Teoria, Organização e Processamento de Dados; Linguagens; Programação; Programas e Aplicativos; Sistemas Operacionais e Compiladores; Arquitetura e Equipamentos; Interesse Especial.

Além do BASIC

NELSON N. S. SANTOS
PROFESSOR/ENGENHEIRO

Além do BASIC

Linguagem ASSEMBLY para a Linha SINCLAIR

EDITORA CAMPUS LTDA.
Rio de Janeiro

Capa
Otavio Studart

Diagramação, composição, paginação e revisão
Editora Campus Ltda.
Rua Barão de Itapagipe 55 Rio Comprido
Tel.: (021) 284 8443
20261 Rio de Janeiro RJ Brasil
Endereço telegráfico: CAMPUSRIO

ISBN 85-7001-247-0

Ficha Catalográfica
CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ.

S236a

Santos, Nelson N. S., 1949-
Além do BASIC : linguagem ASSEMBLY para a linha Sinclair / Nelson N. S. Santos. — Rio de Janeiro : Campus, 1985.

Apêndices
ISBN 85-7001-247-0

1. Assembly Z80 (Linguagem de programação para computadores) 2. Assembly Z80 (Linguagem de programação para computadores) — Problemas, exercícios etc. 3. TK (Computador) — Programação I. Título

CDD — 001.642
001.6424

85-0198

"Eu falo espanhol com Deus,
italiano com as mulheres,
francês com os homens e
alemão com o meu cavalo."

Carlos V, Imperador do
Sacro Império Romano-Germânico
(1500-1558)

Se você já fala BASIC com seu micro SINCLAIR, fale ASSEMBLY direto com o microprocessador Z-80 — ele entende . . .

Agradecimentos a

— meus pais;
— minha irmã;
— minha sogra;
— minha tia Maria Adelaide;
— D. Irany, que cuida de nossa casa e de todos nós.

Cada um de vocês, de certa maneira, tornou este livro possível.

Obrigado.

Para

NOEMIA, minha mulher, co-autora pelo estímulo;

DIANA,
HOMERO,
CYNTHIA MARIA,
CAROLINA e
ARTHUR DANIEL, meus filhos;

este livro é dedicado.

— *Gatinho de Cheshire — começou ela, bastante timidamente ... — Você pode me dizer, por favor, qual o caminho que devo tomar?*

— *Depende bastante de para onde você quer ir — disse o Gato.*

— *Não me importa muito — disse Alice.*

— *Então, não importa qual o caminho que você tome — disse o Gato.*

Lewis Carroll,

em *Alice's Adventures in Wonderland* (1865)

Mais um livro sobre linguagem de máquina para a linha Sinclair?

Sim. Mas nossa situação ao nos propormos a escrever este livro era radicalmente diferente da de Alice — nós sabíamos onde queríamos chegar.

Foi nosso propósito colocar toda a experiência adquirida ao longo de quinze anos de magistério a serviço de criar um livro que atendesse a alguns pontos básicos. Desejávamos um livro que:

- fosse didático e compreensível;
- fosse agradável de ler;
- tivesse muitos exercícios;
- os exercícios tivessem respostas;
- os programas não apresentassem erros de impressão, e rodassem realmente;
- tivesse muitas rotinas em linguagem de máquina realmente úteis, e explicasse os comos e os porquês delas funcionarem;
- aclarasse os mistérios, em vez de aumentá-los ...

Uma vez fixados os objetivos, nos esforçamos bastante para atingi-los.

Conseguimos? Cabe ao leitor a palavra final.

O AUTOR.

Introdução

1.1

INTRODUÇÃO

Para imprimir o caractere * no canto superior esquerdo da tela, o seguinte programa BASIC poderia ser usado.

```
1Ø LET A = 23
2Ø PRINT CHR$ A;
```

A linha 1Ø do programa define uma variável A, e a ela atribui o valor 23.

A linha 2Ø imprime na tela o caractere cujo código foi definido pela variável A (23 é o código decimal do caractere asterisco — confira no Apêndice 2).

Nosso primeiro programa ASSEMBLY fará exatamente a mesma coisa (imprimir um asterisco no canto superior esquerdo da tela), e terá exatamente a mesma estrutura.

1.2

SUBSTITUINDO O LET

Em BASIC Sinclair, para atribuir valores a variáveis, usamos o comando LET. Assim,

```
1Ø LET A = 23
```

define a variável A e a ela atribui o valor 23.

Num programa BASIC, você pode ter um número muito grande de variáveis, e a elas atribuir o nome que desejar (a variável poderia ser definida por 1Ø LET BRUXA = 23 ...)

Em ASSEMBLY não é bem assim.

O microprocessador Z-8Ø possui vários registradores internos, dos quais 7 serão estudados inicialmente (o Apêndice 1 faz um estudo detalhado do microprocessador Z-8Ø).

São eles A, B, C, D, E, H e L.

O primeiro (A) é chamado de acumulador e é, sob vários aspectos, um registrador privilegiado. Breve você verá o porquê.

Cada um destes registradores pode ser carregado com um byte, ou seja, com um número ("palavra") de 8 bits.

Usando hexadecimal, vemos que cada registrador pode ser carregado com um número de ØØ até FF (ou seja, de Ø a 255 em decimal).

Vamos agora aprender a carregar (LOAD) estes registradores. (Claro que este LOAD *nada tem a ver* com o comando BASIC LOAD.)

A instrução tem a seguinte forma geral:

LD r,N

onde

LD → mnemônico de LOAD
r → registrador de 8 bits (A, B, C, D, E, H, L)
N → número entre Ø e 255 d

Aqui um detalhe importante: quando falarmos sobre uma instrução, usaremos números decimais (são os números nos quais nosso cérebro está acostumado a pensar). Estes números decimais, para serem introduzidos no programa, devem ser convertidos em hexadecimal. Use e abuse da tabela do Apêndice 3.

Assim, a correspondência é simples:

ASSEMBLY	BASIC
LD A,23	LET A = 23
LD A,32	LET A = 32

A instrução "custa" 2 bytes: um para a instrução propriamente dita e outro para o número.

A tabela abaixo fornece os códigos hexadecimais das instruções.

LD A,N	3E --
LD B,N	Ø6 --
LD C,N	ØE --
LD D,N	16 --
LD E,N	1E --
LD H,N	26 --
LD L,N	2E --

Obs.: O conjunto de instruções do Z-8Ø está nos Apêndices 9 e 1Ø.

1.3

EXERCÍCIOS

Ø1 Primeiramente vamos ver se você entendeu como usar a tabela do Apêndice 3. Complete as lacunas abaixo.

	HEXADECIMAL	DECIMAL
a)	FØ	.....
b)	ØF	.....
c)	.....	Ø
d)	.....	121
e)	39	.....
f)	FF	.....

Ø2 Suponha que seja necessário carregar o acumulador A com o código do caractere*. A instrução é

LD A,23

e seu código hexadecimal é

3E 17

pois { 3E equivale a LD A,N (tabela na página anterior)
17h = 23d (tabela do Apêndice 3)

Complete então as lacunas abaixo:

	INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA
a)	LD A,151	.....
b)	....., ...	Ø6 2Ø
c)	LD L,.....	..... 1Ø
d)	LD C,24Ø	.....
e)	....., ...	26 FF
f)	LD E,.....	.....8Ø
g)	.....,8	16.....

Ø3 Seria possível a instrução LD B,7Ø4? Por quê?

Ø4 Mostre que você está firme. Sem consultar o texto (nem tabela alguma), complete as lacunas:

a) Os 7 registradores que já aprendemos a carregar são, em ordem alfabética, ..., ..., ..., ..., ..., ... e .....

b) O maior valor que pode ser carregado em um registrador é ..... (decimal) ou ..... (hexa).

c) LD é o mnemônico para ....., que significa ....., ou seja, armazenar informação.

d) O registrador A leva o nome especial de .....

e) Escreva a instrução ASSEMBLY (não os códigos hexa) para carregar o registrador A com o valor hexa FF: .....,.....

1.4

SUBSTITUINDO O PRINT

O programa BASIC que vimos no item 1.1 tinha na linha 1Ø a instrução LET, e já vimos como substituí-la em ASSEMBLY.

Na linha 2Ø, a instrução PRINT. Vamos aprender agora como substituí-la.

Existem instruções chamadas RESTART (mnemônico: RST) que estão colocadas em lugar fixo na ROM, nos endereços (hexa) Ø, 8, 1Ø, 18, 2Ø, 28, 3Ø e 38. Vamos enfatizar: estes endereços *estão em hexadecimal*.

A função das instruções RESTART é variável de micro para micro que utiliza o microprocessador Z-8Ø. Por exemplo, na família TRS-8Ø (CP-5ØØ, DGT-1ØØ etc.) as

instruções RST têm os mesmos códigos hexa, estão nos mesmos endereços da ROM, mas ... *fazem outras coisas*!

Nos micros de lógica SINCLAIR a função das instruções RESTART é a seguinte:

RST Ø — inicializa o sistema, é ativada quando se liga o computador. Veja os Apêndices 14 e 16 para mais detalhes.
RST 8 — fornece o código do erro cometido (rotina de erro).
RST 1Ø — coloca no vídeo o caractere cujo código está no acumulador.
RST 18 — obtém um caractere da linha de BASIC.
RST 2Ø — obtém o próximo caractere da linha de BASIC.
RST 28 — salta para a rotina de cálculo com ponto flutuante.
RST 3Ø — organiza o espaço na memória.
RST 38 — rotina de interrupção para mostrar uma linha na tela.

A tabela abaixo fornece os códigos hexadecimais destas instruções.

RST Ø	C7
RST 8	CF
RST 1Ø	D7
RST 18	DF
RST 2Ø	E7
RST 28	EF
RST 3Ø	F7
RST 38	FF

Por enquanto, nos interessa a instrução RST 1Ø. Como vimos, *RST 1Ø coloca na tela o caractere cujo código está no acumulador.*

Assim, ela é equivalente à instrução BASIC da linha 2Ø do programa,

```
2Ø PRINT CHR$ A;
```

É uma instrução poderosa e econômica: "custa" apenas *um* byte (D7)!

1.5

VOLTANDO AO BASIC

Já sabemos substituir o LET e o PRINT. Entretanto, ainda nos falta um detalhe importantíssimo. Ao contrário do BASIC, um programa ASSEMBLY não "pára" automaticamente na última instrução. É necessário "dizer" ao microprocessador que o programa acabou. Para isto, utilizaremos a instrução RET (mnemônico de RETURN).

Assim, não esqueça. Para finalizar o programa ASSEMBLY, use

RET	C9

Duas observações:

1ª) Se você esquecer de colocar o RET, o microprocessador interpretará o conteúdo do próximo endereço (que é totalmente imprevisível, e não Ø, como se poderia supor) como uma instrução, e tentará executá-la. Assim sendo, *qualquer coisa pode acontecer*! Esta qualquer coisa chama-se CRASH.

O que é CRASH? A tela some, ou aparecem imagens completamente malucas (às vezes são parecidas com as linhas de LOAD e SAVE do BASIC, às vezes não). O teclado não funciona, nem a tecla BREAK. A única solução é desligar o computador (qualquer programa nele presente estará perdido), e ligá-lo novamente.

Apesar dos pesares, um consolo: nem o pior CRASH danifica o computador.

2ª) Talvez você saiba que existe em ASSEMBLY uma instrução equivalente ao STOP do BASIC: é a instrução HALT. *JAMAIS* a use em micros da linha SINCLAIR, pois HALT tira de você o acesso ao teclado, criando um estado semelhante ao CRASH: teclado desativado. Insistimos:

JAMAIS USE HALT (código hexa 76)
SEMPRE USE RET (código hexa C9)

1.6

O PRIMEIRO PROGRAMA ASSEMBLY

Nosso primeiro programa ASSEMBLY está pronto. Observe.

BASIC	ASSEMBLY	CÓDIGO HEXA
1Ø LET A = 23	LD A,23	3E 17
2Ø PRINT CHR$ A;	RST 1Ø	D7
	RET	C9

1.7

O QUE FAZER COM ELE?

Agora, a pergunta que você deve estar se fazendo: como entrar com este programa no micro? Ele só "entende" BASIC!

É verdade. Se você digitar LDA,23 produzirá LET DA,23, o que lhe trará erro de sintaxe; se você digitar 3E 17 produzirá 3 REM 17, o que não funciona! Como introduzir um programa ASSEMBLY no computador?

Precisamos de um programa BASIC que faça isto para nós!

Primeiramente, reservaremos uma área do BASIC segura para colocar nela nosso programa ASSEMBLY, sem o risco de ele ser "coberto" pelo BASIC. Existem várias maneiras de fazer isto. A mais fácil (em nossa opinião) é usar uma linha inicial do programa de REM — ela será ignorada pelo BASIC!

Assim, a primeira providência para digitar um programa ASSEMBLY é digitar

1 REM tantos caracteres (quaisquer, até espaços servem) quantos forem os bytes do programa.

Por exemplo, nosso programa ocupa 4 bytes (3E 17 D7 C9). Logo, é necessária uma linha 1 REM com *pelo menos* 4 caracteres quaisquer. Pode ser

1 REM 1234 ou
1 REM VOVO ou
1 REM XXXX ou
1 REM VACA ou
1 REM qualquer coisa que você quiser que tenha *pelo menos 4 caracteres*!

Vamos estudar isto com mais detalhes.

Suponha que você digitou 1 REM 1111. Na memória do micro, estará:

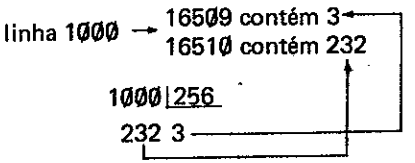
1º endereço BASIC . (para maiores detalhes, consulte os Apêndices 5, 6 e 7).

ENDEREÇO (d)	CONTEÚDO (d)	SIGNIFICADO
.... 16509	Ø	número da linha:
16510	1	Ø x 256 + 1 = 1
16511	6	tamanho da linha:
16512	Ø	Ø x 256 + 6 = 6
16513	234	código de REM
16514	29	código do caractere 1
16515	29	idem
16516	29	idem
16517	29	idem
16518	118	código de NEW LINE

Vamos às explicações. Os endereços 16509 e 16510 guardam o número da linha, de maneira tal que 16509 guarda o byte mais significativo, e 16510 guarda o byte menos significativo. Os micros Sinclair só usam esta estrutura para guardar números de linha e variáveis de controle de loops FOR/NEXT. Consulte o seu manual!

Exemplos:

16509 contém 6d
16510 contém 4d
} linha número 6 x 256 + 4 = 1540



Assim sendo, você pode transformar a linha 1 do seu programa em linha Ø! (Você já deve ter visto isto em programas comerciais.) Basta digitar (modo direto)

POKE 16510,Ø

Digite NEW LINE, e após o Ø/Ø, digite LIST. Lá está a sua linha Ø. Se quiser que ela volte a ser 1, digite

POKE 16510,1

Brinque à vontade com isto, até ter certeza de ter entendido.

Vamos em frente. Os endereços 16511 e 16512 guardam o comprimento da linha, da maneira "normal" da Sinclair: O BYTE MENOS SIGNIFICATIVO VEM ANTES!

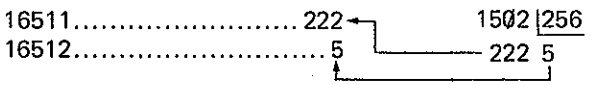
Nossa linha tem comprimento 6, observe:

REM	1111	NEW LINE
1 byte	4 bytes	1 byte

Uma linha 1 REM com 1500 caracteres quaisquer teria comprimento 1502!

REM	1500 caracteres quaisquer	NEW LINE
1 byte	1500 bytes	1 byte

Os endereços conteriam:



Continuando: o endereço 16513 contém 234, que é o código decimal de REM. Se a linha fosse 1 PRINT, conteria 245, que é o código decimal de PRINT. Para todos os códigos de todos os comandos BASIC, veja o Apêndice 2.

Os endereços de 16514 a 16517 contêm 29, código decimal do caractere 1. Novamente, consulte o Apêndice 2 para qualquer informação adicional.

Finalmente: o endereço 16518 contém 118, que é o código de NEW LINE. Este NEW LINE *faz parte* da linha de BASIC!

Você pode, se quiser, fazer seu micro mostrar tudo isto que escrevemos para você. Digite o seguinte programa BASIC:

```
 1 REM 1111
1Ø FOR E = 16509 TO 16518
2Ø PRINT E;"---->"; PEEK E,CHR$ PEEK E;
3Ø NEXT E
```

Após o RUN, você deverá ter a seguinte saída de vídeo;

```
16509 ----> Ø
16510 ----> 1
16511 ----> 6
16512 ----> Ø
16513 ----> 234    REM
16514 ----> 29     1
16515 ----> 29     1
16516 ----> 29     1
16517 ----> 29     1
16518 ----> 118    ?
```

Se você entendeu o que fizemos, sabe agora que podemos usar a nossa vontade o espaço de 16514 a 16517: está protegido numa linha de REM. Recomendamos que você digite sempre

POKE 16510,0

para transformar a linha 1 em linha 0. Isto defenderá você de apagá-la involuntariamente. (Eu próprio já apaguei, sem querer, *uma* linha que me custara quase *meia hora* de digitação, é frustrante.)

Agora estamos prontos para o programa BASIC que fará para nós a entrada de nosso programa ASSEMBLY.

1.8

O CARREGADOR ASSEMBLY

Primeiro, de que precisamos?

De um programa que faça POKE dos valores necessários nos endereços de 16514 a 16517. Para isto, o programa deverá converter os códigos de máquina hexadecimais em seus respectivos valores decimais. É fácil. Vamos lá. Digite NEW, 1 REM 4 caracteres quaisquer, e entre com o seguinte programa BASIC. Não esqueça do POKE 16510,0. Segurança!

```
9000  FOR E=16514 TO 16517
9005  SCROLL
9010  PRINT E;"---->";
9015  INPUT H$
9020  POKE E,16*CODE H$+CODE H$(2)-476
9025  PRINT H$
9030  NEXT E
```

Se você achar que vale a pena, grave este programa.

Digite RUN, e leia atentamente as observações abaixo.

1ª) Naturalmente use os números de linha que desejar: 9000 é apenas uma sugestão.

2ª) A linha 9000 dá os endereços inicial e final do nosso programa ASSEMBLY. Logicamente *deverá ser alterada para outros programas.*

3ª) A linha 9015 solicita que você digite os códigos hexa *UM DE CADA VEZ* (3E NEW LINE 17 NEW LINE D7 NEW LINE C9 NEW LINE).

4ª) A linha 9020 converte hexa em decimal e faz o POKE adequado.

Exemplifiquemos com 3E.

16*CODE H$+CODE H$(2)-476=16*CODE 3+CODE E-476 =
= 16*31+42-476=496+42-476=538-476=62 (ver Apêndice 2)

Confira na tabela do Apêndice 3:

3Eh = 62d

Logo, o primeiro passo do loop faz

POKE 16514,62

e o primeiro caractere da linha de REM é alterado para Y! Veja o Apêndice 2!

E assim todos os caracteres que você tenha colocado na linha Ø serão alterados ...

Para outro carregador ASSEMBLY, veja o Apêndice 13.

1.9

DE VOLTA AO PRIMEIRO PROGRAMA ASSEMBLY

Nosso primeiro programa ASSEMBLY já está no computador. E agora, como rodá-lo?

RUN é agora inútil, pois faz rodar o programa BASIC ...

Antes de ver como rodar o programa, acostume-se à forma como escreveremos nossos programas nesta fase inicial da aprendizagem:

PROGRAMA Ø1	(4 bytes)

Ø REM 4 caracteres quaisquer

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	LD A,23
16515	17	
16516	D7	RST 1Ø
16517	C9	RET

Vamos agora conferir o que fizemos.

Dê um LIST e observe atentamente: sua linha Ø deve apresentar o seguinte aspecto:

Ø REM Y*NOT TAN

Se não tiver estes caracteres, digite RUN outra vez e entre CUIDADOSAMENTE com os códigos hexa. Qualquer erro estraga tudo. *Em ASSEMBLY praticamente não há pequenos erros: quase todos eles levam ao CRASH.*

Uma vez obtida a linha

Ø REM Y*NOT TAN

estude os códigos hexa do programa Ø1, compare com os caracteres da tabela do Apêndice 2, e você entenderá como surgiu esta estranha linha REM.

Mas ... agora o que queremos é rodar o programa! A função do BASIC que dá acesso a rotinas ASSEMBLY é USR (mnemônico para USE ROUTINE). Mas é impossível digitá-la diretamente, pois é função, e não comando. Assim, colocaremos antes dela a palavra-chave (comando) RAND que, no nosso caso, não faz absolutamente nada! Apenas permite a digitação de USR sem erro de sintaxe.

Até que enfim, vamos rodar. Limpe a tela (CLS). Digite (modo direto)

RAND USR 16514

Lá está o seu asterisco no canto superior esquerdo da tela! RAND USR 16514 também pode ser linha de programa BASIC. Faça:

```
Ø REM Y * NOT TAN
1 RAND USR 16514
2 STOP
```

Digite RUN. O asterisco aparece no canto superior esquerdo da tela, e o programa pára com código 9/2.

A linha 2 STOP é necessária para não invadirmos o programa carregador, que continua lá na linha 9ØØØ.

Observe que, apesar de sua incrível simplicidade, este programa é um mistério para quem só conhece BASIC. Veja os "mistérios":

a) A linha Ø;
b) Qual a finalidade da linha REM? Linhas REM não são "ignoradas" pelo computador?
c) RAND? Isto é para obter números randômicos ...
d) USR? O que é isto?
e) 16514? Que número é este?
f) Como é que aquele asterisco foi parar ali?

E, para nós, que já nos iniciamos na poderosa linguagem ASSEMBLY, estes mistérios estão claríssimos ...

(Se algum destes "mistérios" está realmente misterioso para você, volte atrás *agora* e estude novamente o capítulo até aqui. Tudo o que vimos é fundamental.)

1.1Ø

ALTERANDO O CARACTERE

Se você entendeu bem o programa, sabe que o endereço 16515 contém agora 23, código decimal do caractere *. Logo, é possível alterar o caractere impresso pelo programa, fazendo um POKE neste endereço.

Lembre-se que o comando POKE trabalha com numeração *decimal*. Assim sendo, digite (modo direto):

```
POKE 16515,151
RAND USR 16514
```

Você deve ter agora um ■ no canto superior esquerdo do vídeo.

Um cuidado especialíssimo: se o acumulador A for carregado com algum valor que NÃO seja o código de um caractere imprimível, a instrução RST 1Ø provocará CRASH do sistema.

Consulte a tabela do Apêndice 2 e comprove que os caracteres imprimíveis têm códigos decimais x tais que

$$Ø \leqslant x \leqslant 63 \quad \text{ou então} \quad 128 \leqslant x \leqslant 191$$

(em hexa $Ø \leqslant x \leqslant 3F$ ou então $8Ø \leqslant x \leqslant BF$)

Mais tarde veremos que tais números guardam uma incrível correspondência, que nos permitirá INVERTER O VÍDEO! Aguarde o Capítulo 8.

Se, ao fazer POKE 16510,x; o valor x estiver fora de uma das faixas especificadas, CRASH ...

1.11

EXERCÍCIOS

05 Se possível sem "colar" do PROGRAMA 01, mas consultando os apêndices que julgar convenientes, complete as lacunas abaixo, escrevendo um programa que coloque um sinal de + no canto superior esquerdo da tela.

```
0 REM ... caracteres quaisquer
ENDEREÇO      CÓDIGO HEXA        INSTRUÇÃO
  16514       ..........  }
  .....       ..........  }      LD....,.....
  .....       ..........         RST.....
  .....       ..........         ..........
```

06 Sobre o programa que *você* fez, responda:

a) Para rodá-lo, devemos digitar .....
b) Qual o aspecto da linha 0 REM? .....
c) Para que a saída de vídeo seja um sinal de + em vídeo inverso, devemos digitar POKE ....., ...
d) Se digitarmos POKE 16515,216
RAND USR 16514
ocorrerá ..... porque 216 .....

1.12

CHAMANDO ROTINAS NA ROM

Bem, desligue o micro, e vamos estudar.

A instrução RST 10 é a maneira mais econômica de imprimir um caractere no vídeo (apenas um byte).

No entanto, vamos ver outras maneiras, que têm cada qual a sua utilidade.

Existem duas rotinas na ROM que também imprimem no vídeo. Seus endereços são

HEXADECIMAL	DECIMAL
07 F1	2033 (7 x 256 + 241)
08 08	2056 (8 x 256 + 8)

Em BASIC, necessitaríamos da instrução GOSUB. Em ASSEMBLY, usaremos CALL (código hexadecimal: CD).

CALL	CD

Ao escrever o endereço vamos usar 2 bytes, e *você deve colocar o byte menos significativo primeiro*.

MUITO CUIDADO! Observe:

CALL 2Ø56	CD Ø8 Ø8
CALL 2Ø33	CD F1 Ø7 (e NÃO CD Ø7 F1)

CD Ø7 F1 chama uma sub-rotina no endereço 617Ø3, só existente se você tiver uma expansão de 64 K! Logo, muito cuidado!

Conhecendo agora a instrução CALL, o programa Ø1 pode ser substituído pelo

PROGRAMA Ø2	(6 bytes)

Ø REM 6 caracteres quaisquer

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	LD A,23
16515	17	
16516	CD	CALL 2Ø56
16517	Ø8	
16518	Ø8	
16519	C9	RET

Em relação ao programa Ø1, este apresenta as seguintes desvantagens:

1ª) Gasta 2 bytes a mais;

2ª) A instrução CALL 2Ø56 *destrói* os registros. Depois dela, o acumulador NÃO mais está carregado com o código de * (na verdade, é imprevisível o conteúdo do acumulador). Isto pode ser uma desvantagem séria, mas ... aprenderemos a contorná-la. Há recursos de sobra!

1.13

EXERCÍCIOS

Ø7 Complete as lacunas, escrevendo um programa equivalente ao Ø2, que coloque uma interrogação no canto superior esquerdo da tela, usando a sub-rotina do endereço 2Ø33d da ROM.

Ø REM ... caracteres quaisquer

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	LD....,....	LD.....,.....
.....	.....	
.....	.....	CALL 2Ø33
.....	.....	
.....	.....	
.....	.....	.....

08 Observe atentamente o programa abaixo. Pela primeira vez, você vai fazer a desmontagem (DISASSEMBLY) de um programa. Este exercício será freqüente para nós: é muito importante. É este trabalho que permitirá a você entender os programas escritos por outros ... Complete as lacunas, e depois responda às perguntas:

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	.....
16515	17	.....
16516	D7	.....
16517	D7	.....
16518	D7	.....
16519	C9	.....

a) Para carregá-lo no computador, é necessária uma linha Ø REM de quantos caracteres? .....

b) Por quê? .....

c) O que faz o programa? Responda a isto SEM rodá-lo. Depois *rode* e confira.

.....

d) Seria possível a mesma estrutura usando CALL 2Ø33? Reporte-se à segunda observação do item 1.12 .....

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

01 a) 24Ø
b) 15
c) ØØ (observe que números hexadecimais são escritos — para nosso uso — com dois dígitos)
d) 79
e) 57
f) 255

02

a)	LD A,151	3E	97
b)	LD B,32	Ø6	2Ø
c)	LD L,16	2E	1Ø
d)	LD C,24Ø	ØE	FØ
e)	LD H,255	26	FF
f)	LD E,128	1E	8Ø
g)	LD D,8	16	Ø8

03 Não, pois 7Ø4 > 255. O registrador B só pode conter um byte, ou seja, valores decimais de Ø até 255.

04 a) A, B, C, D, E, H e L
b) 255; FF
c) LOAD, carregar
d) acumulador
e) LD A,255

Ø5 Ø REM 4 caracteres quaisquer

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	LD A,21
16515	15	
16516	D7	RST 1Ø
16517	C9	RET

Ø6 a) RAND USR 16514
b) Ø REM Y+NOT TAN
c) POKE 16515,149
d) Ocorrerá CRASH, porque 216 *não* é o código de *um* caractere imprimível (** NÃO É *UM* CARACTERE).

Ø7 Ø REM 6 caracteres quaisquer

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	LD A,15
16515	ØF	
16516	CD	CALL 2Ø33
16517	F1	
16518	Ø7	
16519	C9	RET

Ø8

ENDEREÇO	CÓDIGO HEXA	INSTRUÇÃO
16514	3E	LD A,23
16515	17	
16516	D7	RST 1Ø
16517	D7	RST 1Ø
16518	D7	RST 1Ø
16519	C9	RET

a) Ø REM 6 caracteres quaisquer.
b) Porque o programa ocupa 6 bytes.
c) Coloca 3 * seguidos na tela.
d) Não, pois CALL 2Ø33 destrói os registros. Aprenderemos mais tarde como contornar este problema. Como já dissemos, há recursos!

2.1

INTRODUÇÃO

Para encher a tela com um caractere, o seguinte programa BASIC seria possível:

```
1Ø LET A = 23
2Ø PRINT CHR$ A;
3Ø GOTO 2Ø
```

Após o RUN, a tela leva alguns segundos (cerca de 1Ø) para ficar repleta de asteriscos e aparecer o código 5/2Ø.

Como você já sabe, 5 é o código de falta de espaço na tela. Digitando-se CONT, a tela é limpa, e novamente é preenchida.

Observando o programa, sabemos como substituir em ASSEMBLY as linhas 1Ø e 2Ø. O que nos falta é algo equivalente a GOTO. É o que veremos neste capítulo.

2.2

SALTO ABSOLUTO INCONDICIONAL

A instrução JUMP (mnemônico JP) seguida de 2 bytes para o endereço é equivalente a GOTO em BASIC. Seu código hexadecimal é

JP	C3

Da mesma forma que CALL, o endereço a seguir deve ser escrito com o byte *menos* significativo primeiro.

Assim, se desejarmos fazer JP 16514 devemos fazer

```
16514 |256
 1154  64  ──→ 4Ø em hexa, este é o byte
  130            MAIS significativo
   ↓
82 em hexa, este é o byte
MENOS significativo
```

Logo, a instrução JP 16514 fica C3 82 4Ø

```
        ↑
primeiro o byte
MENOS
significativo
```

2.3

ENCHENDO A TELA

Você vai ser apresentado a uma das maiores vantagens da linguagem ASSEMBLY: *a velocidade*.

PROGRAMA Ø3	(6 bytes)

Ø REM 6 caracteres quaisquer

16514	3E	LD A,23
16515	17	
16516	D7	RST 1Ø
16517	C3	JP 16516
16518	84	
16519	4Ø	

Observe bem: a instrução JP 16516 substitui o GOTO 2Ø do programa BASIC.

Digite RAND USR 16514 e veja a incrível velocidade com que a tela é preenchida (menos de *1* segundo!)

Velocidade é a segunda principal vantagem do uso de ASSEMBLY. A principal é economia de memória. Isto você só perceberá mais tarde.

2.4

EXERCÍCIOS

Ø9 Preencha as lacunas:

a) JP é o mnemônico para. . . . . , que significa. . . . . .
É equivalente à instrução BASIC . . . . . .

b) O código hexa da instrução JP é. . . . . .

1Ø Você vai preparar um programa que enche a tela com a letra H. Siga o esquema.

```
INÍCIO ——→ LD A,N (N = código do caractere H)
           CALL 2Ø56
           JP INÍCIO
```

À palavra INÍCIO, usada para determinar um ponto do programa, chamamos de um RÓTULO (LABEL). Seu uso é extremamente útil.

Complete então:

```
Ø REM ..... caracteres quaisquer
INÍCIO ——→ 16514 .....
           16515 ..... } .....
           16516 .....
           16517 ..... } .....
           16518 .....
```

```
16519   .....
16520   .....   } .....
16521   .....
```

Após rodar o programa, através do comando ....., pense e justifique por que o rótulo INÍCIO tem de ser em 16514, e não em 16516, como no programa Ø3. Isto é porque a instrução ..... destrói .....

2.5

SALTO RELATIVO INCONDICIONAL

Existe outra instrução de salto, que não tem equivalência direta com o BASIC, mas que nos será extremamente útil. É a instrução JUMP RELATIVE (mnemônico JR), seguida de 1 byte, que dá a magnitude do salto. Seu código hexadecimal é

JR	18

O byte seguinte ao endereço dará a magnitude do salto, para frente ou para trás, baseado na seguinte convenção:

entre ØØ e 7F	→ salto para frente
entre 8Ø e FF	→ salto para trás

Estudemos separadamente os casos:

a) SALTO PARA FRENTE

JR Ø não tem sentido, é uma instrução para não saltar! JR *n* diz que você deve saltar *n* endereços a partir do final da instrução. Observe o exemplo:

```
16514   18   } JR 2
16515   Ø2   }
16516   XX   } estes 2 endereços serão saltados, o programa
16517   XX   } salta para o endereço 16518
16518   ....
```

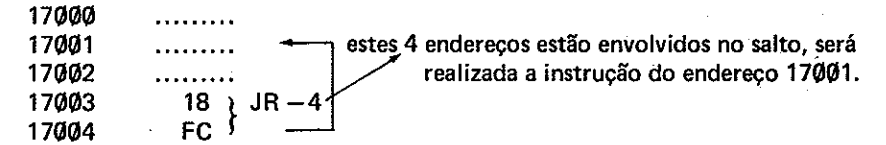
O salto mais amplo é JR 127 (7Fh = 127d). Observe o exemplo:

```
16514   18   } JR 127
16515   7F   }
16516   ....
16517   ....
  .       .
  .       .   estes 127 endereços serão saltados, o programa salta
  .       .   para o endereço 16516 + 127 = 16643
16642   ....
16643   ....
```

b) SALTO PARA TRÁS

O salto para trás é baseado numa convenção de números negativos, chamada COMPLEMENTO DE DOIS. Esta tabela está no Apêndice 4.

Ao calcular o número de bytes saltados para trás, devemos incluir os 2 bytes gastos pela própria instrução. Observe o exemplo:



Observe agora um detalhe muito importante: você NÃO PODE fazer JR −1 ou JR −2. JR −2 (18 FE) é um loop infinito, e o único recurso será desligar o computador.

Faremos agora um programa para exemplificar o salto relativo para trás. Atenção, pois é o programa mais curto que enche a tela.

PROGRAMA 04

```
1 REM 5 caracteres quaisquer
16514   3E
16515   17      LD A,23
16516   D7      RST 10
16517   18
16518   FD      JR −3
```

Após a instrução JR −3, o programa volta ao endereço 16516, ou seja, à instrução RST 10.

JR −5(18 FB) também funcionaria, mas não há necessidade de recarregar o acumulador, pois RST 10 NÃO destrói os registros.

A instrução JR é mais econômica do que JP (2 bytes x 3 bytes), mas necessita mais cuidados para ser usada: é necessário contar cuidadosamente o número de bytes a serem saltados, principalmente nos saltos para trás.

Nos saltos para trás, não esqueça de incluir os 2 bytes da própria instrução.

2.6

EXERCÍCIOS

11 Faça a desmontagem do programa abaixo. Depois responda às perguntas.

```
16514   3E
16515   17      .....
16516   CD
16517   F1      .....
16518   07
16519   18      .....
1652Ø   F9
```

a) É necessária uma linha Ø REM com quantos caracteres? . . . . . .

b) Por que o endereço 1652Ø contém F9 e não FB? . . . . . .

c) Aproveitando a linha Ø REM, faça:

```
1Ø RAND USR 16514
2Ø CLS
```

Digite RUN e responda: a linha 2Ø funciona? Por quê? . . . . . .
Acrescentar 16521 C9 (RET) resolveria o problema? . . . . . .

12 Que aconteceria com um programa que contivesse a instrução

18 FE (JR −2)? . . . . . .

13 Um desafio. Vamos escrever um programa BASIC, e você deverá convertê-lo para ASSEMBLY.

```
1Ø PRINT A;
2Ø PRINT D;
3Ø GOTO 1Ø
```

Naturalmente este programa enche a tela com as letras A e D. Sugerimos a seguinte estrutura:

```
INÍCIO ——→ LD A,código do caractere A
           RST 1Ø
           LD A,código do caractere D
           RST 1Ø
           JR INÍCIO
```

Claro que JP INÍCIO também serviria, mas JR é mais econômico.

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

Ø9 a) JUMP, salto, GOTO
b) C3

1Ø Ø REM 8 caracteres quaisquer.

```
INÍCIO ——→ 16514  3E  } LD A,45
           16515  2D  }
           16516  CD  }
           16517  Ø8  } CALL 2Ø56
           16518  Ø8  }
           16519  C3  }
           1652Ø  82  } JP 16514
           16521  4Ø  }
```

RAND USR 16514; CALL 2Ø56; todos os registros.

11

```
16514  3E  } LD A,23
16515  17  }
16516  CD  }
16517  F1  } CALL 2Ø33
16518  Ø7  }
```

16519 18 }
16520 F9 } JR –7

a) É necessária uma linha Ø REM com 7 caracteres quaisquer, pois o programa ocupa 7 bytes.

b) F9, na convenção de complemento de dois, corresponde a –7; o que leva o programa de volta ao endereço 16514.

FB corresponde a –5, o que levaria o programa ao endereço 16516, ou seja, CALL 2Ø33 sem o registrador A estar carregado (pois já teriam sido destruídos os registros pela própria instrução CALL 2Ø33). Falando com simplicidade: CRASH.

c) Não, não funciona, da mesma maneira que não funciona a linha 4Ø do programa BASIC abaixo:

```
1Ø LET A = 23
2Ø PRINT CHR$ A;
3Ø GOTO 1Ø
4Ø CLS
```

Acrescentar 16521 C9 (RET) não resolve o problema, pois o programa não chegará jamais a este endereço!

Mais tarde aprenderemos a contornar este problema.

12 O programa entraria em loop infinito, pois a instrução 18 FE (JR –2) volta ao início dela mesma.

13 Ø REM 8 caracteres quaisquer

```
INÍCIO ——→ 16514  3E }
           16515  26 } LD A,38
           16516  D7    RST 1Ø
           16517  3E }
           16518  29 } LD A,41
           16519  D7    RST 1Ø
           16520  18 }
           16521  F8 } JR –8
```

3.1

INTRODUÇÃO

Escrever uma string usando RST 1Ø torna o programa longo, pois é necessário carregar o acumulador e chamar RST 1Ø para cada caractere. Como exemplo da maneira como você *NÃO* deve usar para escrever strings na tela, observe atentamente o programa abaixo.

PROGRAMA Ø5 (13 bytes)

```
Ø REM 13 caracteres quaisquer
  16514   3E 26    LD A,38
  16516   D7       RST 1Ø
  16517   3E 36    LD A,5Ø
  16519   D7       RST 1Ø
  1652Ø   3E 34    LD A,52
  16522   D7       RST 1Ø
  16523   3E 37    LD A,55
  16525   D7       RST 1Ø
  16526   C9       RET
```

Você deve ter reparado que escrevemos as instruções de maneira um pouco mais compacta. Os bytes que formam uma instrução são escritos em seqüência *horizontal* e, quanto aos endereços, é dado apenas o endereço *inicial* de cada instrução.

Sobre o programa em si, vamos agora a alguns ...

3.2

EXERCÍCIOS

14 Sem rodar o programa, responda:

a) O que ele faz? . . . . . .

. . . . . .

b) Se, aproveitando a linha Ø, fizermos

```
1Ø RAND USR 16514
2Ø CLS
3Ø GOTO 1Ø
```

funciona? Em caso afirmativo, o que faz? . . . . . .

. . . . . .

c) Modifique o final do programa Ø5 para que ele encha a tela com a string que ele escreve. Duas soluções são possíveis: uma usando um salto absoluto para 16514, outra usando salto relativo. Escreva ambas as soluções.

1ª) Com salto absoluto:

1652... .... JP ..... } Agora o programa tem ..... bytes, a linha Ø REM tem de ser aumentada.

2ª) Com salto relativo:

1652... .... JR ..... } Agora o programa tem ..... bytes, a linha Ø REM tem de ser aumentada.

d) Se, aproveitando a linha Ø do programa MODIFICADO POR VOCÊ como sugerido no item *c*, fizermos

```
1Ø RAND USR 16514
2Ø CLS
3Ø GOTO 1Ø
```

funciona? Em caso afirmativo, o que faz?.....

.....

15 Quantos bytes seriam necessários para escrever o alfabeto completo na tela, usando a técnica do programa Ø5? ..... bytes.

3.3

PARES DE REGISTRADORES

A resposta do exercício 15 mostra claramente a impossibilidade prática de usarmos RST 1Ø para escrever uma string longa. Logo, é necessário um outro processo. Existem vários, todos eles usando pares de registradores. Se achar que vale a pena, e se já se julgar em condições de entender, leia o Apêndice 1.

Por enquanto, o que nos interessa é que registradores de 8 bits podem se juntar, formando pares de registradores que aceitam um carregamento de 16 bits.

Podemos carregar diretamente os pares de registradores BC, DE e HL com números entre Ø e 65535 (ØØØØ até FFFF).

B, D e H conterão o byte MAIS significativo; C, E e L conterão o byte MENOS significativo.

Se você fala inglês, gostará desta observação: o par HL usa estas letras devido a High Low (alto baixo), para lembrar ao usuário que H tem a parte alta (High) do número (o byte mais significativo), e que L tem a parte baixa (Low) do número (o byte menos significativo).

Assim, para que o par HL contenha o valor 7Ø4 decimal, é necessário que L contenha 192d (CØh) e que H contenha 2d (Ø2h). Observe:

```
7Ø4 |256
192  2
```

CØh, conteúdo de L

Ø2h, conteúdo de H

Como já aconteceu com CALL e com JP, ao escrever a instrução de carregamento de um par de registradores, primeiramente o byte *menos* significativo, depois o byte *mais* significativo.

Vamos agora aprender a carregar (LOAD) estes pares de registradores. A instrução tem o aspecto geral

LD rr,NN

onde

LD ⟶ mnemônico de LOAD
rr ⟶ par de registradores (BC, DE ou HL)
NN ⟶ número entre Ø e 65535d (ØØØØ e FFFFh)

Novamente, a correspondência com BASIC é simples:

BASIC	ASSEMBLY
LD HL,1ØØØ	LET HL = 1ØØØ
LD BC,7Ø4	LET BC = 7Ø4

A instrução custa 3 bytes: um para a instrução propriamente dita e dois para o número.

A tabela abaixo fornece os códigos hexa destas instruções.

LD BC,NN	Ø1.....
LD DE,NN	11.....
LD HL,NN	21.....

3.4

EXERCÍCIOS

16 Complete as lacunas:

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA
a) LD DE,.....	.....82 4Ø (*não esqueça da inversão!*)
b) LD BC,.....	.....37 ØØ
c) LD ....,36	Ø1..... .....
d) LD ....,.....	21 ØB 6B

17 Muito cuidado com a inversão! Complete as lacunas:

a) LD BC,.....	.....25 35
b) LD BC,.....	.....35 25

3.5

COLOCANDO UMA STRING NA TELA

Provavelmente o processo mais fácil de colocar uma string na tela seja chamando (CALL) a sub-rotina 2923 (ØB 6B em hexa). Para chamá-la, é necessário que o par de registradores

DE contenha o endereço de início da string, e o par BC contenha o número de caracteres da string (LEN). Se você fala inglês, outra vez uma observação útil: o par BC é o Byte Counter (contador de bytes).

A estrutura de montagem do programa é a seguinte:

a) Digita-se a string no início da linha de REM. Isto permite-nos saber o endereço do início da string, que deve ser carregado em DE: 16514.

b) Conta-se *cuidadosamente* quantos caracteres compõem a string, sem esquecer dos espaços. Este número será carregado em BC.

Como exemplo, vamos colocar na tela a string LINGUAGEM DE MAQUINA. Conte: esta string tem 20 caracteres (incluindo os dois espaços). Logo, ela ocupará os endereços de 16514 até 16533 (16533 = 16514 + 20 − 1). Enfatizando: *a string deve ser colocada no início da linha de REM.*

Assim sendo, o primeiro endereço *de programa* (não de dados) será 16534.

Após a digitação da string, precisamos reservar espaço para o programa. Vamos calcular quantos bytes ele gastará.

c) Cálculo do número de bytes de programa:

— carga do par de registradores DE com o endereço inicial da string (16514):

3 bytes → LD DE,16514 → 11 82 40

— carga do par de registradores BC com o número de caracteres a serem impressos (20):

3 bytes → LD BC,20 → 01 14 00

— chamada da sub-rotina 2923 da ROM, que imprime strings:

3 bytes → CALL 2923 → CD 6B 0B

— retorno ao BASIC:

1 byte → RET → C9

Agora estamos prontos.

PROGRAMA 06	(20 bytes + 10 bytes)

0 REM LINGUAGEM DE MAQUINA e mais 10 caracteres quaisquer.
(endereços de 16514 a 16533 ocupados pela string)

```
16534   11 82 40   LD DE,16514
16537   01 14 00   LD BC,20
14540   CD 6B 0B   CALL 2923
16543   C9         RET
```

Certos cuidados devem ser tomados na entrada do programa no computador:

— o endereço inicial é 16534, e não 16514 como de hábito;

— o endereço final é 16543, o endereço da famosa instrução RET;

— assim sendo, altere convenientemente a linha 9000 do programa de carga que demos no item 1.8;

— *para rodar o programa, digite RAND USR 16534* (e não RAND USR 16514 como de costume);

— este último cuidado é vital, senão... CRASH!

3.6

EXERCÍCIOS

Estes exercícios são muito importantes. Não passe adiante sem resolvê-los.

18 Faça um programa que escreva o alfabeto completo na tela. (Mais tarde, faremos um programa bastante mais curto que faz isto também.) Calcule cuidadosamente os endereços, isto é crítico.

19 Prepare um programa que encha a tela com a string

■ EDITORA ■ CAMPUS ■

Como você pode contar, esta string tem 16 caracteres; logo, "cabe" 2 vezes em cada linha, fazendo um belo efeito de vídeo.

Substitua a instrução RET por um salto relativo que leve ao *primeiro byte de programa*, não de dados.

Muito cuidado com os endereços e com o salto para trás. Não esqueça de consultar a tabela de complemento de dois.

Bom trabalho ...

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

14 a) Imprime na tela a string AMOR.

b) Sim, funciona. Faz a palavra AMOR piscar no canto superior esquerdo da tela.

c) Primeiro que tudo esperamos que você tenha lembrado de *retirar* 16526 C9 RET, do contrário... não funcionará!

1ª) Com salto absoluto:

16526 C3 82 40 JP 16514

Agora o programa tem 15 bytes, logo não esqueça de aumentar a linha Ø REM!

2ª) Com salto relativo:

16526 18 F2 JR −14

Agora o programa tem 14 bytes.

d) Não, não funciona. O programa *não* atinge a linha 2Ø. Pára com código 5/1Ø.

15. 3 x 26 + 1 = 79 bytes
3 → para cada letra, 3 bytes (2 para carga do acumulador e 1 para RST 1Ø)
26 → 26 letras no alfabeto
1 → 1 byte para RET

16 a) LD DE,16514 — 11 82 40
b) LD BC,55 — 01 37 00
c) LD BC,36 — 01 24 00
d) LD HL,2703 — 21 0B 6B

17 a) LD BC,1365 — 01 25 35 (53 x 256 + 37 = 1365)
b) LD BC,9525 — 01 35 25 (37 x 256 + 53 = 9525)

18 BC deve ser carregado com 26 (26 letras do alfabeto).
DE deve ser carregado com 16514 (endereço inicial da string). A string ocupa os endereços de 16514 até 16514 + 26 − 1 = 16539.
Logo, o primeiro endereço de programa é 16540. Como o programa gasta 10 bytes, o endereço final é 16540 + 10 − 1 = 16549.

0 REM ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ e mais 10 caracteres quaisquer.

```
16540   11   82   40   LD DE,16514
16543   01   1A   00   LD BC,26
16546   CD   6B   0B   CALL 2923
16549   C9              RET     // RAND USR 16540
```

19 BC deve ser carregado com 16 (número de caracteres da string).
DE deve ser carregado com 16514 (endereço inicial da string).
A string ocupa os endereços de 16514 até 16514 + 16 − 1 = 16529.
Logo, o primeiro endereço do programa é 16530.
Calculamos o número de bytes do programa, para sabermos a magnitude do salto relativo para trás.

```
LD BC,16       → 3 bytes
LD DE,16514    → 3 bytes
CALL 2923      → 3 bytes
JR .....       → 2 bytes
TOTAL          → 11 bytes
```

Logo, precisamos de JR −11. Vamos ao programa.

0 REM ■ EDITORA ■ CAMPUS ■ e mais 11 caracteres quaisquer.

```
16530   11   82   40   LD DE,16514
16533   01   10   00   LD BC,16
16536   CD   6B   0B   CALL 2923
16539   18   F5        JR −11    // RAND USR 16530
```

4.1

A SUB-ROTINA PRINT AT

Existe na ROM uma sub-rotina que testa os parâmetros do comando PRINT AT (linha,coluna) quando este é usado a partir do BASIC. Seu endereço é 2293 (Ø8F5 em hexa), e ela pode ser chamada (CALL) em nossos programas em ASSEMBLY.

A sub-rotina usa os registradores B e C, sendo que o número da linha (de Ø a 21) deve ser colocado no registrador B, e o número da coluna (de Ø a 31) é colocado no registrador C.

Vamos usar um truque: se fizermos LD B,linha e LD C,coluna, gastaremos 4 bytes. Assim, usaremos LD BC,....., o que gasta 3 bytes. Apenas é necessário tomar cuidado com a inversão!

Devemos carregar BC e chamar a sub-rotina *ANTES* de carregar o acumulador A com o código do caractere a ser impresso, pois esta sub-rotina (como todas as outras que já vimos) "limpa" todos os registros.

O efeito de CALL 2293 é equivalente à instrução BASIC

PRINT AT linha,coluna;

pois posiciona o cursor de impressão (invisível).

Como exemplo, vamos escrever um programa que coloque um asterisco *no meio* da tela (em 11,16).

PROGRAMA Ø7 (1Ø bytes)

```
Ø REM 1Ø caracteres quaisquer
16514   Ø1   1Ø   ØB   LD BC,2832 (B = 11; C = 16)
16517   CD   F5   Ø8   CALL 2293
16520   3E   17        LD A,23
16522   D7             RST 1Ø
16523   C9             RET
```

Algumas observações se fazem necessárias.

1ª) O número 2832 não tem nenhum significado para nós. Estamos apenas economizando memória. Se fizéssemos LD B,11 (em B a linha) e LD C,16 (em C a coluna), gastaríamos 4 bytes. Fazendo LD BC,2832 (2832 = 11 x 256 + 16, onde 11 = linha = conteúdo de B[ØBh] e 16 = coluna = conteúdo de C[1Øh]), gastamos apenas 3 bytes. Não calcularemos mais este número. Para quê?

2ª) Todo o cuidado é pouco para não esquecer da inversão (*o conteúdo de C é colocado primeiro*).

3ª) A instrução LD A,23 não pode ser colocada no início do programa, pois CALL 2293 a destruiria.

4.2

EXERCÍCIOS

2Ø Elabore um programa que coloque um ponto na última posição da tela, ou seja, em 21,31.

21 Prepare um programa que encha *a metade inferior* da tela com o caractere Ø8. Deve ter a mesma estrutura que o programa Ø7, substituindo-se o RET por um salto relativo para trás.

4.3

COMBINANDO SUB-ROTINAS DA ROM

No programa Ø6 colocamos na tela a string LINGUAGEM DE MAQUINA, através da sub-rotina 2923 (ØB6B). Vamos combinar este programa com a chamada de 2293 (Ø8F5) para centrá-la na tela.

PROGRAMA Ø8 (2Ø bytes + 16 bytes)

Ø REM LINGUAGEM DE MAQUINA e mais 16 caracteres quaisquer

16534	Ø1	Ø6	ØB	LD BC,XXXX (B = 11; C = 6)
16537	CD	F5	Ø8	CALL 2293
1654Ø	11	82	4Ø	LD DE,16514
16543	Ø1	14	ØØ	LD BC,2Ø
16546	CD	6B	ØB	CALL 2923
16549	C9			RET

Observe que fizemos B = 11 e C = 6, para posicionar o cursor invisível de impressão em 11,6. Naturalmente isto tem de ser a primeira parte do programa, pois CALL 2293 destrói o conteúdo dos registradores.

Para rodar o programa, você lembra: RAND USR 16534.

4.4

EXERCÍCIOS

Novamente, exercícios importantes. Não passe adiante sem resolvê-los. É necessário que você se acostume a calcular endereços e saltos para trás. Faça todo o possível — você é capaz — para resolvê-los sem "colar" as respostas.

22 Escreva um programa que coloque a palavra COMPUTADOR no final da sétima linha da tela.

23 Escreva um programa que coloque a string *FIM* no final da última linha da tela.

24 Escreva um programa que encha as 7 linhas *inferiores* da tela com a string *MICRO*SINCLAIR*. Como você pode contar, esta string tem 16 caracteres, logo "cabe" duas vezes em cada linha. Raciocine cuidadosamente para qual endereço você vai dirigir seu salto para trás.

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

20 Ø REM 1Ø caracteres quaisquer

16514	Ø1	1F	15	LD BC,XXXX (B = 21; C = 21)
16517	CD	F5	Ø8	CALL 2293.
1652Ø	3E	1B		LD A,27
16522	D7			RST 1Ø
16523	C9			RET

21 Metade superior da tela: 11 linhas, de Ø a 1Ø
Metade inferior da tela: 11 linhas, de 11 a 21
Assim sendo, a primeira posição de impressão tem de ser 11, Ø.

Ø REM 11 caracteres quaisquer

16514	Ø1	ØØ	ØB	LD BC,XXXX (B = 11, C = Ø)
16517	CD	F5	Ø8	CALL 2293
1652Ø	3E	Ø8		LD A,8
16522	D7			RST 1Ø
16523	18	FD		JR –3

Se você fez 18 FB (JR –5) também serve, embora seja desnecessário recarregar o acumulador, porque RST 1Ø NÃO destrói os registros.

Qualquer salto diferente destes não funciona. Raciocine e conclua por quê. Deixamos este trabalho para você.

22 Antes de mais nada, sétima linha é a de número 6. Como a palavra COMPUTADOR tem 1Ø caracteres, ocupa da posição 22 até a posição 31. Logo, o comando BASIC seria

PRINT AT 6,22;"COMPUTADOR"

Ø REM COMPUTADOR e mais 16 caracteres quaisquer

16524	Ø1	16	Ø6	LD BC,XXXX (B = 6; C = 22)
16527	CD	F5	Ø8	CALL 2293
1653Ø	11	82	4Ø	LD DE,16514
16533	Ø1	ØA	ØØ	LD BC,1Ø
16536	CD	6B	ØB	CALL 2923
16539	C9			RET // RAND USR 16524

23 O programa é equivalente ao comando BASIC

PRINT AT 21,27;"*FIM*"

Ø REM *FIM* e mais 16 caracteres quaisquer
(endereços de 16514 a 16518 ocupados pela string)

```
16519   Ø1   1B   15     LD BC,XXXX (B = 21; C = 27)
16522   CD   F5   Ø8     CALL 2293
16525   11   82   4Ø     LD DE,16514
16528   Ø1   Ø5   ØØ     LD BC,5
16531   CD   6B   ØB     CALL 2923
16534   C9               RET        // RAND USR 16519
```

24 Primeiramente, as 7 linhas inferiores da tela são as linhas de números 15 a 21. Logo, a primeira posição de impressão é 15,Ø.

Ø REM *MICRO*SINCLAIR* e mais 17 caracteres quaisquer
(endereços de 16514 até 16529 ocupados pela string)

```
16530   Ø1   ØØ   ØF     LD BC,XXXX (B = 15, C = Ø)
16533   CD   F5   Ø8     CALL 2293
16534   11   82   4Ø     LD DE,16514
16537   Ø1   1Ø   ØØ     LD BC,16
16540   CD   6B   ØB     CALL 2923
16543   18   F5          JR −11     // RAND USR 1653Ø
```

Observe que o salto relativo para trás deve voltar ao trabalho de colocação da string na tela, e não ao posicionamento do cursor. Caso contrário, não sairemos da primeira vez em que a string é impressa.

5.1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo vamos aprender a fazer loops em linguagem ASSEMBLY, ou seja, a substituir a instrução FOR/NEXT do BASIC.

Porém, é necessário enriquecer o conjunto de instruções que conhecemos, para que possamos ter maior flexibilidade. Recapitulando — sabemos apenas 8 instruções:

a) LD r,N	(Capítulo 1)
b) LD rr,NN	(Capítulo 3)
c) RST 1Ø	(Capítulo 1)
d) CALL incondicional	(Capítulo 1)
e) JP incondicional	(Capítulo 2)
f) JR incondicional	(Capítulo 2)
g) RET	(Capítulo 1)
h) HALT	(NÃO USE!)

Isto é muito pouco. A primeira coisa que precisamos ver melhor é como trabalha a função USR.

5.2

A FUNÇÃO USR

USR é o mnemônico de USE ROUTINE, ou seja, programas ASSEMBLY são considerados como sub-rotinas do BASIC. Assim, um programa BASIC

```
.....
5Ø.....USR xxxxx
6Ø .....
.....
```

ao atingir a linha 5Ø executaria a sub-rotina do endereço xxxxx e *voltaria* (ao encontrar RET) para executar a linha 6Ø.

Mas... USR é uma função, não um comando. Assim, necessita um comando antes, do contrário você obtém erro de sintaxe. Temos usado RAND USR xxxxx, onde RAND não "faz" absolutamente nada, apenas impede o erro de sintaxe.

O comando LET também serviria, da seguinte maneira:

```
LET BRUXA = USR xxxxx,
```

onde BRUXA substitui qualquer nome válido para uma variável, e xxxxx é o endereço inicial do nosso programa ASSEMBLY.

Ao encontrar a função USR, o computador roda o programa ASSEMBLY, porém desta vez com uma pequena diferença: um valor é atribuído à variável BRUXA. Qual valor? É isto que precisamos entender.

USR é uma função BASIC, assim precisa de um argumento (valor) e *devolve* um valor. Raciocinemos com a função SQR do BASIC. Em

```
LET BRUXA = SQR 256
```

256 é o argumento, e à variável BRUXA é atribuído o valor 16, pois $\sqrt{256} = 16$. Em

```
LET BRUXA = USR xxxxx
```

o argumento de USR é o endereço xxxxx que fornecemos (16514, por exemplo), *e este valor é carregado no par de registradores BC*. O programa roda, e o valor atribuído à variável BRUXA é o valor contido no par de registradores BC *após* rodar o programa.

Vamos entender isto ainda melhor. Para tanto, vejamos um programa *que não faz nada*.

PROGRAMA Ø9	(1 byte)

```
16514     C9      RET
```

Para que você possa ver isto com facilidade no micro, *não vamos* usar o carregador ASSEMBLY.

Limpe a memória (NEW ou RAND USR Ø), e digite a linha

```
1 REM TAN
```

Para obter TAN, você precisa do cursor **F** . NÃO digite T, depois A, depois N. TAN (função BASIC tangente) está na tecla E.

Explicações:

C9h = 2Ø1d = código do "caractere" TAN.

Digite agora:

```
1Ø LET L = USR 16514
2Ø PRINT L
```

Rode o programa, e você obterá no canto superior esquerdo do vídeo 16514!

Quando o micro encontra USR 16514, carrega o par de registradores BC com 16514. Assim sendo, temos B com 64 (4Øh) e C com 13Ø (82h), pois

16514 = 64 x 256 + 13Ø

Agora, o micro roda o programa ASSEMBLY do endereço 16514. Lá está RET. Assim, o programa retorna ao BASIC, sem que B e C sejam alterados. Logo, o valor do par BC ainda é 16514, e este valor é atribuído à variável L.

Assim, a linha 2Ø PRINT L imprime no canto superior esquerdo da tela o valor 16514.

Naturalmente poderia ter sido usado, em vez do programa BASIC escrito, o seguinte:

```
 1 REM TAN
1Ø PRINT USR 16514
```

O efeito seria o mesmo.

5.3

MAIS UMA INSTRUÇÃO ASSEMBLY - NOP

Vamos fazer outro programa, *que também não faz nada*! Para isto, precisamos de uma nova e sensacional instrução ASSEMBLY: a instrução NOP.

NOP é o mnemônico de NO OPERATION. Por pior que esteja o seu inglês, você percebeu: esta instrução não faz nada, e o programa simplesmente passa para a próxima instrução. Seu código é ØØ.

NOP	ØØ

Veja então o incrível

PROGRAMA 1Ø	(2 bytes)

```
16514    ØØ   NOP
16515    C9   RET
```

Novamente vamos colocar isto no micro SEM usar o carregador ASSEMBLY. Digite (após NEW ou RAND USR Ø):

```
1 REM —— TAN
        └——→ sempre usaremos este símbolo para um espaço necessário

1Ø PRINT USR 16514
```

Verifique se você digitou corretamente a linha 1 REM *espaço* TAN. Rode o programa e... novamente 16514.

Claro, não? O programa é fantástico. A primeira instrução ordena que ele não faça nada, e a segunda, que retorne ao BASIC. Naturalmente os registros de B e C não são alterados; conseqüentemente o valor de retorno é 16514.

Naturalmente, podemos fazer um programa que altere o valor de retorno, por alterar o conteúdo dos registradores B e C. Por exemplo, veja o

PROGRAMA 11	(5 bytes)

```
16514    Ø6   ØØ     LD B,Ø
16516    ØE   64     LD C,1ØØ
16518    C9           RET
```

Coloque este programa no micro *com* o carregador ASSEMBLY, e responda: a digitação de PRINT USR 16514, o que fornece? 1ØØ, é claro!

Como você sabe, ao encontrar USR 16514, o computador carrega BC com 16514, ou seja, B com 64 (4Øh) e C com 13Ø (82h), pois 64 x 256 + 13Ø = 16514.

Mas... a primeira instrução coloca Ø em B, e a segunda 1ØØ em C.

Logo, o par BC agora contém 1ØØ, pois Ø x 256 + 1ØØ = 1ØØ.

RET faz a volta ao BASIC, e o par BC agora contém 100. Assim, PRINT USR 16514 imprime na tela o valor atual do par de registradores BC: 100.

5.4

EXERCÍCIOS

25 Complete as lacunas após analisar este programa SEM RODÁ-LO. Justifique sua resposta.

```
Ø REM 3 caracteres quaisquer
  16514    Ø6    ØØ    LD B,Ø
  16516    C9          RET
PRINT USR 16514
```

O resultado impresso na tela é ....., pois ..... x 256 + ... = ...

- ..... → conteúdo decimal do registrador .....
- ..... → conteúdo decimal do registrador .....

26 Faça o mesmo que no exercício anterior.

```
Ø REM 3 caracteres quaisquer
  16514    ØE    ØØ    .....
  16516    C9          .....
PRINT USR 16514
```

O resultado impresso na tela é ....., pois ..... x 256 + ... = ...

- ..... → conteúdo decimal do registrador.....
- ..... → conteúdo decimal do registrador.....

27 Ainda o mesmo exercício.

```
Ø REM 4 caracteres quaisquer
  16514    Ø1    22    ØØ    .....
  16517    C9                .....
PRINT USR 16514
```

O resultado impresso na tela é ....., pois ..... x 256 + ... = ...

- ..... → conteúdo decimal do registrador.....
- ..... → conteúdo decimal do registrador.....

28 Este programinha não faz nada de espetacular, é apenas um DESAFIO para vermos se você ainda lembra bem de JR, que estudamos no Capítulo 2. Desmonte-o, e diga SEM RODÁ-LO o que aparece na tela através de PRINT USR 16514.

```
Ø REM 9 caracteres quaisquer
  16514    Ø6    ØØ    .....
  16516    ØE    3A    .....
  16518    18    Ø2    .....
```

```
16520   ØE   BA   .....
16522   C9        .....
PRINT USR 16514
```

5.5

FAZENDO LOAD DE UM REGISTRADOR PARA OUTRO

Em BASIC, você pode definir uma variável a partir de outra predefinida. Por exemplo:

```
1Ø LET BRUXA = 23
2Ø LET CALDO = BRUXA
```

Isto copia na variável CALDO o valor da variável BRUXA, que não precisa ser novamente explicitado na linha 2Ø.

Em ASSEMBLY, isto é possível dentro de certos limites. É possível copiar o conteúdo de um registrador de 8 bits noutro registrador de 8 bits, ou seja, é válida a instrução

LD r,r

A instrução LD B,A copia no registrador B o conteúdo do registrador A. O conteúdo de B passa a ser igual ao conteúdo de A, que não é alterado.

Vamos supor que ANTES da instrução LD B,A, A contenha 23d e B contenha 128d. APÓS a instrução LD B,A, tanto B quanto A conterão o valor 23d.

A tabela abaixo contém os códigos das instruções LD r,r.

LD	A	B	C	D	E	H	L
A	7F	78	79	7A	7B	7C	7D
B	47	4Ø	41	42	43	44	45
C	4F	48	49	4A	4B	4C	4D
D	57	5Ø	51	52	53	54	55
E	5F	58	59	5A	5B	5C	5D
H	67	6Ø	61	62	63	64	65
L	6F	68	69	6A	6B	6C	6D

Observações:

a) a coluna (vertical) da esquerda tem o "primeiro" registrador (destino).

b) a linha (horizontal) superior tem o "segundo" registrador (fonte).

c) se você entendeu, confira que o código hexa para LD B,H é 44, e para LD H,B é 60.

d) observe que as instruções cujos códigos estão hachurados (LD A,A; LD B,B; LD C,C etc) NÃO fazem absolutamente NADA. São, de certa maneira, equivalentes a NOP.

e) NÃO EXISTEM INSTRUÇÕES LD rr,rr NEM LD r,rr NEM LD rr,r. Sendo mais claro:

LD BC,HL
LD A,HL } NÃO EXISTEM!
LD HL,A

f) é possível *simular* LD BC,HL através de LD B,H e LD C,L.

5.6

EXERCÍCIOS

29 Desmonte o programa abaixo e dê a sua saída de vídeo SEM RODÁ-LO.

0 REM 6 caracteres quaisquer

16514	3E	2A	.....
16516	06	00	.....
16518	4F		.....
16519	C9		.....

Após PRINT USR 16514, você obterá na tela ....., pois ..... x 256 + ... = ...

30 Mesmo exercício anterior.

0 REM 7 caracteres quaisquer

16514	26	00	.....
16516	1E	10	.....
16518	44		.....
16519	4B		.....
16520	C9		.....

Após PRINT USR 16514, você obterá na tela ....., pois ..... x 256 + ... = ...

5.7

APRENDENDO A SOMAR

Vamos ver um último assunto antes de começarmos a aprender loops. Vamos aprender a somar em ASSEMBLY. Existem muitas instruções que somam, vamos aprender apenas a instrução do tipo

ADD A,r

Esta instrução adiciona ao acumulador A o conteúdo do registrador de 8 bits colocado à direita.

O registrador da esquerda é obrigatoriamente A, não existe uma instrução tipo ADD B,C.

O conteúdo do registrador da direita não é alterado.

Dois exemplos deixarão isto claro.

1º exemplo: Suponha que A contenha 5Ød, e C 22d. Após a instrução ADD A,C, A passa a ter 72d, e C continua tendo 22d. O Exercício 33 é baseado num programa com este esquema.

2º exemplo: Suponha que A contenha 2ØØd, e que C contenha 1ØØd. Após a instrução ADD A,C, A deveria conter 3ØØd, o que é impossível, pois o maior número decimal que um registrador de 8 bits pode conter é 255. Assim, houve um OVERFLOW (transbordamento). No acumulador A "fica" o que exceder 256, ou seja, 3ØØ − 256 = 44.

A bem da verdade, vamos dizer que o computador "anota" que houve transbordamento num registrador especial chamado F. Breve vamos estudar isto.

O Exercício 34 é baseado num programa com este esquema.

A tabela abaixo fornece os códigos hexa das instruções ADD A,r.

ADD A,A	87
ADD A,B	8Ø
ADD A,C	81
ADD A,D	82
ADD A,E	83
ADD A,H	84
ADD A,L	85

5.8

EXERCÍCIOS

31 Vejamos se você percebeu a analogia com BASIC. A instrução ADD A,C é, guardando as limitações que vimos, equivalente à instrução BASIC .....

32 Supondo que o conteúdo do registrador A seja menor ou igual a 127, qual o novo conteúdo de A após a instrução ADD A,A? Será sempre igual ao .....

33 Desmonte o programa abaixo, e diga qual a saída de vídeo, após PRINT USR 16514 SEM RODÁ-LO.

Ø REM ..... caracteres quaisquer

16514	3E	22	.....
16516	ØE	5Ø	.....
16518	81		.....
16519	4F		.....
1652Ø	Ø6	ØØ	.....
16522	C9		.....

Após PRINT USR 16514 você obterá na tela ....., pois ..... x 256 + ... = ...

34 Mesmo exercício anterior, mas... CUIDADO COM O OVERFLOW!

Ø REM ..... caracteres quaisquer

16514	3E	9Ø	.....
16516	Ø6	AØ	.....
16518	8Ø		.....
16519	4F		.....
1652Ø	Ø6	ØØ	.....
16522	C9		.....

Após a instrução do endereço 16518, o acumulador contém ....., pois ..... = ... – 256.

Assim sendo, PRINT USR 16514 produz na tela ....., pois ..... x 256 + ... = ...

35 Se, no programa anterior, esquecêssemos 1652Ø Ø6 ØØ, fazendo 1652Ø C9, qual seria a saída de vídeo? Seria ....., pois ..... = ... x 256 + ...

36 O programa abaixo simula a instrução ADD D,E, que NÃO existe. Desmonte-o e diga a saída de vídeo, SEM RODÁ-LO.

Ø REM ..... caracteres quaisquer

16514	16	66	.....
16516	1E	34	.....
16518	7A		.....
16519	83		.....
1652Ø	4F		.....
16521	Ø6	ØØ	.....
16523	C9		.....

PRINT USR 16514

Após PRINT USR 16514, a saída é ....., pois ..... x 256 + ... = ...

5.9

LOOPS – O CONCEITO DE CONTADOR

Analisemos o programa BASIC abaixo:

```
1Ø FOR B = 1 TO 32
2Ø PRINT "*";
3Ø NEXT B
```

O programa enche a primeira linha da tela com *. A variável de controle do loop (B) "conta" quantas vezes o * é impresso na tela. Isto é relativamente simples de obter em ASSEMBLY.

Um dos registradores do microprocessador Z-8Ø é privilegiado como contador – é o registrador B.

Assim, a instrução LD B,32, de uma certa forma, substitui a linha 1Ø do programa BASIC acima — ela faz de B um contador para 32 vezes.

Sabemos como substituir a linha 2Ø. Senão, confira:

```
LD A,23
RST 1Ø
```

Agora veremos como obter o loop — através da instrução DJNZ. Este impronunciável conjunto de letras é uma das poderosas instruções a nosso dispor.

DJNZ é o mnemônico de *D*ecrement B and *J*ump relative if *N*ot *Z*ero. Tentando traduzir: decremente o contador B e faça um salto relativo se B não atingiu Ø.

Se o contador B é inicializado com 14d, DJNZ vai decrementar para 13d, e saltar. Quando B atinge 1, e DJNZ é implementado, então B torna-se Ø, e o programa segue para seu próximo endereço.

Importante: se B é inicializado com Ø, então DJNZ "decrementa-o" para FFh, ou seja, 255, e o salto relativo acontece.

Como todo salto relativo, há a necessidade de 1 byte para fornecer a magnitude do salto.

Entre ØØ e 7F temos um salto para frente, e entre 8Ø e FF temos um salto para trás, baseado na tabela de complemento de dois — tudo idêntico a JR, só que desta vez há um contador: B.

Vejamos o código hexa da instrução

DJNZ	1Ø

Vamos completar então o nosso primeiro programa que faz loop, e um programa que, além da finalidade didática, tem finalidades práticas — depois as apresentaremos a você.

PROGRAMA 12 (8 bytes)

Ø REM 8 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   2Ø   LD B,32
16516   3E   17   LD A,23
16518   D7        RST 1Ø  <-+
16519   1Ø   FD   DJNZ -3  --+
16521   C9        RET
```

Estudemos carinhosamente este programa.

1) LD B,32... faz de B o contador para 32 caracteres em uma linha.
2) LD A,23... carrega o acumulador com o código de *.
3) RST 1Ø... coloca o asterisco na tela.
4) DJNZ −3... coloca o asterisco na tela mais 31 vezes, pois volta ao endereço de RST 1Ø.
5) RET... após o contador B ser zerado, volta ao BASIC.

Estude cuidadosamente a estrutura deste programa — ele é importantíssimo. Quando tiver certeza de tê-lo entendido, passe aos exercícios.

Lembra-se de que dissemos que este programa tinha finalidades práticas? E tem! Eu uso freqüentemente esta sub-rotina em meus programas BASIC para produzir uma linha de separação, muito útil quando entramos com diversos dados. Para chamar a sub-rotina, basta introduzir o RAND USR 16514 como *linha de programa*, e lá está a linha de separação *instantaneamente* na tela. O caractere Ø3 é útil para construir a linha.

5.1Ø

EXERCÍCIOS

37 Supondo que o programa 12 esteja no seu computador, digite (modo direto) PRINT USR 16514 (ao invés de RAND USR 16514). Você sabe explicar o número 13Ø que aparece na tela após a linha de *? Outra maneira de obter este número 13Ø seria fazer (sempre modo direto) LET L = USR 16514 (que coloca a linha na tela) seguido de PRINT L (que "apaga" a linha e imprime 13Ø). Insistimos: você sabe explicar este número 13Ø?

38 Complete a rotina abaixo para que ela produza as 5 linhas superiores da tela cheias com "espaço inverso".

Ø REM ..... caracteres quaisquer

16514	.....	.....	LD B,.....
165...	.....	.....	LD A,.....
165...	.....	.....	RST 1Ø
165...	.....	.....	DJNZ.....
165...	.....	.....	RET

Que número (decimal) está no endereço 16515? Justifique-o. . . . . .

. . . . . .

39 Esta mesma rotina pode produzir as *8* linhas superiores da tela cheias com um caractere a nossa escolha, por exemplo ▪ .

Há que usar-se um truque, pois 8 x 32 = 256, e você NÃO pode fazer LD B,256.

Releia a teoria de DJNZ, e descubra o valor surpreendente com que se deve carregar B...

Ø REM ..... caracteres quaisquer

16514	.....	.....	LD B,.....
165...	.....	.....	LD A,.....
165...	.....	.....	RST 1Ø
165...	.....	.....	DJNZ,.....
165...	.....	.....	RET

4Ø Bem, como vimos no exercício anterior, o maior número de linhas que pode ser preenchido com um caractere a nossa escolha usando *uma* instrução RST 1Ø é 8. Como fazer então para produzir 9 linhas preenchidas?

A rotina abaixo resolve o problema, usando *duas* instruções RST 1Ø. Calcule cuidadosamente o número com que deve ser carregado o contador B para que tenhamos 9 linhas preenchidas com [>]. *Cuidado com o salto relativo.*

```
Ø REM .... caracteres quaisquer
16514   .....   .....   LD B,.....
165...  .....   .....   LD A,.....
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   DJNZ.....
165...  .....   .....   RET
```

Explique detalhadamente o número com que você carregou o contador B. . . . . .

. . . . . .

41 Raciocine em função do Exercício 39, e responda: qual o maior número de linhas que pode ser preenchido usando apenas *duas* instruções RST 1Ø?

Complete a rotina abaixo para que produza este efeito (o maior número possível de linhas usando duas instruções RST 1Ø) com o caractere [ ].

```
Ø REM ..... caracteres quaisquer
16514   .....   .....   LD B,.....
165...  .....   .....   LD A,.....
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   DJNZ.....
165...  .....   .....   RET
```

Mostre o cálculo que evidencia o número de linhas que serão preenchidas. . . . . .

. . . . . .

42 Finalmente, vamos preparar um programa que enche a tela: são necessárias *quatro* instruções RST 1Ø. Não é possível com três, pois 7Ø4 — o número de caracteres da tela toda — *não é* múltiplo de três.

A rotina que você vai escrever tem importância teórica: é a mais curta para a produção deste efeito!

Complete-a para que encha a tela com o caractere 8. Aprecie a *velocidade* e a *economia de memória*!

```
Ø REM ..... caracteres quaisquer
16514   .....   .....   LD B,.....
165...  .....   .....   LD A,.....
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   RST 1Ø
165...  .....   .....   DJNZ.....
165...  .....   .....   RET
```

Mostre o cálculo do número com que você carregou o contador.. . . . . .

. . . . . .

43 Nem só de efeitos de tela é a nossa vida... Vamos agora ver um programa "matemático".

O livro "Programação em Assembler e Linguagem de Máquina", de David C. Alexander, editado em 1984 pela CAMPUS, é voltado para a linha TRS-80 (CP-300, CP-500, DGT-100 etc.). Todos estes micros "grandes" usam o mesmo microprocessador Z-80 usado pelos nossos "pequenos" SINCLAIR. Logo, os programas podem ser adaptados, desde que conheçamos os endereços da ROM...

No Capítulo 15, página 104, encontramos o seguinte exemplo, através do qual o autor explica a instrução DJNZ:

```
        LD A,00h      ; coloca zero em A
        LD H,05h      ; armazena o valor 5 no registrador H
        LD B,03h      ; carrega o número de voltas do loop
LOOP    ADD A,H       ; A agora contém mais 5
        DJNZ LOOP     ; se B não for zero, desvie para a soma indicada pelo
                        rótulo LOOP
        JP NEXT       ; vá para a próxima rotina
```

Vamos transformar este exemplo em algo que rode em nosso micro. Eu disse vamos? Desculpe: VOCÊ VAI!

```
0 REM ..... caracteres quaisquer

          16514   .....   .....   LD A,0
          16516   .....   .....   LD H,5
          16518   .....   .....   LD B,3
LOOP      16520   .....           ADD A,H <-+
          16521   .....   .....   DJNZ..... -+
          16523   .....           LD C,A
          16524   .....           RET

PRINT USR 16514
```

Responda ANTES de rodar o programa:

a) Qual a finalidade de LD C,A?
b) Por que não é necessário fazer-se LD B,0 para preparar a saída?
c) Qual a saída do programa, ou seja, que número vai impresso através de PRINT USR 16514?

44 O último exercício do capítulo é uma homenagem a LEWIS CARROLL. Sim, este mesmo, o autor de *Alice no País das Maravilhas*! Se você não sabia, seu nome não era nem LEWIS nem CARROLL: era Charles Lutwidge Dodgson, e era *professor de matemática em Oxford* e autor de várias obras científicas. Mas notabilizou-se por suas histórias infantis, que estão, para o observador atento, repletas de matemática e de lógica matemática.

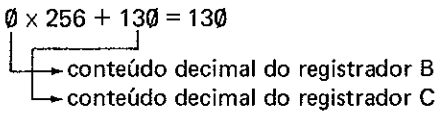
De um de seus livros, *Através do Espelho* (*Through the Looking-Glass*, de 1871), pinçamos esta curiosa passagem:

— Quanto é um mais um mais um mais um mais um mais um mais um mais um mais um?
— Eu não sei — disse Alice. — Perdi a conta.
— Ela não sabe somar — disse a Rainha Vermelha.

Bem, vamos ajudar Alice! Prepare um programa que faça a soma proposta (1 + 1 + 1...) e dê a resposta através de PRINT USR 16514.

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

25 O resultado impresso na tela é 13Ø, pois

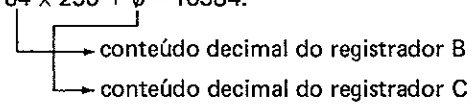


O conteúdo do registrador B foi alterado pela primeira instrução do programa, mas o de C não! Assim, ainda contém 13Ø.

26

16514	ØE	ØØ	LD C,Ø
16516	C9		RET

O resultado impresso na tela é 16384, pois

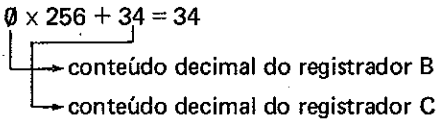


O conteúdo do registrador C foi alterado pela primeira instrução do programa, mas o de B não! Assim, ainda contém 64.

27 Ø REM 4 caracteres quaisquer

16514	Ø1	22	ØØ	LD BC,34
16517	C9			RET

O resultado impresso na tela é 34, pois



28

16514	Ø6	ØØ	LD B,Ø
16516	ØE	3A	LD C,58
16518	18	Ø2	JR 2
1652Ø	ØE	BA	LD C,186
16522	C9		RET

A primeira instrução "zera" o conteúdo de B.

A segunda carrega C com 58.

A terceira salta os próximos 2 endereços! Logo, a quarta instrução (LD C,186) NÃO se realiza, e o programa retorna (RET) ao BASIC, com B contendo Ø e C contendo 58 (e não 186).

Assim sendo, PRINT USR 16514 produz 58, pois

Ø x 256 + 58 = 58.

29

16514	3E	2A	LD A,42
16516	Ø6	ØØ	LD B,Ø
16518	4F		LD C,A
16519	C9		RET

Como você pode ver, B contém Ø, e C contém 42 (assim como A). Logo, PRINT USR 16514 produz 42, pois

Ø x 256 + 42 = 42

3Ø

16514	26	ØØ	LD H,Ø
16516	1E	1Ø	LD E,16
16518	44		LD B,H
16519	4B		LD C,E
1652Ø	C9		RET

Como você pode ver, B contém Ø (assim como H) e C contém 16 (assim como E). Logo, PRINT USR 16514 produz 16, pois

Ø x 256 + 16 = 16

31 LET A = A + C

32 Dobro do conteúdo anterior de A.

33 Ø REM 9 caracteres quaisquer

16514	3E	22	LD A,34
16516	ØE	5Ø	LD C,8Ø
16518	81		ADD A,C
16519	4F		LD C,A
1652Ø	Ø6	ØØ	LD B,Ø
16522	C9		RET

Após PRINT USR 16514, você obterá na tela 114, pois

Ø x 256 + 114 = 114

34 Ø REM 9 caracteres quaisquer

16514	3E	9Ø	LD A,144
16516	Ø6	AØ	LD B,16Ø
16518	8Ø		ADD A,B
16519	4F		LD C,A
1652Ø	Ø6	ØØ	LD B,Ø
16522	C9		RET

Após a instrução do endereço 16518, o acumulador contém 48, pois

48 = 144 + 160 − 256.

Assim sendo, PRINT USR 16514 produz na tela 48, pois

Ø x 256 + 48 = 48.

35 Bem, B conteria 16Ø e C conteria 48, como explicado acima. Logo, a saída após PRINT USR 16514 seria 41ØØ8, pois 16Ø x 256 + 48 = 41ØØ8.

36 Ø REM 1Ø caracteres quaisquer

```
16514   16   66   LD D,1Ø2
16516   1E   34   LD E,52
16518   7A        LD A,D
16519   83        ADD A,E
1652Ø   4F        LD C,A
16521   Ø6   ØØ   LD B,Ø
16523   C9        RET
```

Após PRINT USR 16514, a saída é 154, pois

Ø x 256 + 154 = 154.

37 Lembre-se de que USR é uma função BASIC. Seu argumento é o endereço inicial, que é carregado no par de registradores BC. O resultado (saída) é o valor contido em BC *após* a execução da rotina. Assim, ao iniciar a nossa rotina, BC é carregado com 16514, logo B e C contêm respectivamente 64 e 13Ø, pois

64 x 256 + 13Ø = 16514.

Ao rodar o programa, a instrução DJNZ zera o contador B, mas C não é alterado pela rotina! Logo, continua contendo 13Ø!

Assim, o valor do par BC ao final do programa é

Ø x 256 + 13Ø = 13Ø

Como este valor não nos interessa para nada, digitaremos RAND USR 16514 para que ele *não* seja impresso.

38 Ø REM 8 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   AØ   LD B,16Ø
16516   3E   8Ø   LD A,128
16518   D7        RST 1Ø   ←┐
16519   1Ø   FD   DJNZ −3  ──┘
16521   C9        RET
```

Em 16515 está 16Ø, que é igual a 5 x 32 (5 linhas x 32 caracteres por linha).

39 Ø REM 8 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   ØØ   LD B,Ø
16516   3E   95   LD A,149
16518   D7        RST 1Ø   ←┐
16519   1Ø   FD   DJNZ −3  ──┘
16521   C9        RET
```

Explicações: se B está carregado com Ø e é decrementado, "ficaria" com −1. Mas, pela tabela de complemento de dois (Apêndice 4), −1 = FF = 255. E assim continuará sendo decrementado de 255 até Ø novamente, totalizando 256.

Resumindo: o maior número de vezes que uma instrução, ou conjunto de instruções, pode ser repetida através de DJNZ é 256. Um truque interessante...

Assim, é fácil ver agora que o maior número de linhas que podemos preencher com *apenas uma* instrução RST 1Ø é 8, pois

256 ÷ 32 = 8 (256 impressões de caractere ÷ 32 caracteres por linha = 8 linhas).

40 Ø REM 9 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   9Ø    LD B,144
16516   3E   9B    LD A,155
16518   D7         RST 1Ø  ←┐
16519   D7         RST 1Ø   │
16520   1Ø   FC    DJNZ −4 ─┘
16522   C9         RET
```

O contador B deve ser carregado com 9 x 32/2 = 144, pois 9 linhas x 32 caracteres por linha/2 impressões (RST 1Ø) por volta do loop = 144.

41 Ø REM 9 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   ØØ    LD B,Ø
16516   3E   8E    LD A,142
16518   D7         RST 1Ø  ←┐
16519   D7         RST 1Ø   │
16520   1Ø   FC    DJNZ −4 ─┘
16522   C9         RET
```

Isto produz 16 linhas preenchidas pois 256 x 2/32 = 16. Explicando: 256 repetições de instruções (LD B,Ø seguido de DJNZ) x 2 impressões (RST 1Ø) por volta do loop ÷ 32 caracteres por linha = 16.

42 Ø REM 11 caracteres quaisquer

```
16514   Ø6   BØ    LD B,176
16516   3E   Ø8    LD A,8
16518   D7         RST 1Ø  ←┐
16519   D7         RST 1Ø   │
16520   D7         RST 1Ø   │
16521   D7         RST 1Ø   │
16522   1Ø   FA    DJNZ −6 ─┘
16524   C9         RET
```

Cálculo do número com que carregamos o contador:

22 x 32 ÷ 4 = 176

pois são 22 linhas x 32 caracteres por linha ÷ 4 impressões (RST 1Ø) por volta do loop.

43 Ø REM 11 caracteres quaisquer

```
16514   3E   ØØ    LD A,Ø
16516   26   Ø5    LD H,5
16518   Ø6   Ø3    LD B,3
16520   84         ADD A,H ←┐
16521   1Ø   FD    DJNZ −3 ─┘
16523   4F         LD C,A
16524   C9         RET
```

a) LD C,A prepara a saída, colocando em C o valor presente no acumulador A.
b) Não é necessário fazer LD B,Ø, pois a instrução DJNZ já fez isto.
c) 15.

44 Ø REM 11 caracteres quaisquer

```
        16514   3E   ØØ   LD A,Ø     ; inicializa o acumulador
        16516   26   Ø1   LD H,1     ; coloca em H a parcela
        16518   Ø6   ØA   LD B,1Ø    ; faz de B o contador do loop
LOOP    1652Ø   84        ADD A,H    ; soma
        16521   1Ø   FD   DJNZ -3    ; volta para somar de novo
        16523   4F        LD C,A     ; coloca A em C para fazer a saída
        16524   C9        RET        ; volta ao BASIC
```

PRINT USR 16514

6.1

INTRODUÇÃO

A instrução DJNZ usa o registrador B como contador. Entretanto, às vezes isto é impossível, pois B pode estar sendo usado para outra coisa. Certas vezes pode ser preferível usar outro registrador de 8 bits como contador, em vez de B.

Para isto, é novamente necessário que aumentemos o conjunto de instruções ASSEMBLY conhecidas por nós. É o que faremos nos próximos itens.

6.2

INSTRUÇÕES INC r E DEC r

Em um loop do tipo

```
FOR A = 1 TO 1Ø
.............
NEXT A
```

a variável de controle vai sendo incrementada, desde 1 até 1Ø, passando por 2, 3, 4,..., 9.

Se fizermos

```
FOR A = 1Ø TO 1 STEP –1
.............
NEXT A
```

a variável de controle vai sendo decrementada, desde 1Ø até 1, passando por 9, 8, 7,..., 2.

A instrução DJNZ decrementa automaticamente o contador B. Se desejamos fazer isto com outro registrador de 8 bits, precisamos fazê-lo nós mesmos.

A instrução tem a forma INC r ou DEC r, e tem a seguinte correspondência BASIC:

```
INC A.....    LET A = A + 1
DEC A.....    LET A = A – 1
```

Se L estava carregado com Ø4, após INC L tem Ø5. Se L continha FF, após INC L contém ØØ.

Se L estava carregado com Ø4, após DEC L tem Ø3. Se L continha ØØ, após DEC L contém FF.

Observe os códigos hexa das instruções:

INC A	3C	DEC A	3D
INC B	Ø4	DEC B	Ø5
INC C	ØC	DEC C	ØD
INC D	14	DEC D	15
INC E	1C	DEC E	1D
INC H	24	DEC H	25
INC L	2C	DEC L	2D

Comprove as nossas afirmações da página anterior rodando os seguintes programas.

PROGRAMA 13 (5 bytes)

```
16514    Ø1    FF    ØØ    LD BC,255
16517    ØC                INC C
16518    C9                RET
PRINT USR 16514
```

Observe um truque. Poderíamos ter feito LD B,Ø e LD C,255, o que seria mais "compreensível", mas gastaria um byte a mais.

PROGRAMA 14 (5 bytes)

```
16514    Ø1    ØØ    ØØ    LD BC,Ø
16517    ØD                DEC C
16519    C9                RET
PRINT USR 16514
```

Naturalmente os resultados são Ø e 255, respectivamente.

Bem, chegamos a um instante importante. Está na hora de você ler cuidadosamente o Apêndice 1, detendo-se *especialmente* nas explicações sobre o registrador de estado F.

NÃO PROSSIGA NA LEITURA DESTE CAPÍTULO SEM ANTES LER O APÊNDICE 1!

Pois bem, agora que você conhece o registrador F, saiba que INC r e DEC r afetam a ZERO FLAG. (Para um estudo detalhado de quais instruções afetam mais flags, vide Apêndice 11.)

Logo, podemos detectar quando o registrador-contador atinge Ø e um loop. Isto nos permite fazer SALTOS CONDICIONADOS. Este é o nosso próximo assunto.

6.3

SALTOS ABSOLUTOS CONDICIONADOS

Com base nas flags afetadas por cada instrução, são possíveis os seguintes saltos condicionados (após o código da instrução, há necessidade de 2 bytes para o endereço).

- JP P,NN (JumP if Plus) — salta, se o *último* resultado é positivo.
- JP M,NN (JumP if Minus) — salta, se o *último* resultado é negativo.
- JP Z,NN (JumP if Zero) — salta, se o *último* resultado é zero.
- JP NZ,NN (JumP if Not Zero) — salta, se o *último* resultado não é zero.
- JP PO,NN (JumP if Parity is Odd) — salta, se após a última instrução a paridade é ímpar (odd) ou se *não* houve transbordamento (overflow).
- JP PE,NN (JumP if Parity is Even) — salta, se após a última instrução a paridade é par (even) ou se *houve* transbordamento (overflow).
- JP C,NN (JumP if Carry) — salta, se no último resultado houve transporte (carry).
- JP NC,NN (JumP if No Carry) — salta, se no último resultado não houve transporte (carry).

A tabela abaixo fornece os códigos hexa destas instruções.

JP P	F2
JP M	FA
JP Z	CA
JP NZ	C2
JP PO	E2
JP PE	EA
JP C	DA
JP NC	D2

6.4

SALTOS RELATIVOS CONDICIONADOS

Embora não tão variadamente como nos saltos absolutos condicionados, saltos relativos condicionados também são possíveis. E são utilíssimos...

Após o código da instrução, usaremos mais um byte para dar o deslocamento do salto, para frente ou para trás.

A tabela abaixo fornecerá os códigos hexa das instruções permitidas.

JR Z	28
JR NZ	2Ø
JR C	38
JR NC	3Ø

6.5

A INSTRUÇÃO COMPARE (CP)

A instrução COMPARE (CP) calcula o resultado de "acumulador menos registrador ou dado", e altera as flags convenientemente. O resultado da comparação (subtração) não é guardado em lugar nenhum. Vejamos os códigos hexa das instruções que nos interessam.

CP A	BF
CP B	B8
CP C	B9
CP D	BA
CP E	BB
CP H	BC
CP L	BD
CP N	FE (+1 byte)

6.6

USO DE CONTADORES

Compare os esquemas abaixo.

```
LD B,.....          LD L,.....
rotina <-┐          rotina <-┐
DJNZ ----┘          DEC L    |
                    JR NZ....-┘
```

Em termos de funcionamento, estas duas possibilidades são iguais. DJNZ é apenas mais econômico.

Outra possibilidade:

```
LD C,Ø
rotina <-┐
INC C    |
CP....   |
JR NZ...-┘
```

Também é equivalente. Mais trabalhosa, mas... necessária às vezes.

Vamos fazer alguns problemas como exemplo. Como primeira idéia, vamos fazer um loop dentro de outro.

Estabeleçamos uma rotina que encha uma linha com ADAD...

```
        LD B,16    ; haverá 16 "pares" AD
CARGA   LD A,"A"   ; coloca no acumulador o caractere A
        RST 1Ø     ; imprime A na tela
        LD A,"D"   ; coloca no acumulador o caractere D
        RST 1Ø     ; imprime D na tela
        DJNZ CARGA
```

Agora, que temos uma linha, precisamos de um contador para 22 linhas. Seja C este contador. O esquema será:

```
        LD C,22
LINHA   LD B,16
CARGA   LD A,"A"
        .
        .
        .
        .
        .
        .
        .
        .
        DJNZ CARGA
        DEC C
        JR NZ LINHA
        RET
```

E assim fizemos o

PROGRAMA 15 (16 bytes)

```
        16514   ØE   16   LD C,22
LINHA   16516   Ø6   1Ø   LD B,16 ←
CARGA   16518   3E   26   LD A,38 ←
        1652Ø   D7        RST 1Ø
        16521   3E   29   LD A,41
        16523   D7        RST 1Ø
        16524   1Ø   F8   DJNZ –8 ——
        16526   ØD        DEC C
        16527   2Ø   F3   JR NZ, –13 ——
        16529   C9        RET
```

Rode o programa, modifique os caracteres se quiser, mas estude detalhadamente o que fizemos. Os exercícios serão verdadeiros desafios...

6.7

EXERCÍCIOS

45 Faça um programa que encha a tela da seguinte maneira:

1 linha "espaço invertido"
1 linha "caractere 8"
1 linha "espaço invertido"
1 linha "caractere 8"
.....

até o fim da tela.

SUGESTÃO DE ESTRUTURA DO PROGRAMA

1) Contador C para 16 conjuntos de pares de linhas
2) Loop para a linha preta com contador B e DJNZ
3) Loop para a linha cinza com contador B e DJNZ
4) DEC C
5) JR NZ voltando para o item 2
6) RET (não esqueça!... ou CRASH!)

Se você acertou, o programa leva 2Ø bytes. Insista. É muito importante que você aprenda a trabalhar com loops. Não "cole" a resposta. Você só aprende o que faz.

46 No Exercício **15** do Capítulo 3, surgiu a idéia de escrever o alfabeto na tela, idéia esta que foi abandonada, pois levaria 79 bytes (!) com a técnica de que dispunhamos até então.

No Exercício **18** do Capítulo 3, efetivamente colocamos o alfabeto na tela, levando 36 bytes.

Com o que sabemos agora, levaremos *apenas 9 bytes*!

Nossas sugestões para o *seu* programa:

- o código do caractere A é 38 (26h); carregue o acumulador com ele.
- com RST 1Ø coloque-o na tela.
- o código do caractere Z é 63 (3F)
- assim, *incremente* o acumulador A, compare com 64 (4Øh) (POR QUÊ?), e dê um JR NZ para a instrução RST 1Ø, que colocará B, C,... etc. na tela, *até Z*.
- não esqueça do RET.

Escreva seu programa, confira-o (9 bytes) e rode-o. A velocidade do loop é impressionante. Se desejar, compare-o com o mesmo programa escrito em BASIC:

```
1Ø FOR A=38 TO 63
2Ø PRINT CHR$ A;
3Ø NEXT A
```

Além da velocidade, a economia de memória também é impressionante — este programa BASIC "gasta" 41 bytes (!).

47 Aproveitando a idéia do Exercício **46**, você deve escrever mais alguns programas. Primeiramente escreva o alfabeto centrado na tela. Relembre PRINT AT em linguagem de máquina, no Capítulo 4.

48 Escreva o alfabeto de trás para frente, ou seja, começando de Z e terminando em A.

49 Escreva o alfabeto, de A até Z, mas em vídeo inverso.

5Ø Escreva o alfabeto, de trás para frente, centrado na tela, em vídeo inverso.

51 Os micros de linha Sinclair apresentam um total de 128 caracteres imprimíveis, que não seguem a convenção ASCII. Seus códigos vão de Ø a 63, para os em vídeo direto, e de 128 a 191, para os em vídeo inverso. Como você pode perceber, a diferença numérica entre os códigos de um caractere e seu inverso é constante e igual a 128 (8Øh). Para melhor entendimento, consulte o Apêndice 2.

Escreva um programa que escreva na tela os 128 caracteres imprimíveis (você vai ocupar exatamente 4 linhas). Sugestão (incompleta):

```
LD A,Ø
RST 1Ø
INC A
CP 64
JR NZ
ADD A,..... (você precisa passar de 64 para 128)
RST 1Ø
etc.
```

Bom trabalho...

52 Escreva um programa que encha a tela com o seguinte esquema:

1ª linha → 32 letras A
2ª linha → 32 letras B
3ª linha → 32 letras C

etc ...

Este é sem sugestão. Divirta-se!

53 O programa que o convidamos a escrever agora *não tem* uma saída de vídeo bonita — é no máximo curiosa. Mas ... tem uma novidade para você — a idéia de preservar o valor do contador noutro registrador fora do loop, para este valor poder ser incrementado ou decrementado depois. Usaremos esta mesma idéia mais tarde num programa que tem uma linda saída de vídeo.

A idéia é a seguinte (consulte o Apêndice 2 para entendê-la claramente): deverão ser impressos na tela *um* ponto, *dois* números Ø, *três* números 1 etc. até *trinta e sete* letras Z.

O número de caracteres a serem impressos é $\frac{(1 + 37) \times 37}{2} = 19 \times 37 = 7Ø3$, o que *cabe* na tela (por um!).

Eis a estrutura do programa que você deverá escrever, com alguns comentários. Deixamos todos os cálculos para você.

```
INÍCIO ——→ LD A,código do caractere "ponto"  ; inicializa o acumulador.
           LD C,1                            ; ponto será impresso uma vez.
LOOP   ——→ LD B,C                            ; coloca o contador em B.
IMPRIME——→ RST 1Ø                            ; imprime.
           DJNZ IMPRIME                      ; nº de vezes da impressão
           INC C                             ; incrementa o contador.
           INC A                             ; incrementa o acumulador.
           CP.....                           ; verifica se "passou" de Z.
           JR Z FIM                          ; se "passou", volta ao BASIC.
           JR LOOP                           ; volta ao loop.
FIM    ——→ RET                               ; volta ao BASIC.
```

Em tempo: a fórmula que usamos para achar o número de caracteres impressos nada mais é que a fórmula da soma dos termos de uma P. A. ...

45 Ø REM 2Ø caracteres quaisquer

```
16514   ØE   ØB   LD C,11
16516   Ø6   2Ø   LD B,32 <-----
16518   3E   8Ø   LD A,128      |
16520   D7        RST 1Ø <--    |
16521   1Ø   FD   DJNZ -3 ---   |
16523   Ø6   2Ø   LD B,32       |
16525   3E   Ø8   LD A,8        |
16527   D7        RST 1Ø <--    |
16528   1Ø   FD   DJNZ -3 ---   |
16530   ØD        DEC C         |
16531   2Ø   EF   JR NZ,-17 ----
16533   C9        RET
```

46 Ø REM 9 caracteres quaisquer

```
16514   3E   26   LD A,38
16516   D7        RST 1Ø <-----
16517   3C        INC A       |
16518   FE   4Ø   CP 64        |
16520   2Ø   FA   JR NZ,-6 ----
16522   C9        RET
```

Por que CP 64? Como sabemos, a instrução CP afeta a ZERO FLAG (ver Apêndice 11). Assim, após uma instrução CP, podemos fazer JR NZ, JR Z, JP NZ ou JP Z.

Quando o acumulador atingir o valor 64, a instrução CP provocará o resultado Ø (lembre-se de que CP é uma subtração). A instrução JR NZ,-6 *não* será implementada, e o programa retornará ao BASIC.

47 Como o alfabeto tem 26 letras, vamos escrevê-lo a partir de 11,3; ou seja, o comando BASIC equivalente seria

```
PRINT AT 11,3;"ABC ..... Z"
```

Assim sendo, B = 11 e C = 3 para chamarmos a rotina 2293, que posiciona o cursor de impressão. Você reviu o Capítulo 4?

Ø REM 15 caracteres quaisquer

```
16514   Ø1   Ø3   ØB   LD BC,xxxx (B = 11 e C = 3)
16517   CD   F5   Ø8   CALL 2293
16520   3E   26        LD A,38
16522   D7             RST 1Ø <-----
16523   3C             INC A       |
16524   FE   4Ø        CP 64       |
16526   2Ø   FA        JR NZ,-6 ----
16528   C9             RET
```

48 Ø REM 9 caracteres quaisquer

```
16514   3E   3F    LD A,63
16516   D7         RST 1Ø  <-+
16517   3D         DEC A     |
16518   FE   25    CP 37     |
1652Ø   2Ø   FA    JR NZ,-6  -+
16522   C9         RET
```

Certifique-se de que entendeu qual o motivo de LD A,63 e CP 37.

49 Ø REM 9 caracteres quaisquer

```
16514   3E   A6    LD A,166
16516   D7         RST 1Ø  <-+
16517   3C         INC A     |
16518   FE   CØ    CP 192    |
1652Ø   2Ø   FA    JR NZ,-6  -+
16522   C9         RET
```

Certifique-se de que entendeu o motivo de LD A, 166 e CP 192. Consulte o Apêndice 2 em caso de dúvida!

5Ø Ø REM 15 caracteres quaisquer

```
16514   Ø1   Ø3   ØB    LD BC,xxxx (B = 11 e C = 3)
16517   CD   F5   Ø8    CALL 2293
1652Ø   3E   BF         LD A,191
16522   D7              RST 1Ø  <-+
16523   3D              DEC A     |
16524   FE   A5         CP 165    |
16526   2Ø   FA         JR NZ,-6  -+
16528   C9              RET
```

51 Ø REM 16 caracteres quaisquer

```
16514   3E   ØØ    LD A,Ø
16516   D7         RST 1Ø  <-+
16517   3C         INC A     |
16518   FE   4Ø    CP 64     |
1652Ø   2Ø   FA    JR NZ,-6  -+
16522   87         ADD A,A
16523   D7         RST 1Ø  <-+
16524   3C         INC A     |
16525   FE   CØ    CP 192    |
16527   2Ø   FA    JR NZ,-6  -+
16529   C9         RET
```

Também seria possível, em vez de ADD A,A (87h), ADD A,64 (C6 4Ø). Mas como fizemos é mais curto (1 byte apenas) e mais elegante.

52 Como não fizemos nenhuma sugestão, este programa vai comentado.

Ø REM 14 caracteres quaisquer

```
16514   ØE   16   LD C,22    ; contador para 22 linhas
16516   3E   26   LD A,38    ; inicializa A com o código de "A"
16518   Ø6   2Ø   LD B,32    ; contador de caracteres na linha
16520   D7        RST 1Ø     ; imprime a letra
16521   1Ø   FD   DJNZ -3    ; completa a linha
16523   3C        INC A      ; próxima letra
16524   ØD        DEC C      ; decrementa contador de linhas
16525   2Ø   F7   JR NZ,-9   ; próxima linha
16527   C9        RET        ; volta ao BASIC
```

```
53 Ø REM 17 caracteres quaisquer
```

```
INÍCIO  ---->  16514   3E   1B   LD A,27
               16516   ØE   Ø1   LD C,1
LOOP    ---->  16518   41        LD B,C
IMPRIME ---->  16519   D7        RST 1Ø
               1652Ø   1Ø   FD   DJNZ -3
               16522   ØC        INC C
               16523   3C        INC A
               16524   FE   4Ø   CP 64
               16526   28   Ø2   JR Z,2
               16528   18   F4   JR,-12
FIM     ---->  1653Ø   C9        RET
```

7.1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo vamos estudar a tela de TV, a saída de vídeo fornecida pelos micros de lógica SINCLAIR.

Trabalhar diretamente com a memória de vídeo nos dará uma incrível versatilidade, naturalmente com o ônus de aprendermos novas instruções ASSEMBLY e melhorarmos nosso entendimento sobre as variáveis do sistema.

Normalmente consideramos a tela como tendo 24 linhas de 32 colunas cada uma, sendo as duas linhas inferiores reservadas para edição — são as linhas usadas pelo cursor.

O número de linhas usadas pelo cursor é controlado pela variável do sistema DF.SZ, cujo endereço é 16418 (4Ø22h). Ela normalmente contém o valor 2. Ou seja, se você ligar o computador e digitar

```
PRINT PEEK 16418
```

obterá na tela o valor 2.

Como podemos fazer PEEK em linguagem de máquina? Observe o esquema abaixo, entendendo por NN o endereço onde se quer fazer PEEK.

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	CORRESPONDÊNCIA BASIC
LD A,(NN)	3A	LET A=PEEK NN
LD BC,(NN)	ED 4B	LET C=PEEK NN LET B=PEEK (NN+1)
LD DE,(NN)	ED 5B	LET E=PEEK NN LET D=PEEK (NN+1)
LD HL,(NN)	2A	LET L=PEEK NN LET H=PEEK (NN+1)

Preste muita atenção aos parênteses! LD A,16418 exprime algo impossível: carregar A com o valor 16418 (> 255); enquanto que LD A,(16418) é perfeitamente possível: carrega A com o *conteúdo* (PEEK) do *endereço* 16418.

Vamos fazer PRINT PEEK 16418 em linguagem de máquina. Várias soluções são possíveis. Vejamos algumas.

a)
```
LD A,(16418)     ATENÇÃO PARA A INVERSÃO DO ENDEREÇO!
LD C,A
LD B,Ø
```

PROGRAMA 16 – a (7 bytes)

Ø REM 7 caracteres quaisquer

```
16514   3A   22   4Ø   LD A,(16418)
16517   4F             LD C,A
16518   Ø6   ØØ        LD B,Ø
16519   C9             RET
```

PRINT USR 16514 produz o valor 2.

b) LD BC,(16418)
LD B,Ø

Ao fazermos LD BC,(16418), fizemos LET C=PEEK 16418 e LET B=PEEK 16419. Este valor de B não nos interessa, logo deve ser "zerado".

PROGRAMA 16 – b (7 bytes)

```
16514   ED   4B   22   4Ø   LD BC,(16418)
16518   Ø6   ØØ             LD B,Ø
16519   C9                   RET
```

c) LD HL,(16418)
LD C,L
LD B,Ø

PROGRAMA 16 – c (7 bytes)

```
16514   2A  22  4Ø   LD HL,(16418)
16517   4D           LD C,L
16518   Ø6  ØØ       LD B,Ø
16519   C9           RET
```

Naturalmente os três programas são equivalentes. Fizemos questão de apresentar os três para que você vá ganhando flexibilidade. Voltemos ao nosso assunto.

7.2

ALTERANDO AS LINHAS DE EDIÇÃO

Podemos alterar o número de linhas de edição, inclusive suprimindo-as, fazendo um POKE em 16418. Através de POKE 16418,Ø anulamos as duas linhas de edição, passando a ter acesso às 24 linhas da tela.

No entanto, você NÃO PODE fazer um INPUT após POKE 16418,Ø, senão... CRASH!

Experimente este programa BASIC.

```
1Ø POKE 16418,Ø
2Ø FOR L=Ø TO 23
3Ø PRINT AT L,L;"*"
4Ø NEXT L
```

Ele imprime 24 * em diagonal na tela, parando com código Ø/4Ø. No entanto, se você acrescentar

```
5Ø INPUT I$
6Ø CLS
```

e rodar o programa, normalmente perderá acesso ao teclado, permanecendo a tela aparentemente normal por alguns segundos antes do CRASH.

Como podemos fazer POKE em linguagem de máquina? Observe o esquema abaixo, entendendo por NN o endereço onde se quer fazer POKE.

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	CORRESPONDÊNCIA BASIC
LD (NN),A	32	POKE NN,A
LD (NN),BC	ED 43	POKE NN,C POKE NN+1,B
LD (NN),DE	ED 53	POKE NN,E POKE NN+1,D
LD (NN),HL	22	POKE NN,L POKE NN+1,H

Assim, podemos substituir a linha 1Ø do programa BASIC do item anterior por um programa ASSEMBLY que faça POKE 16418,Ø:

```
LD A,Ø
LD (16418),A
```

PROGRAMA 17 (6 bytes)

```
Ø REM 6 caracteres quaisquer
16514   3E   ØØ          LD A,Ø
16516   32   22   4Ø     LD (16418),A
16519   C9               RET
```

Após dar entrada a este programa, que agora "mora" na linha Ø, digite o nosso velho programa BASIC, com uma nova linha 1Ø.

```
1Ø RAND USR 16514
2Ø FOR L=Ø TO 23
3Ø PRINT AT L,L;"*"
4Ø NEXT L
```

e veja que *funciona*!

7.3

A MEMÓRIA DA TELA

Podemos encarar a tela como sendo um retângulo de 32 (colunas) x 24 (linhas) posições. No entanto, o computador arquiva a tela de maneira completamente diferente. Vamos começar a entender este importantíssimo tópico.

O arquivo de imagem é seqüencial, iniciando-se por um caractere 118 (NEW LINE), seguido de 32 bytes para a 1ª linha, um caractere 118 para indicar o fim da 1ª linha, 32 bytes para a 2ª linha, um caractere 118 para indicar o fim da 2ª linha, 32 bytes para a 3ª linha, e assim sucessivamente até a 24ª linha (as duas linhas de edição pertencem ao arquivo de imagem).

O endereço inicial deste arquivo é variável, sendo dado através da variável do sistema D.FILE, uma variável de 2 bytes, cujo endereço inicial é 16396 (4ØØC).

Logo, o endereço inicial do arquivo de imagem pode ser obtido em BASIC através de

```
PRINT PEEK 16396+256*PEEK 16397
```

ou, em linguagem de máquina, através do

PROGRAMA 18 (6 bytes)

```
16514   2A   ØC   4Ø   LD HL,(16396)
16517   44             LD B,H  } não existe LD BC,HL
16518   4D             LD C,L  }
16519   C9             RET
```

PRINT USR 16514 fornece o endereço do primeiro byte do arquivo de imagem. Sabemos que este endereço contém 118, um NEW LINE. Assim, se você digitar

```
PRINT PEEK (PEEK 16396+256*PEEK 16397)
```

a resposta sempre será 118.

O esquema da página seguinte ajudá-lo-á a compreender a tela.

O número na quadrícula é o que deve ser *somado* ao endereço apontado por D.FILE para se obter o endereço da posição de tela.

Assim, observando o esquema, tente entender as próximas explicações.

a) O conteúdo dos endereços relativos às quadrículas hachuradas é sempre 118, e *não pode ser alterado*, ou o micro "se perderia", sem saber "construir" a tela... CRASH. Veja e compreenda a saída deste programa BASIC.

```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø FOR L=Ø TO 24
3Ø PRINT PEEK (DF+33*L),
4Ø NEXT L
```

Sua saída serão 25 números 118! Ou seja, o NEW LINE inicial do arquivo e mais os 24 NEW LINEs terminais de cada linha.

b) Você pode imprimir na tela, fazendo POKE em posições permitidas da tela.

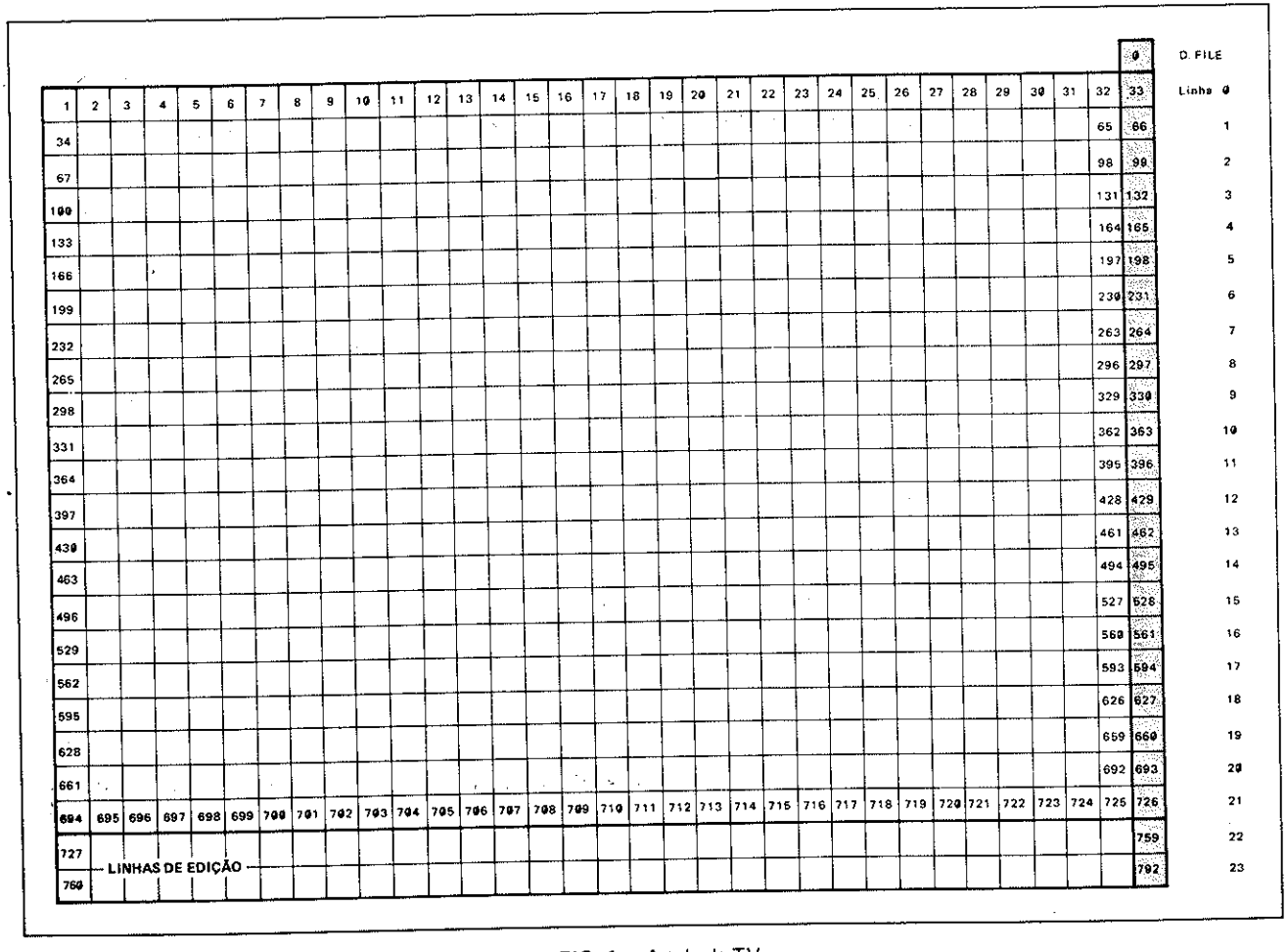


FIG. 1 – A tela de TV.

Observe os exemplos.

1º Exemplo:
```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø POKE DF+1,23
```

Isto imprime um asterisco na posição Ø,Ø

2º Exemplo:
```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø LET A=23
3Ø POKE DF+1,A
4Ø POKE DF+32,A
5Ø POKE DF+694,A
6Ø POKE DF+725,A
```

Isto imprime quatro asteriscos, um em cada canto do vídeo.

3º Exemplo: Vamos imprimr um asterisco no meio da tela, ou seja, na posição 11,16. Como calcular o número que deve ser somado a DF? É fácil...

Chamando de L à linha e C à coluna; PRINT AT L,C;"*" equivale à *POKE DF+33*L+C+1,23*. Assim, para PRINT AT 11,16;"*" devemos somar a DF 33*11+16+1=38Ø. Confira:

```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø PRINT AT 11,16;"N"
3ØPOKE DF+38Ø,23
```

Só há um asterisco na tela, e a indicação Ø/3Ø. Se você prestar bastante atenção, ainda verá o N sendo impresso, e substituído pelo *.

4º Exemplo: Vamos fazer um X na tela usando 21 linhas. O X deve começar em Ø,Ø e 2Ø,Ø (pontos superiores) e terminar em 2Ø,Ø e 2Ø,2Ø (pontos inferiores). O caractere de construção será *. Não passe adiante sem entender este programa!

```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø LET A=23
3Ø FOR S=1 TO 681 STEP 34
4Ø POKE DF+S,A
5Ø NEXT S
6Ø FOR S=21 TO 661 STEP 32
7Ø POKE DF+S,A
8Ø NEXT S
```

Observe bem. O loop das linhas 3Ø a 5Ø faz a perna \ do X. Por que STEP 34? O loop das linhas 6Ø a 8Ø faz a perna / do X. Por que STEP 32?

7.4

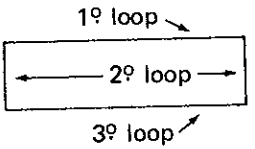
EXERCÍCIOS

54 Faça um programa BASIC semelhante aos que vimos nestes exemplos que preencha a 1ª linha da tela com ■.

55 Faça um programa BASIC que preencha a última linha "normal" da tela (sem contar as linhas de edição) com ■.

56 Faça um programa BASIC que preencha a 1ª coluna da tela, desde Ø,Ø até 21,Ø com ■.

57 Combinando tudo isto, faça um programa que coloque uma *moldura* na tela, usando apenas *3* loops. Observe o esquema:



Use ■ como caractere de construção da moldura. É muito importante que você faça este exercício, porque sua estrutura será necessária para que você compreenda quando o escrevermos em ASSEMBLY.

7.5

NOVAS INSTRUÇÕES ASSEMBLY

Vamos incrementar o conjunto de instruções que conhecemos, a fim de que possamos passar todos estes programas BASIC — interessantes, sem dúvida, mas *lentos* — para linguagem de máquina e sua conhecida velocidade.

1º Conjunto: *UM POUCO MAIS DE LOAD (FAZENDO PEEK)*

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	CORRESPONDÊNCIA BASIC
LD A,(BC)	ØA	LET A=PEEK BC
LD A,(DE)	1A	LET A=PEEK DE
LD A,(HL)	7E	LET A=PEEK HL (utilíssimo)
LD B,(HL)	46	LET B=PEEK HL
LD C,(HL)	4E	LET C=PEEK HL
LD D,(HL)	56	LET D=PEEK HL
LD E,(HL)	5E	LET E=PEEK HL
LD H,(HL)	66	LET H=PEEK HL
LD L,(HL)	6E	LET L=PEEK HL

2º Conjunto: *UM POUCO MAIS DE LOAD (FAZENDO POKE)*

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	CORRESPONDÊNCIA BASIC
LD (BC),A	Ø2	POKE BC,A
LD (DE),A	12	POKE DE,A
LD (HL),A	77	POKE HL,A (utilíssimo)
LD (HL),B	7Ø	POKE HL,B

LD (HL),C	71	POKE HL,C
LD (HL),D	72	POKE HL,D
LD (HL),E	73	POKE HL,E
LD (HL),H	74	POKE HL,H
LD (HL),L	75	POKE HL,L
LD (HL),N	36	POKE HL,N (utilíssimo)

3º Conjunto: *UM POUCO MAIS DE ADD*

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	EQUIVALÊNCIA BASIC
ADD A,(HL)	86	LET A=A+PEEK HL
ADD A,N	C6	LET A=A+N
ADD HL,BC	Ø9	LET HL=HL+BC
ADD HL,DE	19	LET HL=HL+DE
ADD HL,HL	29	LET HL=HL+HL

4º Conjunto: *UM POUCO MAIS DE INC E DEC*

INSTRUÇÃO	CÓDIGO HEXA	EQUIVALÊNCIA BASIC
INC (HL)	34	LET PEEK HL=PEEK HL+1
INC BC	Ø3	LET BC=BC+1
INC DE	13	LET DE=DE+1
INC HL	23	LET HL=HL+1
DEC (HL)	35	LET PEEK HL=PEEK HL−1
DEC BC	ØB	LET BC=BC−1
DEC DE	1B	LET DE=DE−1
DEC HL	2B	LET HL=HL−1

IMPORTANTE:
Estas instruções NÃO
afetam nenhuma FLAG,
e não podem ser aproveitadas
para contadores!

7.6

USANDO O ARQUIVO DE TELA

Vamos agora entrar em terreno muito fértil. Começamos o estudo de programas onde é usado o arquivo de tela. O limite é a sua imaginação. Podemos fazer o que desejarmos com a tela, é só criar...

Nosso primeiro programa será bem simples: colocar um asterisco bem no meio da tela (PRINT AT 11,16;"*"). Reveja como isto foi feito no 3º exemplo do item 7.3.

Nós faremos assim:

a) LD HL,(16396) → faz de HL ponteiro para o arquivo de imagem; HL agora aponta para o NEW LINE inicial do arquivo.

b) LD DE,38Ø → coloca em DE o número de posições a serem saltadas.

c) ADD HL,DE → salta as posições necessárias.

d) LD (HL),23 → coloca o asterisco na tela.

e) RET.

Detalhes: 1º) 16396 = 4ØØC (ver Apêndice 5); cuidado com a inversão!

2º) 38Ø = Ø17C, pois

```
38Ø | 256
124   1
 ↙     ↘
7C     Ø1h
```

Agora estamos prontos.

PROGRAMA 19 (1Ø bytes)

Ø REM 1Ø caracteres quaisquer

16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
16517	11	7C	Ø1	LD DE,38Ø
16520	19			ADD HL,DE
16521	36	17		LD (HL),23
16523	C9			RET

Nosso segundo exemplo será produzir a linha superior da tela preenchida com ⊡.

Esquematizemos:

a) LD HL,(16396).

b) LD B,32 → faz de B um contador para 32 caracteres colocados na tela.

c) INC HL → salta uma posição ←┐

d) LD (HL),151 │

e) DJNZ ──────────┘

f) RET

Cuidado para calcular o salto relativo para trás.

PROGRAMA 2Ø (11 bytes)

Ø REM 11 caracteres quaisquer

```
16514   2A   ØC   4Ø   LD HL,(16396)
16517   Ø6   2Ø        LD B,32
16519   23             INC HL      <-+
1652Ø   36   97        LD (HL),151   |
16522   1Ø   FB        DJNZ -5     --+
16524   C9             RET
```

Nosso terceiro exemplo será produzir uma diagonal da tela, desde Ø,Ø até 21,21. É fácil. Veja lá. Usaremos o caractere número 134, fica bonito.

PROGRAMA 21 (15 bytes)

```
16514   2A   ØC   4Ø   LD HL,(16396)
16517   23             INC HL          ; salta o NEW LINE inicial
16518   11   22   ØØ   LD DE,34        ; nº de posições a saltar
16521   Ø6   16        LD B,22         ; contador de linhas
16523   36   86        LD (HL),134     ; coloca na tela   <-+
16525   19             ADD HL,DE       ; salta 34 posições  |
16526   1Ø   FB        DJNZ -5         ; volta para LOOP  --+
16528   C9             RET
```

Nosso quarto exemplo será um programa para encher a tela com o caractere 8. Preste bastante atenção à estrutura do programa. É importante para que você possa compreender outros.

PROGRAMA 22 (17 bytes)

```
16514   2A   ØC   4Ø   LD HL,(16396)
16517   ØE   16        LD C,22         ; contador de linhas
16519   23             INC HL          ; salta NEW LINE   <-------+
1652Ø   Ø6   2Ø        LD B,32         ; contador de colunas      |
16522   36   Ø8        LD (HL),8       ; coloca na tela   <-+     |
16524   23             INC HL          ; próxima posição    |     |
16525   1Ø   FB        DJNZ -5         ; completa linha   --+     |
16527   ØD             DEC C           ; decrementa contador de linhas
16528   2Ø   F5        JR NZ, -11      ; enche a tela     --------+
1653Ø   C9             RET
```

Este programa 22, levemente adaptado, produz um espetacular efeito de tela, que você pode usar como preferir em seus programas BASIC.

PROGRAMA 23 (21 bytes)

```
16514   3E   3F        LD A,63; inicializa caractere de impressão com Z
16516   2A   ØC  4Ø    LD HL,(16396)
16519   ØE   16        LD C,22
16521   23              INC HL
16522   Ø6   2Ø        LD B,32
16524   77              LD (HL),A
16525   23              INC HL
16526   1Ø   FC        DJNZ -4
16528   ØD              DEC C
16529   2Ø   F6        JR NZ,-10
16531   3D              DEC A
16532   2Ø   EE        JR NZ,-18
16534   C9              RET
```

Que tal o efeito? Impressionante a velocidade, não? Bem, agora é com você...

7.7

EXERCÍCIOS

58 Coloque, usando a memória de tela, um ponto "final" na tela. Ou seja: PRINT AT 21,31; "." .

59 Preencha a 1ª *coluna* com [*], ou seja, usando a memória de tela, faça algo equivalente ao BASIC

```
1Ø FOR I = Ø TO 21
2Ø PRINT "  *  "
3Ø NEXT I
```

6Ø O Exercício **58** é semelhante ao Programa 19, o Exercício **59** tem a mesma estrutura que o Programa 21. Para você, terminaram as facilidades... Daqui para frente, vamos exigir muita criatividade de sua parte. Cada exercício desafiará você, de alguma maneira. Mas, não se preocupe:

- os exercícios estão em ordem de dificuldade crescente;
- se estamos juntos até agora, é porque você gosta do assunto pelo menos tanto quanto eu;
- você é capaz! Vamos lá!

Faça uma diagonal da tela, mas começando em Ø,31 e terminando em 21,1Ø, usando o caractere de código 6.

O programa BASIC equivalente seria

```
1Ø FOR I=Ø TO 21
2Ø PRINT AT I,31-I;" ■ "
3Ø NEXT I
```

61 Combinando idéias já vistas até agora, escreva um programa que encha a tela da seguinte forma:

linha Ø ⟶ caractere Ø
linha 1 ⟶ caractere 1
linha 2 ⟶ caractere 2
. .
. .
. .
linha 2Ø ⟶ caractere K
linha 21 ⟶ caractere L

Se você acertar, deverá gastar 19 bytes.

62 Vamos fazer três adaptações no Programa 23. A primeira delas é para que os caracteres que se sucedem na tela comecem no caractere número 1 e terminem em Z. Sugestão: inicialize o caractere com 1, *incremente-o* e *compare* com 64.

63 A segunda é que os caracteres iniciem com [Z] e terminem no caractere número 136. Sugestão: inicialize o caractere com [Z], *decremente-o* e *compare* com 135. Isto pode ser um bonito efeito de abertura de jogos...

64 A terceira é positivamente espetacular: como passar por *todos* os caracteres da linha Sinclair? Observe atentamente o Exercício 51, e a idéia lhe surgirá. Na verdade, o programa é escrito *duas* vezes, com a mesma estrutura, o elo de ligação está no Exercício 51. Você deve gastar 44 bytes! Já vi um programa numa revista especializada que faz o mesmo efeito, mas gastando 71 bytes e usando uma estrutura de loops tão complicada que era um verdadeiro quebra-cabeças seguir o programa... O programa que você vai fazer é econômico e simples, são virtudes.

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

54
```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø FOR S=1 TO 32
3Ø POKE DF+S,151
4Ø NEXT S
```

55
```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø FOR S=694 TO 725
3Ø POKE DF+S,151
4Ø NEXT S
```

56
```
1Ø LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø FOR S=1 TO 694 STEP 33
3Ø POKE DF+S,151
4Ø NEXT S
```

57
```
1Ø  LET DF=PEEK 16396+256*PEEK 16397
2Ø  LET A=151
3Ø  FOR S=1 TO 32
4Ø  POKE DF+S,A
5Ø  NEXT S
```

```
60  FOR S = 34 TO 661 STEP 33
70  POKE DF+S,A
80  POKE DF+S+31,A
90  NEXT S
100 FOR S=694 TO 725
110 POKE DF+S,A
120 NEXT S
```

58 Ø REM 1Ø caracteres quaisquer

16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
16517	11	D5	Ø2	LD DE,725
16520	19			ADD HL,DE
16521	36	1B		LD (HL),27
16523	C9			RET

Duas maneiras para obter o número 725:

1ª) 33 x L + C + 1 = 33 x 21 + 31 + 1 = 693 + 32 = 725
2ª) olhando no esquema...

```
725 |256
213  2
 ↙    ↘
D5     Ø2
```

59 Ø REM 15 caracteres quaisquer

16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
16517	23			INC HL
16518	11	21	ØØ	LD DE,33
16521	Ø6	16		LD B,22
16523	36	97		LD (HL),151 ←┐
16525	19			ADD HL,DE │
16526	1Ø	FB		DJNZ –5 ──┘
16528	C9			RET

60 Ø REM 14 caracteres quaisquer

16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
16517	11	2Ø	ØØ	LD DE,32
16520	Ø6	16		LD B,22
16522	19			ADD HL,DE ←┐
16523	36	Ø6		LD (HL),6 │
16525	1Ø	FB		DJNZ –5 ──┘
16527	C9			RET

61 Ø REM 19 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(D.FILE)	
	16517	3E	1C		LD A,28	; caractere Ø
	16519	ØE	16		LD C,22	; conta linhas
LOOP 1	16521	23			INC HL	; salta NEW LINE
	16522	Ø6	2Ø		LD B,32	; conta colunas

```
         LOOP 2 16524    77                LD (HL),A ; coloca caractere na tela
                16525    23                INC HL    ; próxima posição
                16526    1Ø       FC       DJNZ LOOP 2 ; completa linha
                16528    3C                INC A     ; próximo caractere
                16529    ØD                DEC C     ; decrementa contador
                                                       de linhas
                1653Ø    2Ø       F5       JR NZ LOOP 1; próxima linha
                16532    C9                RET

62       INÍCIO 16514    3E       Ø1
         TELA   16516    2A       ØC       4Ø  LD HL,(D.FILE)
                16519    ØE       16           LD C;linhas
         LOOP 1 16521    23                   INC HL
                16522    Ø6       2Ø          LD B,colunas
         LOOP 2 16524    77                   LD (HL),A
                16525    23                   INC HL
                16526    1Ø       FC          DJNZ LOOP 2
                16528    ØD                   DEC C
                16529    2Ø       F6          JR NZ,LOOP 1
                16531    3C                   INC A
                16532    FE       4Ø          CP 64
                16534    2Ø       EC          JR NZ,TELA
                16536    C9                   RET
```

O programa ocupa ao todo 23 bytes, colocamos alguns rótulos para melhorar a sua compreensão.

63 Se você realmente está entendendo, não encontrou a menor dificuldade neste exercício. Tem apenas *três* bytes diferentes em relação ao Exercício **62.** No endereço 16515, coloque 191 (POKE 16515,191), que transforma a instrução de inicialização do caractere em 3E BF (LD A,191). No endereço 16528, coloque 61 (POKE 16531,61), que transforma a instrução de atualização do caractere em 3D (DEC A). Finalmente, no endereço 16533, coloque 135 (POKE 16533,135), que transforma a instrução de controle do caractere em FE 87 (CP 135). Digite RAND USR 16514. Após iniciar em [Z] e vir "descendo" a lista de caracteres, a tela pára cinza. Verdade? Vamos usar este efeito. Suponha que você escreveu um jogo bem animado, e quer fazer uma bonita introdução para ele. Que tal esta?

```
 Ø REM aqui está o programa do Exercício 63
 5 PRINT AT 11,6;"DIGITE J PARA JOGAR"
1Ø IF INKEY$ <>"" THEN GOTO 1Ø
15 IF INKEY$="" THEN GOTO 15
2Ø LET I$=INKEY$
25 IF I$ <> "J" THEN GOTO 1Ø
3Ø RAND USR 16514
35 PRINT "TITULO DO JOGO"
   etc.
```

Escreva o título do jogo *sobre* a tela cinza, fica bonito. E você tem uma abertura bem movimentada, como o seu jogo.

```
64  Ø REM 44 bytes
INÍCIO 16514   3E    Ø1          LD A,1
TELA   16516   2A    ØC   4Ø     LD HL,(D.FILE)
       16519   ØE    16          LD C,linhas
LOOP 1 16521   23                INC HL
       16522   Ø6    2Ø          LD B,colunas
LOOP 2 16524   77                LD (HL),A
       16525   23                INC HL
       16526   1Ø    FC          DJNZ LOOP 2
       16528   ØD                DEC C
       16529   2Ø    F6          JR NZ,LOOP 1
       16531   3C                INC A
       16532   FE    4Ø          CP 64
       16534   2Ø    EC          JR NZ,TELA
INÍCIO' 16536  87                ADD A,A   ; passa A de 64 para 128
TELA'  16537   2A    ØC   4Ø     LD HL,(D.FILE)
       16540   ØE    16          LD C,linhas
LOOP 1'16542   23                INC HL
       16543   Ø6    2Ø          LD B,colunas
LOOP 2'16545   77                LD (HL),A
       16546   23                INC HL
       16547   1Ø    FC          DJNZ LOOP 2'
       16549   ØD                DEC C
       16550   2Ø    F6          JR NZ LOOP 1'
       16552   3C                INC A
       16553   FE    CØ          CP 192
       16555   2Ø    EC          JR NZ,TELA'
       16557   C9                RET
```

Em relação aos 71 bytes do programa que vi, me parece que o nosso está bem melhor...

8.1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo vamos exercitar o que aprendemos. Veremos exercícios de todos os tipos: fáceis, médios, difíceis... O primeiro deles funcionará como uma verdadeira revisão.

8.2

EXERCÍCIOS

65 BOAS E MÁS IDÉIAS PARA ENCHER A TELA

Vamos agora a um longo exercício, dividido em duas partes. O exercício exigirá muito de você, em atenção e criatividade.

O programa que apresentamos funciona: ele enche a tela com o conteúdo do endereço 16514, e retorna ao BASIC. Acontece que ele funciona APESAR de todos os seus defeitos estruturais: o programa pode e deve ser *muito* melhorado.

Quem vai melhorá-lo? Ora, você, é claro.

1ª PARTE

Faça a desmontagem do programa, preenchendo as lacunas. Use e abuse do Apêndice 9. Observe que numeramos as instruções, para que depois você responda algumas coisas sobre elas.

16514	17			código do caractere .....
16515	2A	ØC	4Ø	inst. 1:.....
16518	23			inst. 2:.....
16519	Ø6	16		inst. 3:.....
16521	ØE	21		inst. 4:.....
16523	7E			inst. 5:.....
16524	FE	76		inst. 6:.....
16526	28	Ø4		inst. 7:.....
16528	3A	82	4Ø	inst. 8:.....
16531	77			inst. 9:.....
16532	23			inst. 10:.....
16533	ØD			inst. 11:.....
16534	2Ø	F3		inst. 12:.....
16536	1Ø	EF		inst. 13:.....
16538	C9			inst. 14:.....

ATENÇÃO: RAND USR 16515

Agora que você fez a desmontagem do programa, responda:

a) É necessária uma linha Ø REM com quantos caracteres?

. . . . . .

b) No endereço 16514, está o código de qual caractere?

. . . . . .

c) Qual a instrução 1? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

d) Qual a diferença entre LD HL,NN e LD HL,(NN)?

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

e) Qual a instrução 2? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

f) Os registradores de 16 bits são úteis como contadores? Por quê? HL está sendo usado como contador?

. . . . . .

. . . . . .

g) Qual a instrução 3? Para que serve?

. . . . . .

h) Qual a instrução 4? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

i) Qual a instrução 5? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

j) Qual a instrução 6? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

k) Observando agora a instrução 6, a instrução 5 poderia ter usado outro registrador que não A (por exemplo D ou E, não usados neste programa)?

. . . . . .

. . . . . .

l) Qual a instrução 7? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

m) No caso de ser implementada, para que endereço a instrução 7 desvia o programa?

. . . . . .

n) Qual a instrução 8? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

o) Qual a instrução 9? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

p) Qual a instrução 10? Para que serve?

. . . . . .

q) Qual a instrução 11? Para que serve?

. . . . . .

r) Qual a instrução 12? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

s) No caso de ser implementada, para que endereço a instrução 12 desvia o programa?

. . . . . .

t) Qual a instrução 13? Para que serve?

. . . . . .

. . . . . .

. . . . . .

u) No caso de ser implementada, para que endereço a instrução 13 desvia o programa?

. . . . . .

v) Qual a instrução 14? Para que serve?

. . . . . .

2ª PARTE

Vamos agora à fase mais difícil, mas também mais interessante do trabalho: otimizar o programa, a partir das sugestões que daremos.

1ª sugestão: Reservar o endereço 16514 para o código do caractere, carregar o acumulador com o conteúdo deste endereço e colocar o conteúdo do acumulador na tela, tudo isto consome 5 bytes. Senão veja:

1 byte para o código do caractere, colocado em 16514
3 bytes para LD A,(16514)
1 byte para LD (HL),A

Tudo isto pode ser reduzido a apenas 2 bytes, com o uso da instrução LD HL, caractere.

2ª sugestão: O final de linha está sendo verificado 2 vezes: pelo contador C e pela comparação com 118. Naturalmente *apenas uma* verificação é necessária. No Programa 22, usamos dois contadores: C para linhas e B para colunas. Aqui, para fazermos um programa diferente (no bom sentido, é claro), sugerimos a comparação com 118.

3ª sugestão: É possível colocar *apenas uma* instrução INC HL, ao invés das duas do programa.

Sugestão de roteiro para o programa otimizado

```
                LD B,linhas
                LD HL,(D.FILE)
LOOP            INC HL
```

```
                LD A,(HL)
                CP NEW LINE
                JR Z,PROXLINHA
                LD (HL),caractere
                JR,LOOP
PROXLINHA       DJNZ LOOP
                RET
```

Seu programa deverá gastar 18 bytes (7 bytes a menos do que o programa original). Escreva-o cuidadosamente, calcule os saltos, e rode-o. Após vê-lo funcionar, confira com nossa resposta.

A finalidade deste programa é basicamente didática — observar as várias maneiras de se chegar a uma mesma finalidade.

Estude cuidadosamente o programa que você fez, e não passe adiante enquanto não entender o funcionamento exato de cada instrução. Lembre-se de que o programa foi otimizado, e cada instrução nele presente é *realmente* necessária.

66 TROCANDO CARACTERES NA TELA

Este programa faz um efeito semelhante à inversão de vídeo, e vai nos preparar para entendê-la. Sim, porque inversão de vídeo, um efeito que você certamente já viu (e quem sabe até invejou) em programas comerciais, é um dos próximos que faremos! Ou melhor, você fará!

Esta rotina em linguagem de máquina troca todos os caracteres *espaço* (endereço 16524) por *espaço invertido* (endereço 16528). Naturalmente, se lhe interessar, você pode, de acordo com suas conveniências, alterar os conteúdos destes endereços. Por exemplo, para trocar o ponto decimal americano pela vírgula decimal brasileira na apresentação de um programa financeiro, que envolva quantias *brasileiras* em dinheiro. Nem só para joguinhos e efeitos de tela serve a linguagem de máquina...

Vamos lá, a rotina ocupa apenas 22 bytes.

```
                LD HL,(D.FILE)
                LD B,linhas
LINHA           INC HL
                LD C,colunas
PEEK            LD A,(HL)
                CP espaço
                JR NZ,PROXPOS
                LD (HL),espaço invertido
PROXPOS         INC HL
                DEC C
                JR NZ,PEEK
                DJNZ LINHA
                RET
```

Após escrever o programa em códigos hexa, *tomando o habitual cuidado com os saltos para trás e para frente*, digite (modo direto) RAND USR 16514. Se você acertou, deverá obter toda a tela cheia com espaço invertido. É isto a rotina? Não, claro.

Cerque-a com o seguinte programa BASIC, alterando a linha 1Ø para o PRINT AT que achar melhor...

```
1Ø  PRINT AT 1Ø,8;"NOME DO PROGRAMA"
2Ø  GOSUB 1ØØ
3Ø  RAND USR 16514
4Ø  GOSUB 1ØØ
5Ø  CLS
6Ø  LIST
7Ø  GOSUB 1ØØ
8Ø  RAND USR 16514
9Ø  STOP
1ØØ FOR X=1 TO 5Ø
11Ø NEXT X
12Ø RETURN
```

(Apague todas as linhas do CARREGADOR ASSEMBLY, para garantir que a listagem *caiba* na tela, do contrário seu programa parará com 5/6Ø.)

67 A ESCADA

O programa abaixo enche a tela com dois caracteres (* e ■), retornando ao BASIC sem problemas. O efeito é bonito, e muito veloz. Digite-o (você verá por que o nome "escada"), e estude detalhadamente cada instrução. Seu exercício está dividido em várias partes.

1ª PARTE: DESMONTAGEM DO PROGRAMA

```
Ø REM 33 caracteres quaisquer
```

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
.....	16514	2A	ØC	4Ø	.....	.....
	16517	23			.....	.....
	16518	Ø6	16		.....	.....
	1652Ø	ØE	1F		.....	.....
.....	16522	3E	17		.....	.....
	16524	51			.....	.....
	16525	1E	2Ø		.....	.....
.....	16527	77			.....	.....
	16528	23			.....	.....
	16529	1D			.....	.....
	1653Ø	15			.....	.....
	16531	C2	8F	4Ø	.....	.....
	16534	3E	97		.....	.....
.....	16536	77			.....	.....
	16537	23			.....	.....
	16538	1D			.....	.....
	16539	C2	98	4Ø	.....	.....
	16542	23			.....	.....
	16543	ØD			.....	.....
	16544	1Ø	E8		.....	.....
	16546	C9			.....	.....

2ª PARTE: ALTERAÇÕES

Bem, agora você está convidado a *alterar* este programa, reduzindo-o a apenas 28 bytes. Eis as nossas sugestões:

1ª) O endereço indicado por HL pode ser carregado diretamente, sem o uso do registrador A, através de instrução LD (HL),N, cujo código hexa é 36 N, onde N é um número em hexa na faixa de ØØ até FF. Assim, LD A,23 e LD (HL),A podem ser substituídos por LD (HL),23. Da mesma forma, LD A,151 e LD (HL),A podem ser substituídos por LD (HL),151. Isto economiza um byte de cada vez, ou seja, 2 bytes ao total.

2ª) Transforme os saltos absolutos em saltos relativos, ou seja, troque JP NZ por JR NZ. Use a tabela de complemento de dois — Apêndice 4. Isto, além de economizar 1 byte de cada vez, ou seja, 2 bytes no total, faz com que o programa possa ser colocado a partir de *qualquer* endereço inicial, e não obrigatoriamente de 16514.

3ª) Alterando a *ordem* das instruções iniciais, e o endereço de retorno da instrução DJNZ, você pode dispensar o INC HL atualmente no endereço 16537 e "aproveitar" o INC HL que está agora no endereço 16517 para a mesma finalidade. Frisando bem: para conseguir isto é necessário *alterar a ordem das instruções iniciais*. Isto economiza mais um byte.

Bom trabalho. Digite o *seu* programa, verifique se o efeito é o mesmo, e confira com a resposta que apresentamos.

3ª PARTE: MAIS ALTERAÇÕES

Seu exercício agora é alterar novamente o programa, diminuindo ainda mais o número de bytes, desta vez para *apenas* 24 bytes (!). A sugestão desta vez é usar a instrução RST 1Ø que, como você sabe, coloca na tela o conteúdo do acumulador (A). Assim sendo,

— dispense:
```
LD HL,(D.FILE)
INC HL
LD (HL),23
LD (HL),151
```

— *aproveite*: os contadores e o esquema de saltos relativos, naturalmente recalculados

— *use*:
```
{ LD A,23      para colocar * na tela
{ RST 1Ø

{ LD A,151     para colocar ■ na tela
{ RST 1Ø
```

Divirta-se.

68 MOLDURA NA TELA

A rotina que vamos apresentar coloca uma moldura na tela, usando para isto o caractere ■. Seu exercício será fazer a desmontagem desta rotina, e explicar a finalidade de cada instrução.

Além de útil, pois usando-se como linha de programa BASIC a moldura é colocada instantaneamente na tela (RAND USR 16514), a rotina está escrita da maneira mais didática possível. Introduza alguns rótulos para facilitar a sua compreensão.

Ø REM 31 caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
.....	16514	2A	ØC	4Ø	.....	.....
	16517	Ø6	2Ø		.....	.....
	16519	3E	97		.....	.....
.....	16521	23			.....	.....
	16522	77			.....	.....
	16523	1Ø	FC		.....	.....
	16525	Ø6	14		.....	.....
.....	16527	23			.....	.....
	16528	23			.....	.....
	16529	77			.....	.....
	1653Ø	11	1F	ØØ	.....	.....
	16533	19			.....	.....
	16534	77			.....	.....
	16535	1Ø	F6		.....	.....
	16537	Ø6	2Ø		.....	.....
	16539	23			.....	.....
.....	1654Ø	23			.....	.....
	16541	77			.....	.....
	16542	1Ø	FC		.....	.....
	16544	C9			.....	.....

Após ter feito a desmontagem da rotina, responda às seguintes perguntas:

a) Em que endereço está o código do caractere que faz a moldura?

. . . . . .

b) Que comando pode ser digitado a partir do BASIC (modo direto) para que o caractere que faz a moldura passe a ser espaço reverso?

. . . . . .

c) Qual o endereço do último byte do conjunto de instruções que faz a linha superior da moldura?

. . . . . .

d) Quais os endereços dos bytes inicial e final do conjunto de instruções que faz os lados da moldura?

. . . . . .

e) Quais os endereços dos bytes inicial e final do conjunto de instruções que faz a linha inferior da moldura?

. . . . . .

f) Qual a finalidade da instrução do endereço 16527?

. . . . . .

g) Qual o endereço da instrução de mesma finalidade que a citada na letra f?

. . . . . .

h) Que aconteceria se estas instruções fossem suprimidas?

. . . . . .

Agora, um exercício de programação. A idéia é obter o mesmo resultado final, usando a instrução **RST 1Ø**. Se você acertar, a nova rotina levará 29 bytes.

ROTEIRO

1) A LINHA SUPERIOR

a) use B como contador para 32 caracteres
b) carregue o acumulador com *
c) coloque-o na tela com RST 1Ø
d) volte para completar a linha

2) AS VINTE LINHAS DO MEIO

a) use B como contador para 2Ø linhas
b) coloque * na tela com RST 1Ø
c) use C como contador para 3Ø espaços
d) carregue o acumulador com espaço
e) coloque espaço na tela com RST 1Ø
f) decremente C
g) volte para completar os 3Ø espaços
h) carregue o acumulador com *
i) coloque * na tela com RST 1Ø
j) volte para completar as 2Ø linhas

3) A LINHA INFERIOR

a) use B como contador para 32 caracteres
b) coloque * na tela com RST 1Ø
c) volte para completar a linha
d) não esqueça da famosa instrução para retornar ao BASIC

Após rodar o programa, responda: por que ele é *mais lento* (visivelmente) que o programa apresentado no exercício, se gasta 2 bytes a menos? . . . . . .

. . . . . .

69 A INVERSÃO DE VÍDEO

A idéia da inversão de vídeo é bastante simples. Senão, observe:

a) É necessário varrer a tela toda; logo, 2 contadores: usemos B para contar linhas e C para contar colunas.

b) Após saltar o NEW LINE, colocamos o que estiver na tela em A: LD A,(HL), o que equivale em BASIC a LET A=PEEK HL.

c) Adicionamos 128 a A, o que tem o seguinte efeito:
se A=23 então o novo valor de A é 23+128=151

se A=151 então o novo valor de A=151+128=279, o que não "cabe" em A; logo A conterá 279−256=23.

Observando o Apêndice 2, você compreenderá que * é transformado em , e é transformado em *.

d) Colocamos o valor de A atualizado na tela: LD (HL),A, o que equivale em BASIC a POKE HL,A; e passamos à próxima posição.

e) Decrementos de contadores e saltos para trás completam o programa, que tem então a seguinte estrutura:

```
INÍCIO      LD HL,(D.FILE)
            LD B,linhas
SALTA NL    INC HL
            LD C,colunas
PEEK        LD A,(HL)
            ADD A,128
            LD (HL),A
            INC HL
            DEC C
            JR NZ,PEEK
            DJNZ SALTA NL
            RET
```

Mãos à obra! Se você escrevê-lo direito, deverá ocupar apenas 19 bytes.

Para testá-lo, vamos escrever um programa BASIC.

```
10  FOR F=0 TO 21
20  PRINT AT F,F;"M−I−C−R−O"
30  NEXT F
40  GOSUB 100
50  CLS
60  LIST
70  GOSUB 100
80  STOP
100 FOR N=1 TO 7
110 RAND USR 16514
120 FOR A=1 TO 2
130 NEXT A
140 NEXT N
150 RETURN
```

A sub-rotina das linhas 100 a 140 produz o efeito da tela "piscar", bastante usado para simular explosões em joguinhos. As linhas 120 e 130 fazem um retardo que melhora o efeito.

Agora, um desafio a você: adaptar o programa ASSEMBLY que escreveu para inverter somente os caracteres realmente impressos, *não invertendo os espaços*. Ou seja, espaços continuam a ser espaços. Sugestão: após LD A,(HL), fazer CP 0 e o JR Z adequado para saltar ADD A,128 e LD (HL),A, passando para a próxima posição da tela ao encontrar o espaço. Isto provoca um aumento de 4 bytes: o novo programa deve gastar 23 bytes. Teste-o com o mesmo programa BASIC.

7Ø UM NOVO CLS

A idéia deste programa me surgiu através da leitura do livro já citado, *Programação em Assembler e Linguagem de Máquina*, de David C. Alexander, da Editora Campus. Ele é voltado para a linha TRS-8Ø, que também usa o Z-8Ø.

É possível "chamar" a sub-rotina da ROM que faz CLS. Consultando o "mapa da mina", ou melhor dizendo, o "mapa da ROM" do Apêndice 14, vemos que o endereço de CLS é ØA2A, ou seja, 1Ø x 256 + 42 = 26Ø2.

Assim sendo, a digitação (modo direto) de RAND USR 26Ø2 tem rigorosamente o mesmo efeito que CLS. Podemos fazer isto em um programa ASSEMBLY:

```
16514    CD    2A    ØA    CALL 26Ø2 (CALL CLS)
16517    C9                RET
```

Vamos escrever agora um programa NOSSO que faça CLS *mais depressa* que o CLS da ROM! Isto é possível? Claro!

Antes de mais nada, dois detalhes:

1º) Vamos colocá-lo imediatamente após o anterior, ou seja, do endereço 16518 em diante. Programas distintos em linguagem de máquina podem ser colocados numa mesma linha de REM, desde que você os "chame" no endereço correto. Veja lá.
   - para chamar o CLS da máquina, faremos RAND USR 16514;
   - para chamar o "nosso" CLS, RAND USR 16518.

2º) CLS não apenas limpa a tela, mas também posiciona o cursor de impressão em Ø, Ø. Observe como será a coisa:
   - endereços de 16518 até 16533, um programa do tipo do PROGRAMA 22 que encha a tela com espaços;
   - endereços de 16534 até 16536, CALL PRINT AT Ø,Ø. Se não se lembrar mais, consulte o Capítulo 4.
   - endereço 16537, RET

Os dois programas ocupam juntos 24 bytes. Para que você possa constatar o quanto "nosso" programa é *mais rápido* do que o CLS do micro, digite este programinha BASIC.

```
1Ø GOSUB 1ØØ
2Ø RAND USR 16514
3Ø GOSUB 2ØØ
4Ø FOR T=1 TO 6Ø
5Ø NEXT T
6Ø GOSUB 1ØØ
7Ø RAND USR 16518
8Ø GOSUB 2ØØ
9Ø STOP
1ØØ FOR F=Ø TO 21
11Ø PRINT AT F,F;"COMPUTADOR"
12Ø NEXT F
13Ø RETURN
2ØØ PRINT "TELA LIMPA"
21Ø RETURN
```

8.3

INSTRUÇÕES QUE USAM A PILHA

O próximo programa — espetacular sob todos os pontos de vista — usa todos os registradores: A, B, C, D, E, H e L, e não é suficiente... Assim, para torná-lo possível, usaremos a PILHA DE DADOS (STACK), uma maneira excelente para "salvar" dados.

PILHA é a região da memória *após* o programa, e que está disponível para nós. A pilha é construída de trás para frente: seu valor inicial é dado pela variável do sistema ERR.SP, cujos endereços são 16386 e 16387.

Suponha que o endereço do primeiro byte disponível, para nós, da pilha seja 31000 (isto será apontado por ERR.SP). Vamos colocar na pilha os números 14, 29 e 35, nesta ordem.

ENDEREÇO	CONTEÚDO	PONTEIRO
31000	14	ERR.SP
30999	29	
30998	35	SP
30997	.....	

Enquanto a variável do sistema ERR.SP indica a parte de baixo da pilha, um registrador especial de 16 bits, SP (stack pointer), aponta para o topo da pilha.

INSISTIMOS: a pilha é construída de trás para frente, ou de cabeça para baixo (visualize como achar melhor...).

Para retirar os números que colocamos lá, o primeiro que vai sair é 35, depois 29, depois 14. Este esquema — o último a entrar é o primeiro a sair — é conhecido pela expressão inglesa LIFO — *l*ast *i*n, *f*irst *o*ut.

Podemos colocar na pilha os conteúdos dos registradores de 16 bits — a instrução chama-se PUSH. Ao colocarmos mais dados na pilha, o valor de SP é *decrementado*.

Podemos colocar no topo da pilha os conteúdos de BC, DE, HL e AF. Atenção especial para este par — é formado pelo acumulador e pelo registrador de estado F. Não existe nenhuma instrução para carregar (LD) AF.

Para retirar da pilha, a instrução é POP.

Os códigos hexa destas instruções são:

PUSH BC	C5	POP BC	C1
PUSH DE	D5	POP DE	D1
PUSH HL	E5	POP HL	E1
PUSH AF	F5	POP AF	F1

A correspondência BASIC é a seguinte:

PUSH HL
(coloca na pilha os conteúdos de H e L)

```
POKE SP-1,H
POKE SP-2,L
LET SP=SP-2
```

POP HL
(recupera da pilha os conteúdos de L e H *inalterados*)

```
LET L=PEEK SP
LET H=PEEK (SP+1)
LET SP=SP+2
```

Algumas observações:

- após PUSH BC e PUSH DE, para recuperar os valores a ordem correta é POP DE seguido de POP BC;
- se após PUSH BC e PUSH DE fazemos POP BC e POP DE, os conteúdos de BC e DE são *trocados*;
- o número de PUSH e POP numa sub-rotina deve ser igual.
- usaremos, no programa a seguir, PUSH AF e POP AF para salvar e depois recuperar o valor contido no acumulador.

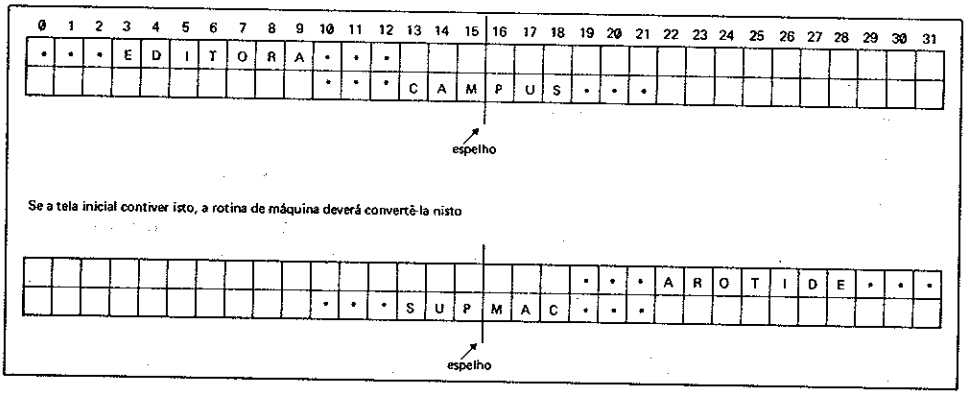
8.4

UM ÚLTIMO EXERCÍCIO: O ESPELHO

71 O leitor já conhece nossa admiração por Lewis Carroll (ver Capítulo 5, Exercício 48). Vem dele, e novamente de *Through the Looking-Glass* (1871), a inspiração para o último programa deste capítulo. A passagem que citamos é intrigante:

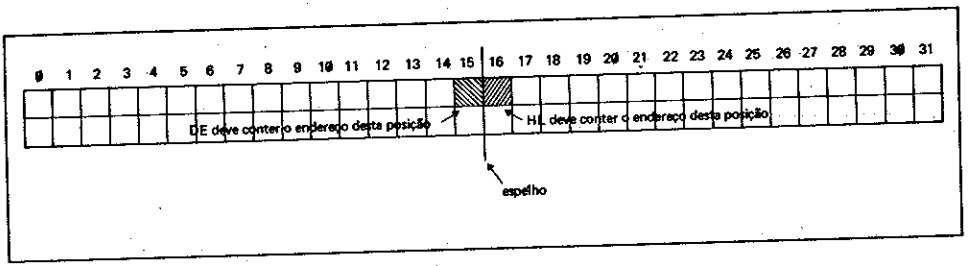
- Você gostaria de viver no País dos Espelhos, Kitty? Será que lá lhe dariam leite? Talvez o leite do País dos Espelhos não seja bom para beber.

Nossa tarefa é obter uma rotina em linguagem de máquina que simule o efeito de um espelho colocado verticalmente no meio da tela de TV: coloque o caractere da posição a,b na posição a,31-b. Observe a Figura 1.



Como conseguir tal efeito? É simples e elegante. E incrivelmente econômico — a rotina inteira leva apenas 28 bytes. Vamos lá. Não ligue o micro ainda — primeiro vamos entender.

Vamos usar a tela inteira, e nosso costumeiro esquema de *2* contadores: B contará as linhas e C as colunas, mas desta vez C vai ser usado de maneira *diferente*. Para iniciar a rotina, precisamos de *dois* ponteiros para as posições de tela. Usaremos HL e DE. Desejamos que HL aponte para a primeira posição da primeira linha *após* o espelho, e DE aponte para a primeira posição da primeira linha *antes* do espelho. Veja a Figura 2.



Vejamos como conseguir isto:

```
LD HL,(16396)
LD DE,16
ADD HL,DE
```

HL agora aponta para a posição que desejamos para DE! Se não compreendeu, observe atentamente a figura da tela de TV do Capítulo 6, e reveja o Programa 19 e o Exercício 58. Se você andou saltando coisas por aí, vai ser difícil entender este programa...

Logo, precisamos transferir este endereço para DE:

```
LD D,H
LD E,L
```

É o jeito, pois não existe LD DE,HL...

Agora vamos fazer HL assumir o seu lugar:

```
INC HL
```

Chegamos à situação da Figura 2.

Agora precisamos trocar os conteúdos destes endereços e recolocá-los na tela trocados. B e C já estão comprometidos, pois serão usados como contadores. Assim, só nos resta o acumulador. Precisamos da pilha. Veja como será feito:

```
LD A,(HL)
```

Como sabemos, isto equivale a LET A=PEEK HL. O acumulador agora contém o código do caractere apontado por HL. Vamos guardar isto na pilha:

```
PUSH AF
```

Vamos agora apanhar o código do caractere apontado por DE

```
LD A,(DE)
```

e colocá-lo na posição apontada por HL

```
LD (HL),A
```

Isto equivale ao esquema BASIC:

```
LET A=PEEK DE
POKE HL,A
```

Agora vamos recuperar o código do caractere apontado por HL que está guardado na pilha:

```
POP AF
```

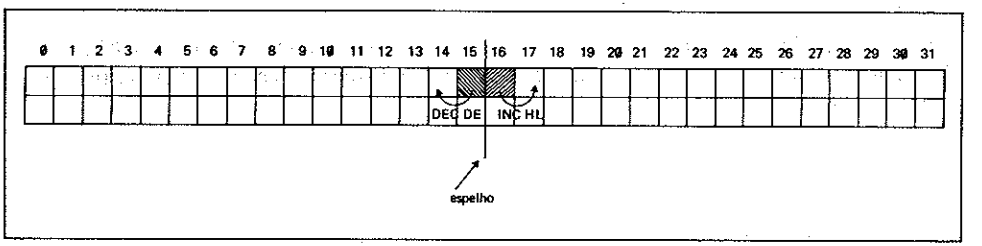
e colocá-lo no endereço apontado por DE

```
LD (DE),A
```

Está completa a troca! Para passarmos para as próximas posições da tela, guardando a idéia de espelho,

```
INC HL
DEC DE
```

Veja a Figura 3.



Quantas vezes precisamos repetir isto? Basta consultar a figura e ver que são 16 vezes para completar a linha.

Fazendo este loop, usando C como contador para as 16 trocas, chegaremos ao final da primeira linha, e a um ponto crucial do programa: *HL aponta agora para o NEW LINE do fim da primeira linha*. Ou seja, uma linha "mais tarde", estamos como estávamos após a instrução LD HL,(16396). Usaremos B como contador para 22 linhas, e está pronto o programa! Estude-o cuidadosamente, escreva-o em códigos hexa, com auxílio dos Apêndices 9 e 4, e rode-o!

```
Ø REM ..... caracteres quaisquer
```

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA	MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
INÍCIO	16514	.....	LD HL,(16396)	
	16517	.....	LD B,22	; contador para 22 linhas
PONTEIROS	16519	.....	LD DE,16	
	16522	.....	ADD HL,DE	
	16523	.....	LD D,H	

```
                16524   ..... LD E,L
                16525   ..... INC HL
                16526   ..... LD C,16       ; contador para
                                               16 trocas por
                                               linha
TROCA           16528   ..... LD A,(HL)
                16529   ..... PUSH AF
                16530   ..... LD A,(DE)
                16531   ..... LD (HL),A
                16532   ..... POP AF
                16533   ..... LD (DE),A
                16534   ..... INC HL
                16535   ..... DEC DE
                16536   ..... DEC C
                16537   ..... JR NZ,TROCA
                16539   ..... DJNZ PONTEIROS
                16541   ..... RET
```

Para testar a rotina, de efeito totalmente inesperado, use o seguinte programa BASIC ("apague" as linhas do carregador ASSEMBLY, para a listagem "caber" em uma tela, pois iremos usá-la como parte do efeito).

```
10 INPUT I$
20 IF PEEK 16442=2 THEN CLS
30 PRINT I$
40 GOSUB 200
50 RAND USR 16514
60 GOTO 10
200 FOR T=0 TO 30
210 NEXT T
220 RETURN
```

Depois de brincar de inverter o seu nome e o de toda a família (o meu é NOSLEN e o de minha mulher é AIMEON...), acrescente estas linhas — o efeito é espetacular.

```
100 LIST
110 GOSUB 200
120 RAND USR 16514
130 GOTO 110
```

Digite RUN 100 e veja algo que nunca viu antes — nem poderia ver de outra maneira senão graças à linguagem de máquina...

RESPOSTAS DOS EXERCÍCIOS

65 DESMONTAGEM DO PROGRAMA

```
16514   23
16515   LD HL,(16396)
16518   INC HL
```

```
          16519     LD B,22
LINHA     16521     LD C,33
PEEK      16523     LD A,(HL)
          16524     CP 118
          16526     JR Z,4 (JR Z,PROXPOS)
          16528     LD A,(16514)
          16531     LD (HL),A
PROXPOS   16532     INC HL
          16533     DEC C
          16534     JR NZ,–13 (JR NZ, PEEK)
          16536     DJNZ–17 (DJNZ LINHA)
          16538     RET
```

(incluímos alguns rótulos para facilitar a compreensão).

RESPOSTAS DAS PERGUNTAS

a) 25 caracteres quaisquer

b) *

c) LD HL,(16396) equivale a { LET L=PEEK 16396 / LET H=PEEK 16397

Ou seja, o par de registradores HL é carregado com PEEK 16396+256*PEEK 16397. Como sabemos, em 16396 (4ØØC) "mora" a variável do sistema D.FILE, que contém o endereço do primeiro byte do arquivo de imagem.

d) LD HL,NN carrega o par de registradores HL com o número representado por NN (um número entre Ø e 65535). LD HL,(NN) é equivalente a LET L=PEEK NN e LET H=PEEK (NN+1).

e) INC HL. HL é agora o ponteiro do arquivo de tela, e seu primeiro "caractere" é um NEW LINE, que deve ser saltado. Lembre-se: é sempre verdade que

PEEK (PEEK 16396+256*PEEK 16397)=118.

f) Não, porque as instruções INC e DEC para pares de registradores NÃO afetam nenhuma FLAG. Logo, como controlar o final da contagem? Não.

g) LD B,22. Faz do registrador B um contador para 22 linhas. Lembre-se que B é privilegiado como contador, pela existência da instrução DJNZ.

h) LD C,33. Faz do registrador C um contador para 33 "caracteres" por linha: os 32 da tela e um NEW LINE de final de linha.

i) LD A,(HL). Coloca no registrador A o código do "caractere" apontado por HL. Equivale a LET A=PEEK HL.

j) CP 118. Testa se o conteúdo de A é um caractere de vídeo ou um NEW LINE (118).

k) Não, pois a instrução CP (COMPARE) tem como "alvo" exclusivo o registrador A, que é o acumulador.

l) JR Z,4. No caso do caractere ser um NEW LINE (118-118 = Ø e a ZERO FLAG é ativada-"setada"), o programa é desviado para o endereço 16532 (rótulo PROXPOS-próxima posição), que contém a instrução INC HL.

m) 16532.

n) LD A,(16514). Carrega o acumulador com o conteúdo do endereço 16514 (o código do sinal gráfico *). Equivale a LET A=PEEK 16514.

o) LD (HL),A. Coloca no vídeo o caractere *, cujo código foi transferido do endereço 16514 para o acumulador. Equivale a POKE HL,A; ou seja, POKE HL,23. Compare com a resposta da letra i.

p) INC HL. Aponta para a próxima posição da tela.

q) DEC C. Decrementa o contador C.

r) JR NZ,—13. Enquanto o contador C não atingir Ø (fim de linha), o programa é desviado para o endereço 16523 (rótulo PEEK), que contém a instrução LD A,(HL).

s) 16523.

t) DJNZ —17. Decrementa o contador B, e enquanto não atingir Ø (fim de programa, pois teremos trabalhado as 22 linhas), o programa é desviado para o endereço 16521 (rótulo LINHA), que contém a instrução LD C,33. Ou seja, prepara para iniciar mais uma linha.

u) 16521.

v) RET. Volta ao BASIC.

O NOVO PROGRAMA

Ø REM 18 caracteres quaisquer

	16514	Ø6	16		LD B,22
	16516	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
LOOP	16519	23			INC HL
	1652Ø	7E			LD A,(HL)
	16521	FE	76		CP 118
	16523	28	Ø4		JR Z,4 (JR Z,PROXLINHA)
	16525	36	17		LD (HL),23
	16527	18	F6		JR,—1Ø (JR,LOOP)
PROXLINHA	16529	1Ø	F4		DJNZ —12 (DJNZ LOOP)
	16531	C9			RET

RAND USR 16514

Trabalhe em cima deste programa até ter a certeza de tê-lo compreendido — tem uma estrutura bastante interessante.

66 Direto ao assunto...

Ø REM 22 caracteres

	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16517	Ø6	16		LD B,22
LINHA	16519	23			INC HL
	1652Ø	ØE	2Ø		LD C,32
PEEK	16522	7E			LD A,(HL)
	16523	FE	ØØ		CP Ø
	16525	2Ø	Ø2		JR NZ,2 (JR NZ,PROXPOS)

PROXPOS	16527	36	80	LD (HL),128
	16529	23		INC HL
	16530	0D		DEC C
	16531	20	F5	JR NZ,–11 (JR NZ, PEEK)
	16533	10	F0	DJNZ –16 (DJNZ LINHA)
	16535	C9		RET

Que tal o efeito? Observou a listagem como ficou? A listagem também é uma tela, susceptível a tudo que fizermos...

67 1ª PARTE – O PROGRAMA COMO ERA

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
INÍCIO	16514	2A	0C	40	LD HL,(16396)	; HL é ponteiro do arquivo de imagem
	16517	23			INC HL	; salta NEW LINE
	16518	06	16		LD B,22	; B conta linhas
	16520	0E	1F		LD C,31	; C conta *
LOOP	16522	3E	17		LD A,23	; A tem o código de *
	16524	51			LD D,C	; preserva o valor de C
	16525	1E	20		LD E,32	; E conta caracteres na linha
IMPRIME 1	16527	77			LD (HL),A	; coloca * na tela
	16528	23			INC HL	; próxima posição
	16529	1D			DEC E	; decrementa contador E
	16530	15			DEC D	; decrementa contador D
	16531	C2	8F	40	JP NZ,16527	; volta para IMPRIME 1
	16534	3E	97		LD A,151	; A tem o código de ■
IMPRIME 2	16536	77			LD (HL),A	; coloca ■ na tela
	16537	23			INC HL	; próxima posição
	16538	1D			DEC E	; decrementa contador E
	16539	C2	98	40	JP NZ,16536	; volta para IMPRIME 2
	16542	23			INC HL	; salta o NEW LINE
	16543	0D			DEC C	; decrementa o contador C
	16544	10	E8		DJNZ –24	; volta para LOOP
	16546	C9			RET	; volta ao BASIC

2ª PARTE – O PROGRAMA ALTERADO

Ø REM 28 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(D.FILE)
	16517	Ø6	16		LD B,22
	16519	ØE	1F		LD C,31
LOOP	16521	23			INC HL
	16522	51			LD D,C
	16523	1E	2Ø		LD E,32
IMPRIME 1	16525	36	17		LD (HL),23
	16527	23			INC HL
	16528	1D			DEC E
	16529	15			DEC D
	1653Ø	2Ø	F9		JR NZ,–7 (JR NZ,IMPRIME 1)
IMPRIME 2	16532	36	97		LD (HL),151
	16534	23			INC HL
	16535	1D			DEC E
	16536	2Ø	FA		JR NZ,–6 (JR NZ,IMPRIME 2)
	16538	ØD			DEC C
	16539	1Ø	EC		DJNZ –2Ø (DJNZ,LOOP)
	16541	C9			RET

3ª PARTE – O PROGRAMA COM RST 1Ø

Ø REM 24 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	Ø6	16	LD B,22
	16516	ØE	1F	LD C,31
LOOP	16518	51		LD D,C
	16519	1E	2Ø	LD E,32
	16521	3E	17	LD A,23
IMPRIME 1	16523	D7		RST 1Ø
	16524	1D		DEC E
	16525	15		DEC D
	16526	2Ø	FB	JR NZ,–5 (JR NZ,IMPRIME 1)
	16528	3E	97	LD A,151
IMPRIME 2	1653Ø	D7		RST 1Ø
	16531	1D		DEC E
	16532	2Ø	FC	JR NZ,–4 (JR NZ,IMPRIME 2)
	16534	ØD		DEC C
	16535	1Ø	ED	DJNZ –19 (DJNZ LOOP)
	16537	C9		RET

68 Ø REM 31 caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)	
	16517	Ø6	2Ø		LD B,32	; B= contador de caracteres na linha
	16519	3E	97		LD A,151	; A = *

PROXPOS 1	16521	23			INC HL	; próxima posição na tela
	16522	77			LD (HL),A	; coloca ■ na tela
	16523	10	FC		DJNZ −4	; completar a linha superior
	16525	06	14		LD B,20	; B= contador de linhas
PROX LIN	16527	23			INC HL	; salta NEW LINE
	16528	23			INC HL	; próxima posição
	16529	77			LD (HL),A	; coloca ■ na tela
	16530	11	1F	40	LD DE,31	; extensão do salto
	16533	19			ADD HL,DE	; salta 31 posições
	16534	77			LD (HL),A	; coloca ■ na tela
	16535	10	F6		DJNZ −10	; terminar os lados
	16537	06	20		LD B,32	; B= contador de caracteres na linha
	16539	23			INC HL	; salta NEW LINE
PROX POS 2	16540	23			INC HL	; próxima posição
	16541	77			LD (HL),A	; coloca ■ na tela
	16542	10	FC		DJNZ −4	; completar a linha inferior
	16544	C9			RET	

Vamos agora responder às perguntas:

a) 16520
b) POKE 16520,128
c) 16524
d) 16525 e 16536
e) 16537 e 16543
f) saltar o NEW LINE de fim de linha
g) 16539
h) Haveria CRASH do sistema, pois um caractere ■ seria colocado no lugar do NEW LINE de fim de linha, e o micro "se perderia", sem "saber" construir a tela.

Agora, o programa alternativo:

0 REM 29 caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA		MNEMÔNICOS	COMENTÁRIOS
INÍCIO	16514	06	20	LD B,32	; B= contador de caracteres na linha
	16516	3E	97	LD A,151	; coloca ■ no acumulador

IMPRIME 1	16518	D7		RST 1Ø	; coloca ■ na tela
	16519	1Ø	FD	DJNZ –3	; volta para completar a linha
	16521	Ø6	14	LD B,2Ø	; B= contador de linhas dos "lados"
IMPRIME 2	16523	D7		RST 1Ø	; coloca ■ na tela
	16524	ØE	1E	LD C,3Ø	; contador para 3Ø espaços
	16526	3E	ØØ	LD A,Ø	; coloca espaço no acumulador
IMPRIME 3	16528	D7		RST 1Ø	; coloca espaço na tela
	16529	ØD		DEC C	; decrementa contador
	1653Ø	2Ø	FC	JR NZ,–4	; volta para completar 3Ø espaços
	16532	3E	97	LD A,151	; carrega acumulador com ■
	16534	D7		RST 1Ø	; completa a linha
	16535	1Ø	F2	DJNZ –14	; volta para completar 2Ø linhas
	16537	Ø6	2Ø	LD B,32	; B= contador de caracteres na linha
IMPRIME 4	16539	D7		RST 1Ø	; imprime ■
	1654Ø	1Ø	FD	DJNZ –3	; volta para completar a linha
	16542	C9		RET	; volta ao BASIC

Este programa é mais lento do que o outro por dois motivos principais:

– RST 1Ø É MAIS LENTO do que fazer POKE direto na memória de vídeo. Lembre-se que RST 1Ø vai buscar uma sub-rotina *da ROM* para impressão. Isto perde tempo...

– Este programa faz 7Ø4 impressões, das quais 6ØØ são espaços, e isto perde tempo. O programa do texto faz "apenas" 1Ø4 impressões (1Ø4 = 32 + 2Ø + 2Ø + 32) – tem de ser mais rápido. Tem-se a impressão de que a moldura "entra" instantaneamente na tela (desculpe o trocadilho...)

69 Ø REM 19 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16517	Ø6	16		LD B,22
SALTA NL	16519	23			INC HL

```
          16520   0E   20        LD C,32
PEEK      16522   7E             LD A,(HL)
          16523   C6   80        ADD A,128
          16525   77             LD (HL),A
          16526   23             INC HL
          16527   0D             DEC C
          16528   20   F8        JR NZ,-8 (JR NZ, PEEK)
          16530   10   F3        DJNZ -13 (DJNZ SALTA NL)
          16532   C9             RET
```

Já vi escrito em livro sobre o assunto que uma rotina semelhante a esta "inverte os caracteres presentes na tela, *desde que eles estejam no intervalo entre 0 e 63*" (o grifo é nosso). Naturalmente que esta restrição NÃO EXISTE! A instrução ADD A,128 funciona da maneira que explicamos no texto do exercício.

Agora, o programa que "respeita" os espaços.

0 REM 23 caracteres quaisquer

```
INÍCIO    16514   2A   0C   40
          16517   06   16
SALTA NL  16519   23
          16520   0E   20
PEEK      16522   7E
          16523   FE   00        CP 0
          16525   28   03        JR Z,3 (JR Z,PROX POS)
          16527   C6   80
          16529   77
PROX POS  16530   23             INC HL
          16531   0D
          16532   20   F4        JR NZ,-12 (JR NZ,PEEK)
          16534   10   EF        DJNZ -17 (DJNZ SALTA NL)
          16536   C9
```

Naturalmente, alterando o conteúdo do endereço 16524, você pode programar o micro para inverter o vídeo "respeitando" qualquer caractere que você deseje...

70 1º PROGRAMA

```
16514   CD   2A   0A        CALL 2602 (CALL CLS)
16517   C9                  RET
```

2º PROGRAMA

```
16518   06   16             LD B,32
16520   2A   0C   40        LD HL,(16396)
16523   23                  INC HL
16524   0E   20             LD C,32
16526   36   00             LD (HL),0
16528   23                  INC HL
16529   0D                  DEC C
16530   20   FA             JR NZ,-6
16532   10   F5             DJNZ -11
```

Note que nesta ocasião a tela está limpa, B = Ø e C = Ø. Tudo perfeito para chamarmos a rotina de posicionamento de cursor (PRINT AT Ø,Ø). Para qualquer dúvida, recomendo que leia outra vez o Capítulo 4.

```
16534   CD   F5   Ø8   CALL 2293
16537   C9              RET
```

Os dois programas juntam-se e ocupam agora 24 bytes apenas.

Rode o programa BASIC fornecido, e aprecie a diferença de velocidades.

```
71  Ø REM 28 caracteres quaisquer
```

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA	MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	2A ØC 4Ø	LD HL,(16396)
	16517	Ø6 16	LD B,22
PONTEIROS	16519	11 1Ø ØØ	LD DE,16
	16522	19	ADD HL,DE
	16523	54	LD D,H
	16524	5D	LD E,L
	16525	23	INC HL
	16526	ØE 1Ø	LD C,16
TROCA	16528	7E	LD A,(HL)
	16529	F5	PUSH AF
	16530	1A	LD A,(DE)
	16531	77	LD (HL),A
	16532	F1	POP AF
	16533	12	LD (DE),A
	16534	23	INC HL
	16535	1B	DEC DE
	16536	ØD	DEC C
	16537	2Ø F5	JR NZ,–11
	16539	1Ø EA	DJNZ –22
	16541	C9	RET

9.1

INTRODUÇÃO

Neste capítulo, vamos analisar um superprograma: o CLS ESPIRAL. É um programa relativamente longo, mas muito bem estruturado. Precisamos nos preparar para compreendê-lo.

9.2

FAZENDO PAUSA EM LINGUAGEM DE MÁQUINA

Uma das maneiras de fazer pausa em linguagem de máquina é usar um loop que não faz nada (existem outras maneiras, mas esta é a mais simples).

Em BASIC isto seria assim:

```
1000 FOR T=1 TO 100
1010 NEXT T
```

Estas duas linhas criam uma pausa de aproximadamente 3 segundos. Este esquema pode ser usado como sub-rotina. Veja:

```
.....
100  GOSUB 1000
.....
1000 FOR T=1 TO 100
1010 NEXT T
1020 RETURN
.....
```

Em ASSEMBLY isto poderia ser feito da seguinte maneira:

```
.....
PUSH AF (preserva o valor contido no acumulador)
LD A,0
DEC A   <-+  } gasta tempo
JR NZ,-3  +
POP AF  (recupera o valor contido no acumulador)
.....
```

A pausa produzida é pequena, mas serve para nossos propósitos. Vamos verificar o efeito da introdução da pausa neste exemplo.

PROGRAMA 24 (19 bytes)

```
Ø REM 19 caracteres quaisquer
16514 | 2A  ØC  4Ø | LD HL,(16396)
16517 | 3E  8Ø     | LD A,128
16519 | Ø6  2Ø     | LD B,32
16521 | 23         | INC HL
16522 | 77         | LD (HL),A
16523 | F5         | PUSH AF
16524 | 3E  ØØ     | LD A,Ø
16526 | 3D         | DEC A
16527 | 2Ø  FD     | JR NZ,-3
16529 | F1         | POP AF
16530 | 1Ø  F5     | DJNZ -11
16532 | C9         | RET
```

Como sugerimos em relação ao BASIC, também podemos fazer isto como uma sub-rotina, colocada no final do programa. E, em vez de GOSUB, CALL! Vamos combinar a idéia da sub-rotina com um efeito interessante: andar para trás na tela.

PROGRAMA 25 (27 bytes)

```
Ø REM 27 caracteres quaisquer
INÍCIO   | 16514 2A  ØC  4Ø | LD HL,(16396)
         | 16517 3E  8Ø     | LD A,128
         | 16519 Ø6  2Ø     | LD B,32
         | 16521 11  D5  Ø2 | LD DE,725
         | 16524 19         | ADD HL,DE
IMPRIME  | 16525 77         | LD (HL),A
         | 16526 CD  95  4Ø | CALL 16533 (CALL PAUSA)
         | 16529 2B         | DEC HL
         | 16530 1Ø  F9     | DJNZ -7 (DJNZ IMPRIME)
         | 16532 C9         | RET
PAUSA    | 16533 F5         | PUSH AF
         | 16534 3E  ØØ     | LD A,Ø
         | 16536 3D         | DEC A
         | 16537 2Ø  FD     | JR NZ,-3
         | 16539 F1         | POP AF
         | 16540 C9         | RET
```

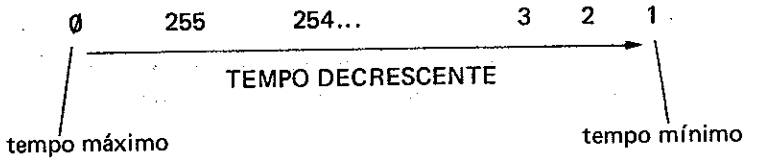
9.3

EXERCÍCIOS

72 Esta simples idéia de pausa cria alguns efeitos espetaculares. Faça a chamada de uma sub-rotina de pausa no local apropriado, e coloque esta sub-rotina no final do programa de INVERSÃO DE VÍDEO. Teste o efeito — é muito bonito — com este programa BASIC (não apague o carregador ASSEMBLY):

```
1ØØØ LIST
1Ø1Ø RAND USR 16514
1Ø2Ø GOTO 1Ø1Ø
```

73 Introduza uma sub-rotina de pausa no final do programa "A ESCADA", alterado pro você para 28 bytes, e chame-a do local (*ou locais*) apropriado. O programa, que sempre gerou um bonito efeito, torna-se ainda mais bonito. Descubra o tempo de pausa mais adequado (a seu gosto), fazendo POKE direto. O tempo de duração da pausa é decrescente, assim:



74 A idéia de programar chamando sub-rotinas também em ASSEMBLY confere grande flexibilidade. Sugerimos aqui o esquema completo de um programa que pode ser usado como um "CLS HORIZONTAL". O efeito não é tão bonito quanto o do CLS ESPIRAL do fim do capítulo, mas a estruturação do programa é semelhante, e nos ajudará a entender o CLS ESPIRAL.

Prepara os códigos hexa deste programa:

Ø REM ..... caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA	MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	.....	LD A,128
	.....	.....	CALL ENCHE TELA
	.....	.....	LD A,Ø
	.....	.....	CALL ENCHE TELA
	.....	.....	CALL PRINT AT (2293)
	.....	.....	RET
ENCHE TELA	.....	.....	LD HL,(D.FILE)
	.....	.....	LD C,linhas
SALTA NL	.....	.....	INC HL
	.....	.....	LD B,colunas
IMPRIME	.....	.....	LD (HL),A
	.....	.....	CALL PAUSA
	.....	.....	INC HL
	.....	.....	DJNZ IMPRIME
	.....	.....	DEC C
	.....	.....	JR NZ,SALTA NL
	.....	.....	RET
PAUSA	.....	.....	PUSH AF
	.....	.....	LD A,Ø
	.....	.....	DEC A
	.....	.....	JR NZ,–3
	.....	.....	POP AF
	.....	.....	RET

Teste o CLS HORIZONTAL com o seguinte programa BASIC

```
1000 FOR F=0 TO 21
1010 PRINT AT F,F;"COMPUTADOR"
1020 NEXT F
1030 RAND USR 16514
1040 LIST
1050 RAND USR 16514
1060 PRINT "TELA LIMPA"
```

Se achar que o efeito está lento, dê um POKE no endereço correto e... acelere!

Estude cuidadosamente a estrutura deste programa — ele vai nos permitir entender o CLS ESPIRAL. As primeiras 5 instruções são a alma do programa.

9.4

MAIS UMA INSTRUÇÃO

Quando queríamos saltar posições na tela, usávamos ADD HL,BC ou ADD HL,DE. E se quisermos saltar para trás, é possível?

Naturalmente a resposta é sim. Usaremos a instrução SBC, mnemônico de *SUB*TRACT WITH *C*ARRY. Aqui estão os códigos hexa:

SBC HL,BC	ED 42
SBC HL,DE	ED 52
SBC HL,HL	ED 62
SBC HL,SP	ED 72

Vamos ver um exemplo de utilização. Meus filhos batizaram este efeito de "ESCALADA".

PROGRAMA 26 (36 bytes)

0 REM 36 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	3E	97		LD A,151
	16516	2A	0C	40	LD HL,(16396)
	16519	11	D5	02	LD DE,725
	16522	19			ADD HL,DE
	16523	06	16		LD B,22
	16525	11	21	00	LD DE,33
IMPRIME	16528	77			LD (HL),A
	16529	CD	9E	40	CALL 16542 (CALL PAUSA)
	16532	2B			DEC HL
	16533	77			LD (HL),A
	16534	CD	9E	40	CALL 16542 (CALL PAUSA)
	16537	ED	52		SBC HL,DE
	16539	10	F3		DJNZ –13 (DJNZ IMPRIME)
	16541	C9			RET
PAUSA	16542	F5			PUSH AF
	16543	3E	00		LD A,0

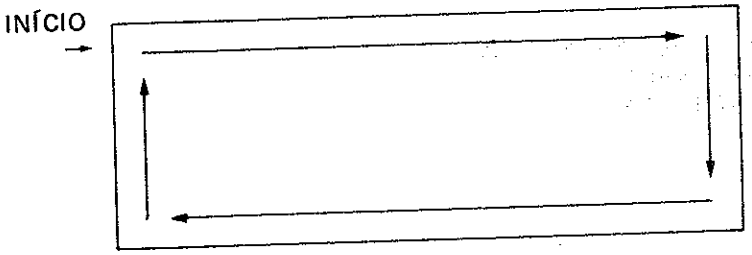
16545	3D		DEC A
16546	2Ø	FD	JR NZ,–3
16548	F1		POP AF
16549	C9		RET

9.5

EXERCÍCIO

75 Este exercício, além de fornecer uma bonita rotina, que poderá ser usada em seus programas BASIC, é o que nos falta para o perfeito entendimento do CLS ESPIRAL.

Faça um programa (que tenha no final a sub-rotina de pausa) que coloque uma moldura na tela, mas desta maneira:



A pausa torna o efeito visível.

Depois diminua a pausa, fazendo o POKE adequado, e descubra como o efeito fica mais bonito para seu gosto.

9.6

O CLS ESPIRAL

Bem, estamos chegando ao final. Divirta-se com este programa.

Ø REM 91 caracteres quaisquer

16514	3E	8Ø	CD	93	4Ø	3E	ØØ	CD
16522	93	4Ø	Ø1	ØØ	ØØ	CD	F5	Ø8
1653Ø	C9	2A	ØC	4Ø	ØE	15	Ø6	2Ø
16538	5Ø	23	77	CD	D5	4Ø	15	2Ø
16546	F8	Ø5	59	C5	Ø1	21	ØØ	Ø9
16554	77	CD	D5	4Ø	1D	2Ø	F8	C1
16562	ØD	5Ø	2B	77	CD	D5	4Ø	15
1657Ø	2Ø	F8	5F	78	FE	ØB	C8	7B
16578	Ø5	59	C5	Ø1	21	ØØ	ED	42
16586	77	CD	D5	4Ø	1D	2Ø	F7	C1
16594	ØD	18	C5	F5	3E	ØØ	3D	2Ø
166Ø2	FD	F1	C9					

Se você deseja usar apenas o efeito em seus programas BASIC, descubra a pausa mais adequada para seu gosto, faça POKE 16599,XX e substitua a instrução CLS por RAND USR 16514, e seu programa BASIC tem um interessante visual...

Para demonstração do efeito, há programas BASIC interessantes. Veja:

```
10 FOR F=0 TO 21
20 PRINT AT F,F;"COMPUTADOR"
30 NEXT F
40 RAND USR 16514
50 PRINT "TELA LIMPA"
```

Ou então este:

```
10 LIST
20 RAND USR 16514
30 PRINT "TELA LIMPA"
```

Este também:

```
10 FOR F=255 TO 0 STEP -17
20 POKE 16599,F
30 RAND USR 16514
40 NEXT F
```

9.7

EXERCÍCIOS

76 Faça a desmontagem completa do programa CLS ESPIRAL. Esforce-se por entender a finalidade de cada instrução — você aprenderá muito. Introduza rótulos: isto vai ajudar a sua compreensão. Siga o programa como se você fosse o computador e descubra o que tem que ser feito após cada instrução — e você entenderá... Esforce-se: *sem esforço nada se obtém.*

77 Que instrução BASIC deve ser dada em lugar de RAND USR 16514 para que o CLS ESPIRAL funcione limpando a tela *apenas* imprimindo os espaços? Estude a desmontagem que você fez, e a resposta é fácil. . . . . .

9.8

PALAVRAS FINAIS

Viemos juntos até aqui, e é hora de nos separarmos. Espero que você tenha aprendido muito. Mas também que tenha se divertido muito.

Anatole France, em *Le Crime de Sylvestre Bonnard* (1881) disse que "Não é divertindo-se que uma pessoa aprende". Eu creio que é *apenas* divertindo-se que uma pessoa pode aprender.

É incrível o quanto fizemos com tão poucas instruções. Há tantas mais...

Talvez nos encontremos, eu, você e a linguagem de máquina, no volume 2 deste livro. Até lá!

72 Ø REM 3Ø caracteres quaisquer

RÓTULO	ENDEREÇO	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16517	ØE	16		LD C,22
SALTA NL	16519	23			INC HL
	1652Ø	Ø6	2Ø		LD B,32
PEEK	16522	7E			LD A,(HL)
	16523	C6	8Ø		ADD A,128
	16525	77			LD (HL),A
	16526	CD	98	4Ø	CALL 16536 (CALL PAUSA)
	16529	23			INC HL
	1653Ø	1Ø	F6		DJNZ –1Ø (DJNZ PEEK)
	16532	ØD			DEC C
	16533	2Ø	FØ		JR NZ,–16 (JR NZ,SALTA NL)
	16535	C9			RET
PAUSA	16536	F5			PUSH AF
	16537	3E	ØØ		LD A,Ø
	16539	3D			DEC A
	1654Ø	2Ø	FD		JR NZ,–3
	16542	F1			POP AF
	16543	C9			RET

73 Ø REM 4Ø caracteres quaisquer

RÓTULO	ENDEREÇO	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16517	Ø6	16		LD B,22
	16519	ØE	16		LD C,22
SALTA NL	16521	23			INC HL
	16522	51			LD D,C
	16523	1E	2Ø		LD E,32
POKE 1	16525	36	17		LD (HL),23
	16527	CD	A4	4Ø	CALL 16548 (CALL PAUSA)
	1653Ø	23			INC HL
	16531	1D			DEC E
	16532	15			DEC D
	16533	2Ø	F6		JR NZ,–1Ø (JR NZ,POKE 1)
POKE 2	16535	36	97		LD (HL),151
	16537	CD	A4	4Ø	CALL 16548 (CALL PAUSA)
	1654Ø	23			INC HL
	16541	1D			DEC E
	16542	2Ø	F7		JR NZ,–9 (JR NZ,POKE 2)

	16544	ØD		DEC C
	16545	1Ø	E6	DJNZ –26 (DJNZ SALTA NL)
	16547	C9		RET
PAUSA	16548	3E	ØØ	LD A,Ø
	16550	3D		DEC A
	16551	2Ø	FD	JR NZ,–3
	16553	C9		RET

Duas observações:

1ª) Como o acumulador não era usado no programa, não havia a necessidade de preservá-lo e depois recuperá-lo com PUSH AF e POP AF.

2ª) Se desejar variar o tempo de pausa, digite (modo direto) POKE 16549,192 (por exemplo).

74 Vejamos o CLS HORIZONTAL

Ø REM 41 caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	3E	8Ø		LD A,128
	16516	CD	9Ø	4Ø	CALL (CALL ENCHE TELA)
	16519	3E	ØØ		LD A,Ø
	16521	CD	9Ø	4Ø	CALL 16528 (CALL ENCHE TELA)
	16524	CD	F5	Ø8	CALL 2293 (CALL PRINT AT)
	16527	C9			RET
ENCHE TELA	16528	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16531	ØE	16		LD C,22
SALTA NL	16533	23			INC HL
	16534	Ø6	2Ø		LD B,32
IMPRIME	16536	77			LD (HL),A
	16537	CD	AE	4Ø	CALL 16547 (CALL PAUSA)
	16540	23			INC HL
	16541	1Ø	F9		DJNZ –7 (DJNZ IMPRIME)
	16543	ØD			DEC C
	16544	2Ø	F3		JR NZ,–13 (JRNZ, SALTA NL)
	16546	C9			RET
PAUSA	16547	F5			PUSH AF
	16548	3E	ØØ		LD A,Ø
	16550	3D			DEC A
	16551	2Ø	FD		JR NZ,–3
	16553	F1			POP AF
	16554	C9			RET

Para acelerar, digite por exemplo (modo direto) POKE 16549,128.

75 Ø REM 54 caracteres quaisquer

INÍCIO	16514	3E	97		LD A,151
	16516	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16519	11	21	ØØ	LD DE,33
	16522	Ø6	2Ø		LD B,32
LOOP 1	16524	23			INC HL
	16525	77			LD (HL),A
	16526	CD	BØ	4Ø	CALL 16560 (CALL PAUSA)
	16529	1Ø	F9		DJNZ –7 (DJNZ LOOP 1)
	16531	Ø6	15		LD B,21
LOOP 2	16533	19			ADD HL,DE
	16534	77			LD (HL),A
	16535	CD	BØ	4Ø	CALL 16560 (CALL PAUSA)
	16538	1Ø	F9		DJNZ –7 (DJNZ LOOP 1)
	16540	Ø6	1F		LD B,31
LOOP 3	16542	2B			DEC HL
	16543	77			LD (HL),A
	16544	CD	BØ	4Ø	CALL 16560 (CALL PAUSA)
	16547	1Ø	F9		DJNZ –7 (DJNZ LOOP 3)
	16549	Ø6	14		LD B,2Ø
LOOP 4	16551	ED	52		SBC HL,DE
	16553	77			LD (HL),A
	16554	CD	BØ	4Ø	CALL 16560 (CALL PAUSA)
	16557	1Ø	F8		DJNZ –8
	16559	C9			RET
PAUSA	16560	F5			PUSH AF
	16561	3E	ØØ		LD A,Ø
	16563	3D			DEC A
	16564	2Ø	FD		JR NZ,–3
	16566	F1			POP AF
	16567	C9			RET

Para reduzir a pausa, digite por exemplo (modo direto) POKE 16562,128.

76 Ø REM 91 caracteres quaisquer

RÓTULOS	ENDEREÇOS	CÓDIGOS HEXA			MNEMÔNICOS
INÍCIO	16514	3E	8Ø		LD A,128
	16516	CD	93	4Ø	CALL 16531 (CALL TELA)
	16519	3E	ØØ		LD A,Ø
	16521	CD	93	4Ø	CALL 16531 (CALL TELA)
	16524	Ø1	ØØ	ØØ	LD BC,Ø
	16527	CD	F5	Ø8	CALL 2293 (CALL PRINT AT Ø,Ø;)
	16530	C9			RET
TELA	16531	2A	ØC	4Ø	LD HL,(16396)
	16534	ØE	15		LD C,21

	16536	Ø6	2Ø		LD B,32
COMEÇO	16538	5Ø			LD D,B
LOOP 1	16539	23			INC HL
	1654Ø	77			LD (HL),A
	16541	CD	D5	4Ø	CALL 16597 (CALL PAUSA)
	16544	15			DEC D
	16545	2Ø	F8		JR NZ,– 8 (JR NZ,LOOP 1)
	16547	Ø5			DEC B
	16548	59			LD E,C
	16549	C5			PUSH BC
	1655Ø	Ø1	21	ØØ	LD BC,33
LOOP 2	16553	Ø9			ADD HL,BC
	16554	77			LD (HL),A
	16555	CD	D5	4Ø	CALL 16597 (CALL PAUSA)
	16558	1D			DEC E
	16559	2Ø	F8		JR NZ,–8 (JR NZ,LOOP 2)
	16561	C1			POP BC
	16562	ØD			DEC C
	16563	5Ø			LD D,B
LOOP 3	16564	2B			DEC HL
	16565	77			LD (HL),A
	16566	CD	D5	4Ø	CALL 16597 (CALL PAUSA)
	16569	15			DEC D
	1657Ø	2Ø	F8		JR NZ,–8 (JR NZ,LOOP 3)
	16572	5F			LD E,A
	16573	78			LD A,B
	16574	FE	ØB		CP 11
	16576	C8			RET Z
	16577	7B			LD A,E
	16578	Ø5			DEC B
	16579	59			LD E,C
	1658Ø	C5			PUSH BC
	16581	Ø1	21	ØØ	LD BC,33
LOOP 4	16584	ED	42		SBC HL,BC
	16586	77			LD (HL),A
	16587	CD	D5	4Ø	CALL 16597 (CALL PAUSA)
	1659Ø	1D			DEC E
	16591	2Ø	F7		JR NZ,–9 (JR NZ,LOOP 4)
	16593	C1			POP BC
	16594	ØD			DEC C
	16595	18	C5		JR,–59 (JR COMEÇO)
PAUSA	16597	F5			PUSH AF
	16598	3E	ØØ		LD A,Ø
	166ØØ	3D			DEC A
	166Ø1	2Ø	FD		JR NZ,–3
	166Ø3	F1			POP AF
	166Ø4	C9			RET

Uma observação sobre a instrução do endereço 16576. O RETURN (RET) ao qual estamos acostumados é o RETURN incondicional. Também há RETURN condicional, vejamos:

INSTRUÇÃO	SIGNIFICADO	CÓDIGO HEXA
RET Z	*RE*TURN IF *Z*ERO	C8
RET NZ	*RE*TURN IF *N*OT *Z*ERO	CØ
RET C	*RE*TURN IF *C*ARRY	D8
RET NC	*RE*TURN IF *N*OT *C*ARRY	DØ
RET PE	*RE*TURN IF *P*ARITY IS *E*VEN	E8
RET PO	*RE*TURN IF *P*ARITY IS *O*DD	EØ
RET M	*RE*TURN IF *M*INUS	F8
RET P	*RE*TURN IF *P*LUS	FØ

77 Basta fazer como linha de programa RAND USR 16519. (Como comando direto é inútil — embora funcione — pois a execução de comandos diretos é *precedida* de um CLS.) Em 16519 já entramos no programa em LD A,Ø.

Experimente:

```
1ØØØ LIST
1Ø1Ø RAND USR 16519
1Ø2Ø GOTO 1ØØØ
```

O efeito de apagar a tela em espiral é interessante, e pode ser usado em programas BASIC, jogos etc...

A UCP de um microcomputador é constituída de um microprocessador.

O ZX81 da Sinclair, bem como todos os compatíveis brasileiros (TK82, 83 e 85; CP-200; RINGO; AS-1000), baseia-se no microprocessador Z-80, da Zilog.

Comercializado desde 1976, o Z-80 integra 8000 transistores e é uma ampliação do 8080 da Intel: aceita todas as instruções do 8080 e mais algumas.

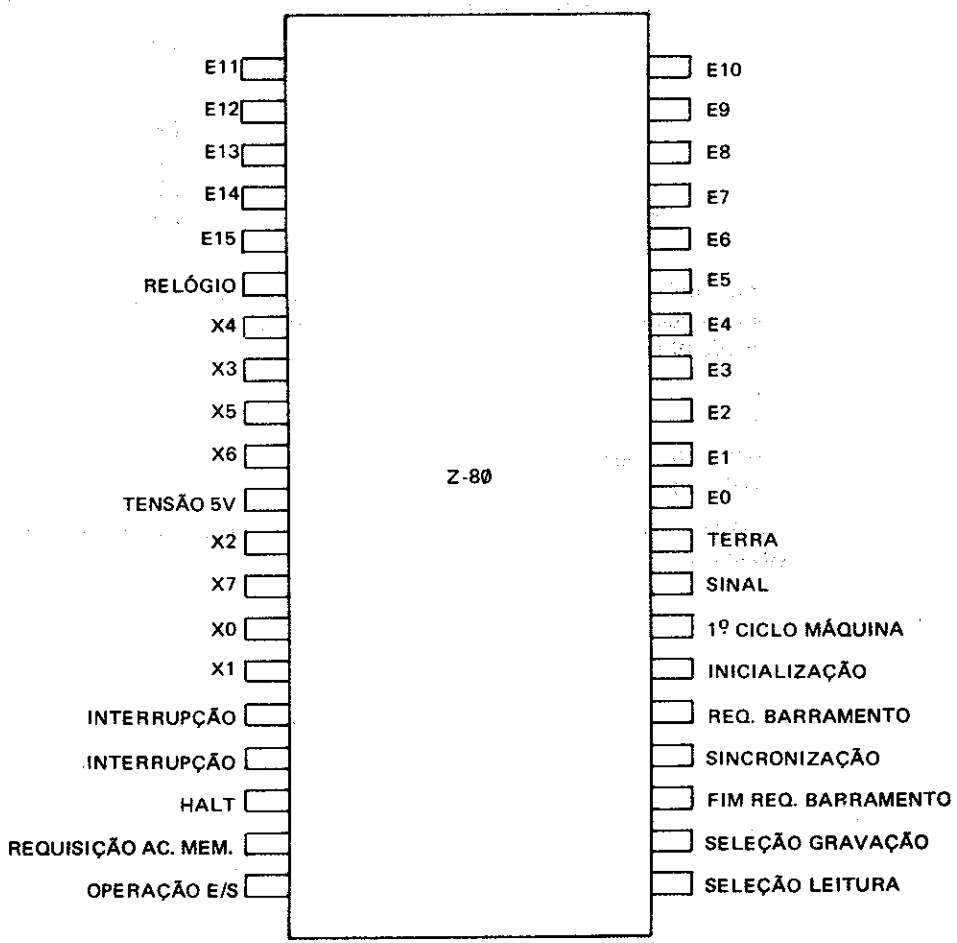


FIG. 1 — Esquema das conexões externas do microprocessador Z-80. O barramento de endereços está representado pela letra E (E0, E1,..., E_{15}) e o barramento de dados pela letra X (X0, X1, ..., X7).

É fabricado com tecnologia N.MOS (MOS = metal oxide semiconductors); N = transistores de canal N). Alimenta-se com 5 volts. Integra uma pastilha com 40 conexões com o exterior, e pode gerir uma memória de até 64 kbytes.

A principal característica do Z-80, que o destaca dos demais, é o fato de dispor de vários registradores duplicados (alternativos), com os quais se consegue grande versatilidade. Entre os registradores duplicados, merecem destaque especial os conjuntos de registradores gerais B, C, D, E, H e L e seus alternativos B', C', D', E', H' e L', cada um de 8 bits, que podem ser usados aos pares, formando registradores de 16 bits: BC, DE, HL, BC', DE' e HL'.

Os 22 registradores internos do Z-80 são os seguintes:

- 2 registradores acumuladores, A e A', de 8 bits.
- 2 registradores de estado, F e F', de 8 bits.
- 12 registradores gerais: B e B', C e C', D e D', E e E', H e H', L e L', de 8 bits.
- 1 apontador da pilha, SP (stack pointer), de 16 bits.
- 1 contador de programa, PC (program counter), de 16 bits.
- 2 registradores indexados, IX e IY, de 16 bits.
- 1 registrador reavivador (refresh), R, de 8 bits.
- 1 registrador de interrupção, I, de 8 bits.

Algumas observações:

1ª) O acumulador A pode se juntar ao registrador de estado F, obtendo-se o registrador de 16 bits AF. A mesma coisa é válida para A' e F', obtendo-se AF'.

2ª) Os registradores A' e F' são usados pelo hardware dos Sinclair para operar no modo SLOW; assim sendo, não os use em SLOW ou... CRASH!

3ª) IX e IY são usados para facilitar alguns tipos de endereçamento; mas há algumas peculiaridades nos micros Sinclair:
   - IX é utilizado pelo hardware de SLOW, logo vale o mesmo que dissemos na segunda observação;
   - IY aponta para o endereço 4000h (16384d), ou seja, o endereço inicial das variáveis do sistema;

4ª) O registrador I (de interrupção) deve ter o valor 1Eh (30d) retornando ao BASIC.

5ª) Podemos imaginar conforme Fig. 2. os registradores internos do Z-80.

6ª) O registrador de estado (F) merece especial atenção. Seis de seus oito bits fornecem informações importantes sobre as condições internas do microprocessador. O esquema da Fig. 3 auxiliará nossa compreensão.

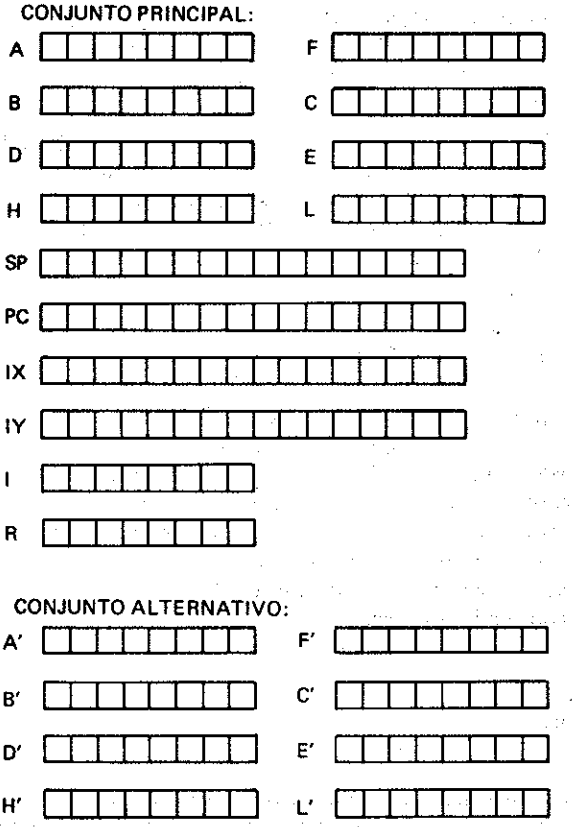


FIG. 2 — O duplo conjunto de registradores internos é uma das características básicas do microprocessador Z-80.

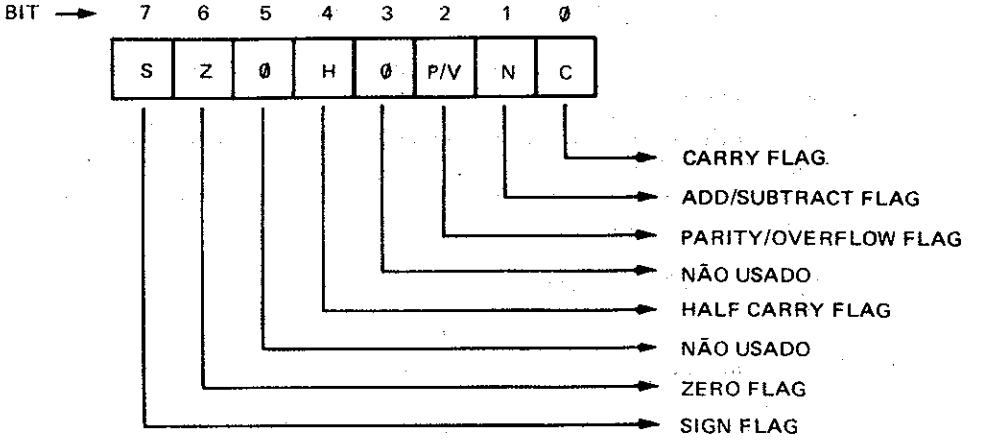


FIG. 3 — O registrador F do microprocessador Z-80 é bastante diferente dos registradores de estado de outros microprocessadores.

Vamos estudar cada um dos bits.

- BIT Ø (CARRY FLAG) – controla se houve ou não transporte (carry)
  Houve transporte → 1
  Não houve ——→ Ø
- BIT 1 (ADD/SUBTRACT FLAG) – controla se houve soma ou subtração
  Houve subtração → 1
  Houve soma ——→ Ø
- BIT 2 (PARITY/OVERFLOW FLAG) – em operações lógicas, controla a paridade, ou seja, se o número de Ø (ou 1) do conteúdo do registrador (expresso em binário) é par ou ímpar.
  Paridade par ——→ 1
  Paridade ímpar → Ø
  – em operações aritméticas, controla o transbordamento (overflow)
  Houve transbordamento → 1
  Não houve ——→ Ø
- BIT 3 – não é usado.
- BIT 4 (HALF CARRY FLAG) – controla se houve transbordamento ao somar a primeira metade do byte; esta flag é usada internamente pelo microprocessador, e não está a disposição (diretamente) do programador.
  Houve transporte → 1
  Não houve ——→ Ø
- BIT 5 – não é usado.
- BIT 6 (ZERO FLAG) – controla se o conteúdo do registrador é ou não zero; é utilíssimo verificar seu estado após operações aritméticas. *CUIDADO*! A flag Z não é afetada por operações com *pares* de registradores.
  Conteúdo zero ——→ 1
  Conteúdo não zero → Ø
- BIT 7 (SIGN FLAG) – controla o estado do sinal.
  Número negativo ——→ 1
  Número positivo ——→ Ø

7ª) O microprocessador Z-8Ø é, em nossa opinião, o melhor microprocessador de 8 bits disponível no mercado. Orgulhe-se de seu pequenino Sinclair – afinal de contas, ele tem um Z-8Ø!

CÓDIGO DECIMAL	CÓDIGO HEXADECIMAL	CARACTERE
Ø	ØØ	Espaço
1	Ø1	
2	Ø2	
3	Ø3	
4	Ø4	
5	Ø5	
6	Ø6	
7	Ø7	
8	Ø8	
9	Ø9	
1Ø	ØA	
11	ØB	"
12	ØC	£
13	ØD	$
14	ØE	:
15	ØF	?
16	1Ø	(
17	11	)
18	12	>
19	13	<
2Ø	14	=
21	15	+
22	16	-
23	17	*
24	18	/
25	19	;
26	1A	,
27	1B	.
28	1C	Ø
29	1D	1
30	1E	2
31	1F	3
32	2Ø	4
33	21	5
34	22	6
35	23	7
36	24	8
37	25	9
38	26	A

Apêndice 2 — O CONJUNTO DE CARACTERES

CÓDIGO DECIMAL	CÓDIGO HEXADECIMAL	CARACTERE
39	27	B
40	28	C
41	29	D
42	2A	E
43	2B	F
44	2C	G
45	2D	H
46	2E	I
47	2F	J
48	30	K
49	31	L
50	32	M
51	33	N
52	34	O
53	35	P
54	36	Q
55	37	R
56	38	S
57	39	T
58	3A	U
59	3B	V
60	3C	W
61	3D	X
62	3E	Y
63	3F	Z
64	40	RND
65	41	INKEY$
66	42	PI
128	80	
129	81	
130	82	
131	83	
132	84	
133	85	
134	86	
135	87	
136	88	
137	89	
138	8A	
139	8B	
140	8C	
141	8D	
142	8E	
143	8F	
144	90	

CÓDIGO DECIMAL	CÓDIGO HEXADECIMAL	CARACTERE
145	91	)
146	92	>
147	93	<
148	94	=
149	95	+
150	96	-
151	97	*
152	98	/
153	99	;
154	9A	,
155	9B	.
156	9C	0
157	9D	1
158	9E	2
159	9F	3
160	A0	4
161	A1	5
162	A2	6
163	A3	7
164	A4	8
165	A5	9
166	A6	A
167	A7	B
168	A8	C
169	A9	D
170	AA	E
171	AB	F
172	AC	G
173	AD	H
174	AE	I
175	AF	J
176	B0	K
177	B1	L
178	B2	M
179	B3	N
180	B4	O
181	B5	P
182	B6	Q
183	B7	R
184	B8	S
185	B9	T
186	BA	U
187	BB	V
188	BC	W
189	BD	X

CÓDIGO DECIMAL	CÓDIGO HEXADECIMAL	CARACTERE
190	BE	Y
191	BF	Z
192	CØ	" "
193	C1	AT
194	C2	TAB
196	C4	CODE
197	C5	VAL
198	C6	LEN
199	C7	SIN
200	C8	COS
201	C9	TAN
202	CA	ASN
203	CB	ACS
204	CC	ATN
205	CD	LN
206	CE	EXP
207	CF	INT
208	DØ	SOR
209	D1	SGN
210	D2	ABS
211	D3	PEEK
212	D4	USR
213	D5	STR$
214	D6	CHR$
215	D7	NOT
216	D8	* *
217	D9	OR
218	DA	AND
219	DB	<=
220	DC	>=
221	DD	<>
222	DE	THEN
223	DF	TO
224	EØ	STEP
225	E1	LPRINT
226	E2	LLIST
227	E3	STOP
228	E4	SLOW
229	E5	FAST
230	E6	NEW
231	E7	SCROLL
232	E8	CONT
233	E9	DIM
234	EA	REM
235	EB	FOR

CÓDIGO DECIMAL	CÓDIGO HEXADECIMAL	CARACTERE
236	EC	GOTO
237	ED	GOSUB
238	EE	INPUT
239	EF	LOAD
240	FØ	LIST
241	F1	LET
242	F2	PAUSE
243	F3	NEXT
244	F4	POKE
245	F5	PRINT
246	F6	PLOT
247	F7	RUN
248	F8	SAVE
249	F9	RAND
250	FA	IF
251	FB	CLS
252	FC	UNPLOT
253	FD	CLEAR
254	FE	RETURN
255	FF	COPY

A Sinclair usa ainda os seguintes "caracteres"; eles (obviamente) não são imprimíveis e aparecem "impressos" como ?. Todos os códigos não-usados (de 67 a 111, de 122 a 125, e ainda 195) são também "impressos" como ?.

112	70	cursor para cima
113	71	cursor para baixo
114	72	cursor para esquerda
115	73	cursor para direita
116	74	GRAPHICS
117	75	EDIT
118	76	NEW LINE (ENTER)
119	77	RUBOUT (DELETE)
120	78	MODO
121	79	FUNCTION
126	7E	NÚMERO
127	7F	CURSOR

	Ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
Ø	Ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1Ø	11	12	13	14	15
1	16	17	18	19	2Ø	21	22	23	24	25	26	27	28	29	3Ø	31
2	32	33	34	35	36	37	38	39	4Ø	41	42	43	44	45	46	47
3	48	49	5Ø	51	52	53	54	55	56	57	58	59	6Ø	61	62	63
4	64	65	66	67	68	69	7Ø	71	72	73	74	75	76	77	78	79
5	8Ø	81	82	83	84	85	86	87	88	89	9Ø	91	92	93	94	95
6	96	97	98	99	1ØØ	1Ø1	1Ø2	1Ø3	1Ø4	1Ø5	1Ø6	1Ø7	1Ø8	1Ø9	11Ø	111
7	112	113	114	115	116	117	118	119	12Ø	121	122	123	124	125	126	127
8	128	129	13Ø	131	132	133	134	135	136	137	138	139	14Ø	141	142	143
9	144	145	146	147	148	149	15Ø	151	152	153	154	155	156	157	158	159
A	16Ø	161	162	163	164	165	166	167	168	169	17Ø	171	172	173	174	175
B	176	177	178	179	18Ø	181	182	183	184	185	186	187	188	189	19Ø	191
C	192	193	194	195	196	197	198	199	2ØØ	2Ø1	2Ø2	2Ø3	2Ø4	2Ø5	2Ø6	2Ø7
D	2Ø8	2Ø9	21Ø	211	212	213	214	215	216	217	218	219	22Ø	221	222	223
E	224	225	226	227	228	229	23Ø	231	232	233	234	235	236	237	238	239
F	24Ø	241	242	243	244	245	246	247	248	249	25Ø	251	252	253	254	255

Exemplos de utilização: 2Ø1 = C9
118 = 76
58 = 3A

Apêndice 3

TABELA DE CONVERSÃO DECIMAL/HEXADECIMAL

(NÚMEROS NEGATIVOS DE −1 A −128)

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
8	−128	−127	−126	−125	−124	−123	−122	−121	−120	−119	−118	−117	−116	−115	−114	−113
9	−112	−111	−110	−109	−108	−107	−106	−105	−104	−103	−102	−101	−100	−99	−98	−97
A	−96	−95	−94	−93	−92	−91	−90	−89	−88	−87	−86	−85	−84	−83	−82	−81
B	−80	−79	−78	−77	−76	−75	−74	−73	−72	−71	−70	−69	−68	−67	−66	−65
C	−64	−63	−62	−61	−60	−59	−58	−57	−56	−55	−54	−53	−52	−51	−50	−49
D	−48	−47	−46	−45	−44	−43	−42	−41	−40	−39	−38	−37	−36	−35	−34	−33
E	−32	−31	−30	−29	−28	−27	−26	−25	−24	−23	−22	−21	−20	−19	−18	−17
F	−16	−15	−14	−13	−12	−11	−10	−9	−8	−7	−6	−5	−4	−3	−2	−1

Exemplos de utilização: −34 = DE
−118 = 8A
−5 = FB

ENDEREÇO		Nº DE BYTES	NOME SINCLAIR	FUNÇÃO
DECIMAL	HEXA			
16384	4000	1	ERR.NR	Código de denotação −1
16385	4001	1	FLAGS	Várias flags para controlar o sistema BASIC
16386	4002	2	ERR.SP	Ponteiro da pilha após uma GOSUB
16388	4004	2	RAMTOP	Endereço do topo da RAM existente ou alterada pelo usuário
16390	4006	1	MODE	Especifica o cursor que está sendo usado na linha atual
16391	4007	2	PPC	Número da linha sendo executada
16393	4009	1	VERSN	Ponto inicial da RAM a ser gravado a partir de SAVE
16394	400A	2	E.PPC	Número da linha onde está o cursor
16396	400C	2	D.FILE	Ponteiro do arquivo de imagem
16398	400E	2	DF.CC	Endereço da posição de PRINT no arquivo de imagem
16400	4010	2	VARS	Ponteiro da área das variáveis
16402	4012	2	DEST	Endereço da variável em atribuição
16404	4014	2	E.LINE	Ponteiro para área de trabalho
16406	4016	2	CH.ADD	Endereço do próximo caractere a ser interpretado
16408	4018	2	X.PTR	Endereço do caractere que precede o cursor de erro de sintaxe
16410	401A	2	STKBOT	Ponteiro do início da pilha do calculador
16412	401C	2	STKEND	Ponteiro do final da pilha do calculador
16414	401E	1	BERG	Usado pelo calculador em ponto flutuante
16415	401F	2	MEM	Ponteiro da área da memória onde os cálculos são feitos
16417	4021	1		Não é usado
16418	4022	1	DFSZ	Número de linhas na parte inferior da tela
16419	4023	2	S.TOP	Número da linha superior da tela ao listar
16421	4025	2	LAST.K	Valor da última tecla pressionada
16423	4027	1	DB.ST	Estado de debounce do teclado
16424	4028	1	MARGIN	Número de linhas em branco acima ou abaixo da imagem

ENDEREÇO		Nº DE BYTES	NOME SINCLAIR	FUNÇÃO
DECIMAL	HEXA			
16425	4Ø29	2	NXTLIN	Endereço da próxima linha do programa a ser executada
16427	4Ø2B	2	OLDPPC	Número da linha para a qual CONT salta
16429	4Ø2D	1	FLAGX	Várias flags
1643Ø	4Ø2E	2	STRLEN	Informações sobre atribuição de strings
16432	4Ø3Ø	2	T.ADDR	Ponteiro para tabela de sintaxe
16434	4Ø32	2	SEED	"Semente" para o gerador de números randômicos
16436	4Ø34	2	FRAMES	Contador de quadros apresentados na tela
16438	4Ø36	2	COORDS	Coordenadas do último ponto plotado
1644Ø	4Ø38	1	PR.CC	Byte menos significativo da posição de LPRINT; o byte mais significativo é 4Øh
16441	4Ø39	2	S.POSN	Número da coluna e da linha, respectivamente, para a posição de PRINT
16443	4Ø3B	1	CDFLAG	Flags relativas a SLOW e FAST
16444	4Ø3C	33	PRBUFF	Buffer da impressora, 33º caractere é um NEW LINE
16477	4Ø5D	3Ø	MEMBOT	Área que pode ser usada como memória do calculador
165Ø7	4Ø7B	2		Não são usados

SINCLAIR	CP-200	TK85
ERR.NR	ERRO-1	CODR
FLAGS	FLAGS	BAND
ERR.SP	RETGSB	ENSP
RAMTOP	MEMTOP	RTP
MODE	MODO	MODO
PPC		CPB
VERSN	VERSÃO	VERSN
E.PPC	NUMLI	LPC
D.FILE	MAPTELA	DFILE
DF.CC		POSPR
VARS	VARS	VARS
DEST	DEST	DEST
E.LINE	LIDIGIT	ELINE
CH.ADD	PROX-CAR	ENCAR
X.PTR	XPTR	ENSX
STKBOT	STKCOM	PILFUN
STKEND	STKFIM	PILFIM
BERG	REGIB	CALREG
MEM	MEM	MEM
não-usado	não-usado	não-usado
DF.SZ	DF-SZ	DFSZ
S.TOP	PROGTOP	LTOP
LAST.K	ULTIMAT	ULTK
DB.ST		
MARGIN	MARGEN	HARG
NXTLIN	PRXLIN	PXLN
OLDPPC	LINCONT	VCPB
FLAGX	FLAGX	BANDX
STRLEN	COMSTR	LENCA
T.ADDR	ENDSTX	SXEN
SEED	SEED	SEMT
FRAMES	FRAMES	QUAD
COORDS	COORDX	CORDX
	COORDY	CORDY
PR.CC	LPBYTE	PR-CC
S.POSN	COLUNA	COLPR
	LINHA	LINPR
CDFLAG	FLAGCD	BANCO
PRBUFF	BUF IMP	PRBUFF
MEMBOT	MEMBOT	MEMBO
não-usado	não-usado	não-usado

Você pode usar as variáveis do sistema para obter informações úteis. Vamos ver neste apêndice algumas possibilidades.

Mas... o importante não é apenas saber que tal "fórmula", tipo PRINT PEEK não-sei-lá-o-que, faz tal ou qual coisa, mas sim entender o que se está fazendo.

Para isto é necessário entender a organização da RAM do nosso micro. A figura abaixo nos ajudará.

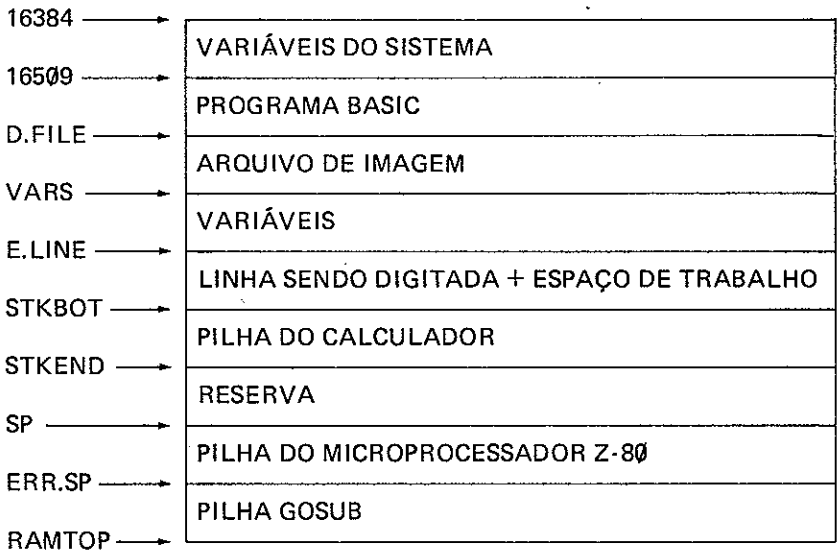


FIG. 1 — A organização da armazenagem na memória RAM.

Como você pode perceber, só há dois endereços fixos: o de início das variáveis do sistema, que é o próprio início da RAM, 16384 (4000h); e o do início do programa BASIC, 16509 (407D). Todos os outros endereços, até o final, são variáveis. Eles são apontados pelas variáveis do sistema indicadas na figura.

Para obter o endereço apontado pela variável do sistema, basta fazer o seguinte:

— procurar o endereço *decimal* da variável do sistema na tabela do apêndice 5.

exemplo: D.FILE..... 16396

— chamando a este endereço de E, o endereço apontado pela variável do sistema é dado por

PEEK E+256*PEEK (E+1)

exemplo: logo, para obter o endereço apontado por D.FILE, basta fazer

PRINT PEEK 16396+256*PEEK 16397

Vamos então às *sub-rotinas* de serviço.

1ª) CAPACIDADE DE MEMÓRIA RAM INSTALADA

Eis aí uma coisa útil de se verificar, principalmente quando se usa expansão de memória.

Observando a Fig. 1, vemos que a RAM vai do endereço 16384 até o endereço apontado por RAMTOP.

Logo, para obter o número de bytes de memória RAM instalada, basta fazer

```
PRINT PEEK 16388+256*PEEK 16389-16384
```

Digite isto como um comando direto e NEW LINE.

Se você dividir o número obtido por 1Ø24, obterá quantos K de memória tem o seu micro, pois o 1 Kbyte = 1Ø24 bytes. Esta observação também é válida para as outras sub-rotinas de serviço deste apêndice.

2ª) NÚMERO DE BYTES OCUPADOS PELO PROGRAMA BASIC

Vimos na Fig. 1 que o programa BASIC vai do endereço 165Ø9 até o endereço apontado por D.FILE.

Logo, para obter o número de bytes ocupados pelo seu programa BASIC, faça

```
PRINT PEEK 16396+256*PEEK 16397-165Ø9
```

3ª) NÚMERO TOTAL DE BYTES OCUPADOS PELO PROGRAMA BASIC

Seu programa BASIC gera um arquivo de imagem, e utiliza variáveis. Assim, ele na verdade vai de 165Ø9 até o endereço apontado por E.LINE (observe a Fig. 1).

Logo, para obter o número de bytes ocupado pelo programa, incluindo as variáveis e o arquivo de imagem, faça

```
PRINT PEEK 164Ø4+256*PEEK 164Ø5-165Ø9
```

4ª) NÚMERO DE BYTES DE MEMÓRIA DISPONÍVEL

Se você for digitar um programa BASIC particularmente extenso, isto também é utilíssimo de se saber.

A memória RAM, não ocupada pelo seu programa BASIC, vai do endereço apontado por E.LINE até o endereço apontado por RAMTOP.

Assim, obtenha o número de bytes "livres" fazendo

```
PRINT (PEEK 16388+256*PEEK 16389) – (PEEK 16404+256*PEEK 16405)
```

Uma observação final: qualquer uma das quatro sub-rotinas apresentadas pode ser transformada em um pequeno programa Assembly. Como exemplo, aqui está a primeira delas (quantos K de memória).

```
Ø REM 13 caracteres quaisquer
16514   11
16515   ØØ    } LD DE,16384
16516   4Ø
16517   2A
16518   Ø4    } LD HL,(16388)
16519   4Ø
16520   C6    } ADD A,Ø
16521   ØØ
16522   ED    } SBC HL,DE
16523   52
16524   44      LD B,H
16525   4D      LD C,L
16526   C9      RET
```

Para rodar o programa, digite (modo direto):

```
PRINT (USR 16514)/1024;"__K".
```

(Estas palavras são usadas como INSTRUÇÕES, logo não podem ser usadas como RÓTULOS.)

ADC	EX	NEG	RLCA
ADD	EXX	NOP	RLD
AND	HALT	OR	RR
BIT	IM	OTDR	RRA
CALL	IN	OTIR	RRC
CCF	INC	OUT	RRCA
CP	IND	OUTD	RRD
CPD	INDR	OUTI	RST
CPDR	INI	POP	SBC
CPI	INIR	PUSH	SCF
CPIR	JP	RES	SET
CPL	JR	RET	SLA
DAA	LD	RETI	SRA
DEC	LDD	RETN	SRL
DI	LDDR	RL	SUB
DJNZ	LDI	RLA	XOR
EI	LDIR	RLC	

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
ØØ	NOP
Ø1	LD BC,NN
Ø2	LD (BC),A
Ø3	INC BC
Ø4	INC B
Ø5	DEC B
Ø6	LD B,N
Ø7	RLCA
Ø8	EX AF,AF'
Ø9	ADD HL,BC
ØA	LD A,(BC)
ØB	DEC BC
ØC	INC C
ØD	DEC C
ØE	LD C,N
ØF	RRCA
1Ø	DJNZ DIS
11	LD DE,NN
12	LD (DE),A
13	INC DE
14	INC D
15	DEC D
16	LD D,N
17	RLA
18	JR DIS
19	ADD HL,DE
1A	LD A,(DE)
1B	DEC DE
1C	INC E
1D	DEC E
1E	LD E,N
1F	RRA
2Ø	JR NZ,DIS
21	LD HL,NN
22	LD (NN),HL
23	INC HL
24	INC H
25	DEC H
26	LD H,N
27	DAA

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
28	JR Z,DIS
29	ADD HL,HL
2A	LD HL,(NN)
2B	DEC HL
2C	INC L
2D	DEC L
2E	LD L,N
2F	CPL
3Ø	JR NC,DIS
31	LD SP,NN
32	LD (NN),A
33	INC SP
34	INC (HL)
35	DEC (HL)
36	LD (HL),N
37	SCF
38	JR C,DIS
39	ADD HL,SP
3A	LD A,(NN)
3B	DEC SP
3C	INC A
3D	DEC A
3E	LD A,N
3F	CCF
4Ø	LD B,B
41	LD B,C
42	LD B,D
43	LD B,E
44	LD B,H
45	LD B,L
46	LD B,(HL)
47	LD B,A
48	LD C,B
49	LD C,C
4A	LD C,D
4B	LD C,E
4C	LD C,H
4D	LD C,L
4E	LD C,(HL)
4F	LD C,A

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
5Ø	LD D,B
51	LD D,C
52	LD D,D
53	LD D,E
54	LD D,H
55	LD D,L
56	LD D,(HL)
57	LD D,A
58	LD E,B
59	LD E,C
5A	LD E,D
5B	LD E,E
5C	LD E,H
5D	LD E,L
5E	LD E,(HL)
5F	LD E,A
6Ø	LD H,B
61	LD H,C
62	LD H,D
63	LD H,E
64	LD H,H
65	LD H,L
66	LD H,(HL)
67	LD H,A
68	LD L,B
69	LD L,C
6A	LD L,D
6B	LD L,E
6C	LD L,H
6D	LD L,L
6E	LD L,(HL)
6F	LD L,A
7Ø	LD (HL),B
71	LD (HL),C
72	LD (HL),D
73	LD (HL),E
74	LD (HL),H
75	LD (HL),L
76	HALT
77	LD (HL),A
78	LD A,B
79	LD A,C
7A	LD A,D
7B	LD A,E
7C	LD A,H
7D	LD A,L

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
7E	LD A,(HL)
7F	LD A,A
8Ø	ADD A,B
81	ADD A,C
82	ADD A,D
83	ADD A,E
84	ADD A,H
85	ADD A,L
86	ADD A,(HL)
87	ADD A,A
88	ADC A,B
89	ADC A,C
8A	ADC A,D
8B	ADC A,E
8C	ADC A,H
8D	ADC A,L
8E	ADC A,(HL)
8F	ADC A,A
9Ø	SUB B
91	SUB C
92	SUB D
93	SUB E
94	SUB H
95	SUB L
96	SUB (HL)
97	SUB A
98	SBC A,B
99	SBC A,C
9A	SBC A,D
9B	SBC A,E
9C	SBC A,H
9D	SBC A,L
9E	SBC A,(HL)
9F	SBC A,A
AØ	AND B
A1	AND C
A2	AND D
A3	AND E
A4	AND H
A5	AND L
A6	AND (HL)
A7	AND A
A8	XOR B
A9	XOR C
AA	XOR D
AB	XOR E

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
AC	XOR H
AD	XOR L
AE	XOR (HL)
AF	XOR A
BØ	OR B
B1	OR C
B2	OR D
B3	OR E
B4	OR H
B5	OR L
B6	OR (HL)
B7	OR A
B8	CP B
B9	CP C
BA	CP D
BB	CP E
BC	CP H
BD	CP L
BE	CP (HL)
BF	CP A
CØ	RET NZ
C1	POP BC
C2	JP NZ,NN
C3	JP NN
C4	CALL NZ,NN
C5	PUSH BC
C6	ADD A,N
C7	RST Ø
C8	RET Z
C9	RET
CA	JP Z,NN
CBØØ	RLC B
CBØ1	RLC C
CBØ2	RLC D
CBØ3	RLC E
CBØ4	RLC H
CBØ5	RLC L
CBØ6	RLC (HL)
CBØ7	RLC A
CBØ8	RRC B
CBØ9	RRC C
CBØA	RRC D
CBØB	RRC E
CBØC	RRC H
CBØD	RRC L
CBØE	RRC (HL)

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
CBØF	RRC A
CB1Ø	RL B
CB11	RL C
CB12	RL D
CB13	RL E
CB14	RL H
CB15	RL L
CB16	RL (HL)
CB17	RL A
CB18	RR B
CB19	RR C
CB1A	RR D
CB1B	RR E
CB1C	RR H
CB1D	RR L
CB1E	RR (HL)
CB1F	RR A
CB2Ø	SLA B
CB21	SLA C
CB22	SLA D
CB23	SLA E
CB24	SLA H
CB25	SLA L
CB26	SLA (HL)
CB27	SLA A
CB28	SRA B
CB29	SRA C
CB2A	SRA D
CB2B	SRA E
CB2C	SRA H
CB2D	SRA L
CB2E	SRA (HL)
CB2F	SRA A
CB38	SRL B
CB39	SRL C
CB3A	SRL D
CB3B	SRL E
CB3C	SRL H
CB3D	SRL L
CB3E	SRL (HL)
CB3F	SRL A
CB4Ø	BIT Ø,B
CB41	BIT Ø,C
CB42	BIT Ø,D
CB43	BIT Ø,E
CB44	BIT Ø,H

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
CB45	BIT Ø,L
CB46	BIT Ø,(HL)
CB47	BIT Ø,A
CB48	BIT 1,B
CB49	BIT 1,C
CB4A	BIT 1,D
CB4B	BIT 1,E
CB4C	BIT 1,H
CB4D	BIT 1,L
CB4E	BIT 1,(HL)
CB4F	BIT 1,A
CB5Ø	BIT 2,B
CB51	BIT 2,C
CB52	BIT 2,D
CB53	BIT 2,E
CB54	BIT 2,H
CB55	BIT 2,L
CB56	BIT 2,(HL)
CB57	BIT 2,A
CB58	BIT 3,B
CB59	BIT 3,C
CB5A	BIT 3,D
CB5B	BIT 3,E
CB5C	BIT 3,H
CB5D	BIT 3,L
CB5E	BIT 3,(HL)
CB5F	BIT 3,A
CB6Ø	BIT 4,B
CB61	BIT 4,C
CB62	BIT 4,D
CB63	BIT 4,E
CB64	BIT 4,H
CB65	BIT 4,L
CB66	BIT 4,(HL)
CB67	BIT 4,A
CB68	BIT 5,B
CB69	BIT 5,C
CB6A	BIT 5,D
CB6B	BIT 5,E
CB6C	BIT 5,H
CB6D	BIT 5,L
CB6E	BIT 5,(HL)
CB6F	BIT 5,A
CB7Ø	BIT 6,B
CB71	BIT 6,C
CB72	BIT 6,D
CB73	BIT 6,E
CB74	BIT 6,H
CB75	BIT 6,L
CB76	BIT 6,(HL)
CB77	BIT 6,A
CB78	BIT 7,B
CB79	BIT 7,C
CB7A	BIT 7,D
CB7B	BIT 7,E
CB7C	BIT 7,H
CB7D	BIT 7,L
CB7E	BIT 7,(HL)
CB7F	BIT 7,A
CB8Ø	RES Ø,B
CB81	RES Ø,C
CB82	RES Ø,D
CB83	RES Ø,E
CB84	RES Ø,H
CB85	RES Ø,L
CB86	RES Ø,(HL)
CB87	RES Ø,A
CB88	RES 1,B
CB89	RES 1,C
CB8A	RES 1,D
CB8B	RES 1,E
CB8C	RES 1,H
CB8D	RES 1,L
CB8E	RES 1,(HL)
CB8F	RES 1,A
CB9Ø	RES 2,B
CB91	RES 2,C
CB92	RES 2,D
CB93	RES 2,E
CB94	RES 2,H
CB95	RES 2,L
CB96	RES 2,(HL)
CB97	RES 2,A
CB98	RES 3,B
CB99	RES 3,C
CB9A	RES 3,D
CB9B	RES 3,E
CB9C	RES 3,H
CB9D	RES 3,L
CB9E	RES 3,(HL)
CB9F	RES 3,A
CBAØ	RES 4,B

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
CBA1	RES 4,C
CBA2	RES 4,D
CBA3	RES 4,E
CBA4	RES 4,H
CBA5	RES 4,L
CBA6	RES 4,(HL)
CBA7	RES 4,A
CBA8	RES 5,B
CBA9	RES 5,C
CBAA	RES 5,D
CBAB	RES 5,E
CBAC	RES 5,H
CBAD	RES 5,L
CBAE	RES 5,(HL)
CBAF	RES 5,A
CBBØ	RES 6,B
CBB1	RES 6,C
CBB2	RES 6,D
CBB3	RES 6,E
CBB4	RES 6,H
CBB5	RES 6,L
CBB6	RES 6,(HL)
CBB7	RES 6,A
CBB8	RES 7,B
CBB9	RES 7,C
CBBA	RES 7,D
CBBB	RES 7,E
CBBC	RES 7,H
CBBD	RES 7,L
CBBE	RES 7,(HL)
CBBF	RES 7,A
CBCØ	SET Ø,B
CBC1	SET Ø,C
CBC2	SET Ø,D
CBC3	SET Ø,E
CBC4	SET Ø,H
CBC5	SET Ø,L
CBC6	SET Ø,(HL)
CBC7	SET Ø,A
CBC8	SET 1,B
CBC9	SET 1,C
CBCA	SET 1,D
CBCB	SET 1,E
CBCC	SET 1,H
CBCD	SET 1,L
CBCE	SET 1,(HL)

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
CBCF	SET 1,A
CBDØ	SET 2,B
CBD1	SET 2,C
CBD2	SET 2,D
CBD3	SET 2,E
CBD4	SET 2,H
CBD5	SET 2,L
CBD6	SET 2,(HL)
CBD7	SET 2,A
CBD8	SET 3,B
CBD9	SET 3,C
CBDA	SET 3,D
CBDB	SET 3,E
CBDC	SET 3,H
CBDD	SET 3,L
CBDE	SET 3,(HL)
CBDF	SET 3,A
CBEØ	SET 4,B
CBE1	SET 4,C
CBE2	SET 4,D
CBE3	SET 4,E
CBE4	SET 4,H
CBE5	SET 4,L
CBE6	SET 4,(HL)
CBE7	SET 4,A
CBE8	SET 5,B
CBE9	SET 5,C
CBEA	SET 5,D
CBEB	SET 5,E
CBEC	SET 5,H
CBED	SET 5,L
CBEE	SET 5,(HL)
CBEF	SET 5,A
CBFØ	SET 6,B
CBF1	SET 6,C
CBF2	SET 6,D
CBF3	SET 6,E
CBF4	SET 6,H
CBF5	SET 6,L
CBF6	SET 6,(HL)
CBF7	SET 6,A
CBF8	SET 7,B
CBF9	SET 7,C
CBFA	SET 7,D
CBFB	SET 7,E
CBFC	SET 7,H

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
CBFD	SET 7,L
CBFE	SET 7,(HL)
CBFF	SET 7,A
CC	CALL Z,NN
CD	CALL NN
CE	ADC A,N
CF	RST 8
DØ	RET NC
D1	POP DE
D2	JP NC,NN
D3	OUT N,A
D4	CALL NC,NN
D5	PUSH DE
D6	SUB N
D7	RST 1Øh
D8	RET C
D9	EXX
DA	JP C,NN
DB	IN A,(N)
DC	CALL C,NN
DDØ9	ADD IX,BC
DD19	ADD IX,DE
DD21	LD IX,NN
DD22	LD (NN),IX
DD23	INC IX
DD29	ADD IX,IX
DD2A	LD IX,(NN)
DD2B	DEC IX
DD34	INC (IX+IND)
DD35	DEC (IX+IND)
DD36	LD (IX+IND),N
DD39	ADD IX,SP
DD46	LD B,(IX+IND)
DD4E	LD C,(IX+IND)
DD56	LD D,(IX+IND)
DD5E	LD E,(IX+IND)
DD66	LD H,(IX+IND)
DD6E	LD L,(IX+IND)
DD7Ø	LD (IX+IND),B
DD71	LD (IX+IND),C
DD72	LD (IX+IND),D
DD73	LD (IX+IND),E
DD74	LD (IX+IND),H
DD75	LD (IX+IND),L
DD77	LD (IX+IND),A
DD7E	LD A,(IX+IND)

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
DD86	ADD A,(IX+IND)
DD8E	ADC A,(IX+IND)
DD96	SUB (IX+IND)
DD9E	SBC A,(IX+IND)
DDA6	AND (IX+IND)
DDAE	XOR (IX+IND)
DDB6	OR (IX+IND)
DDBE	CP (IX+IND)
DDCB..Ø6	RLC (IX+IND)
DDCB..ØE	RRC (IX+IND)
DDCB..16	RL (IX+IND)
DDCB..1E	RR (IX+IND)
DDCB..26	SLA (IX+IND)
DDCB..2E	SRA (IX+IND)
DDCB..3E	SRL (IX+IND)
DDCB..46	BIT Ø,(IX+IND)
DDCB..4E	BIT 1,(IX+IND)
DDCB..56	BIT 2,(IX+IND)
DDCB..5E	BIT 3,(IX+IND)
DDCB..66	BIT 4,(IX+IND)
DDCB..6E	BIT 5,(IX+IND)
DDCB..76	BIT 6,(IX+IND)
DDCB..7E	BIT 7,(IX+IND)
DDCB..86	RES Ø,(IX+IND)
DDCB..8E	RES 1,(IX+IND)
DDCB..96	RES 2,(IX+IND)
DDCB..9F	RES 3,(IX+IND)
DDCB..A6	RES 4,(IX+IND)
DDCB..AE	RES 5,(IX+IND)
DDCB..B6	RES 6,(IX+IND)
DDCB..BE	RES 7,(IX+IND)
DDCB..C6	SET Ø,(IX+IND)
DDCB..CE	SET 1,(IX+IND)
DDCB..D6	SET 2,(IX+IND)
DDCB..DE	SET 3,(IX+IND)
DDCB..E6	SET 4,(IX+IND)
DDCB..EE	SET 5,(IX+IND)
DDCB..F6	SET 6,(IX+IND)
DDCB..FE	SET 7,(IX+IND)
DDE1	POP IX
DDE3	EX (SP),IX
DDE5	PUSH IX
DDE9	JP (IX)
DDEB	EX DE,IX
DDF9	LD SP,IX
DE	SBC A,N

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
DF	RST 18h
EØ	RET PO
E1	POP HL
E2	JP PO,NN
E3	EX (SP),HL
E4	CALL PO,NN
E5	PUSH HL
E6	AND N
E7	RST 2Øh
E8	RET PE
E9	JP (HL)
EA	JP PE,NN
EB	EX DE,HL
EC	CALL PE,NN
ED4Ø	IN B,(C)
ED41	OUT (C),B
ED42	SBC HL,BC
ED43	LD (NN),BC
ED44	NEG
ED45	RETN
ED46	IM Ø
ED47	LD I,A
ED48	IN C,(C)
ED49	OUT (C),C
ED4A	ADC HL,BC
ED4B	LD BC,(NN)
ED4D	RETI
ED4F	LD R,A
ED5Ø	IN D,(C)
ED51	OUT (C),D
ED52	SBC HL,DE
ED53	LD (NN),DE
ED56	IM 1
ED57	LD A,I
ED58	IN E,(C)
ED59	OUT (C),E
ED5A	ADC HL,DE
ED5B	LD DE,(NN)
ED5E	IM 2
ED5F	LD A,R
ED6Ø	IN H,(C)
ED61	OUT (C),H
ED62	SBC HL,HL
ED63	LD (NN),HL
ED67	RRD
ED68	IN L,(C)

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
ED69	OUT (C),L
ED6A	ADC HL,HL
ED6B	LD HL,(NN)
ED6F	RLD
ED72	SBC HL,SP
ED73	LD (NN),SP
ED78	IN A,(C)
ED79	OUT (C),A
ED7A	ADC HL,SP
ED7B	LD SP,(NN)
EDAØ	LDI
EDA1	CPI
EDA2	INI
EDA3	OUTI
EDA8	LDD
EDA9	CPD
EDAA	IND
EDAB	OUTD
EDBØ	LDIR
EDB1	CPIR
EDB2	INIR
EDB3	OTIR
EDB8	LDDR
EDB9	CPDR
EDBA	INDR
EDBB	OTDR
EE	XOR N
EF	RST 28h
FØ	RET P
F1	POP AF
F2	JP P,NN
F3	DI
F4	CALL P,NN
F5	PUSH AF
F6	OR N
F7	RST 3Øh
F8	RET M
F9	LD SP,HL
FA	JP M,NN
FB	EI
FC	CALL M,NN
FDØ9	ADD IY,BC
FD19	ADD IY,DE
FD21	LD IY,NN
FD22	LD (NN),IY
FD23	INC IY

CÓDIGO DE MÁQUINA	COMANDO
FD29	ADD IY,IY
FD2A	LD IY,(NN)
FD2B	DEC IY
FD34	INC (IY+IND)
FD35	DEC (IY+IND)
FD36	LD (IY+IND),N
FD39	ADD IY,SP
FD46	LD B,(IY+IND)
FD4E	LD C,(IY+IND)
FD56	LD D,(IY+IND)
FD5E	LD E,(IY+IND)
FD66	LD H,(IY+IND)
FD6E	LD L,(IY+IND)
FD70	LD (IY+IND),B
FD71	LD (IY+IND),C
FD72	LD (IY+IND),D
FD73	LD (IY+IND),E
FD74	LD (IY+IND),H
FD75	LD (IY+IND),L
FD77	LD (IY+IND),A
FD7E	LD A,(IY+IND)
FD86	ADD A,(IY+IND)
FD8E	ADC A,(IY+IND)
FD96	SUB (IY+IND)
FD9E	SBC A,(IY+IND)
FDA6	AND (IY+IND)
FDAE	XOR (IY+IND)
FDB6	OR (IY+IND)
FDBE	CP (IY+IND)
FDCB..06	RLC (IY+IND)
FDCB..0E	RRC (IY+IND)
FDCB..16	RL (IY+IND)
FDCB..1E	RR (IY+IND)
FDCB..26	SLA (IY+IND)
FDCB..2E	SRA (IY+IND)
FDCB..3E	SRL (IY+IND)
FDCB..46	BIT 0,(IY+IND)
FDCB..4E	BIT 1,(IY+IND)
FDCB..56	BIT 2,(IY+IND)
FDCB..5E	BIT 3,(IY+IND)
FDCB..66	BIT 4,(IY+IND)
FDCB..6E	BIT 5,(IY+IND)
FDCB..76	BIT 6,(IY+IND)
FDCB..7E	BIT 7,(IY+IND)
FDCB..86	RES 0,(IY+IND)
FDCB..8E	RES 1,(IY+IND)
FDCB..96	RES 2,(IY+IND)
FDCB..9E	RES 3,(IY+IND)
FDCB..A6	RES 4,(IY+IND)
FDCB..AE	RES 5,(IY+IND)
FDCB..B6	RES 6,(IY+IND)
FDCB..BE	RES 7,(IY+IND)
FDCB..C6	SET 0,(IY+IND)
FDCB..CE	SET 1,(IY+IND)
FDCB..D6	SET 2,(IY+IND)
FDCB..DE	SET 3,(IY+IND)
FDCB..E6	SET 4,(IY+IND)
FDCB..EE	SET 5,(IY+IND)
FDCB..F6	SET 6,(IY+IND)
FDCB..FE	SET 7,(IY+IND)
FDE1	POP IY
FDE3	EX (SP),IY
FDE5	PUSH IY
FDE9	JP (IY)
FDEB	EX DE,IY
FDF9	LD SP,IY
FE	CP N
FF	RST 38h

COMANDO	CÓDIGO
ADC A,(HL)	8E
ADC A,(IX+IND)	DD8E
ADC A,(IY+IND)	FD8E
ADC A,A	8F
ADC A,B	88
ADC A,C	89
ADC A,D	8A
ADC A,E	8B
ADC A,H	8C
ADC A,L	8D
ADC A,N	CE
ADC HL,BC	ED4A
ADC HL,DE	ED5A
ADC HL,HL	ED6A
ADC HL,SP	ED7A
ADD A,(HL)	86
ADD A,(IX+IND)	DD86
ADD A,(IY+IND)	FD86
ADD A,A	87
ADD A,B	80
ADD A,C	81
ADD A,D	82
ADD A,E	83
ADD A,H	84
ADD A,L	85
ADD A,N	C6
ADD HL,BC	09
ADD HL,DE	19
ADD HL,HL	29
ADD HL,SP	39
ADD IX,BC	DD09
ADD IX,DE	DD19
ADD IX,IX	DD29
ADD IX,SP	DD39
ADD IY,BC	FD09
ADD IY,DE	FD19
ADD IY,IY	FD29
ADD IY,SP	FD39
AND (HL)	A6
AND (IX+IND)	DDA6
AND (IY+IND)	FDA6

COMANDO	CÓDIGO
AND A	A7
AND B	A0
AND C	A1
AND D	A2
AND E	A3
AND H	A4
AND L	A5
AND N	E6
BIT 0,(HL)	CB46
BIT 0,(IX+IND)	DDCB..46
BIT 0,(IY+IND)	FDCB..46
BIT 0,A	CB47
BIT 0,B	CB40
BIT 0,C	CB41
BIT 0,D	CB42
BIT 0,E	CB43
BIT 0,H	CB44
BIT 0,L	CB45
BIT 1,(HL)	CB4E
BIT 1,(IX+IND)	DDCB..4E
BIT 1,(IY+IND)	FDCB..4E
BIT 1,A	CB4F
BIT 1,B	CB48
BIT 1,C	CB49
BIT 1,D	CB4A
BIT 1,E	CB4B
BIT 1,H	CB4C
BIT 1,L	CB4D
BIT 2,(HL)	CB56
BIT 2,(IX+IND)	DDCB..56
BIT 2,(IY+IND)	FDCB..56
BIT 2,A	CB57
BIT 2,B	CB50
BIT 2,C	CB51
BIT 2,D	CB52
BIT 2,E	CB53
BIT 2,H	CB54
BIT 2,L	CB55
BIT 3,(HL)	CB5E
BIT 3,(IX+IND)	DDCB..5E
BIT 3,(IY+IND)	FDCB..5E

COMANDO	CÓDIGO
BIT 3,A	CB5F
BIT 3,B	CB58
BIT 3,C	CB59
BIT 3,D	CB5A
BIT 3,E	CB5B
BIT 3,H	CB5C
BIT 3,L	CB5D
BIT 4,(HL)	CB66
BIT 4,(IX+IND)	DDCB..66
BIT 4,(IY+IND)	FDCB..66
BIT 4,A	CB67
BIT 4,B	CB6Ø
BIT 4,C	CB61
BIT 4,D	CB62
BIT 4,E	CB63
BIT 4,H	CB64
BIT 4,L	CB65
BIT 5,(HL)	CB6E
BIT 5,(IX+IND)	DDCB..6E
BIT 5,(IY+IND)	FDCB..6E
BIT 5,A	CB6F
BIT 5,B	CB68
BIT 5,C	CB69
BIT 5,D	CB6A
BIT 5,E	CB6B
BIT 5,H	CB6C
BIT 5,L	CB6D
BIT 6,(HL)	CB76
BIT 6,(IX+IND)	DDCB..76
BIT 6,(IY+IND)	FDCB..76
BIT 6,A	CB77
BIT 6,B	CB7Ø
BIT 6,C	CB71
BIT 6,D	CB72
BIT 6,E	CB73
BIT 6,H	CB74
BIT 6,L	CB75
BIT 7,(HL)	CB7E
BIT 7,(IX+IND)	DDCB..7E
BIT 7,(IY+IND)	FDCB..7E
BIT 7,A	CB7F
BIT 7,B	CB78
BIT 7,C	CB79
BIT 7,D	CB7A
BIT 7,E	CB7B
BIT 7,H	CB7C

COMANDO	CÓDIGO
BIT 7,L	CB7D
CALL C,NN	DC
CALL M,NN	FC
CALL NC,NN	D4
CALL NN	CD
CALL NZ,NN	C4
CALL P,NN	F4
CALL PE,NN	EC
CALL PO,NN	E4
CALL Z,NN	CC
CCF	3F
CP (HL)	BE
CP (IX+IND)	DDBE
CP (IY+IND)	FDBE
CP A	BF
CP B	B8
CP C	B9
CP D	BA
CP E	BB
CP H	BC
CP L	BD
CP N	FE
CPD	EDA9
CPDR	EDB9
CPI	EDA1
CPIR	EDB1
CPL	2F
DAA	27
DEC (HL)	35
DEC (IX+IND)	DD35
DEC (IY+IND)	FD35
DEC A	3D
DEC B	Ø5
DEC BC	ØB
DEC C	ØD
DEC D	15
DEC DE	1B
DEC E	1D
DEC H	25
DEC HL	2B
DEC IX	DD2B
DEC IY	FD2B
DEC L	2D
DEC SP	3B
DI	F3
DJNZ DIS	1Ø

COMANDO	CÓDIGO
EI	FB
EX (SP),HL	E3
EX (SP),IX	DDE3
EX (SP),IY	FDE3
EX AF,AF'	Ø8
EX DE,HL	EB
EXX	D9
HALT	76
IM Ø	ED46
IM 1	ED56
IM 2	ED5E
IN A,(C)	ED78
IN A,N	DB
IN B,(C)	ED4Ø
IN C,(C)	ED48
IN D,(C)	ED5Ø
IN E,(C)	ED58
IN H,(C)	ED6Ø
IN L,(C)	ED68
INC (HL)	34
INC (IX+IND)	DD34
INC (IY+IND)	FD34
INC A	3C
INC B	Ø4
INC BC	Ø3
INC C	ØC
INC D	14
INC DE	13
INC E	1C
INC H	24
INC HL	23
INC IX	DD23
INC IY	FD23
INC L	2C
INC SP	33
IND	EDAA
INDR	EDBA
INI	EDA2
INIR	EDB2
JP (HL)	E9
JP (IX)	DDE9
JP (IY)	FDE9
JP C,NN	DA
JP M,NN	FA
JP NC,NN	D2
JP NN	C3

COMANDO	CÓDIGO
JP NZ,NN	C2
JP P,NN	F2
JP PE,NN	EA
JP PO,NN	E2
JP Z,NN	CA
JR C,DIS	38
JR DIS	18
JR NC,DIS	3Ø
JR NZ,DIS	2Ø
JR Z,DIS	28
LD (BC),A	Ø2
LD (DE),A	12
LD (HL),A	77
LD (HL),B	7Ø
LD (HL),C	71
LD (HL),D	72
LD (HL),E	73
LD (HL),H	74
LD (HL),L	75
LD (HL),N	36
LD (IX+IND),A	DD77
LD (IX+IND),B	DD7Ø
LD (IX+IND),C	DD71
LD (IX+IND),D	DD72
LD (IX+IND),E	DD73
LD (IX+IND),H	DD74
LD (IX+IND),L	DD75
LD (IX+IND),N	DD36
LD (IY+IND),A	FD77
LD (IY+IND),B	FD7Ø
LD (IY+IND),C	FD71
LD (IY+IND),D	FD72
LD (IY+IND),E	FD73
LD (IY+IND),H	FD74
LD (IY+IND),L	FD75
LD (IY+IND),N	FD36
LD (NN),A	32
LD (NN),BC	ED43
LD (NN),DE	ED53
LD (NN),HL	22 ou ED63
LD (NN),IX	DD22
LD (NN),IY	FD22
LD (NN),SP	ED73
LD A,(BC)	ØA
LD A,(DE)	1A
LD A,(HL)	7E

COMANDO	CÓDIGO
LD A,(IX+IND)	DD7E
LD A,(IY+IND)	FD7E
LD A,(NN)	3A
LD A,A	7F
LD A,B	78
LD A,C	79
LD A,D	7A
LD A,E	7B
LD A,H	7C
LD A,I	ED57
LD A,L	7D
LD A,N	3E
LD A,R	ED5F
LD B,(HL)	46
LD B,(IX+IND)	DD46
LD B,(IY+IND)	FD46
LD B,A	47
LD B,B	40
LD B,C	41
LD B,D	42
LD B,E	43
LD B,H	44
LD B,L	45
LD B,N	06
LD BC,(NN)	ED4B
LD BC,NN	01
LD C,(HL)	4E
LD C,(IX+IND)	DD4E
LD C,(IY+IND)	FD4E
LD C,A	4F
LD C,B	48
LD C,C	49
LD C,D	4A
LD C,E	4B
LD C,H	4C
LD C,L	4D
LD C,N	0E
LD D,(HL)	56
LD D,(IX+IND)	DD56
LD D,(IY+IND)	FD56
LD D,A	57
LD D,B	50
LD D,C	51
LD D,D	52
LD D,E	53
LD D,H	54

COMANDO	CÓDIGO
LD D,L	55
LD D,N	16
LD DE,(NN)	ED5B
LD DE,NN	11
LD E,(HL)	5E
LD E,(IX+IND)	DD5E
LD E,(IY+IND)	FD5E
LD E,A	5F
LD E,B	58
LD E,C	59
LD E,D	5A
LD E,E	5B
LD E,H	5C
LD E,L	5D
LD E,N	1E
LD H,(HL)	66
LD H,(IX+IND)	DD66
LD H,(IY+IND)	FD66
LD H,A	67
LD H,B	60
LD H,C	61
LD H,D	62
LD H,E	63
LD H,H	64
LD H,L	65
LD H,N	26
LD HL,(NN)	2A ou ED6B
LD HL,NN	21
LD I,A	ED47
LD IX,(NN)	DD2A
LD IX,NN	DD21
LD IY,(NN)	FD2A
LD IY,NN	FD21
LD L,(HL)	6E
LD L,(IX+IND)	DD6E
LD L,(IY+IND)	FD6E
LD L,A	6F
LD L,B	68
LD L,C	69
LD L,D	6A
LD L,E	6B
LD L,H	6C
LD L,L	6D
LD L,N	2E
LD R,A	ED4F
LD SP,(NN)	ED7B

COMANDO	CÓDIGO
LD SP,HL	F9
LD SP,IX	DDF9
LD SP,IY	FDF9
LD SP,NN	31
LDD	EDA8
LDDR	EDB8
LDI	EDAØ
LDIR	EDBØ
NEG	ED44
NOP	ØØ
OR (HL)	B6
OR (IX+IND)	DDB6
OR (IY+IND)	FDB6
OR A	B7
OR B	BØ
OR C	B1
OR D	B2
OR E	B3
OR H	B4
OR L	B5
OR N	F6
OTDR	EDBB
OTIR	EDB3
OUT (C),A	ED79
OUT (C),B	ED41
OUT (C),C	ED49
OUT (C),D	ED51
OUT (C),E	ED59
OUT (C),H	ED61
OUT (C),L	ED69
OUT N,A	D3
OUTD	EDA8
OUTI	EDA3
POP AF	F1
POP BC	C1
POP DE	D1
POP HL	E1
POP IX	DDE1
POP IY	FDE1
PUSH AF	F5
PUSH BC	C5
PUSH DE	D5
PUSH HL	E5
PUSH IX	DDE5
PUSH IY	FDE5
RES Ø,(HL)	CB86
RES Ø,(IX+IND)	DDCB..86
RES Ø,(IY+IND)	FDCB..86
RES Ø,A	CB87
RES Ø,B	CB8Ø
RES Ø,C	CB81
RES Ø,D	CB82
RES Ø,E	CB83
RES Ø,H	CB84
RES Ø,L	CB85
RES 1,(HL)	CB8E
RES 1,(IX+IND)	DDCB..8E
RES 1,(IY+IND)	FDCB..8E
RES 1,A	CB8F
RES 1,B	CB88
RES 1,C	CB89
RES 1,D	CB8A
RES 1,E	CB8B
RES 1,H	CB8C
RES 1,L	CB8D
RES 2,(HL)	CB96
RES 2,(IX+IND)	DDCB..96
RES 2,(IY+IND)	FDCB..96
RES 2,A	CB97
RES 2,B	CB9Ø
RES 2,C	CB91
RES 2,D	CB92
RES 2,E	CB93
RES 2,H	CB94
RES 2,L	CB95
RES 3,(HL)	CB9E
RES 3,(IX+IND)	DDCB..9E
RES 3,(IY+IND)	FDCB..9E
RES 3,A	CB9F
RES 3,B	CB98
RES 3,C	CB99
RES 3,D	CB9A
RES 3,E	CB9B
RES 3,H	CB9C
RES 3,L	CB9D
RES 4,(HL)	CBA6
RES 4,(IX+IND)	DDCB..A6
RES 4,(IY+IND)	FDCB..A6
RES 4,A	CBA7
RES 4,B	CBAØ
RES 4,C	CBA1
RES 4,D	CBA2

COMANDO	CÓDIGO
RES 4,E	CBA3
RES 4,H	CBA4
RES 4,L	CBA5
RES 5,(HL)	CBAE
RES 5,(IX+IND)	DDCB..AE
RES 5,(IY+IND)	FDCB..AE
RES 5,A	CBAF
RES 5,B	CBA8
RES 5,C	CBA9
RES 5,D	CBAA
RES 5,E	CBAB
RES 5,H	CBAC
RES 5,L	CBAD
RES 6,(HL)	CBB6
RES 6,(IX+IND)	DDCB..B6
RES 6,(IY+IND)	FDCB..B6
RES 6,A	CB87
RES 6,B	CBBØ
RES 6,C	CBB1
RES 6,D	CBB2
RES 6,E	CBB3
RES 6,H	CBB4
RES 6,L	CBB5
RES 7,(HL)	CBBE
RES 7,(IX+IND)	DDCB..BE
RES 7,(IY+IND)	FDCB..BE
RES 7,A	CBBF
RES 7,B	CBB8
RES 7,C	CBB9
RES 7,D	CBBA
RES 7,E	CBBB
RES 7,H	CBBC
RES 7,L	CBBD
RET	C9
RET C	D8
RET M	F8
RET NC	DØ
RET NZ	CØ
RET P	FØ
RET PE	E8
RET PO	EØ
RET Z	C8
RETI	ED4D
RETN	ED45
RL (HL)	CB16
RL (IX+IND)	DDCB..16

COMANDO	CÓDIGO
RL (IY+IND)	FDCB..16
RL A	CB17
RL B	CB1Ø
RL C	CB11
RL D	CB12
RL E	CB13
RL H	CB14
RL L	CB15
RLA	17
RLC (HL)	CBØ6
RLC (IX+IND)	DDCB..Ø6
RLC (IY+IND)	FDCB..Ø6
RLC A	CBØ7
RLC B	CBØØ
RLC C	CBØ1
RLC D	CBØ2
RLC E	CBØ3
RLC H	CBØ4
RLC L	CBØ5
RLCA	Ø7
RLD	ED6F
RR (HL)	CB1E
RR (IX+IND)	DDCB..1E
RR (IY+IND)	FDCB..1E
RR A	CB1F
RR B	CB18
RR C	CB19
RR D	CB1A
RR E	CB1B
RR H	CB1C
RR L	CB1D
RRA	1F
RRC (HL)	CBØE
RRC (IX+IND)	DDCB..ØE
RRC (IY+IND)	FDCB..ØE
RRC A	CBØF
RRC B	CBØ8
RRC C	CBØ9
RRC D	CBØA
RRC E	CBØB
RRC H	CBØC
RRC L	CBØD
RRCA	ØF
RRD	ED67
RST Ø	C7
RST 8	CF

COMANDO	CÓDIGO
RST 10h	D7
RST 18h	DF
RST 20h	E7
RST 28h	EF
RST 30h	F7
RST 38h	FF
SBC A,(HL)	9E
SBC A,(IX+IND)	DD9E
SBC A,(IY+IND)	FD9E
SBC A,A	9F
SBC A,B	98
SBC A,C	99
SBC A,D	9A
SBC A,E	9B
SBC A,H	9C
SBC A,L	9D
SBC A,N	DE
SBC HL,BC	ED42
SBC HL,DE	ED52
SBC HL,HL	ED62
SBC HL,SP	ED72
SCF	37
SET 0,(HL)	CBC6
SET 0,(IX+IND)	DDCB..C6
SET 0,(IY+IND)	FDCB..C6
SET 0,A	CBC7
SET 0,B	CBC0
SET 0,C	CBC1
SET 0,D	CBC2
SET 0,E	CBC3
SET 0,H	CBC4
SET 0,L	CBC5
SET 1,(HL)	CBCE
SET 1,(IX+IND)	DDCB..CE
SET 1,(IY+IND)	FDCB..CE
SET 1,A	CBCF
SET 1,B	CBC8
SET 1,C	CBC9
SET 1,D	CBCA
SET 1,E	CBCB
SET 1,H	CBCC
SET 1,L	CBCD
SET 2,(HL)	CBD6
SET 2,(IX+IND)	DDCB..D6
SET 2,(IY+IND)	FDCB..D6
SET 2,A	CBD7

COMANDO	CÓDIGO
SET 2,B	CBD0
SET 2,C	CBD1
SET 2,D	CBD2
SET 2,E	CBD3
SET 2,H	CBD4
SET 2,L	CBD5
SET 3,(HL)	CBDE
SET 3,(IX+IND)	DDCB..DE
SET 3,(IY+IND)	FDCB..DE
SET 3,A	CBDF
SET 3,B	CBD8
SET 3,C	CBD9
SET 3,D	CBDA
SET 3,E	CBDB
SET 3,H	CBDC
SET 3,L	CBDD
SET 4,(HL)	CBE6
SET 4,(IX+IND)	DDCB..E6
SET 4,(IY+IND)	FDCB..E6
SET 4,A	CBE7
SET 4,B	CBE0
SET 4,C	CBE1
SET 4,D	CBE2
SET 4,E	CBE3
SET 4,H	CBE4
SET 4,L	CBE5
SET 5,(HL)	CBEE
SET 5,(IX+IND)	DDCB..EE
SET 5,(IY+IND)	FDCB..EE
SET 5,A	CBEF
SET 5,B	CBE8
SET 5,C	CBE9
SET 5,D	CBEA
SET 5,E	CBEB
SET 5,H	CBEC
SET 5,L	CBED
SET 6,(HL)	CBF6
SET 6,(IX+IND)	DDCB..F6
SET 6,(IY+IND)	FDCB..F6
SET 6,A	CBF7
SET 6,B	CBF0
SET 6,C	CBF1
SET 6,D	CBF2
SET 6,E	CBF3
SET 6,H	CBF4
SET 6,L	CBF5

COMANDO	CÓDIGO
SET 7,(HL)	CBFE
SET 7,(IX+IND)	DDCB..FE
SET 7,(IY+IND)	FDCB..FE
SET 7,A	CBFF
SET 7,B	CBF8
SET 7,C	CBF9
SET 7,D	CBFA
SET 7,E	CBFB
SET 7,H	CBFC
SET 7,L	CBFD
SLA (HL)	CB26
SLA (IX+IND)	DDCB..26
SLA (IY+IND)	FDCB..26
SLA A	CB27
SLA B	CB2Ø
SLA C	CB21
SLA D	CB22
SLA E	CB23
SLA H	CB24
SLA L	CB25
SRA (HL)	CB2E
SRA (IX+IND)	DDCB..2E
SRA (IY+IND)	FDCB..2E
SRA A	CB2F
SRA B	CB28
SRA C	CB29
SRA D	CB2A
SRA E	CB2B
SRA H	CB2C
SRA L	CB2D
SRL (HL)	CB3E

COMANDO	CÓDIGO
SRL (IX+IND)	DDCB..3E
SRL (IY+IND)	FDCB..3E
SRL A	CB3F
SRL B	CB38
SRL C	CB39
SRL D	CB3A
SRL E	CB3B
SRL H	CB3C
SRL L	CB3D
SUB (HL)	96
SUB (IX+IND)	DD96
SUB (IY+IND)	FD96
SUB A	97
SUB B	9Ø
SUB C	91
SUB D	92
SUB E	93
SUB H	94
SUB L	95
SUB N	D6
XOR (HL)	AE
XOR (IX+IND)	DDAE
XOR (IY+IND)	FDAE
XOR A	AF
XOR B	A8
XOR C	A9
XOR D	AA
XOR E	AB
XOR H	AC
XOR L	AD
XOR N	EE

Só estão listadas as instruções que afetam alguma flag. Usamos os seguintes códigos:

- `*` flag afetada, resultado depende da operação
- `?` flag afetada, resultado indefinido
- `Ø` flag afetada, resultado Ø
- `1` flag afetada, resultado 1
- `–` flag não afetada
- `X` ver observação
- `r` registrador simples
- `rr` par de registradores
- `n` número de 1 byte
- `nn` número de 2 bytes

INSTRUÇÃO	REGISTRADOR F								
	S	Z	Ø	H	Ø	P/V	N	C	
ADC A,r	*	*	–	*	–	*	Ø	*	
ADC HL,rr	*	*	–	*	–	*	Ø	*	
ADD A,r	*	*	–	*	–	*	Ø	*	
ADD HL,rr	–	–	–	*	–	–	Ø	*	
ADD IX,rr	–	–	–	*	–	–	Ø	*	
ADD IY,rr	–	–	–	*	–	–	Ø	*	
AND r	*	*	–	1	–	*	Ø	Ø	
BIT n,r	?	*	–	1	–	*	Ø	–	
CCF	–	–	–	X	–	–	Ø	*	A flag H assume o valor anterior da flag C.
CP r	*	*	–	*	–	*	1	*	
CPD	*	X	–	*	–	X	1	–	Se A = (HL) então Z = 1
CPDR	*	X	–	*	–	X	1	–	Se BC = Ø então P/V = Ø

INSTRUÇÃO	REGISTRADOR F								
	S	Z	Ø	H	Ø	P/V	N	C	
CPI	*	X	–	*	–	X	1	–	Se BC = Ø então P/V = Ø
CPIR	*	X	–	*	–	X	1	–	Se A = (HL) então Z = 1
CPL	–	–	–	1	–	–	1	–	
DAA	*	*	–	*	–	*	–	*	
DEC r	*	*	–	*	–	*	1	–	
IN r,(C)	*	*	–	*	–	*	Ø	–	
INC r	*	*	–	*	–	*	Ø	–	
IND	?	X	–	?	–	?	1	–	Se B = Ø então Z = 1
INDR	?	1	–	?	–	?	1	–	
INI	?	X	–	?	–	?	1	–	Se B = Ø então Z = 1
INIR	?	1	–	?	–	?	1	–	
LD A,I	*	*	–	Ø	–	X	Ø	–	O conteúdo da "flag" de interrupção é copiado na flag P/V
LD A,R	*	*	–	Ø	–	X	Ø	–	
LDD	–	–	–	Ø	–	X	Ø	–	Se BC = Ø então P/V = Ø
LDDR	–	–	–	Ø	–	Ø	Ø	–	
LDI	–	–	–	Ø	–	X	Ø	–	Se BC = Ø então P/V = Ø
LDIR	–	–	–	Ø	–	Ø	Ø	–	
NEG	*	*	–	*	–	*	1	*	
OR	*	*	–	Ø	–	*	Ø	Ø	
OTDR	?	1	–	?	–	?	1	–	
OTIR	?	1	–	?	–	?	1	–	
OUTD	?	X	–	?	–	?	1	–	Se B = Ø então Z = 1

INSTRUÇÃO	REGISTRADOR F								
	S	Z	Ø	H	Ø	P/V	N	C	
OUTI	?	X	–	?	–	?	1	1	Se B = Ø então Z = 1
POP AF	X	X	X	X	X	X	X	X	As flags são determinadas pelo byte no topo da pilha
RL r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
RLA	–	–	–	Ø	–	–	Ø	*	
RLC r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
RLCA	–	–	–	Ø	–	–	Ø	*	
RLD	*	*	–	Ø	–	*	Ø	–	
RR r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
RRA	–	–	–	Ø	–	–	Ø	*	
RRC r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
RRC A	–	–	–	Ø	–	–	Ø	*	
RRD	*	*	–	Ø	–	*	Ø	–	
SBC A,r	*	*	–	*	–	*	1	–	
SBC HL,rr	*	*	–	*	–	*	1	*	
SCF	–	–	–	Ø	–	–	Ø	1	
SLA r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
SRA r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
SRL r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	*	
SUB r	*	*	–	*	–	*	1	*	
XOR r	*	*	–	Ø	–	*	Ø	Ø	

Suponhamos que você comprou uma fita com um jogo e, observando a listagem, lá está a linha REM com códigos de máquina, e você quer desmontar as rotinas ali existentes. Para isto é necessário obter os códigos hexadecimais. Nada mais fácil.

Mantendo o programa no computador, digite este programinha:

```
9000 DIM C(2)
9005 DIM C$(2)
9010 LET E=16514
9015 LET N=PEEK E
9020 LET C(1)=INT (N/16)
9025 LET R = N-C (1) * 16
9030 LET C(2)=R
9035 FOR A=1 TO 2
9040 LET C$ (A)=CHR$ (C(A)+28)
9045 NEXT A
9050 PRINT E; "---->";C$, CHR$ N
9055 LET E=E+1
9060 GOTO 9015
```

Observações:

1ª) Para rodar o programa, digite RUN 9000 e NEW LINE.

2ª) Coloque este programa onde ele couber; assim, o número 9000 da linha inicial é apenas uma sugestão.

3ª) Naturalmente é possível alterar o endereço inicial 16514 (linha 9010) de acordo com as suas necessidades.

4ª) Quando a tela "encher", o programa pára com denotação 5/9050; simplesmente digite CONT e NEW LINE.

5ª) Naturalmente (fazendo E=0) é possível ver os códigos de máquina da ROM, o maior programa em linguagem de máquina.

6ª) Consulte o Apêndice 14 para outros endereços iniciais dentro da ROM.

Apêndice 12 PROGRAMA BASIC PARA VER CÓDIGOS DE MÁQUINA

Antes de mais nada, o melhor carregador ASSEMBLY é o que *você escrever*, pois vai adaptar-se ao *seu* jeito. Programação tem muito de pessoal.

Este é o carregador ASSEMBLY que *eu* uso, pois gosto de poder entrar com *quantos códigos hexa eu quiser ao mesmo tempo*. Dá maior velocidade, principalmente em programas longos. O programa é assim:

1 REM quantos caracteres forem necessários
modo direto: POKE 16510, 0 para transformar a linha 1 em linha 0

```
10  LET E = 16514
20  LET H$ = ""
30  IF H$ = "" THEN INPUT H$
40  IF CODE H$>CODE "F" OR CODE H$<CODE "0" THEN STOP
50  PRINT E;"---->"; H$ ( TO 2)
60  POKE E,16*CODE H$+CODE H$ (2)-476
70  LET E = E + 1
80  LET H$ = H$ (3 TO )
90  IF PEEK 16442=2 THEN CLS
100 GOTO 30
```

Observações:

linha 10 → às vezes, é necessário alterar o endereço inicial. Vários programas do Capítulo 3 têm outro endereço inicial. Assim sendo, altere convenientemente...

linha 20 → aspas aspas, sem nenhum espaço entre elas.

linha 30 → idem.

linha 40 → para parar o programa, digite qualquer caractere que *não* possa ser o primeiro de um código hexa; por exemplo: G.

linha 50 → teclas J e M com shift.

linha 90 → no endereço 16442 está a variável do sistema que controla a linha de impressão. Se temos PRINT AT 0,...; então PEEK 16442=23 (0 + 23 = 23). Assim, quando a impressão ocorrer na linha 21, PEEK 16442=2 (21 + 2 = 23); e a tela é limpa (CLS). Isto evita o "erro 5".

ENDEREÇO		ROTINAS
DECIMAL	HEXA	
Ø	ØØØØ	Inicializa o sistema (cold start); RST Ø; RAND USR Ø
8	ØØØ8	Manipula erros; RST 8
16	ØØ1Ø	Imprime o caractere cujo código está no acumulador; RST 1Øh
24	ØØ18	Carrega o acumulador com o byte apontado pela variável do sistema CH.ADD; RST 18h
32	ØØ2Ø	Análoga à anterior, mas com o próximo byte; RST 2Øh
4Ø	ØØ28	Organiza cálculos com ponto flutuante; RST 28h
48	ØØ3Ø	Incrementa a área das variáveis com o número de bytes determinado por BC; RST 3Øh
56	ØØ38	Gera o display, é operada por hardware; RST 38h
1Ø2	ØØ66	Gera o display em modo SLOW
126	ØØ7E	Tabela dos caracteres normais do teclado
165	ØØA5	Tabela dos caracteres SHIFT do teclado
2Ø4	ØØCC	Tabela das funções do BASIC
243	ØØF3	Tabela dos caracteres gráficos
273	Ø111	Tabela das palavras chaves (KEY-WORDS) do BASIC
5Ø8	Ø1FC	Atualiza os comandos SAVE e LOAD
519	Ø2Ø7	Determina SLOW ou FAST
553	Ø229	Principal rotina do display
658	Ø292	Display em modo SLOW
693	Ø2B5	Display em modo FAST
699	Ø2BB	Varre o teclado (KEYBOARD SCAN)
756	Ø2F4	Comando SAVE; ver Apêndice 16
832	Ø34Ø	Comando LOAD; ver Apêndice 16
93Ø	Ø3A2	Teste de BREAK no comando LOAD
963	Ø3C3	Comando NEW = RAND USR 963
1Ø49	Ø419	Edição das linhas de programação
11Ø8	Ø454	Rotina do cursor
1154	Ø482	Constrói o sistema da variável E.LINE
1323	Ø52B	Ordena a edição
1476	Ø5C4	Principal rotina de edição
1598	Ø63E	Execução do programa BASIC
1836	Ø72C	Comando LLIST
184Ø	Ø73Ø	Comando LIST = RAND USR 184Ø
1861	Ø745	Impressão de uma linha BASIC
1981	Ø7BD	Decodificação do teclado; FIND CHARACTER; normalmente usada em conjunção com KEYBOARD SCAN

Apêndice 14 O MAPA DA MINA (UM PEQUENO ROTEIRO DA ROM)

ENDEREÇO		ROTINAS
DECIMAL	HEXA	
2Ø33	Ø7F1	Impressão de um caractere
2Ø56	Ø8Ø8	Impressão de um caractere
2129	Ø851	Carga de um caractere no buffer da impressora
2153	Ø869	Comando COPY
2293	Ø8F5	Testa os parâmetros do PRINT AT
2328	Ø918	Expansão do display
2379	Ø94B	Impressão das palavras-chave do BASIC
2462	Ø99E	Expansão do programa BASIC (conseqüentemente D.FILE e VARS)
2477	Ø9AD	Organização das variáveis
252Ø	Ø9D8	Determinação do endereço de uma linha de programa
26Ø2	ØA2A	Comando CLS = RAND USR 26Ø2
2712	ØA98	Impressão do número da linha do BASIC
2763	ØACB	Comando LPRINT
2767	ØACF	Comando PRINT
2923	ØB6B	Impressão de uma string
2991	ØBAF	Comandos PLOT e UNPLOT
3Ø86	ØC0E	Comando SCROLL = RAND USR 3Ø86
3113	ØC29	Tabela de sintaxe dos comandos
3292	ØCDC	Comando STOP
3434	ØD6A	Comando REM
3499	ØDAB	Comando IF
3513	ØDB9	Comando FOR
363Ø	ØE2E	Comando NEXT
3692	ØE6C	Comando RAND
37Ø8	Ø7EC	Comando CONT
3713	ØE81	Comando GOTO
373Ø	ØE92	Comando POKE
3759	ØEAF	Comando RUN = RAND USR 3759
3765	ØEB5	Comando GOSUB
38ØØ	ØED8	Comando RETURN
3817	ØEE9	Comando INPUT
3875	ØF23	Comando FAST = RAND USR 3875
3883	ØF2B	Comando SLOW = RAND USR 3883
389Ø	ØF32	Comando PAUSE
391Ø	ØF46	Teste de BREAK do comando SAVE
4897	1321	Comando LET
5129	14Ø9	Comando DIM
5274	149A	Comando CLEAR
54Ø5	151D	Arquiva acumulador na pilha do calculador
54Ø8	152Ø	Arquiva o par de registradores BC na pilha do calculador
5514	158A	Manipulação dos cálculos de ponto flutuante
5964	174C	Subtração de números de 5 bytes

ENDEREÇO		ROTINAS
DECIMAL	HEXA	
5973	1755	Adição de números de 5 bytes
6Ø86	17C6	Multiplicação de números de 5 bytes
6274	1882	Divisão de números de 5 bytes
6421	1915	Tabela de funções
6557	199D	Calculador de ponto flutuante
768Ø	1EØØ	Tabela de definição dos caracteres

Verifique se há algum byte errado na ROM de seu micro, rodando o seguinte programa. A resposta leva pouco mais de um minuto para surgir na tela (apesar do programa estar em FAST).

```
10 FAST
20 LET S=0
30 FOR E=0 TO 8191
40 LET S=S+PEEK E
50 NEXT E
60 SLOW
70 PRINT "SOMA = "; S
```

A tabela abaixo fornece os resultados da soma dos conteúdos de todos os endereços da ROM para cada micro de lógica SINCLAIR.

EQUIPAMENTO	SOMA
NE-Z8000	855106
CP-200	855106 ou 855660
TK 82-C	855106 ou 854169
TK 85	854169

Observação: Nos casos de dois resultados, o primeiro deles se refere a equipamentos mais antigos; o segundo aos modelos mais recentes.

Aqui colocamos várias observações que não "cabiam" nos apêndices anteriores.

1ª) RST Ø é ativada quando o micro é ligado; inicializa todo o sistema; logo a digitação de RAND USR Ø equivale a desligar e religar o computador. Se você tem acesso ao teclado (não houve CRASH), é preferível digitar RAND USR Ø do que desligar e ligar. O efeito de RST Ø é mais "forte" do que NEW, pois RAMTOP é colocado no seu valor máximo.

2ª) Alguns programas escritos totalmente em linguagem de máquina não são "sensíveis" à tecla BREAK. Quando carregados a partir da fita, saem "rodando" automaticamente e "não é possível" pará-los ou listá-los.

No entanto, isto é possível. Sabemos que o comando LOAD começa identificando o nome do programa e, a partir disto, inicia a gravação da RAM.

Assim sendo, o que temos de fazer é "saltar" a verificação do nome, introduzindo um erro no sistema. Logo, ao final da gravação, o micro acusa erro (C/Ø), e você pode confortavelmente listar o programa. Como fazer isto?

O comando LOAD começa no endereço 832 (ver Apêndice 14), e podemos tentar entrar na rotina até o endereço 842, o que melhor funciona é:

a) DIGITE *FAST* (NEW LINE)
b) DIGITE RAND USR 837 (NEW LINE)
c) APÓS A CARGA, O PROGRAMA PÁRA COM C/Ø
d) LISTE O PROGRAMA...

3ª) No entanto, você pode defender seus programas! Se um dia você escrever um programa comercial totalmente em linguagem de máquina, e, portanto, "insensível" à tecla BREAK, defenda-o do "RAND USR 837" que ensinamos acima!

RAND USR 837 pára o programa por não ter verificado o nome, introduzindo um erro no programa.

Assim, precisamos *gravar* o programa SEM NOME! Como isto é possível? Assim:

— você gravava da seguinte forma:

```
          9990   SAVE "NOME"
          9995   RUN
GOTO      9990   seguido de NEW LINE
```

— passe a gravar assim:

```
          9980   FAST
          9985   RAND USR 757
          9990   SLOW
          9995   RUN
GOTO      9980   seguido de NEW LINE
```

Para carregar o programa, gravado desta maneira, LOAD "" e NEW LINE. O programa não mais será "parado" por RAND USR 837...

Impressão e Acabamento
GRAPHOS
Rua Santo Cristo, 70/78 — Tel.: 223-1272

Além do BASIC

Linguagem ASSEMBLY para a Linha SINCLAIR

Este é o primeiro livro "didático" sobre linguagem de máquina para micros da linha Sinclair. Evitando as "fórmulas mágicas", esclarece as dúvidas e desvenda todos os mistérios desta difícil mas fascinante linguagem.

Através de uma abordagem simples e coloquial ensina as primeiras instruções Assembly em programas de complexidade crescente, que o leitor aprende a elaborar através de grande número de exercícios cuidadosamente selecionados. As respostas dos exercícios também facilitarão o trabalho de aprender uma nova linguagem, bem como os apêndices, com material inédito no Brasil referente ao Z-80 em geral e aos micros Sinclair em particular. Um grande número de rotinas em linguagem de máquina, de estimulante aspecto visual, enriquecerão e simplificarão os programas BASIC do leitor.

Um apaixonado da computação, Nelson do Nascimento Silva dos Santos, há longos anos Professor de Química e Matemática, é responsável pela coluna *Além do Basic* na revista MICROBITS (Editora Campus) e, ainda, autor de artigos em outras revistas da área.

ISBN 85-7001-247-0

SANTOS Além do BASIC Linguagem ASSEMBLY para a Linha SINCLAIR