

Organização da memória da TI-59

Baker Jefferson Mass

Apesar da tendência atual indicar claramente um futuro predomínio de computadores pessoais e de calculadoras com linguagens de nível superior (1) em aplicações hoje preenchidas por calculadoras científicas tradicionais, algumas dessas calculadoras, como é o caso da TI-59, introduzida em 1977 (2), são bastante poderosas para uma ampla classe de problemas, o que faz com que continuem em evidência. São instrumentos muito sofisticados e por demais úteis para serem simplesmente "encostadas". Muito ao contrário, um preço relativamente acessível e uma política inteligente de máxima utilização poderão manter um grande número dessas calculadoras em uso ainda por um bom tempo.

Para explorar ao máximo todos os recursos de uma calculadora é necessário conhecê-la a fundo. No caso da TI-59, há muito que conhecer. Por uma questão de espaço, a documentação fornecida no manual da TI-59 (3) não esmiúça todos os detalhes da memória, o que seria interessante sob vários aspectos. Este artigo é uma tentativa de ampliar um pouco mais as informações sobre a memória desta máquina.

O ARRANJO EM REGISTROS E SUB-REGISTROS

A memória de uma TI-59 é composta de 120 células que chamamos aqui de registros. Cada registro, por sua vez, é subdividido em 8 sub-registros ou registros de instruções, num total de 960 sub-registros. Um número qualquer, ao ser armazenado, ocupa um registro inteiro, ou seja, 8 sub-registros. Por outro lado, uma instrução de programa ao ser armazenada ocupa apenas um sub-registro, ou seja, apenas 1/8 de um registro.

Os usuários normalmente referem-se aos registros como "memórias", e a expressão "passos de memória" é freqüentemente empregada para designar sub-registros. Nessa linguagem, a TI-59 dispõe de 120 "memórias" cu 960 "passos". Nem todos os registros, porém, podem receber números para serem armazenados. Apenas uma parte dos 120 registros pode ser utilizada para armazenar números; a outra parte é reservada para armazenar instruções de programa, uma em cada sub-registro, oito por registro.

Como em computadores e calculadoras mais complexas, a memória da TI-59 é particionada, o

que significa que a fração que armazena números (dados) é variável e que o usuário pode escolher uma fração maior ou menor para dados ou para um programa, de acordo com cada situação particular. Há um limite na TI-59, de 100 registros para dados. Podemos empregar todos os 120 registros (todos os 960 sub-registros) para armazenar instruções, mas nunca poderemos armazenar mais que 100 números. Não podemos, por exemplo, transformar a calculadora num banco exclusivamente de dados. Sempre sobrarão ao menos 20 registros para armazenar instruções (160 sub-registros).

Da maneira como foi projetada, a TI-59 impõe uma restrição adicional: o número de registros escolhidos pelo usuário deve ser sempre um múltiplo inteiro de 10. Assim, pode-se reservar 80 ou 90 registros, mas não há meios de reservar 83 ou 87. Naturalmente, o arranjo escolhido para a memória tem que ser conhecido pela calculadora para que dados não sejam interpretados como instruções e vice-versa.

A maneira de informar a calculadora do arranjo desejado é através da seqüência **N 2nd Op 17**, onde **N** é o número de dezenas de regis-

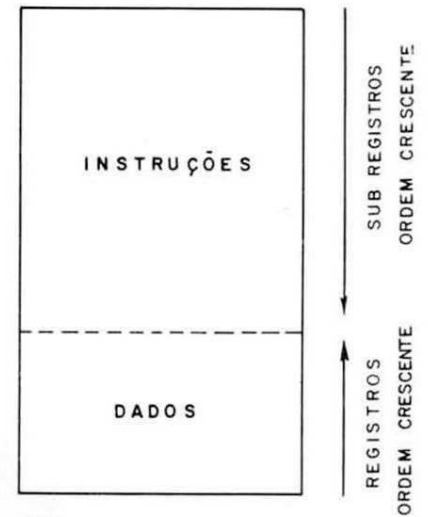
Figura 1

POSSÍVEIS ARRANJOS DA MEMÓRIA DE UMA CALCULADORA TI-59

REGISTROS DE DADOS	REGISTROS DE INSTRUÇÕES	Nº TOTAL DE REGISTROS	SUB REGISTROS DE INSTRUÇÕES
0	120	120	960
10	110	120	880
20	100	120	800
30	90	120	720
40	80	120	640
50	70	120	560
60 *	60 *	120 *	480 *
70	50	120	400
80	40	120	320
90	30	120	240
100	20	120	160

* Arranjo normal, escolhido automaticamente pela calculadora ao ser ligada.

Figura 2 - Orientação dos registros e sub registros



tros que desejamos. Se quisermos 40 registros para dados e os restantes para programa, introduzimos **4 2nd Op 17**, após o que esse arranjo estará vigorando. O visor apresentará **639.39**, indicando que estão disponíveis os registros de **00 a 39** e os sub-registros de **000 a 639**.

Qualquer arranjo escolhido pelo usuário é "esquecido" quando a calculadora é desligada. Ao ser ligada, vigora automaticamente **479.59**. Quando houver dúvida sobre o arranjo que está vigorando, este pode ser conhecido em qualquer momento introduzindo-se **2nd Op 16**. A figura 1 dá uma visão clara dos arranjos possíveis.

ENDEREÇAMENTO

Cada registro e cada sub-registro tem um número de ordem que constitui seu "endereço". Os sub-registros vão de **000** até **959** e os registros vão de **00** até **99**. Como há, na realidade, 120 registros, a numeração destes poderia em princípio ir de **000** até **119**. Porém, como no máximo 100 podem ser usados como registros propriamente ditos (para dados), os números de **00 a 99** são suficientes para endereçá-los. São empregados somente dois algarismos decimais para os registros porque, além de econômico, evita confusão com os endereços dos sub-registros, que são de três algarismos. Possivelmente a escolha de 100 como limite para o número de registros foi uma decisão de projeto, tomada em função dessas vantagens.

A ordenação dos registros e sub-registros tem duas origens opostas. Se imaginarmos a memória como um bloco retangular (veja a figura 2), os registros estarão em-

Figura 3 - Estrutura detalhada da memória da TI-59

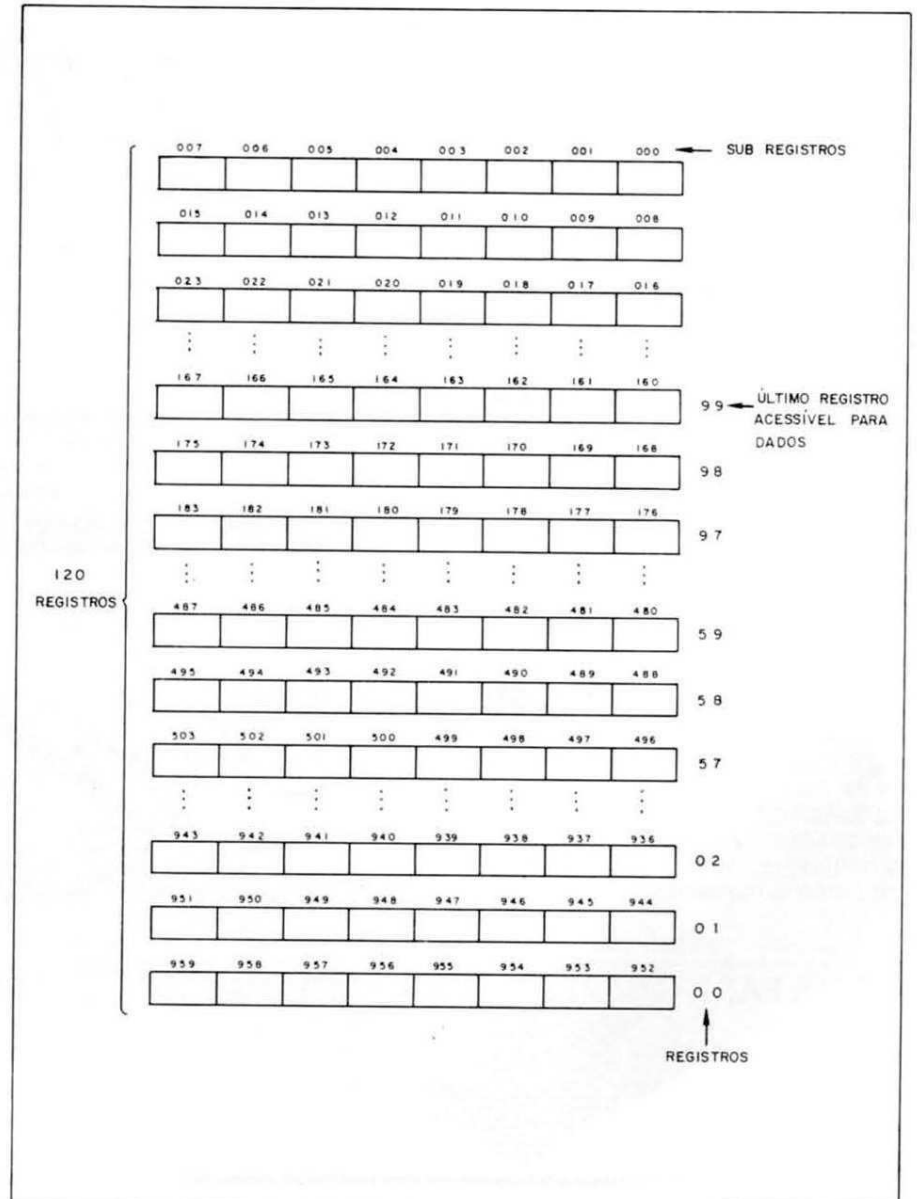
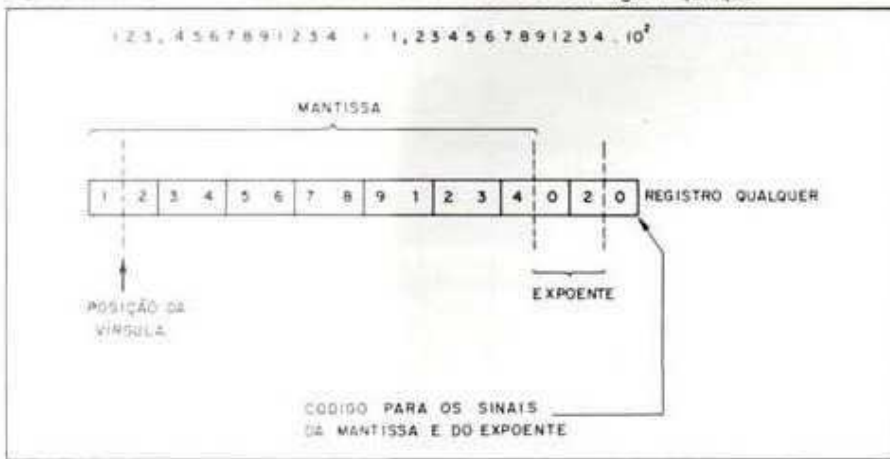


Figura 4 - Exemplo do formato de um número armazenado num registro qualquer



pillados, com o primeiro embaixo e com a contagem crescente de baixo para cima. Por outro lado, o primeiro sub-registro está no topo e a contagem é para baixo. Dentro de um mesmo registro, os sub-registros estão ordenados da direita para a esquerda, como mostra a figura 3. O modelo dessa figura é um dos mais úteis para se compreender o funcionamento da memória da TI-59.

O FORMATO DOS DADOS ARMazenADOS

Todos os dados são armazenados na memória da TI-59 na notação científica de ponto flutuante, com a parte inteira variando de 1 a 9. Apesar de não ser possível introduzir pelo teclado mais do que 10 algarismos de um mesmo número, operações internas produzem resultados com 13 algarismos, e qualquer número introduzido pelo usuário ou não, tem sua mantissa armazenada com 13 algarismos decimais em qualquer dos registros. Num registro qualquer, os 6 sub-registros de endereço mais significativo armazenam, dois a dois, os 12 algarismos mais significativos da mantissa. O décimo-terceiro algarismo é armazenado na metade do sétimo sub-registro. Na outra metade do sétimo sub-registro e na primeira metade do oitavo sub-

registro é armazenado o expoente de dez. Finalmente, na última metade do oitavo sub-registro é armazenado um código, de um algarismo, para os sinais da mantissa e do expoente. Um exemplo esclarecedor é o da figura 4, que mostra como ficaria armazenado o número 123,4567891234. O último algarismo no registro, zero, neste caso, indica que a mantissa e o expoente são positivos.

Quando um número é introduzido pelo teclado, os três últimos al-

garismos menos significativos da mantissa serão considerados zeros. A figura 5 mostra o código para os sinais da mantissa e do expoente de dez.

O último algarismo só será ímpar quando uma instrução for interpretada como fazendo parte de um número. Quando um número for normalmente armazenado num registro através de **STO**, o último algarismo será sempre par. A figura 6 mostra vários exemplos que ajudam a melhor compreender o

Figura 5

SINAIS DA MANTISSA E DO EXPOENTE DE DEZ

MANTISSA	EXPOENTE	ÚLTIMO ALGARISMO
+	+	0
+	+	1
-	+	2
-	+	3
+	-	4
+	-	5
-	-	6
-	-	7
*	*	8*
*	*	9*

* Não são empregados, caso contrário o sinal indicia erro

formato dos dados e o código para sinais.

CEOP



CURSOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS

CONVIDAMOS VOCÊ A SE INSCREVER NO CEOP. EM TROCA VAMOS LHE ENSINAR UMA PROFISSÃO

<p style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">PROGRAMAÇÃO EM COMPUTADORES</p> <p style="font-size: 0.7em;">"Programador" Ambos os sexos. Manhã, tarde e noite.</p>	<p style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">OPERAÇÃO EM COMPUTADORES</p> <p style="font-size: 0.7em;">"Operador" Ambos os sexos. Manhã, tarde e noite.</p>	<p style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">DIGITAÇÃO</p> <p style="font-size: 0.7em;">"DISKET" "DIGITADOR" Ambos os sexos. Manhã, tarde e noite.</p>
<p style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">PERFURAÇÃO EM MÁQUINAS IBM</p> <p style="font-size: 0.7em;">"Perfurador" Ambos os sexos. Manhã, tarde e noite.</p>	"Tradição e Liderança"	<p style="font-weight: bold; font-size: 0.8em;">DATILOGRAFIA</p> <p style="font-size: 0.7em;">"Curso/Treinamento" IBM estera, Olivetti mecânica ou elétrica. Facil Elétrica. Manhã, tarde e noite.</p>

DIREÇÃO: PROF. JOÃO CURVELO

Inscrições Abertas

O MAIOR CENTRO EDUCACIONAL DE PROCESSAMENTOS DE DADOS DO BRASIL

MÉIER
 Rua Dias da Cruz, 188
 Sobreloja. Tel.: 229-7522
 (Centro Comercial do Méier)

NITERÓI
 Rua da Conceição, 37
 Sobreloja. Tel.: 717-2657
 (Galeria Paz)

MADUREIRA
 Rua Dagmar da
 Fonseca, 16 Sobreloja.
 Tel.: 390-4793
 (Ao lado do Cine
 Madureira 1 e 2)

N. IGUAÇU
 Av. Gov. Amaral
 Peixoto, 427
 Sobreloja. Tel.: 767-3115
 (Galeria Veplan)

CAIXA PARA GUARDAR DISQUETE EM ACRÍLICO, MADEIRA E CHAVE

PREÇO UNITÁRIO: TIPO 5 1/4' - Cr\$ 18.800,00
 TIPO 8' - Cr\$ 21.200,00

DESPACHAMOS PARA TODO O BRASIL. MANDAR CHEQUE NOMINAL PARA CMB MICROCOMPUTADOR DO BRASIL LTDA

Rua Visconde de Pirajá, 303S/210C, Fone: 241-1176/1221-2678291



Este programa nunca poderá ser introduzido no modo **LRN** mas se o fosse, o registro **00** conteria o seguinte:

959	958	957	956	955	954	953	952
52	09	61	91	56	95	03	45

que corresponde ao número **5,209619156950 - 10⁻³⁴**, o qual pode perfeitamente ser armazenado em **00**.

Como já foi assinalado, toda vez que um número é armazenado num registro, o último algarismo será par. No exemplo anterior, ao convertermos o arranjo da memória, a instrução que surgirá no sub-registro **952** será **44** e não **45**, mas para corrigi-la basta apertar a instrução correta (**y^x**) no modo **LRN**. O programa estará armazenado, podendo-se de passagem observar que a instrução **56** na posição em que se encontra não produz efeito algum.

CONCLUSÃO

De forma não exaustiva, foram analisados os possíveis arranjos da memória de uma TI-59, o endereçamento e o formato dos dados armazenados. Alguns exemplos ilustrando o que pode ocorrer quando se modifica o arranjo de registros e sub-registros foram considerados, sem esgotar todas as sutilezas da TI-59.

A troca de dados por instruções ou vice-versa pode ser danosa quando são utilizados cartões magnéticos, mas pode ser eventualmente útil. Para que isso ocorra é necessário ir mais adiante e explo-

rar mais a fundo alguns dos aspectos aqui ressaltados.

REFERÊNCIAS

- (1) SUYDAM JR., W.E. - Handheld Computer Has Basic in ROM, **Electronics**, New York, 55(17):131-2, August 25, 1982.
- (2) TI Programas High-End Calculators With Plug-In Read-Only Memories, **Electronics**, New York, 50(11):42, May 26, 1977.
- (3) TEXAS INSTRUMENTOS ELETRÔNICOS DO BRASIL, Campinas, SP - **Programação: Instrumento de Eficiência Pessoal**. Campinas, SP, Texas Instruments, 1978.

Baker Jefferson Mass é engenheiro elétrico, formado em 1972 pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP. Foi engenheiro da Texas Instruments do Brasil, professor da Escola de Engenharia de São Carlos e professor colaborador da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, da UNESP. Atualmente é professor de Circuitos Eletrônicos no Departamento de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia de Barretos, SP, e aluno de pós-graduação da Escola de Engenharia de São Carlos, USP.

PROGRAMAS PARA DETERMINAR A LOCALIZAÇÃO DE REGISTROS E SUB-REGISTROS

1 - Este programa determina em que registro está localizado um determinado sub-registro. Introduce-se

o número correspondente ao sub-registro, e o programa fornece o número correspondente ao registro.

Listagem 1 Localização de registros

2nd Lbl	76	(	53	1	01	)	54
A	11	RCL	43	9	09	2nd Int	59
STO	42	00	00	-	75	)	54
00	00	+	55	(	53	=	95
1	01	8	08			R/S	91

2 - Este programa determina os sub-registros extremos de um determinado registro. Introduce-se o número correspondente ao registro e o programa fornece um número fracionário. A parte inteira corresponde ao número do sub-registro

mais significativo; a parte tracionária corresponde ao sub-registro menos significativo. Por exemplo: o registro **59** começa com o sub-registro **480** e termina com o sub-registro **487**. O número fornecido pelo programa seria **487.480**.

Listagem 2 Localização de sub-registros

2nd Lbl	76	8	08	9	09	=	95
B	12	.	93	-	75	2nd Fix	58
STO	42	0	00	RCL	43	3	03
01	01	0	00	01	01	R/S	91
(	53	8	08	)	54		
1	01	+	85	X	65		
1	01	7	07				

IMPORTADOS

COMPUTADORES E PERIFÉRICOS

MICROS TRS-80 III, II, 16, COLOR
MICRO APPLE II
IMPRESSORAS EPSON
MONITORES GREEN E COLOR BMC
E AMDEK
UNIDADES DE DISKETTE 5" E 8"

- Consertos
- Contratos de manutenção preventiva

GARANTIA DE 6 MESES

A Janper está aparelhada com laboratórios e pessoal técnico da mais alta qualidade para dar-lhe todo o apoio em hardware e em sua futura aquisição de equipamentos.



JANPER ENGENHARIA
ELETRÔNICA LTDA.
Rua Dr. Bulhões, 574 -
Tel. (PABX) 2293747
Rio de Janeiro - RJ.