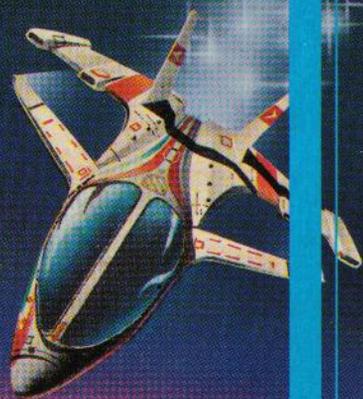


Linguaggio Macchina del Commodore 64



David Lawrence
Mark England



GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON

Linguaggio Macchina del Commodore 64

David Lawrence
Mark England



GRUPPO
EDITORIALE
JACKSON
Via Rosellini, 12
20124 Milano

© Copyright per l'edizione originale: David Lawrence e Mark England 1983
© Copyright per l'edizione italiana: Gruppo Editoriale Jackson - Febbraio 1985
SUPERVISIONE TECNICA: Daria Gianni
TRADUZIONE: Roberto Giovannini
GRAFICA E IMPAGINAZIONE: Francesca Di Fiore
COPERTINA: Marcello Longhini
FOTOCOMPOSIZIONE: CorpoNove s.n.c. - Bergamo
STAMPA: Grafika '78 - Via Trieste, 20 - Pioltello (MI)

Tutti i diritti sono riservati. Stampato in Italia. Nessuna parte di questo libro può essere riprodotta, memorizzata in sistemi di archivio, o trasmessa in qualsiasi forma o mezzo, elettronico, meccanico, fotocopia, registrazione o altri senza la preventiva autorizzazione scritta dell'editore.

SOMMARIO

Prefazione	Pag.	V
Parte 1	»	VII
CAPITOLO 1 – MONITOR MASTERCODE	»	1
Esame del contenuto della memoria, modifiche, salvataggio e caricamento di programmi in codice macchina.		
CAPITOLO 2 – DISASSEMBLER MASTERCODE	»	19
Traduzione in linguaggio assembler della ROM del 64 o dei nostri programmi.		
CAPITOLO 3 – FILE EDITOR MASTERCODE	»	35
Introduzione di programmi in linguaggio assembler, loro salvataggio e caricamento.		
CAPITOLO 4 – ASSEMBLER MASTERCODE	»	53
Creazione di programmi in codice macchina da linguaggio assembler, con controllo automatico degli errori.		
Parte 2	»	97
CAPITOLO 5 – L'ESTENSORE DEL BASIC	»	99
Come trasferire il contenuto dell'interprete BASIC del 64 nella memoria utente.		
CAPITOLO 6 – BASIC E CODICE MACCHINA	»	105
Tutte le tecniche necessarie in linguaggio macchina per estendere il BASIC.		
CAPITOLO 7 – BASIC EXTENDER II	»	123
Modifiche finali per collegare il BASIC esteso all'interprete esistente.		

CAPITOLO 8 – PAROLE CHIAVE BASIC PER AZIONI	Pag. 127
Undead, Subex ed Rkill.	
CAPITOLO 9 – IL PROBLEMA DEI PARAMETRI »	143
Prelievo dei parametri da un programma BASIC. Parole chiave: DOKE, PLOT, DELETE, BSAVE, BLOAD, BVERIFY, MOVE, FILL e RESTORE.	
CAPITOLO 10 – FUNZIONI BASIC »	175
Estensione delle funzioni matematiche del 64. Parole chiave: DEEK, VARPTR, YPOS.	
CAPITOLO 11 – NUOVE FRONTIERE »	183
Il comando mancante FAST.	
APPENDICE A – GENERATORE DI SOMME DI CONTROLLO »	185
Generatore di somme di controllo: controllate il vostro programma Mastercode mentre lo introducete.	
APPENDICE B – MASTERCODE: GUIDA DELL'UTENTE ... »	189
Una guida utente per il programma Mastercode	
APPENDICE C – MASTERCODE: TABELLA DELLE VARIABILI »	193
Una tabella completa delle variabili trovate nel programma Master- code e del loro uso.	
APPENDICE D – TABELLA DELLE SUBROUTINES DEL PRO- GRAMMA MASTERCODE »	195
Una guida veloce allo scopo di ciascuna subroutine nel programma Mastercode.	
APPENDICE E – TABELLA DELLE ROUTINES ROM RICHIAMATE »	197
Le routine ROM richiamate dal BASIC esteso e ciò che fanno.	
APPENDICE F – TABELLA DEI CARATTERI DI CONTROLLO »	199
Rappresentazione dei caratteri di controllo nel programma Master- code.	

PREFAZIONE

Questo non è un altro libro sul linguaggio macchina di un popolare microcomputer che consuma metà delle sue pagine spiegando tutte le istruzioni macchina del 6502/6510 ed i loro svariati modi di indirizzamento, con un bieco programma caricatore ed una serie di routine in linguaggio macchina presentate al termine e di dubbio interesse. L'intenzione di questo libro è quella di fornire ai lettori un solido programma in BASIC per immettere nel computer routine in linguaggio macchina ed in assembler e, contemporaneamente, offrire una serie di programmi in linguaggio macchina che vale la pena possedere.

Il programma BASIC si chiama Mastercode ed è uno strumento praticamente completo per la programmazione in linguaggio macchina, contenente un Monitor per permettervi di esaminare e cambiare il contenuto della memoria, un Disassemblatore che traduce i programmi in linguaggio macchina nella forma di un assembler, ed infine un File Editor ed un Assembler che permettono lo sviluppo di programmi in assembler e la loro trasformazione in codice macchina.

Per quanto riguarda le routine in linguaggio macchina della seconda metà del libro, abbiamo adottato un nuovo approccio. Troverete una raccolta di routine che potrete usare per ampliare il BASIC del vostro 64 con 14 nuovi comandi. Oltre ad accrescere la potenza del BASIC, vi aiuterà ad imparare le tecniche della vera programmazione in linguaggio macchina ed il modo in cui il programmatore in linguaggio macchina può sfruttare le routine presenti nell'interprete BASIC del 64.

Il libro non vuole essere un introduzione al linguaggio macchina. Ciò non significa che non possa essere usato da principianti. Semplicemente abbiamo dato per scontato che voi possediate, o possiate accedere, a qualche altro testo che spieghi in dettaglio ogni istruzione del 6502/6510. Riteniamo che, concentrandoci sui programmi e spiegando le tecniche usate in essi, abbiamo potuto offrire un lavoro di maggior valore. Se vi capiterà di controllare qualche strana istruzione sul vostro libro-base del 6502, quello sarà il piccolo prezzo che dovrete pagare.

Tutti i programmi del libro sono stati controllati, Mastercode in particolare è stato provato fino all'esaurimento (nostro). Le routines in linguaggio macchina sono state tutte sviluppate su Mastercode, poiché questo era l'unico modo per essere sicuri che voi sareste riusciti a fare lo stesso. Se vi imbatteste in errori di qualsiasi

tipo la colpa sarà nostra, ma osiamo dire che non dovrebbero essere gravi, vista l'attenzione usate nel testing dei programmi.

Il libro è un lavoro svolto in cooperazione fra due persone di provenienza assai differente. David Lawrence scrive principalmente programmi BASIC ed è autore di parecchi libri sui microcomputer. Il suo interesse per l'hardware è minimo. Mark England studia Ingegneria Elettronica, si trastulla con i chips di silicio come se fossero la sua vera natura ed ha imparato a scrivere in linguaggio macchina quando si è bruciata la ROM contenente il BASIC del suo micro. Ha scoperto che non ne aveva più bisogno.

L'idea venne a David Lawrence, stufo di comperare libri sul linguaggio macchina che non gli fornivano nulla di veramente interessante quando vi lavorava sopra seriamente. Mark England è autore della maggior parte della programmazione, sebbene non senza imbarazzo. La forma finale del libro deriva della necessità di Mark England di spiegare al suo co-autore di cosa si occupassero i suoi programmi e di farli tradurre per i comuni mortali. In questo processo di spiegazione e discussione si è sviluppato uno stile che, crediamo, renda giustizia sia ai programmi sia alla necessità dei lettori di comprenderli.

Altro partner nella stesura del libro è stato il Commodore 64. Questo testo non sarebbe stato possibile per molti altri micro. È solo grazie alla filosofia Commodore di aprire la macchina al programmatore, lasciando libero accesso ad una moltitudine di routines dell'interprete che altri si sforzano di mettere sotto chiave, che siamo riusciti a scomporre e ricomporre il BASIC del 64. Abbiamo avuto discussioni con il 64, ma esso resta una macchina inestimabile per chi voglia andare oltre il BASIC.

Infine, dobbiamo ringraziare il personale dei negozi Microchip di Winchester e Southampton, che ci ha fornito aiuto insostituibile al momento di sostituire attrezzature e rifornimenti. Dobbiamo ringraziamenti anche a Jane Lawrence, che regolarmente, andando a letto mentre noi picchiavamo sulla tastiera a notte inoltrata, ci diceva quale meraviglioso lavoro stessimo facendo.

Speriamo che avesse ragione.

Parte I

CAPITOLO 1

MONITOR MASTERCODE

Ogni programma, non importa in quale linguaggio sia scritto, inizia la propria vita come una serie di istruzioni codificate ed immagazzinate nella memoria di un computer. Nel caso della maggior parte dei linguaggi, le istruzioni che compongono il programma sono totalmente prive di senso per l'unità centrale di elaborazione o CPU, il computer-nel-computer che viene alla fine chiamato ad eseguire i compiti imposti dal programma.

Per superare questo problema, a metà fra il programma immesso dall'utente e la CPU si troverà un altro programma, molto spesso inserito nella macchina al momento della fabbricazione, che si occupa di tradurre il programma dell'utente in una forma che la CPU sia in grado di comprendere.

Il programma 'inserito' permanentemente, comunque, svolge un'altra funzione, dal momento che senza il suo aiuto sarebbe in primo luogo impossibile per l'utente inserire le istruzioni.

Dal momento in cui il computer viene acceso, il programma incorporato inizia il suo compito esaminando la tastiera per rilevare un input dal mondo esterno. In seguito raccoglie questi input e li memorizza in modo tale che possano poi venir interpretati dalla CPU. L'utente che scrive programmi in BASIC raramente è conscio di questo processo. Le linee di programma vengono scritte, il tasto RETURN premuto e le linee diventano parte del programma — a patto che si osservi la grammatica BASIC correttamente.

Non è richiesto alcuno sforzo o pensiero particolare per inserire una nuova istruzione, al termine o nel corpo del programma, dal momento che la memoria del computer viene automaticamente ridisposta per far posto al nuovo ingresso.

Quando si passa a programmare in linguaggio macchina la situazione non è così semplice. Non ci sono facilitazioni incorporate nel computer che permettano di immettere nuove istruzioni dalla tastiera con la sicurezza che saranno automaticamente memorizzate ed il contenuto della memoria riorganizzato per far loro posto. Il primo compito di un programmatore in linguaggio macchina è perciò quello di realizzare un metodo per introdurre le istruzioni, esaminare la memoria e riorganizzarla per soddisfare le necessità crescenti del programma che si sta sviluppando. Questo vale se le istruzioni macchina sono inserite direttamente sotto forma di nu-

meri (forma in cui alla fine essi si presentano alla CPU) oppure per mezzo di uno speciale linguaggio detto 'linguaggio assemblatore' che facilita l'immissione e la comprensione dei programmi in linguaggio macchina. Lo strumento più semplice che permette di realizzare questa gestione della memoria si chiama 'Monitor', ed in questo capitolo costruiremo un programma Monitor flessibile che permetterà di esaminare singoli bytes di memoria o grossi pezzi di essa e di modificarne a piacere il contenuto.

SEZIONE 1: Inizializzazione e Menu

MODULO 1.1

```

10000 REM*****
10020 REM GENERAL INITIALISATION
10030 REM*****
10031 BASE = 16
10032 IF LEN(PTR$)+LEN(E$)>255 THEN CLR : GO
SUB 19000
10035 DEV = 1
10040 DEFFN HEX(X) = (X AND 15)+48-((X AND 15
)>9)*7
10050 DEFFN DEC(X) = X-48+(X>57)*7
10060 FALSE = 0 : TRUE = -1
10070 POKE 53281,1 : POKE 53280,15

```

Lo scopo di questo modulo è quello di inizializzare un certo numero di variabili che verranno usate più avanti nel programma. La funzione di queste variabili è spiegata brevemente nella tabella presentata in Appendice, ma una piena comprensione sarà possibile solo quando le sezioni seguenti del programma, in cui le variabili vengono usate, verranno presentate. A questo punto è sufficiente semplicemente immettere correttamente il modulo — l'unico effetto visibile della sua esecuzione sarà il cambio di colore dello schermo.

TAVOLA DI CONTROLLO

10000	123	10020	238	10030	123
10031	116	10032	164	10035	2
10040	182	10050	132	10060	21
10070	220				

Questa tavola di controllo è qui per aiutarvi a controllare che non abbiate fatto errori nell'introdurre un programma lungo e complesso. Per capire come usarla, si veda l'appendice A, che contiene il programma di controllo da aggiungere al termine del programma Mastercode quando iniziate, mettendovi in grado di generare le vostre tabelle di controllo da confrontare con quelle del testo.

MODULO 1.2

```
19000 REM*****
19001 REM TEMPORARY LINES
19002 REM*****
19010 RETURN
19011 REM ***END OF MONITOR PROGRAM***
```

Questo modulo temporaneo è posto a questo punto nel programma per permettere la chiamata, da parte della routine di inizializzazione, di una sezione del programma Mastercode che verrà inserita in seguito. Le linee di questo modulo verranno in futuro cancellate con l'immissione delle prossime sezioni del programma Mastercode. Il formato non è problematico, così non c'è bisogno di tabelle di controllo.

MODULO 1.3

```
10100 REM*****
10101 REM CONTROL ROUTINE FOR MONITOR
10102 REM*****
10110 DATA EXIT TO BASIC, MEMORY MODIFY, MEMORY
      DUMP, MACHINE CODE EXECUTE
10111 DATA LOAD MACHINE CODE FILE, SAVE MACHIN
      E CODE FILE
10120 DATA DISASSEMBLER
10130 DATA FILE EDITOR
10140 DATA ASSEMBLER
10190 DATA END
10200 RESTORE
10220 X = 0
10230 PRINT "[BLU][CLH]----- MACHINE CODE
      MONITOR -----[GRN][CDW]"
10250 READ T#
10260 IF T# <> "END" THEN PRINT TAB(5) X " ") T#
      : X= X+1 : GOTO 10250
```

```

10265 IF X<15 THEN FOR Y = X TO 15 : PRINT :
NEXT
10270 PRINT "COMMAND ( 0 -" X-1 " ) : "; INP
UT T
10300 IF T<0 OR T>X THEN 10100
10305 IF T=0 THEN PRINT "[CLH][CDW][CDW][CDW]
[CDW][RON]BYE[ROF][CDW][CDW][CDW][CDW]" : CLO
SE 1 : END
10310 ON T GOSUB 13100,13300,13500,14300,1410
0,15800,24800,20000
10320 GOTO 10100

```

Ogni programma complesso deve fornire all'utente un mezzo per scegliere quale delle molte funzioni dovrà essere usata in seguito. Questa possibilità è realizzata grazie ad una routine di controllo o, più semplicemente, un menu. Il menu qui presentato è più complesso di quanto fosse necessario per il programma corrente. Questo è dovuto al fatto che il Monitor è progettato in modo da poter essere più avanti esteso con le sezioni successive dell'assemblatore Mastercode. Piuttosto che dover inserire nuove linee di programma per tener conto delle funzioni extra che verranno fornite, il menu si estenderà automaticamente per prendere nota dei nuovi nomi delle opzioni immesse nelle frasi DATA.

TAVOLA DI CONTROLLO

10100	123	10101	101	10102	123
10110	180	10111	62	10120	33
10130	170	10140	65	10190	122
10200	140	10220	122	10230	192
10250	31	10260	210	10265	160
10270	234	10300	8	10305	201
10310	199	10320	155		

SEZIONE 2: Uscita su schermo del contenuto della memoria

In questa sezione del programma esamineremo quelle parti di programma necessarie per permetterci di visualizzare ordinatamente il contenuto di un'area di memoria specificata. I moduli commentati qui possono sembrare insignificanti e potreste chiedervi perché non sono stati uniti per formare un solo modulo. Conoscendo meglio il programma Mastercode vedrete che singoli moduli possono essere richia-

mati da parti differenti del programma. Limitare i moduli ad una ed una sola funzione particolare ci permetterà di risparmiare un certo numero di linee di programma evitando di doverle duplicare in altre sezioni di questo.

MODULO 1.4

```
11000 REM*****
11001 REM CONVERT DECIMAL TO HEX
11002 REM*****
11010 T = H : H$ = ""
11020 H$ = CHR$( FNHEX(T-INT(T/16)*16))+H$ :
T = INT(T/16) : IF T>0 THEN 11020
11050 RETURN
```

Questo modulo di tre linee trasforma un numero decimale in un esadecimale, cioè in un numero a base 16 invece che 10. I programmatori in linguaggio macchina usano quasi universalmente i numeri esadecimali, per la semplice ragione che essi si conformano maggiormente al sistema aritmetico binario usato dal computer.

Il sistema di numerazione esadecimale ha le seguenti 16 cifre: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F. I computer più moderni memorizzano i numeri in gruppi di 256 (da 0 a 255), e la ragione per cui l'esadecimale è più conveniente è che il massimo valore esprimibile con due cifre è 255 ($15*$ per la cifra più significativa e 15 per l'altra). Usare gli esadecimali significa poter realizzare una rappresentazione molto più ordinata dei valori memorizzati. Inoltre, il sistema binario usato dal computer implica che molto spesso numeri esadecimali significativi come 1000, (o 4096 in decimale), lo siano anche in termini di operazioni del computer. Iniziare a pensare in esadecimale è un importante aiuto alla comprensione del funzionamento del micro.

Commento

11020: l'operato di questa linea è più comprensibile attraverso un esempio. Supponete che con la variabile H si sia memorizzato il numero decimale 4875. Per convertirlo in esadecimale, dobbiamo prima riconoscere che è composto da $1*1613$ ($1613=4096$) + $3*1612$ ($1612=256$) + $0*1611$ ($1611=16$) + $11*1610$ ($1610=1$).

Questa linea isola ogni unità di queste differenti potenze di 16 e le traduce quindi in un carattere che rappresenta la cifra esadecimale appropriata, usando la funzione definita dall'utente FNHEX (vedi linea 10040) per selezionare il carattere cor-

retto. Nel caso di 4875, il numero esadecimale corrispondente sarà 130B. Per le cifre con un valore compreso fra 0 e 9, FNHEX restituisce semplicemente il valore dell'appropriato carattere 0-9 (codici carattere: 48-57). Se il valore della cifra è fra 10 e 15, allora si aggiunge 7 al codice carattere per portarlo nell'ambito A-F dell'insieme di caratteri del 64.

TABELLA DI CONTROLLO

11000	123	11001	167	11002	123
11010	170	11020	74	11050	142

MODULO 1.5

```

11950 REM*****
11951 REM CONVERT HEX IN H$ TO DEC IN H
11952 REM*****
11975 ERR = FALSE : H = 0 : IF LEN(H$)=0 THEN
  12030
11980 FOR X = 1 TO LEN(H$)
11990 T = FNDEC(ASC (MID$ (H$,X,1))) : H = H*B
ASE+T
12010 IF T>BASE-1 OR T<0 THEN ERR = TRUE
12020 NEXT X
12030 RETURN

```

Sebbene sia più comodo introdurre numeri esadecimali, l'uso del BASIC implica che essi debbano venir trasformati in numeri decimali per gli usi del programma. Questo è realizzato dal presente modulo.

Commento

11975: in tutto il programma si farà uso della variabile ERR (errore) per indicare che è stato scoperto un errore. Il valore normale di ERR sarà 0, che è il valore assegnato alla variabile FALSE nella routine di inizializzazione. Ogni volta che un errore viene scoperto, ERR è posta al valore TRUE, che è -1. Il vantaggio dell'uso di questi valori di 'verità' è che ERR può essere utilizzata in frasi come ERR=(A>50). L'espressione fra parentesi ha un valore a seconda che sia vera o falsa. Se è falsa avrà valore 0, se vera -1.

In questo modo la variabile ERR può essere usata per mostrare che qualcosa non va in modo molto più economico che non usando frasi del tipo: IF A>50 THEN ERR=-1.

11980-12020: esaminando successivamente ogni carattere della stringa H\$, , questo ciclo estrae il valore decimale del carattere esadecimale usando la funzione definita dall'utente FNDEC (linea 10050). Dal momento che il ciclo parte da sinistra, il risultato corrente va moltiplicato per 16 per ogni successiva cifra esadecimale. Se viene introdotto un carattere al di fuori dell'ambito 0-F, la variabile ERR viene posta a -1 per segnalarlo ai moduli successivi.

TAVOLA DI CONTROLLO

11950	123	11951	230	11952	123
11975	142	11980	128	11990	40
12010	208	12020	250	12030	142

MODULO 1.6

```

12050 REM*****
12051 REM INPUT START ADDRESS
12052 REM*****
12057 H$ = ""
12060 INPUT "START ADDRESS ( IN HEX ) : "; H$
      : GOSUB11950
12080 IF ERR OR H<0 OR H>65535 THEN 12060
12090 AD = H : RETURN

```

Per visualizzare sullo schermo il contenuto di un'area di memoria è necessario specificare la locazione di partenza in memoria. Questo viene fatto in esadecimale, l'input viene poi tradotto in decimale dal modulo precedente.

TAVOLA DI CONTROLLO

12050	123	12051	19	12052	123
12057	162	12060	50	12090	128
12090	199				

MODULO 1.7

```

11850 REM*****
11851 REM ASK CONTINUE ?
11852 REM*****

```

```

11858 T$ = ""
11860 INPUT "CONTINUE ( Y/N ) : "; T$
11870 IF T$="Y" THEN CO = TRUE : GOTO 11895
11880 IF T$<>"N" THEN PRINT "[CUP]"; : GOTO 1
1850
11890 CO = FALSE
11895 RETURN

```

Questo modulo viene richiamato quando una zona di memoria è passata su video per chiedere all'utente se desidera proseguire con un'altra.

TAVOLA DI CONTROLLO

11850	123	11851	114	11852	123
11858	174	11860	34	11870	72
11880	235	11890	239	11895	142

MODULO 1.8

```

11100 REM*****
11101 REM BYTE INTO HEX
11102 REM*****
11110 H = PEEK(AD) : AD = AD+1
11120 GOSUB 11000
11130 IF LEN(H$)<2 THEN H$ = "0"+H$
11140 O2$ = O2$+H$
11150 RETURN

```

Questo modulo esegue concretamente il compito di estrarre un valore dalla locazione di memoria specificata dalla variabile AD. Quindi viene chiamato il modulo 2 per trasformare il valore in esadecimale. Le cifre esadecimali composte da un unico simbolo vengono completate con uno zero in prima posizione, in modo da assicurare un formato standard di due cifre per ogni byte della memoria. Infine il numero esadecimale viene sommato a O2\$, per mostrare sullo schermo il contenuto della memoria.

TAVOLA DI CONTROLLO

11100	123	11101	66	11102	123
11110	35	11120	159	11130	223
11140	82	11150	142		

MODULO 1.9

```
13300 REM*****
13301 REM DUMP MEMORY TO SCREEN
13302 REM*****
13310 GOSUB 12050
13320 PRINT "[CLH]" : FOR X1 = 1 TO 18 : H =
AD : GOSUB 11000
13340 O2$ = "" : O1$ = H$ : O3$ = ""
13350 FOR X2 = 0 TO 7
13360 GOSUB 11100 : O2$ = O2$+" "
13375 IF H>31 AND H<95 THEN O3$ = O3$+CHR$(H
) : GOTO 13380
13377 O3$ = O3$+"."
13380 NEXT X2
13390 PRINT O1$ TAB(5) O2$ TAB(31) O3$
13400 NEXT X1
13410 PRINT : GOSUB 11050 : IF CO THEN 13320
13440 RETURN
```

Abbiamo ora presentato tutti i moduli necessari per definire un indirizzo iniziale e per prelevare dati dalla memoria. Possiamo ora procedere con la parte di programma che effettivamente fa qualcosa. Avendo definito un punto di inizio, questo modulo visualizza sullo schermo il contenuto di un'area di memoria.

Commento

13320: il ciclo X1 sarà usato per stampare 18 linee, ciascuna contenente otto valori letti in memoria a partire dall'indirizzo ora memorizzato in AD.

13350-13380: i valori esadecimali forniti dal modulo precedente vengono memorizzati nella stringa O2\$. Se il valore contenuto in una particolare locazione di memoria è il codice ASCII di una lettera o di una cifra, quel carattere verrà immagazzinato nella stringa O3\$, per venir visualizzato a fianco dei valori relativi ad esso.

Nell' massima parte dei casi i caratteri visualizzati non avranno senso, poiché risulta perfettamente casuale il fatto che un numero rappresenti il codice di un carattere stampabile. In ogni caso, quando si esaminano aree di memoria come l'area delle variabili del 64 oppure la struttura del programma BASIC stesso, o un programma macchina contenente stringhe, questa caratteristica risulterà indispensabile per dare un quadro esatto di ciò che la memoria contiene, dal momento che verranno visualizzate tutte le stringhe in essa presenti.

TAVOLA DI CONTROLLO

13300	123	13301	129	13302	123
13310	165	13320	246	13340	173
13350	104	13360	100	13375	177
13377	90	13380	44	13390	89
13400	43	13410	86	13440	142

Riassunto

Una volta introdotta nel computer questa sezione, avrete la base funzionante dell'intero programma. Nelle prossime sezioni, troverete impiegati molti dei moduli già descritti, infatti funzioni come la conversione in esadecimale sono comuni a tutte loro. Prima di procedere col resto del programma, familiarizzatevi con quanto visto finora. Esaminate ad esempio l'area di memoria che contiene il programma stesso (e che inizia alla locazione 801 esadecimale) e l'area delle variabili. Questa sezione del monitor è di per sé un potente strumento per scoprire i segreti della memoria del 64.

MONITOR: Visualizzazione della memoria dall'indirizzo 801 esad.

```

801 25 08 10 27 8F 2A 2A 2A % . ' . * * * *
809 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A * * * * * * * *
811 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A * * * * * * * *
819 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A * * * * * * * *
821 2A 2A 2A 00 42 08 24 27 * * * . 8 . 4 '
829 8F 20 47 45 4E 45 52 41 . GENERA
831 4C 20 49 4E 49 54 49 41 L INITIA

```

```

839 4C 49 53 41 54 49 4F 4E LISATION
841 00 66 08 2E 27 8F 2A 2A .....*.**
849 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A *****
851 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A *****
859 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A 2A *****
861 2A 2A 2A 2A 00 74 08 2F ****.../
869 27 42 41 53 45 20 B2 20 /BASE .
871 31 36 00 9B 08 30 27 8B 16...0'.
879 20 C3 28 50 54 52 24 29 ..(PTR$)
881 AA C3 28 45 24 29 B3 B1 ..(E$)..
889 32 35 35 20 A7 20 9C 20 255 . .

```

CONTINUE (Y/N) :

SEZIONE 3: Modifiche della memoria

Avendo imparato come esaminare la memoria, procediamo ora al passo successivo, cioè ad alterarne il contenuto. In questa sezione presentiamo altri due moduli che vi permetteranno di muovervi avanti e indietro nella memoria, visualizzando il contenuto dei singoli byte e, se lo desiderate, di alterare il contenuto del singolo byte visualizzato.

MODULO 1.10

```

13000 REM*****
13001 REM GET 1 BYTE
13002 REM*****
13007 H$ = ""
13010 INPUT "BYTE ( IN HEX ) : "; H$
13030 GOSUB 11950
13040 IF ERR OR H<0 OR H>255 THEN PRINT
" [CUP] " : GOTO 13000
13050 RETURN

```

Sulla base dei moduli precedenti dovrete avere poche difficoltà nell'accertarvi che questo modulo accetta un valore esadecimale compreso fra 0-FF (0-225), attiva una traduzione in decimale e restituisce questo valore al modulo successivo, da cui è richiamato.

TAVOLA DI CONTROLLO

13000	123	13001	52	13002	123
13007	162	13010	171	13030	173
13040	192	13050	142		

MODULO 1.11

```
13100 REM*****
13101 REM MEMORY MODIFY
13102 REM*****
13110 GOSUB 12050
13120 H = AD : GOSUB 11000 : PRINT H$ TA
B(6) "/" ; : Q2$ = ""
13140 GOSUB 11100 : AD = AD-1 : PRINT H$
  SPC(6) ;
13150 T$ = ""
13160 INPUT " +,-,I,E : "; T$
13170 IF T$="+" AND AD<65535 THEN AD = A
D+1 : GOTO 13120
13180 IF T$="-" AND AD>0 THEN AD = AD-1
: GOTO 13120
13190 IF T$="E" THEN RETURN
13200 IF T$<>"I" THEN PRINT"[CUP][CUP]"
: GOTO 13120
13210 GOSUB 13000 : POKE AD,H : GOTO 131
20
```

Lo scopo di questo modulo è quello di permettere all'utente di muoversi in memoria da un indirizzo di partenza specificato e modificare il contenuto di singoli byte. Gran parte del modulo si occupa di far visualizzare sullo schermo in modo comprensibile i valori di ciascun byte e di muoversi in memoria. I cambiamenti del contenuto della memoria sono eseguiti dall'ultima linea, che richiama anche il modulo precedente.

Commento

13120-13140: ottenuto l'indirizzo di partenza, viene visualizzato l'indirizzo del byte corrente, insieme al valore contenuto.

13160-13210: il modulo fa uso di quattro simboli particolari, o 'prompt': '+' significa passaggio al prossimo byte, '-' significa passaggio al byte precedente ed 'E' significa uscita da questo modulo. Il prompt rimanente è 'I', che serve a richiamare il modulo precedente e permette di inserire un nuovo valore nel byte corrente.

TAVOLA DI CONTROLLO

13100	123	13101	112	13102	123
13110	165	13120	220	13140	17
13150	174	13160	192	13170	75
13180	116	13190	211	13200	244
13210	229				

MODULO 1.12

```

13500 REM*****
13501 REM MACHINE CODE EXECUTE
13502 REM*****
13510 GOSUB 12050 : SYS AD : RETURN

```

Qualora desideriate usare il monitor per introdurre programmi direttamente in memoria in forma esadecimale, questa routine di una linea vi permetterà di chiamare la routine di linguaggio macchina senza uscire dal programma. È cosa saggia non far eseguire programmi in linguaggio macchina prima di aver salvato il programma introdotto fino a quel momento.

TAVOLA DI CONTROLLO

13500	123	13501	18	13502	123
13510	106				

SEZIONE 4: Salvataggio e caricamento del file

Ora che siete in grado di immettere nuovi valori in memoria e quindi di sviluppare un programma in linguaggio macchina, dovete anche avere la possibilità di salvare quei programmi che in seguito svilupperete ed immetterete. Dovete inoltre a-

vere la possibilità di richiamare quei programmi da disco o nastro, a seconda del mezzo con cui li registrerete. Le quattro brevi routine seguenti hanno il compito di offrirvi queste possibilità.

MODULO 1.13

```
11250 REM*****
11251 REM INPUT FILE NAME
11252 GOSUB 25500 : IF DEV=4 THEN 11290
11255 IN$ = ""
11260 INPUT " FILE NAME : "; IN$ : T = L
EN(IN$)
11280 IF T>16 OR T<0 THEN PRINT "[CDWJFI
LE NAME INVALID" : GOTO 11260
11290 RETURN
```

Il salvataggio di un gruppo di informazioni su nastro o disco avviene raggrupandole in forma di 'file', cioè una locazione dotata di nome che deve essere anzitutto 'aperta' prima che le informazioni vi vengano immesse e quindi chiusa quando tutte le informazioni necessarie sono state memorizzate.

Quando le informazioni vengono richiamate dev'essere specificato il nome del file. Questo modulo permette di inserire il nome di un file.

TAVOLA DI CONTROLLO

11250	123	11251	192	11252	119
11255	241	11260	137	11280	216
11290	142				

MODULO 1.14

```
11200 REM*****
11201 REM INPUT FINISH ADDRESS
11202 REM*****
11205 H$ = ""
```

```

11210 INPUT "FINISH ADDRESS ( IN HEX ) :
"; H$: GOSUB 11950
11230 IF ERR OR H<0 OR H>65535 THEN 1120
0
11240 EA = H : RETURN

```

I programmi linguaggio macchina che in seguito svilupperete con l'aiuto dei programmi di questo libro saranno poi contenuti in blocchi di memoria. Per salvarli il programma necessita di due informazioni: il punto di partenza ed il termine del blocco.

Abbiamo già una routine che ottiene l'indirizzo iniziale, questa esegue la stessa funzione per l'indirizzo finale.

TAVOLA DI CONTROLLO

```

11200 123      11201 70      11202 123
11205 162      11210 101     11230 123
11240 200

```

MODULO 1.15

```

14100 REM*****
14101 REM MACHINE CODE SAVE
14102 REM*****
14110 GOSUB 11250 : GOSUB 12050 : GOSUB
11200
14115 T$ = "N" : IF DEV=8 THEN INPUT "OV
ERWRITE EXISTING FILE ( Y/N ) : "; T$
14116 IF T$="Y" THEN IN$ = "@@:"+IN$
14120 IF DEV=8 THEN IN$ = IN$+",S,W"
14125 IF SA>EA THEN 14190
14130 OPEN 2,DEV,2,IN$ : PRINT# 2,AD : P
RINT# 2,EA
14150 FOR X = AD TO EA : PRINT# 2,PEEK(X
) : NEXT : PRINT# 2 : CLOSE 2
14190 RETURN

```

Ora che siamo in grado di dare un nome al file in cui sarà contenuta l'informazione presente in un'area di memoria e di specificare il punto di inizio e di termine, possiamo procedere ed immettere questo modulo, che memorizzerà l'informazione su nastro o disco.

Commento

14125: questa linea controlla semplicemente che l'utente non abbia definito un blocco di memoria la cui locazione finale sia precedente rispetto a quella iniziale.

14130: viene aperto un file, in questo caso un file d'uscita, e la destinazione dell'informazione viene stabilita in base al valore della variabile DEV (device = dispositivo). Nel listing di questo programma essa è posta uguale ad 1 (linea 10035), cosa che dirige l'uscita verso il registratore a cassette. Se usate un disco, DEV dovrebbe essere posta uguale ad 8 nella linea 10035. Una volta aperto il file d'uscita, le prime due informazioni da inserirvi sono l'indirizzo iniziale (AD) e finale (EA). Più avanti nel programma verrà aggiunta la possibilità di cambiare a piacere il numero di dispositivi.

14150: il contenuto di ogni byte del blocco di memoria da salvare viene memorizzato singolarmente nel file.

TAVOLA DI CONTROLLO

14100	123	14101	46	14102	123
14110	224	14115	32	14116	89
14120	179	14125	92	14130	108
14150	161	14190	142		

MODULO 1.16

```
14300 REM*****
14301 REM MACHINE CODE LOAD
14302 REM*****
14310 GOSUB 11250 : IF DEV=8 THEN IN$ =
IN$+",S,R"
14320 OPEN 2,DEV,0,IN$ : INPUT# 2,SA,EA
: IF ST THEN CLOSE 2 : RETURN
14350 FOR X = SA TO EA : INPUT# 2,T : PO
KE X,T : NEXT : CLOSE 2 : RETURN
```

Questo modulo è semplicemente l'immagine speculare del precedente. Invece di mettere informazioni in un file, questo modulo preleva dal file informazioni precedentemente memorizzate e le reinserisce nella memoria del computer.

TAVOLA DI CONTROLLO

14300 123	14301 31	14302 123
14310 206	14320 174	14350 50

Sommario

Una volta immesso l'intero monitor, siete in grado di sfruttarlo, sebbene tutta la sua potenzialità verrà ben compresa quando immetterete il resto del programma Mastercode. Provate ad immettere una nuova linea: 0A=13. Chiamate l'opzione del menu che permette di cambiare la memoria ed alterate il contenuto del byte 805 immettendovi l'esadecimale 8F (143). Listate il programma e vedrete che la vostra prima linea è cambiata in una frase di commento (143 rappresenta REM nel file di programma). Se non siete ben sicuri di ciò che state facendo è utile che non cerchiate ora di modificare troppe altre locazioni di memoria e certamente non prima che abbiate salvato correttamente la vostra versione finale del monitor. Se volete fare un po' di confusione provate a modificare alcuni dei byte attributo dei colori nelle posizioni D800-DBFF esadecimali, della memoria colore dello schermo. Errori commessi in questa zona non saranno disastrosi.

CAPITOLO 2

DISASSEMBLER MASTERCODE

Dopo aver inserito il programma monitor, che vi permette di esaminare aree di memoria e di cambiarne il contenuto, proseguiamo col passo successivo, che vi permetterà di tradurre il contenuto di un'area di memoria in cui si trovi un programma in linguaggio macchina in una forma più comprensibile. Questa forma più 'leggibile' per un programma in codice macchina si chiama linguaggio assembler.

Il vantaggio di lavorare con il linguaggio assembler è che usando i POKE per immettere numeri direttamente in memoria possiamo immettere un programma in linguaggio macchina, ma non c'è una corrispondenza immediatamente evidente fra i numeri inseriti o rilette dalla memoria e le operazioni che il programma eseguirà. Il programma risulta semplicemente una lista di numeri e solo un numero molto ristretto di programmatori è in grado di leggere un programma scritto in quella forma senza usare una tabella di riferimento contenente i codici ed il loro significato. Il linguaggio assembler fornisce un mezzo per immettere istruzioni significative anche per l'utente con poca pratica, che danno una rappresentazione esatta di ogni istruzione macchina del programma. In altre parole il linguaggio assembler consiste di una serie di istruzioni, o codici mnemonici, corrispondenti alle singole operazioni macchina che il chip 6502/6510 è in grado di riconoscere ed eseguire.

Le istruzioni in linguaggio assembler saranno normalmente composte da due parti:

- 1) un codice operativo (opcode) che specifica il tipo di operazione che si chiede al chip 6502/6510 di compiere, come spostare un numero da un luogo ad un altro in memoria, confrontare due valori o eseguire un'operazione aritmetica su di un valore;
- 2) una volta definito il tipo di operazione da eseguire è necessario definire il numero su cui l'operazione dev'essere compiuta. Questa parte dell'istruzione è nota come operando e può consistere di un numero su cui si agirà direttamente o dell'indirizzo di memoria di un numero su cui si dovrà operare.

Una tipica istruzione in linguaggio macchina, su cui si basa la traduzione del linguaggio assembler, consisterà perciò di un byte che specifichi l'opcode e di uno o due byte usati per ritrovare il numero su cui eseguire l'operazione. Alcuni tipi di istruzione necessitano di un solo byte, quello che precisa il solo opcode, dal momento che esse implicano che il valore su cui operare sia rappresentato da una locazione prefissata che non è necessario menzionare esplicitamente.

Per tradurre un programma dal codice macchina in linguaggio assembler c'è bisogno di un programma che sia in grado di identificare un opcode e quindi di decidere quanti dei successivi byte di memoria (0, 1 o 2) rappresentino l'operando associato a quel codice operativo. Un programma in grado di far questo è detto 'disassembler'. Il suo effetto è quello di estrarre numeri incomprensibili dalla memoria e di tradurli in qualcosa che con un po' di pratica possa essere compreso dall'utente.

La spiegazione breve e molto semplificata data sopra richiederà un po' di attenzione se questa è la prima volta che sentite parlare di un disassembler. Una volta però che abbiate ben chiaro il concetto nella vostra mente dovrete avere pochi problemi nel comprendere le basi su cui lavora la seguente sezione del programma Mastercode. Per mezzo di una serie di tabelle memorizzate in stringhe, il programma è in grado di identificare le istruzioni in linguaggio macchina di una specifica area di memoria e di visualizzare il tipo di operazioni ed i loro operandi in linguaggio assembler. Il programma può essere usato in almeno due modi:

a) per l'utente che sta sviluppando programmi in linguaggio assembler, il disassembler permette di controllare e correggere più facilmente il programma in memoria durante il procedimento di immissione;

b) per coloro che vorrebbero approfondire la loro esplorazione della memoria del Commodore 64, il programma così com'è in grado di dare una traduzione completa della ROM della macchina, cioè del programma incorporato e permanente che fa in pratica funzionare la macchina. In questo modo si può giungere ad una comprensione migliore del lavoro interno del computer ed è possibile esaminare il modo in cui le singole routine della ROM possano venir usate effettivamente nei programmi utente.

SEZIONE I: Predisposizione delle tabelle

MODULO 2.1

```
12200 REM*****
12201 REM HEX LOADER
12202 REM*****
12210 T1$ = ""
12220 FOR X1 = 1 TO LEN(T$) STEP 2
12230 T1$ = T1$+CHR$(FNDEC(ASC (MID$(T$,X1,1)))
*16+FNDEC(ASC (MID$(T$,X1+1,1)
)))
12260 NEXT X1
12270 RETURN
```

Il vero scopo di questo modulo non sarà chiaro finché non verranno spiegate le tabelle del modulo successivo. La sua funzione è quella di estrarre i valori dalle tabelle e di compattarli in stringhe. I valori delle tabelle sono stati disposti nella forma di valori esadecimali a due cifre (cioè numeri nell'intervallo 0-255 decimale). Questo modulo converte coppie di valori esadecimali in singoli caratteri ASCII. I caratteri ottenuti in questo modo possono essere raggruppati in una stringa (TIS).

TAVOLA DI CONTROLLO

12200	123	12201	107	12202	123
12210	223	12220	216	12230	154
12260	43	12270	142		

MODULO 2.2

```
19000 REM*****
19001 REM INITIALISE DECODER TABLES
19002 REM*****
19005 BASE = 16
19007 DEFFN DEC(X) = X-48+(X>57)*7
19010 DIM TA$(4)
19011 T$ = "0A22383838220238242202383
8220238"
19012 T$ = T$+"0922383838220238002238383
8220238"
```

19013 T\$ = T\$+"1001383806012738260127380
 6012738"
 19014 T\$ = T\$+"0701383838012738200138383
 8012738"
 19015 T\$ = T\$+"2917383838172038231720381
 B172038"
 19016 T\$ = T\$+"0B173838381720380F1738383
 8172038"
 19017 T\$ = T\$+"2A00383838002838250028381
 B002838"
 19018 GOSUB 12200 : TA\$(0) = T1\$
 19019 T\$ = "0C003838380028382E0038383
 8002838"
 19020 T\$ = T\$+"382F3838312F3038163835383
 12F3038"
 19021 T\$ = T\$+"032F3838312F3038372F36383
 82F3838"
 19022 T\$ = T\$+"1F1D1E381F1D1E38331D32381
 F1D1E38"
 19023 T\$ = T\$+"041D38381F1D1E38101D34381
 F1D1E38"
 19024 T\$ = T\$+"13113838131114381A1115381
 3111438"
 19025 T\$ = T\$+"08113838381114380E1138383
 8111438"
 19026 GOSUB 12200 : TA\$(0) = TA\$(0)+T1\$
 19027 T\$ = "122B3838122B1838192B21381
 22B1838"
 19028 T\$ = T\$+"052B3838382B18382D2B38383
 82B18"
 19029 GOSUB 12200 : TA\$(0) = TA\$(0)+T1\$
 19030 T\$ = "17111661120110CC1381114411
 B111AA1"
 19031 T\$ = T\$+"C711666112010CC1381114411
 B111AA1"
 19032 T\$ = T\$+"1711166112010CC1381114411
 B111AA1"
 19033 T\$ = T\$+"1711166112019CC1381114411
 E111AA1"
 19034 T\$ = T\$+"1711666111110CC1381144511
 E111AA11"
 19035 T\$ = T\$+"2721666112110CC1381144511
 E11AAB1"
 19036 T\$ = T\$+"2711666112110CC1381114411
 E111AA1"
 19037 T\$ = T\$+"2711666112110CC1381114411
 B111A"

```

19038 GOSUB 12200 : TA$(1) = T1#+CHR$(1
60)
19040 TA$(2) = "ADCANDASLBCCBCSBE
GBITEMIBNEBPLBRKBVCEBVS"
19041 TA$(2) = TA$(2)+"CLOCCLDCLICLVCMPCP
XCFYDECDDEXDEYEDRINCINX"
19042 TA$(2) = TA$(2)+"INYJMPJSRLDALIXLD
YLSRNOFORAPHAPPLAPLP"
19043 TA$(2) = TA$(2)+"ROLRORRTIRTSSBCSE
CSEDSEISTASTXSTYXTAY"
19044 TA$(2) = TA$(2)+"TSXTXATXSTYA???"
19045 RETURN

```

Queste tabelle apparentemente scoraggianti sono in realtà assai semplici una volta che si sia ben compresa la spiegazione generale data sopra del lavoro di un disassembler.

Le tre sezioni della tabella definite fra le linee 19011 e 19029 vengono usate per creare, attraverso chiamate al modulo precedente, una riga della matrice TA\$, contenente caratteri il cui codice cada nell'intervallo 0-56. Questi valori puntano ad una tabella seguente contenente i nomi, in linguaggio assembler, dei 56 tipi di codice operativo disponibili quando si esprima un'istruzione macchina in linguaggio assembler, più un codice usato per segnalare che è stato rilevato un codice operativo non valido. Nel codice macchina del 6502/6510 esistono più di 150 codici operativi possibili, perché allora solo 56 rappresentazioni mnemoniche in linguaggio assembler? La risposta a questa domanda è che i codici operativi del linguaggio macchina possono essere raccolti in gruppi, ad esempio quelli che caricano un valore nell'accumulatore, che abbiano una rappresentazione mnemonica comune. All'interno di ciascun gruppo sussistono però grosse differenze fra gli operandi, cioè nel modo di reperire il valore da elaborare. Quindi ogni codice operativo sarà associato ad un unico tipo di operando, mentre un codice mnemonico potrebbe venir associato a parecchi tipi diversi di operando al momento di tradurre il programma macchina in linguaggio assembler.

Così un codice operativo di valore 127 avrebbe un punto di ingresso nella posizione 127 di TA\$(0). Il codice ASCII del carattere contenuto in quella posizione verrà usato per attribuire un valore fra 0 e 56. Questo valore sarà poi utilizzato per puntare a tre caratteri della sezione di tabella definita nelle linee 19940-19944. Queste cinque linee di testo, una volta suddivise in gruppi di tre caratteri, rappresentano tutte le possibili rappresentazioni mnemoniche del linguaggio assembler 6502/6510 per i vari codici operativi.

Le rimanenti sezioni delle tabelle, definite dalle linee fra 19030 e 19037 danno il tipo di operando associato al particolare codice operativo. I tipi di operando verranno spiegati in maggior dettaglio in seguito.

SEZIONE 2: operandi e loro tipi

Come detto nella prefazione, questo libro non intende fornire un'introduzione al linguaggio macchina del 6502/6510. Si presuppone che chi voglia usare questo libro sia già in parte a conoscenza di un certo numero di concetti che stanno alla base della programmazione in linguaggio macchina o in linguaggio assembler oppure che questo libro venga usato insieme ad un testo introduttivo generale sul linguaggio assembler del 6502/6510 che spieghi le varie funzioni disponibili sul chip in questione. È comunque necessario a questo punto per la comprensione del programma fornire qualche breve spiegazione sul modo in cui il chip 6502/6510 interpreta gli operandi, cioè i valori delle locazioni di memoria su cui è in grado di compiere le sue 56 operazioni.

Il chip 6502/6510 è in grado di riconoscere 11 differenti metodi, noti come modi di indirizzamento, per ottenere il valore su cui operare in un programma in codice macchina. Ogni singolo codice operativo richiede l'uso di uno di questi 11 metodi diversi. Il programma disassembler dev'essere in grado di riconoscere il codice operativo e quindi di estrarre da esso il tipo di indirizzamento da utilizzare.

Le due forme più semplici di indirizzamento sono l'indirizzamento in accumulatore e l'indirizzamento implicito:

1) Indirizzamento in accumulatore: alcuni codici operativi specificano, senza esplicitare ulteriormente un valore o un indirizzo di memoria, che l'operazione da compiere deve essere eseguita sul contenuto del registro accumulatore della CPU. Un esempio di, questo tipo di indirizzamento può essere lo 'shift left accumulator' (SLA in linguaggio assembler), che fa scorrere i bits 0-6 dell'accumulatore verso sinistra, moltiplicando così per due il valore rappresentato da quei bit. Quando si specifica un'operazione di questo tipo non c'è bisogno di ulteriori precisazioni ed è necessario un solo bit di memoria per rappresentare un'istruzione di questo tipo in un programma di codice macchina.

2) Indirizzamento implicito: l'indirizzamento in accumulatore è un caso particolare di questo modo di indirizzamento. Ci sono altri codici operativi che specificano implicitamente il luogo in cui trovare il valore da elaborare. Un esempio di questi può essere 'trasferisci l'accumulatore al registro Y' (TAY). L'effetto di questa operazione è esattamente quello enunciato e non c'è altra necessità di dire come ottenere il

valore da trasferire o dove dovrà essere posto. Anche questa è un'istruzione macchina da un byte.

3) Indirizzamento immediato: i codici operativi che impiegano questo tipo di indirizzamento richiedono che il valore su cui operare venga specificato insieme al codice operativo stesso, per mezzo di valori compresi fra 0 e 255, o del possibile contenuto di un singolo byte di memoria. Un esempio di codice operativo di questo tipo è 'load accumulator immediate' (LDA). Un'istruzione contenente questo codice operativo potrebbe essere LDA 127. L'effetto di questa istruzione sarebbe quello di caricare nell'accumulatore il valore 127. Tradotto in codice macchina questo tipo di istruzioni richiede un byte di memoria per specificare il codice operativo ed un altro byte per specificare il valore su cui operare.

4) Indirizzamento relativo: viene impiegato quando in un programma è necessario utilizzare dei salti ed è richiesto un valore per specificare la locazione di memoria cui il programma dovrà saltare durante l'esecuzione. Come per il tipo precedente di indirizzamento, il valore dovrà essere nell'intervallo 0-255 ma questo intervallo è suddiviso in una metà positiva ed una negativa, con i valori 0-127 che provocano un salto positivo ed i valori 128-255 uno negativo (viene sottratto 127 dal valore in oggetto). Il salto è misurato relativamente all'indirizzo del byte seguente l'istruzione di salto. Un esempio di questo genere di codice operativo può essere 'branch non-zero' (BNE). Un'istruzione contenente questo codice operativo potrebbe prendere la forma BNE 127, l'effetto dell'istruzione sarebbe quello di saltare in avanti di 127 byte prima di riprendere l'esecuzione del programma nel caso che l'operazione precedente del programma avesse dato un risultato diverso da zero. L'indirizzamento relativo, come i tipi precedenti, impiega un byte per il codice operativo ed un byte per l'operando.

Prima di discutere i restanti modi di indirizzamento è necessario comprenderne due tipi che non sono implementati singolarmente ma formano uno la base dell'altro:

a) Indirizzamento indicizzato: questo metodo impiega uno dei due registri del chip 6502/6510 noti come 'registri indice'.

Questo tipo di codice operativo usa un operando che specifica un indirizzo di memoria ma, prima che questo indirizzo venga utilizzato, esso o il suo contenuto vengono modificati aggiungendovi il contenuto presente di uno dei registri indice. Allora un'istruzione che usa l'indirizzamento indicizzato richiede che:

I) ci sia un valore nel registro indice

II) l'operando specifichi un indirizzo di memoria.

b) Indirizzamento in pagina zero: si riferisce al fatto che sebbene il chip 6502/6510 abbia solo cinque registri (locazioni nel chip in cui si possano facilmente porre ed e-

laborare valori) accessibili al programmatore in linguaggio macchina, questa limitazione al confronto di altri popolari chip di CPU è superata dalla possibilità di considerare l'intera area di memoria dall'indirizzo 0 all'indirizzo 255 come una serie di 128 registri a due byte che possono venir utilizzati dalla CPU per operazioni varie. L'indirizzamento in pagina zero è il modo di indirizzamento che rende accessibile quest'area di memoria.

Tornando ora ai principali modi di indirizzamento forniti dal chip 6502/6510 troviamo:

5) Indirizzamento indicizzato in pagina zero: in questa forma di indirizzamento sono combinati i due metodi presentati sopra. In un'istruzione di questo tipo il valore contenuto nel registro indice potrebbe essere sette, nel qual caso l'operando a due byte si riferirebbe ad un indirizzo in pagina zero della memoria (0-255), a cui andrebbe sommato il contenuto dello specificato indice.

6) Indirizzamento indiretto: qui l'operazione specificata dal codice operativo verrà eseguita su di un indirizzo non direttamente espresso nell'istruzione assembler, ma contenuto nei due bytes al cui indirizzo punta l'operando a due byte. Un esempio di istruzione di questo genere può essere 'jump' (JMP). Questo codice operativo sarebbe seguito da un operando a due byte. L'operando non è l'indirizzo di memoria cui il programma in esecuzione dovrebbe saltare, piuttosto i due byte che iniziano all'indirizzo specificato contengono un indirizzo. È questo secondo indirizzo quello cui il programma dovrà saltare. Quindi JMP (\$AAAA) non indica un salto all'indirizzo AAAA, ma all'indirizzo rappresentato dal valore memorizzato nei due byte di memoria \$AAAA ed \$AAAB.

Altre due forme di indirizzamento indiretto disponibili sul chip 6502/6510 usano il concetto di indirizzamento indicizzato descritto sopra:

7) Indirizzamento pre-indicizzato: come per un normale indirizzamento indiretto, gli operandi di questo tipo contengono indirizzi ai quali si troveranno i valori da elaborare. Però prima di ottenere l'indirizzo iniziale vengono aggiunti operandi pre-indicizzati al contenuto del registro X della CPU. Così se il registro X contiene \$100 e l'operando è \$100, l'indirizzo in cui si cercherà il valore desiderato è \$200.

8) Indirizzamento post-indicizzato: qui l'operando specifica una locazione di memoria dalla quale viene prelevato il contenuto che si somma a quello del registro Y della CPU. Il risultato è un indirizzo sul cui contenuto si eseguirà l'elaborazione.

9) Indirizzamento assoluto: in questo caso l'operando a due byte specifica un indirizzo di memoria dove si troverà il valore su cui operare. Ad esempio l'istruzione

'load accumulator' usata con questo tipo di indirizzamento potrà avere la forma LDA \$AAAA, che avrebbe l'effetto di caricare nell'accumulatore il valore contenuto nel byte \$AAAA della memoria.

10 e 11) Indirizzamento assoluto X ed assoluto Y: in questi due tipi l'indirizzo specificato nell'operando a due byte viene sommato al contenuto del registro X o Y per ottenere l'indirizzo finale del valore da elaborare. Se ad esempio il contenuto del registro X è \$5 e l'operando è \$AAAA, l'indirizzo del valore da elaborare per esempio con un'operazione del tipo LDA \$AAAA,X sarebbe contenuto nel byte \$AAAF della memoria da cui verrebbe passato nell'accumulatore.

Date queste brevi spiegazioni sui diversi tipi di operandi che il chip 6502/6510 è in grado di riconoscere, dovrete trovare abbastanza facili da seguire senza troppi commenti le sezioni del programma che si occupano di creare le istruzioni in linguaggio assembler a partire dalle equivalenti in linguaggio macchina. Nei moduli seguenti, quando un codice operativo è prelevato dalla memoria, il programma riceverà il corretto modo di indirizzamento per quel codice operativo accedendo alle tabelle memorizzate nella sezione precedente, ottenendo un valore che registrerà nella variabile OP (operando). Il valore di OP tradotto in un metodo di indirizzamento è riportato nella tavola qui sotto, cui troverete utile far ricorso seguendo i moduli del programma disassembler.

VALORE DI 'OP'	MODI DI INDIRIZZAMENTO
0	Accumulatore
1	Implicito
2	Immediato
3	Relativo
4	Indicizzato pag. 0, X
5	Indicizzato pag. 0, Y
6	Pag. zero
7	Pre-indicizzato indiretto (X)
8	Post-indicizzato indiretto (Y)
9	Absolute indiretto
10	Absolute indicizzato, X
11	Absolute indicizzato, Y
12	Absolute

TAVOLA DI CONTROLLO

19000	123	19001	139	19002	123
19005	116	19007	132	19010	228
19011	136	19012	89	19013	78
19014	90	19015	91	19016	116
19017	93	19018	241	19019	164
19020	130	19021	154	19022	226
19023	193	19024	61	19025	87
19026	213	19027	189	19028	58
19029	213	19030	162	19031	141
19032	118	19033	108	19034	111
19035	147	19036	125	19037	11
19038	75	19040	84	19041	175
19042	10	19043	82	19044	238
19046	142				

MODULO 2.3

```
15450 REM*****
15451 REM ACCUMULATOR (OP=0)
15452 REM*****
15460 O1$ = O1$+"A"
15500 REM IMPLIED (OP=1)
15510 RETURN
```

Questo breve modulo si occupa dei due modi di indirizzamento più semplici:

- indirizzamento in accumulatore: tutto ciò che si richiede per disassemblare questo tipo è l'aggiunta di 'A' al codice operativo standard.
- indirizzamento implicito: qui il codice operativo stesso sottintende il suo operando, quindi non c'è bisogno di alcuna azione.

TAVOLA DI CONTROLLO

15450	123	15451	108	15452	123
15460	105	15500	49	15510	142

MODULO 2.4

```
15550 REM*****
15551 REM IMMEDIATE (OP=2)
15552 REM*****
15560 GOSUB 11100
15570 O1$ = O1$+"#"+H$
15580 RETURN
```

Questo modulo si occupa dell'indirizzamento immediato. Il byte seguente il codice operativo viene interpretato come un operando nell'intervallo 0-255.

TAVOLA DI CONTROLLO

15550	123	15551	189	15552	123
15560	160	15570	133	15580	142

MODULO 2.5

```
15600 REM*****
15601 REM RELATIVE (OP=3)
15602 REM*****
15610 GOSUB 11100
15620 IF H>127 THEN H = H-256
15630 H = H+AD
15640 GOSUB 11000
15650 O1$ = O1$+"$"+H$
15660 RETURN
```

Questo modulo si occupa dell'indirizzamento relativo e trasforma il byte che segue il codice operativo in un numero nell'intervallo -128/+127.

TAVOLA DI CONTROLLO

15600	123	15601	139	15602	123
15610	160	15620	239	15630	177
15640	159	15650	98	15660	142

```

15300 REM*****
15301 REM ADD OPERAND IN OP TO O1$
15302 REM*****
15310 ON OP+1 GOTO 15450,15500,15550,156
00
15330 IF OP>6 AND OP<10 THEN O1$ = O1$+"
("
15340 GOSUB 11100
15350 O1$ = O1$+"$" : T$ = H$
15360 IF OP<9 THEN 15390
15370 GOSUB 11100
15380 O1$ = O1$+H$
15390 O1$ = O1$+T$
15400 IF OP=9 OR OP=8 THEN O1$ = O1$+" )"
15410 IF OP-INT(OP/3)*3=1 THEN O1$ = O1$
+",X"
15420 IF OP-INT(OP/3)*3=2 THEN O1$ = O1$
+",Y"
15430 IF OP=7 THEN O1$ = O1$+" )"
15440 RETURN

```

Questa semplice sezione di frasi IF regola il formato delle istruzioni in linguaggio assembler a seconda dei diversi modi di indirizzamento. Il modo migliore di capire questa sezione è quello di confrontare ciò che essa fa all'operando sulla base dei valori di OP presentati nella tabella più sopra.

TAVOLA DI CONTROLLO

15300	123	15301	158	15302	123
15310	110	15330	10	15340	160
15350	156	15360	31	15370	160
15380	80	15390	92	15400	230
15410	207	15420	209	15430	107
15440	142				

SEZIONE 3: disassemblaggio della memoria

Abbiamo introdotto le sezioni del programma che permettono di tradurre da linguaggio macchina in linguaggio assembler. Resta ora da aggiungere l'insieme

dei moduli che permettono al programma di prelevare il contenuto di una specifica area di memoria del 64 in modo che le istruzioni in esse contenute in linguaggio macchina possano essere disassemblate e visualizzate sullo schermo.

MODULO 2.7

```
15700 REM*****
15701 REM DISASSEMBLE INSTRUCTION
15702 REM*****
15710 Q2$ = ""
15715 GOSUB 11100 : H = H+1
15720 IF HD255 THEN H = 3
15730 T = ASC (MID$(TA$(0),H,1))
15750 Q1$ = MID$(TA$(2),T*3+1,3)+" "
15760 OP = ASC (MID$(TA$(1),INT((H+1)/2),1))
15770 IF (H AND 1) =1 THEN OP = OP/16
15780 OP = OP AND 15
15790 RETURN
```

TAVOLA DI CONTROLLO

15700	123	15701	93	15702	123
15710	219	15715	119	15720	148
15730	131	15750	148	15760	224
15770	146	15780	133	15790	142

Questo modulo costruisce l'istruzione in linguaggio assembler sulla base delle informazioni ricavate dalla memoria.

Commento

15715-15720: ottenuto il byte del codice operativo, il suo valore viene posto nella variabile 'H'.

15730: il codice operativo viene usato per ottenere un puntatore da TA\$(0) che indicherà la posizione in TA\$(2) del formato a tre lettere in linguaggio assembler di quel codice.

15750: viene aggiunto uno spazio dopo il codice operativo per uniformarlo al formato standard del linguaggio assembler.

15760-15780: viene ricavato dalla tabella TAs(I) il modo di indirizzamento associato al codice operativo.

MODULO 2.8

```
15800 REM*****
15801 REM DISASSEMBLE MEMORY AREA
15802 REM*****
15810 GOSUB 12050
15820 PRINT "[CLH]" : FOR I = 1 TO 20
15825 H = AD : GOSUB 11000 : PRINT H# TAB
B(6) :
15830 GOSUB 15700 : GOSUB 15300
15850 PRINT O2# TAB(14) O1#
15860 NEXT I
15865 PRINT
15870 GOSUB 11850
15880 IF CO THEN 15820
15890 RETURN
```

TAVOLA DI CONTROLLO

15800	123	15801	13	15802	123
15810	165	15820	93	15825	244
15830	202	15850	115	15860	235
15865	153	15870	172	15880	36
15890	142				

Questo è il modulo che controlla il formato delle istruzioni in linguaggio assembler ottenute dai moduli precedenti. Per una spiegazione delle varie chiamate delle subroutine, si veda in Appendice la Tabella delle funzioni delle subroutine.

Sommario

Anche se state lavorando su questo libro con un buon testo base sul 6502/6510 vale la pena, a questo punto, di passare un po' di tempo giocando col vostro assembler e monitor. Provate a disassemblare alcune delle routine della ROM del 64 e cercate di capire come funzionano. Alcuni indirizzi interessanti per iniziare a disassemblare sono elencati sotto, con le funzioni delle routine che vi si trovano.

Fate attenzione comunque che un disassembler è utile solo se viene fornita una posizione di partenza corretta in memoria. Se iniziate a disassemblare la memoria in un punto a metà di un'istruzione macchina, i primi byte almeno del listing disassemblato saranno privi di senso, dal momento che parti di operandi saranno state tradotte come codici operativi. Alla fine, dopo aver saltato un numero di istruzioni apparentemente errate o addirittura insensate, il disassembler incontrerà istruzioni corrette. Da qui in avanti verrà disturbato solo dalla presenza in memoria di tabelle, che tenterà nuovamente di tradurre come se si trattasse di istruzioni in linguaggio macchina. Quando vi imbattete in tali problemi l'unica soluzione è quella di spostare l'indirizzo iniziale finché non sia terminata la tabella e vengano trovate istruzioni sensate all'inizio del listing disassemblato.

Qui sotto c'è un esempio di disassemblaggio di un'area dell'interprete del 64 iniziante all'indirizzo di una routine la cui funzione è quella di accettare in ingresso una nuova linea BASIC usando varie subroutine del monitor e del 'kernal' del 64.

A480	6C0203	JMP (\$0302)
A483	2060A5	JSR \$A560
A486	867A	STX \$7A
A488	847B	STY \$7B
A48A	207300	JSR \$0073
A48D	AA	TAX
A48E	F0F0	BEQ \$A480
A490	A2FF	LIX #\$FF
A492	863A	STX \$3A
A494	9006	BCC \$A49C
A496	2079A5	JSR \$A579
A499	4CE1A7	JMP \$A7E1
A49C	206BA9	JSR \$A96B
A49F	2079A5	JSR \$A579
A4A2	840B	STY \$0B
A4A4	2013A6	JSR \$A613
A4A7	9044	BCC \$A4ED
A4A9	A001	LDY #\$01
A4AB	B15F	LDA (\$5F),Y
A4AD	8523	STR \$23

CONTINUE (Y/N) :

CAPITOLO 3

FILE EDITOR MASTERCODE

Prima di procedere con la parte principale del programma assembler esamineremo il file editor, che permette di immettere in forma opportuna i programmi in linguaggio macchina e di editarli convenientemente.

Discutendo del disassembler abbiamo già notato il formato di alcune singole istruzioni che verranno usate nei programmi in linguaggio assembler. Se avete usato il disassembler per tradurre parte della ROM del 64, avrete anche visto in quale forma i programmi in linguaggio assembler vengono usualmente presentati, che consiste di tre tipi d'informazione per ciascuna istruzione:

- 1) l'indirizzo di memoria dove l'istruzione si trova
- 2) il contenuto, in esadecimale, dei byte che la compongono
- 3) la forma in linguaggio assembler dell'istruzione

Quando si introduce un programma in linguaggio assembler per mezzo di un assembler, sono necessarie le sole istruzioni in linguaggio assembler. Ci sono però alcuni problemi connessi alla semplice introduzione di una lunga lista di istruzioni in linguaggio assembler. Ad esempio cosa succede se dopo aver immesso un lungo programma in linguaggio assembler ci accorgiamo che dobbiamo inserire alcune istruzioni nel mezzo di esso oppure che dobbiamo cancellarne alcune? Dobbiamo ripetere tutto il programma correttamente? Ovviamente l'ideale sarebbe qualcosa del tipo offerto dall'interprete BASIC del 64 - linee numerate che vengono automaticamente cancellate o inserite al posto giusto, con la possibilità di modificare linee dovunque nel programma. È compito del file editor offrire queste possibilità, benché la sezione di programma presentata qui vada oltre, permettendo anche di renumerare il programma e di salvare (o caricare) il file in linguaggio assembler prima che l'assembler proceda effettivamente ad elaborarlo e tradurlo in codice macchina.

Va sottolineato il fatto che il file editor non è una parte dell'assemblatore propriamente detto poiché non si occupa del tipo di materiale che viene immesso, ma permette semplicemente di inserire in un file delle linee numerate. Nulla viene controllato o elaborato finché l'assemblatore vero e proprio non viene attivato.

SEZIONE 1: inizializzazioni

MODULO 3.1

```
24800 REM*****
24801 REM FILE EDITOR MENU
24802 REM*****
24820 PRINT "[CLH][GRN] ----- FILE
EDITOR -----[BLU][CDW]"
24835 PRINT "      0) EXIT FROM FILE EDI
TOR"
24840 PRINT "      1) INPUT LINE(S)"
24850 PRINT "      2) LIST LINE(S)"
24860 PRINT "      3) DELETE LINE(S)"
24870 PRINT "      4) RENUMBER FILE"
24880 PRINT "      5) INITIALISE FILE"
24890 PRINT "      6) LOAD FILE"
24900 PRINT "      7) SAVE FILE"
24910 PRINT "      8) ADD MACHINE CODE T
O FILE"
24915 PRINT "      9) CHANGE DEVICE NUMB
ER[CDW][CDW][CDW][CDW][CDW]"
24920 INPUT " COMMAND ( 0-9 ) : " CO
24940 IF CO=0 THEN RETURN
24950 IF CO>0 THEN ON CO GOSUB 24600,244
00,24500,24700,24300,23600,23700,25000
24960 IF CO>8 THEN ON CO-8 GOSUB 25500
24970 GOTO 24800
```

Un modulo completamente dedicato al menu.

TAVOLA DI CONTROLLO

24800	123	24801	11	24802	123
24820	125	24835	235	24840	179
24850	95	24860	216	24870	218
24880	102	24890	156	24900	172
24910	90	24915	243	24920	182
24940	148	24950	30	24960	252
24970	167				

MODULO 3.2

```

24300 REM*****
24301 REM INITIALISE FILE
24302 REM*****
24310 PTR$ = "" : E$ = "" : FOR X = 0 TO
  254 : E$ = E$+CHR$(X) : NEXT : RETURN

```

Questo modulo predisporre le variabili necessarie per trattare un nuovo file — richiamando questa opzione con un file già in memoria si provocherà la perdita di questo file. Le due principali variabili sono PTR\$, che indicherà la posizione corretta degli elementi del file, ed E\$, che terrà conto della posizione degli spazi per nuovi inserimenti. L'uso di PTR\$ verrà descritto nel modulo 6.

TAVOLA DI CONTROLLO

24300	123	24301	218	24302	123
24310	217				

MODULO 3.2A

```

19980 DIM FI$(254) : GOSUB 24300

```

Questo modulo fa parte in effetti della routine di inizializzazione principale per le tabelle del disassembler. La sua funzione è quella di predisporre la matrice del file

principale (FIS) quando il programma viene eseguito per la prima volta. Una volta che il programma è partito, la matrice viene reinizializzata richiamando il modulo precedente.

TAVOLA DI CONTROLLO

19980 101

SEZIONE 2: Immissione di linee

MODULO 3.3

```
24600 REM*****
24601 REM INPUT LINE(S)
24602 REM*****
24610 PRINT "[CLH]"
24620 IN$ = "" : INPUT IN$ : GOSUB 24000
      : IF LN=-65536 THEN 24665
24650 GOSUB 23900 : IF LEN(IN$)=0 THEN 2
4680
24660 GOSUB 23100 : IF NOT ERR THEN 2462
0
24665 RETURN
24680 GOSUB 23020 : IF NOT ERR THEN GOSU
B 23300
24690 GOTO 24620
```

Questo è il modulo che, all'immissione di una linea, attribuisce i compiti necessari alle varie routine del file editor. Oltre a distribuire i compiti ad altri moduli, la sua unica funzione è quella di permettere l'immissione della linea nella forma di IN\$ e di determinare se viene inserito un numero di linea senza alcuna linea, cioè se si vuole eseguire una cancellazione.

TAVOLA DI CONTROLLO

24600	123	24601	43	24602	123
24610	144	24620	251	24650	108
24660	94	24665	142	24680	6
24690	167				

MODULO 3.4

```
24000 REM*****
24001 REM GET LINE NUMBER
24002 REM*****
24010 LN = -65536
24020 IF LEN(IN$)=0 OR IN$<"0" OR LEFT$
(IN$,1)>"9" THEN 24090
24030 FOR T = 1 TO LEN(IN$)
24040 IF MID$ (IN$,T,1)<="9" AND MID$ (I
N$,T,1)>="0" THEN NEXT T
24080 LN = VAL(LEFT$ (IN$,T-1)) : IN$ =
MID$ (IN$,T)
24090 RETURN
```

Ottenuto un input nella forma IN\$, si ricava un numero di linea dall'inizio della stringa. La stringa viene esaminata carattere per carattere per trovare il primo di essi al di fuori dell'intervallo 0-9, quindi si calcola il VAL della stringa fino a quel punto. Le stringhe che non iniziano con un numero di linea provocano un'attribuzione del valore -65536 al numero stesso (LN), segnalando così l'errore, in caso contrario il numero di linea viene memorizzato in LN ed i caratteri che lo rappresentano vengono sottratti alla stringa originaria.

TAVOLA DI CONTROLLO

24000	123	24001	192	24002	123
24010	64	24020	99	24030	203
24040	150	24080	79	24090	142

MODULO 3.5

```
23900 REM*****
23901 REM REMOVE LEADING SPACES
23902 REM*****
23910 FOR T = 1 TO LEN(IN$)
23920 IF MID$ (IN$,T,1)=" " THEN NEXT T
23950 IN$ = MID$ (IN$,T) : RETURN
```

La stringa IN\$, privata del suo numero di linea, può iniziare con uno o più spazi — questo modulo li rimuove.

TAVOLA DI CONTROLLO

23900	123	23901	112	23902	123
23910	203	23920	81	23950	11

MODULO 3.6

```
23000 REM*****
23001 REM FILE EDITOR
23002 REM*****
23010 REM FILE EDITOR
23020 REM FIND LINE NUMBER IN <LN> IN FI
LE
23030 T = LEN(PTR$)+1 : T2 = -1
23040 T = T-1 : IF T<=0 THEN GOTO 23080
23050 T1 = ASC (MID$ (PTR$,T,1))
23060 T2 = ASC (MID$ (FI$(T1),1,1))+256*
ASC (MID$ (FI$(T1),2,1))
23070 IF T2>LN THEN 23040
23080 ERR = NOT(T2=LN) : IF ERR THEN T =
T+1
23090 RETURN
```

Prima di procedere col modulo che inserisce effettivamente una linea nel file, dobbiamo occuparci di questo, la cui funzione è determinare la posizione corretta per la nuova linea (ammesso che essa abbia un numero di linea valido). Esaminando il modulo comprenderemo meglio l'uso di PTR\$.

Commento

23030: nella ricerca della posizione corretta, in cui inserire una linea faremo uso della stringa che abbiamo chiamato PTR\$ abbreviazione di 'pointer string' (stringa puntatore). Una stringa puntatore è un metodo standard di superare i problemi di inserimento di nuove linee in matrici a più righe. Non che la cosa sia difficile, ma semplicemente l'inserimento di una nuova linea all'inizio di quella che potenzialmente potrebbe essere una matrice anche di 250 righe provoca lo scorrimento di tutte le righe presenti, un compito che può consumare tempo e creare anche problemi di riorganizzazione rallentando ulteriormente le cose. Usando una stringa pun-

tatore si può superare tutto questo, dal momento che il contenuto della matrice non viene mai fatto scorrere. Tutte le manipolazioni vengono eseguite su un'unica stringa. Invece di cercare la posizione corretta nella matrice e poi di far scorrere tutto per fare spazio alla nuova linea, ciò che faremo è trovare quale dovrebbe essere la posizione corretta (in base al numero di linea), piazzare la linea da inserire nel primo spazio libero che si trovi e quindi indicarne la posizione effettiva al punto giusto della stringa puntatore.

In questo modo la stringa puntatore potrebbe contenere una serie di byte con i valori 34,76,233,176... Ciò che questo significherebbe è che la vera prima linea della lista si trova nella posizione 34, la seconda nella posizione 76, la terza nella posizione 233 e così via. Per accedere in ordine alla matrice di linee dobbiamo prima esaminare PTR\$, ricavarne la posizione della prima linea, quindi esaminare il secondo carattere di PTR\$ per trovare la posizione della seconda. Dal momento che abbiamo accettato un limite arbitrario di 255 linee per ogni file, tutti i puntatori possono venir rappresentati sotto forma di un singolo carattere in PTR\$ — i caratteri hanno un valore ASCII compreso fra 0 e 255. Per eseguire un inserimento, sarà necessario soltanto suddividere PTR\$ in due parti e piazzarvi nel mezzo un nuovo indicatore con un risparmio di tempo considerevole. In questa linea in particolare la variabile principale di ricerca (T) è inizializzata al valore LEN(PTR\$) + 1, in modo che la ricerca inizi al termine di PTR\$.

23050: il valore del carattere T in PTR\$ è la posizione di quella che dovrebbe essere la linea T nella matrice (non la linea col numero di linea T, ma quella nella posizione T se contassimo dall'inizio del file).

23060: ottiene il numero di linea della linea memorizzata in FIS\$ alla posizione TI.

23070: continua la ricerca finché viene trovato un numero di linea maggiore di quello della linea da inserire (LN).

23080: viene posta uguale a -1 la variabile ERR se il numero di linea da inserire non è uguale a quello di una linea già presente nel file. Questo permette al modulo successivo di sapere se una linea viene inserita o riscritta.

TAVOLA DI CONTROLLO

23010	182	23020	183	23030	29
23040	17	23050	180	23060	86
23070	92	23080	16	23090	142

```

23100 REM*****
23101 REM ADD LINE TO FILE
23102 REM*****
23105 IF LNC0 OR LND>65535 THEN 23215
23110 GOSUB 23020
23120 IF NOT ERR THEN T1 = ASC (MID$ (PTR$,T,1)) : GOTO 23150
23130 IF E$="" THEN ERR = TRUE : GOTO 23220
23140 T1 = ASC (E$) : E$ = MID$ (E$,2)
23150 T2 = INT(LN/256)
23160 FI$(T1) = CHR$ (LN-T2*256)+CHR$ (T2)+IN$
23170 IF NOT ERR THEN 23220
23180 T$ = "" : T1$ = ""
23190 IF T>1 THEN T$ = LEFT$ (PTR$,T-1)
23200 IF T<=LEN(PTR$) THEN T1$ = MID$ (PTR$,T)
23210 PTR$ = T$+CHR$ (T1)+T1$
23215 ERR = FALSE
23220 RETURN

```

Questo è il modulo che esegue l'effettivo inserimento della linea nel file.

Commento

23105: usando due byte, 0-65535 è il massimo intervallo possibile per numeri di linea.

23120: se il modulo precedente restituisce un errore, significa che si sta immettendo una linea con un nuovo numero. Se non c'è errore la linea da immettere è semplicemente una riscrittura di una linea esistente e PTR\$ non ha bisogno di essere modificato.

23130: per accelerare ancora il processo di inserimento, viene utilizzata una seconda stringa (E\$) per registrare tutti gli spazi esistenti nel file. Invece di ricercare il primo spazio libero, la linea verrà inserita nella posizione indicata dal primo carattere in E\$-carattere che verrà eliminato finché non tornerà libera la posizione corrispondente.

23150-23160: vengono creati i byte dei numeri di linea a partire da LN e la nuova linea viene inserita. Notate che avendo messo il byte 'alto' nella variabile T2 (=LN/256), non c'è bisogno di porre un'altra variabile uguale a LN-256*INT(LN/256). Mettendo semplicemente LN in forma ASCII si perderà tutto ciò che è superiore a 255, come se si fosse eseguito un AND fra LN e 255.

23170-23210: se stiamo trattando un nuovo numero di linea, allora si deve aggiungere un carattere a PTR\$. La posizione del carattere è indicata da T ed è sufficiente prendere LEFT\$(PTR\$, T-1) e MID\$(PTR\$,T) per inserire fra queste il carattere opportuno.

TAVOLA DI CONTROLLO

23100	123	23101	195	23102	123
23105	79	23110	164	23120	1
23130	40	23140	206	23150	98
23160	84	23170	60	23190	7
23190	193	23200	201	23210	30
23215	70	23220	142		

MODULO 3.8

```
23300 REM*****
23301 REM DELETE LINE POINTED AT BY T
23302 REM*****
23310 T$ = "" : T1$ = ""
23320 IF T>1 THEN T$ = LEFT$(PTR$,T-1)
23330 IF T<LEN(PTR$) THEN T1$ = MID$(PTR$,T,1)
23340 E$ = E$+MID$(PTR$,T,1)
23350 PTR$ = T$+T1$
23360 RETURN
```

Potrebbe sembrare strano descrivere questo modulo nel paragrafo dedicato all'inserimento delle linee, dal momento che il suo scopo è quello di eliminarle. La ragione per cui ne parliamo qui è che, inserendo nuove linee, ne viene immessa una composta dal solo numero di linea, la riga corrispondente viene cancellata, analogamente a quanto succede in BASIC. Il modulo è perciò chiamato dal modulo di

controllo principale per l'inserimento. La procedura seguita è l'immagine speculare di quella usata nell'inserimento, con la rimozione di un carattere puntatore da PTR\$ e la registrazione della posizione della linea come spazio libero in ES. Notate che non c'è bisogno di eliminare fisicamente il contenuto della linea che permane, ma esso non verrà più riconosciuto dal file editor e verrà riscritto non appena si inserirà una nuova linea.

TAVOLA DI CONTROLLO

23300 123	23301 193	23302 123
23310 7	23320 193	23330 242
23340 128	23350 215	23360 142

SEZIONE 3: listing e cancellazione

MODULO 3.9

```
24200 REM*****
24201 REM  FIRST AND LAST LINES
24202 REM*****
24205 IN$ = "" : INPUT "FIRST - LAST LINES : "; IN$
24210 SL = 0 : FL = 65535 : T3 = 0 : ERR = FALSE
24220 IF LEN(IN$)=0 THEN 24295
24230 GOSUB 24000
24240 IF LN>=0 THEN SL = LN : GOTO 24260
24250 IF LN>-65536 THEN FL = -LN : GOTO 24295
24260 GOSUB 23900 : IF LEN(IN$)=0 THEN FL = SL : GOTO 24295
24270 IN$ = MID$(IN$,2) : GOSUB 23900
24280 IF LEN(IN$)>0 THEN GOSUB 24000 : FL = LN
24295 ERR = SL<0 OR SL>65535 OR FL<0 OR FL>65536 OR ERR : RETURN
```

Questo modulo è usato nel listing e nella cancellazione di blocchi per ottenere in ingresso coppie di numeri di linea nella forma '100-300'.

Commento

24210-24220: linea iniziale (SL) e linea finale (FL) vengono inizializzate con i valori estremi permessi. Se l'utente preme semplicemente RETURN all'apparire del 'prompt', l'intero file verrà listato dall'inizio alla fine.

24230-24250: il primo numero di linea viene ricavato dalla subroutine in linea 24000. Se è maggiore di zero SL viene posto uguale ad esso. Se l'ingresso fosse del tipo '-300' questo verrebbe restituito come meno 300. In questo caso SL resta a zero, ma FL verrà posto uguale a 300 ed il file verrà listato fino alla linea 300.

24260: tutti gli spazi iniziali vengono eliminati da ciò che resta in IN\$ dopo la rimozione del primo numero. Se non è rimasto nulla allora FL è posto uguale ad SL e viene listata una sola linea.

24270-24290: IN\$ viene privata del '-' precedente il secondo numero, tutti gli spazi precedenti vengono rimossi ed il secondo valore viene ottenuto.

TAVOLA DI CONTROLLO

24200	123	24201	57	24202	123
24205	168	24210	170	24220	73
24230	163	24240	11	24250	131
24260	180	24270	6	24290	125
24295	38				

MODULO 3.10

```
23400 REM*****
23401 REM LIST LINES POINTED AT BY T
23402 REM*****
23410 PRINT ASC (MID$ (FI$(T),1,1))+256*
ASC (MID$ (FI$(T),2,1)) TAB(6) ;
23420 PRINT MID$ (FI$(T),3)
23430 RETURN
```

Questo modulo stampa una linea la cui posizione è indicata dalla variabile T. Il numero di linea è ricavato dai primi due caratteri della linea stessa, quindi viene visualizzato il resto della linea.

TAVOLA DI CONTROLLO

23400	123	23401	157	23402	123
23410	178	23420	139	23430	142

MODULO 3.11

```
23500 REM*****
23501 REM START AND FINISH POINTERS
23502 REM*****
23510 LN = SL : GOSUB 23020
23520 SP = T
23530 LN = FL : GOSUB 23020
23540 FP = T
23545 IF ERR THEN FP = FP-1
23550 IF FP>LEN(PTR$) THEN FP = LEN(PTR$)
)
23560 RETURN
```

Usando i numeri delle linee iniziali e finali questo modulo estrae da PTR\$ i puntatori alla prima e all'ultima linea da listare e li pone in SP ed FP.

TAVOLA DI CONTROLLO

23500	123	23501	165	23502	123
23510	73	23520	233	23530	60
23540	220	23545	117	23550	189
23560	142				

MODULO 3.12

```
24400 REM*****
24401 REM LIST LINES
24402 REM*****
24410 GOSUB 24200 : IF ERR THEN 24460
24420 PRINT "[CLH]" : GOSUB 23500 : IF F
PCSPOR FP=0 THEN 24460
```

```

24430 FOR T1 = SP TO FP : T = ASC (MID$(
(PTR$,T1,1)) : GOSUB 23400 : NEXT : PRIN
T
24455 IF PEEK(152)=0 THEN GET T$ : IF T$
="" THEN 24455
24460 RETURN

```

Usando i puntatori iniziale e finale determinati dal modulo precedente, questo modulo richiama il modulo di visualizzazione per trasferire le linee sullo schermo. La strana linea 24445 controlla se le linee vengono al momento listate su un dispositivo come il registratore a cassette o la stampante. In caso contrario, il listing verrà visualizzato su schermo finché non verrà premuto un tasto.

TAVOLA DI CONTROLLO

24400	123	24401	134	24402	123
24410	154	24420	241	24430	126
24455	214	24460	142		

MODULO 3.13

```

24500 REM*****
24501 REM DELETE LINE(S)
24502 REM*****
24510 GOSUB 24200 : IF ERR THEN 24460
24520 GOSUB 23500 : IF FP<SP THEN 24560
24530 T = SP : FOR T1 = SP TO FP : GOSUB
23300 : NEXT
24560 RETURN

```

Questo è il modulo di cancellazione di un blocco. Viene incluso ora poiché la sua unica funzione è quella di richiamare i moduli precedentemente introdotti, il più voluminoso dei quali è la routine che trova la prima e l'ultima linea. Invece di listare le linee specificate il modulo di cancellazione di una linea viene richiamato a turno per

ciascuna linea. Notate che dal momento che PTR\$ viene accorciato ad ogni cancellazione, il carattere cancellato ad ogni iterazione del ciclo si trova sempre nella stessa posizione.

TAVOLA DI CONTROLLO

24500	123	24501	78	24502	123
24510	154	24520	160	24530	179
24560	142				

SEZIONE 4: caricamento e salvataggio

MODULO 3.14

```
23700 REM*****
23701 REM SAVE FILE TO DEVICE
23702 REM*****
23705 GOSUB 11250
23710 IF DEV=8 THEN IN$ = IN$+",S,W"
23715 T$ = "N" : IF DEV=8 THEN INPUT "OV
ERWRITE EXISTING FILE ( Y/N ) : "; T$
23716 IF T$="Y" THEN IN$ = "@@"+IN$
23720 OPEN2,DEV,2,IN$ : CMD 2
23730 SL = 0 : FL = 65536
23750 GOSUB 24420 : PRINT#2 , "END"
23760 PRINT#2 : CLOSE 2
23780 RETURN
```

Questo modulo permette di salvare su disco o nastro un file che avete creato oppure di inviarlo in uscita alla stampante.

Commento

23705: routine del monitor che richiede il nome del file.

23710-23716: queste linee sono incluse a vantaggio di coloro che utilizzano l'unità a disco per memorizzare. L'effetto è di permettere all'utente di scrivere su di un file già esistente sul drive zero il file sequenziale con il contenuto di FIS\$. Le linee sono eseguite solo se DEV è posta uguale ad 8 (drive del disco).

23720-23760: viene aperto un file sul dispositivo specificato e l'istruzione CMD2 precisa che tutti gli output successivi saranno inviati a quel dispositivo. Non resta altro che usare le normali routine di listing per stampare tutte le linee del file, concluderle con 'END' come sigillo e infine chiudere il file.

TAVOLA DI CONTROLLO

23700	123	23701	177	23702	123
23705	166	23710	179	23715	32
23716	89	23720	138	23730	200
23750	116	23760	54	23780	142

MODULO 3.15

```
23600 REM*****
23601 REM LOAD FILE FROM DEVICE
23602 REM*****
23610 GOSUB 11250
23615 IF DEV=8 THEN IN$ = IN$+",S,R"
23630 OPEN2,DEV,0,IN$
23635 INPUT#2 , IN$ : IF ST THEN GOTO 23
650
23640 IF IN$<>"END" THEN GOSUB 24000 : G
OSUB 23900 : GOSUB 23100 : GOTO 23635
23650 CLOSE 2
23660 RETURN
```

Immagine speculare del modulo precedente. Notate che nel ricaricare un file da nastro o disco devono venir usate tutte le normali routine di ingresso. Ciò perché le linee sono state listate per esteso con i loro numeri di linea e non nella forma a due byte dei numeri di linea che è mantenuta correntemente in FIS. Il sistema di salvataggio/caricamento su cassetta ha difficoltà nel salvare i caratteri ASCII non stampabili e il semplice salvataggio del contenuto di FIS provocherebbe l'alterazione di alcuni numeri di linea durante il ricaricamento.

TAVOLA DI CONTROLLO

23600	123	23601	51	23602	123
23610	166	23615	174	23630	31
23635	57	23640	215	23650	242
23660	142				

MODULO 3.16

```
25500 REM*****
25501 REM CHANGE DEVICE NUMBER
25502 REM*****
25510 PRINT SPC(19) DEV
25520 INPUT "[CUP]NEW DEVICE NUMBER:";DE
W
25530 RETURN
```

Lo scopo di questo modulo è quello di permettere un output su cassetta, disco o stampante. Notate che un tentativo di eseguire un output o un input su di un dispositivo non presente, o di eseguire un input da un dispositivo che non è in grado di farlo, come ad esempio la stampante, può avere il risultato di bloccare il programma. I dati non andranno persi se avrete iniziato l'esecuzione del programma con un GOTO 10000 invece che con una RUN. Prima di fare ciò è utile accertarsi che il file 2 sia chiuso con l'istruzione PRINT 2: CLOSE 2 se stavate salvando al momento dell'interruzione del programma oppure con CLOSE2 se stavate caricando. Questo eviterà la possibilità di un errore del tipo "FILE ALREADY OPEN" (file già aperto).

TAVOLA DI CONTROLLO

25500	123	25501	14	25502	123
25510	241	25520	113	25530	142

SEZIONE 5: renumerazione

MODULO 3.17

```
24700 REM*****
24701 REM RENUMBER FILE IN STEPS OF 10
24702 REM*****
24710 LN = 10 : ERR = FALSE
24720 IF LEN(PTR$)<1 THEN 24780
24730 FOR T = 1 TO LEN(PTR$)
24735 T1 = ASC (MID$ (PTR$,T,1))
```

```

24740 FI$(T1) = CHR$(LN-INT(LN/256)*256
)+CHR$(LN/256)+MID$(FI$(T1),3)
24750 LN = LN+10 : NEXT
24780 RETURN

```

Forse il modulo non merita una sezione particolare, ma esegue operazioni indipendenti da quanto visto finora. Il suo scopo è quello di renumerare il vostro file con passo 10. Ciò è realizzato privando ogni elemento introdotto, nel file dei suoi primi due caratteri e quindi ricreandoli a partire da LN, che viene incrementato di 10 ad ogni nuova linea.

TAVOLA DI CONTROLLO

24700	123	24701	235	24702	123
24710	173	24720	169	24730	42
24735	160	24740	94	24750	45
24780	142				

MODULO 3.18

```

25000 REM*****
25001 REM ADD TO FILE FROM MEMORY
25002 REM*****
25010 GOSUB 12050 : GOSUB 11200 : GOSUB
24200
25050 FOR XY = AD TO EA STEP 15
25060 IN$ = " BYT " : LN = SL : SL = SL+
5
25070 FOR XZ = 0 TO 14 : O2$ = ""
25080 GOSUB 11100 : IN$ = IN$+"$"+H$
25100 IF XZ<14 AND AD<=EA THEN IN$ = IN$
+"." : NEXT XZ
25110 GOSUB 23100 : NEXT XY : RETURN

```

Dobbiamo ammettere che questo modulo è frutto di un ripensamento. La sua rilevanza non sarà del tutto chiara finché non avrete a disposizione l'assemblatore, ma ciò che fa è permettervi di specificare un'area di memoria e piazzarla in un file di programma in linguaggio assemblatore nella forma di 'direttive di byte' — il contenuto di ciascuna locazione di memoria è specificato nel file assemblatore. Non

viene eseguita alcuna modifica automatica sulle istruzioni che accedono ad indirizzi nell'area da cui il codice è stato originariamente spostato. Tali istruzioni si riferiranno ancora all'area originale di memoria.

TAVOLA DI CONTROLLO

25000	123	25001	200	25002	123
25010	223	25050	130	25060	78
25070	19	25080	170	25100	13
25110	120				

Sommario

Ora che avete a disposizione il file editor è bene che ci giochiate un po' prima di procedere a immettere l'assemblatore. Questo vi aiuterà a evitare la seccatura di immettere un lungo file in linguaggio assemblatore e scoprire di averlo rovinato a causa di un uso sbagliato del file editor. Potete, se lo volete, immettere uno o due dei programmi in linguaggio assemblatore che si trovano più oltre in questo libro, salvarli su nastro o disco e poi ricaricarli per controllare se conoscete esattamente la procedura.

CAPITOLO 4

ASSEMBLER MASTERCODE

Dopo aver completato il file editor possiamo iniziare il lavoro di immissione della parte più importante e complessa del programma Mastercode, l'assembler. Il suo scopo è quello di permettersi di introdurre programmi in linguaggio assembler e di fornirvi strumenti per facilitare la programmazione, oltre a permettervi di tradurre automaticamente quei programmi in linguaggio macchina. Il prezzo pagato per la flessibilità e la potenza di questa parte del programma è, la sua immensa complessità. Sarà un lavoro lungo trascriverlo tutto e senza dubbio ci saranno molti errori in questa fase, ragion per cui dovrete affidarvi alle tavole di controllo per esaminare il risultato. Al termine di questo lavoro avrete lo stesso programma che abbiamo utilizzato noi per sviluppare tutte le routine in linguaggio macchina contenute nel testo. Il programma funziona e questo basta a giustificare lo sforzo che richiede per copiarlo.

SEZIONE 1: inizializzazione

MODULO 4.1

```
19046 TA#(2) = TA#(2)+"BYTWRDDBYENDORGR  
TSYM"  
19047 T# = "61210690B0F02430D01000507  
018D858"  
19048 T# = T#+"B8CDECCCECA884DEEE8C84C2  
0ADAEC"  
19049 T# = T#+"4AEA0D400068282A6A4060ED3  
8F8788D"  
19050 T# = T#+"8E8C8A88BA8A9A98"  
19051 GOSUB 12200 : TA#(3) = T1#
```

```

19052 T$ = "FF11FFFFFFFF090AFFFFF1D0EFFF
F051EFF"
19053 T$ = T$+"FF15FFFFFFFFFFFFFFFF01FFFFF
F1916FF"
19054 T$ = T$+"FF2DFFFFF2C293EFFFFF3D2EFFF
F2526FF"
19055 T$ = T$+"FF35FFFFFFFFFFFFFFFF31FFFFF
F3936FF"
19056 T$ = T$+"FF51FFFFFFFF495EFFFFF5D4EFF6
C4546FF"
19057 T$ = T$+"FF55FFFFFFFFFFFFFFFF41FFFFF
F5956FF"
19058 T$ = T$+"FF6DFFFFFFFF697EFFFFF7D6EFFF
F6566FF"
19059 GOSUB 12200 : TA$(4) = T1$
19060 T$ = "FF75FFFFFFFFFFFFFFFF71FFFFF
F7976FF"
19061 T$ = T$+"FF91FFFFF949D96FFFFFFFFFFFF8
48586FF"
19062 T$ = T$+"FF95FFFFFFFFFFFFFFFF81FFFFF
F99FFFF"
19063 T$ = T$+"BCB1BEFFA0A9A2FFFFFB1FFFAFA
4A5A6FF"
19064 T$ = T$+"FFB5FFFFFFFFFFFFFFFFA1FFFFFB
4B9B6FF"
19065 T$ = T$+"FFD1FFFFC0C9DEFFFFFDDFFFC
4C5C6FF"
19066 T$ = T$+"FFD5FFFFFFFFFFFFFFFFC1FFFFF
FD9D6FF"
19067 GOSUB 12200 : TA$(4) = TA$(4)+T1$
19068 T$ = "FFF1FFFFE0E9FEFFFFFDFFFFE
4E5E6FF"
19069 T$ = T$+"FFF5FFFFFFFFFFFFFFFFE1FFFFF
FF9F6"
19070 GOSUB 12200 : TA$(4) = TA$(4)+T1$
19080 SM = 50 : SE = 0 : DIM STABLE$(SM)
19101 DIM ERR$(18)
19103 ERR$(1) = "SINGLE BYTE OUT OF RANG
E"
19104 ERR$(2) = "DOUBLE BYTE OUT OF RANG
E"
19105 ERR$(3) = "INVALID OPRAND OR OPCOD
E"
19106 ERR$(4) = "INVALID OPERATOR"
19107 ERR$(5) = "INDEX IS NOT X OR Y"
19108 ERR$(6) = "LABEL NOT ALPHA-NUMERIC
"
19109 ERR$(7) = "INCORRECT NUMBER BASE"

```

```

19110 ERR$(8) = "LABEL DEFINED TWICE"
19112 ERR$(10) = "BRANCH OUT OF RANGE"
19113 ERR$(11) = "UNDEFINED LABEL"
19114 ERR$(12) = "ONLY SINGLE CHR. EXPECTED"
19116 ERR$(14) = "OUT OF SYMBOL SPACE"
19117 ERR$(15) = "DIVISION BY ZERO"
19120 ERR$(18) = "ADDRESSING MODE NOT AVAILABLE WITH THIS OPCODE"
19980 DIM FI$(254) : GOSUB 24300
19990 RETURN

```

Se avete preso nota di ciò che avete finora trascritto, capirete immediatamente che il presente modulo non può restare completamente isolato, ma va congiunto ad un altro già esistente e precisamente al modulo di inizializzazione per le tabelle dei tipi di codici operativi e degli operandi sulle quali lavora il disassembler. Nel caso dell'assembler si useranno le stesse tabelle, ma nella direzione opposta. Invece di cercare un valore in memoria e poi controllare l'appropriato codice mnemonico ed il modo di indirizzamento, l'assembler esaminerà i file in ingresso attraverso il file editor e cercherà di costruire l'equivalente di ciascuna linea in linguaggio macchina oppure di rifiutare la linea come istruzione non lecita.

Se ci riflettete, questo lavoro richiede alcune informazioni in più poiché, invece di essere in grado di leggere un valore e quindi scegliere un formato basato sul codice operativo, l'assembler deve, dopo aver trovato un'istruzione come 'load' all'inizio di una linea come 'LDA \$AAAA.X', essere in grado di esaminare tutti i possibili formati di un'istruzione 'load' per vedere se la presente istruzione è lecita o no. Per far ciò sono state aggiunte altre due tabelle a quelle già memorizzate nel programma. Fra le linee 19047 e 19050 è situata una tabella di numeri esadecimali a due caratteri corrispondenti a ciascuno dei possibili codici operativi memorizzati in TAS(2) per il disassembler. Essi mostrano per ogni codice operativo il tipo del primo operando che può essere usato. Le linee 19052-19067 consistono di ulteriori tipi di operandi per gruppi particolari di codici operativi.

Più avanti nel programma vedremo come ogni possibile operando viene confrontato con quello effettivamente presente nell'istruzione in linguaggio assembleatore contenuta in una riga di FIS. Per il momento basti sapere che rilevando un'istruzione che inizi con ADC (il primo codice operativo a tre caratteri di TAS(2)) l'assembler passerà a TAS(3). Scoprirà così che questa potrebbe essere un'istruzione contenente il codice operativo 61 (esadecimale) ed esaminerà il formato dell'istruzione in linguaggio assembleatore per vedere se soddisfa il formato richiesto dal codice e-

sadecimale 61, cioè ADC(\$50,X). Se il formato della linea inserita non è conforme a quello richiesto dal codice operativo, allora il valore 61 esadecimale (97 decimale) verrà usato per trovare il prossimo codice operativo possibile in TAS(4). Questo si troverà nella 98.ma coppia di caratteri di TA\$(4) (la numerazione parte sempre da zero) dove si trova il codice operativo 6D, che segnala un'altra istruzione comprendente ADC, ma questa volta della forma ADC SAAA. Il valore 6D viene quindi usato per trovare il successivo codice nella tabella che produrrebbe un'istruzione iniziante con ADC.

Nel caso di ADC ci sono otto possibili codici operativi e se dopo averli confrontati tutti con il formato dell'istruzione effettivamente contenuta nella riga di FIS nessuno di essi corrisponderà, l'ultimo possibile codice operativo conterrà il valore FF, che indica il termine della catena di possibili istruzioni ADC e quindi nessun codice operativo legale corrisponderà all'istruzione immessa. Se provate voi stessi a percorrere le tabelle con un qualsiasi codice operativo a tre lettere, prima di tutto trovandone la posizione in TAS, quindi trovando l'inizio della corrispondente catena di codici operativi in TA\$(3) e seguendola in TA\$(4) dovreste riuscire in breve a vedere cosa succede. L'unica vera aggiunta alle tabelle già previste dal disassembler è fatta dalla linea 19046. Essa apparentemente aggiunge sette nuovi tipi di codici operativi alla lista su cui lavorava il disassembler. Queste sono le direttive assembler, cioè sette istruzioni che non sono istruzioni vere e proprie del linguaggio assembler, ma piuttosto istruzioni all'assembler di comportarsi in un certo modo durante l'elaborazione di un programma in linguaggio assembler. Le sette direttive, BYT, WRD, DBY, END, ORG, PRT e SYM, verranno spiegate più avanti nel programma.

Da 19100 a 19120 troverete i vari messaggi di errore che l'assembler è in grado di generare quando incontra un'istruzione non valida o omissioni nel programma. Anche questi verranno spiegati più approfonditamente nel seguito.

TAVOLA DI CONTROLLO

19046	193	19047	171	19048	189
19049	252	19050	170	19051	244
19052	251	19053	248	19054	187
19055	1	19056	187	19057	8
19058	238	19059	245	19060	79
19061	198	19062	53	19063	216
19064	38	19065	13	19066	68
19067	221	19068	91	19069	192

19070 221	19080 27	19101 109
19103 53	19104 47	19105 77
19106 91	19107 192	19108 1
19109 152	19110 215	19112 253
19113 8	19114 184	19116 40
19117 122	19120 37	19980 101
19990 142		

MODULO 4.2

```

20000 REM*****
20001 REM GENERATE ASSEMBLY LISTING
20002 REM*****
20005 SE = 0 : FMAX = LEN(PTR$) : SY = F
ALSE
20010 INPUT " ERROR ONLY LISTING (Y/N)
:"; T$
20020 EO = LEFT$(T$,1)="Y"
20025 INPUT " ASSEMBLE TO MEMORY (Y/N)
:"; T$
20029 AM = LEFT$(T$,1)="Y"
20030 AD = 0 : REM SET START ADDRESS
20040 FOR Q = 1 TO FMAX
20050 IN$ = FILE$(ASC (MID$( PTR$,Q,1)))
: O$ = ""
20060 GOSUB 26400
20070 IF EXIT THEN Q=FMAX+1
20080 NEXT Q
20085 T = FRE(X)
20090 AD = 0 : EO = 0 : PRINT "ADD. DAT
A SOURCE CODE"
20100 FOR Q = 1 TO FMAX
20110 IN$ = FILE$(ASC (MID$( PTR$,Q,1)))
: O$ = ""
20120 Q1 = AD
20130 GOSUB 27600
20140 IF ERR THEN 20250
20145 IF EO THEN 20222
20150 H = Q1 : GOSUB 11000
20160 Q$ = H$
20180 Q2 = 3 : IF LEN(O$)<Q2 THEN Q2 = L
EN(O$)
20185 Q1$ ="" : IF O$="" THEN 20221

```

```

20190 FOR Q3 = 1 TO Q2
20200 H = ASC (MID$(Q#,Q3,1)) : GOSUB 1
1000
20210 IF LEN(H#)=1 THEN H# = "0"+H#
20220 Q1# = Q1#+H# : NEXT Q3
20221 PRINT Q# SPC(6-LEN(Q#)) Q1# SPC(8-
LEN(Q1#)) : GOSUB 28100
20222 IF NOT AM OR Q#="" THEN 20250
20225 FOR X = 1 TO LEN(Q#) : POKE Q1+X-1
,ASC (MID$(Q#,X,1)) : NEXT
20250 IF EXIT THEN Q = FMAX+1 : REM LEAV
E LOOP
20260 NEXT Q
20270 PRINT : PRINT " TOTAL ERRORS IN FI
LE ---" EC : PRINT
20280 IF SY THEN GOSUB 26900
20290 IF PEEK(152) <> 0 THEN PRINT#2 : C
LOSE2 : GOTO 20300
20295 GET T# : IF T#="" THEN 20295
20300 RETURN

```

ESEMPIO DI ERRORI: lista dei soli errori

```
add. data      source code
              50 LBL000 LDD $A000
=====
      LABEL DEFINED TWICE ERROR
              60 JSR ($300)
=====
      ADDRESSING MODE NOT AVAILABLE WITH TH
S OPCODE ERROR
              70 LDA #LBL000/H
=====
      DIVISION BY ZERO ERROR
              80 LDX #LBL000-LBL000/256
@256
=====
      INVALID OPERATOR ERROR
              140 BCC LBL000
=====
      BRANCH OUT OF RANGE ERROR
              150 JMP LBL001
=====
      UNDEFINED LABEL ERROR
              150 JMP LBL001
=====
      UNDEFINED LABEL ERROR
              160 LBL000 RTS
=====
      LABEL DEFINED TWICE ERROR

TOTAL ERRORS IN FILE --- 8

H              0
LBL000        C800
total number of symbols --- 2
```

ESEMPIO DI ERRORI: lista dell'intero programma

```

add.  data      source code
0     10 FRT
0     20 SYM
0     30 ORG $C800
C800  40 H = 0
      50 LBL000 LIO $A000

```

```

=====
      LABEL DEFINED TWICE ERROR
C800  50 LBL000 LIO $A000
      60 JSR ($300)

```

```

=====
      ADDRESSING MODE NOT AVAILBLE WITH THI
S OPCODE ERROR
      70 LDA #LBL000/H

```

```

=====
      DIVISION BY ZERO ERROR
      80 LDX #LBL000-LBL000/256
@256

```

```

=====
      INVALID OPERATOR ERROR
C804  8543   90 STA &103
C806  8642  100 STX &102
C808  60    110 RTS
C809          120 ORG $CA00
CA00  18    130 CLC
      140 BCC LBL000

```

```

=====
      BRANCH OUT OF RANGE ERROR
      150 JMP LBL001

```

```

=====
      UNDEFINED LABEL ERROR
      150 JMP LBL001

```

```

=====
      UNDEFINED LABEL ERROR
      160 LBL000 RTS

```

```

=====
      LABEL DEFINED TWICE ERROR
CA06  160 LBL000 RTS

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 8

```

H           0
LBL000      C800
total number of symbols --- 2

```

Nelle sezioni precedenti dell'intero programma abbiamo adottato l'approccio di spiegare tutti i moduli necessari al funzionamento di un modulo di controllo prima di introdurre il modulo stesso. Fare questo nel caso dell'assembler provocherebbe una serie di pagine di spiegazioni prima di poter offrire un quadro di ciò che il programma effettivamente fa. La grande complessità dell'assembler ci ha imposto di adottare un approccio 'top-down' e cercare di passare da una semplice spiegazione del funzionamento del programma ad un esame dettagliato dell'intero listing aggiungendo poi i dettagli necessari. È per questo motivo che iniziamo il nostro commento sulla parte principale dell'assembler da questo modulo principale di controllo. Il modulo da solo è totalmente inutile, non compie quasi alcun lavoro se non quello di distribuire i compiti ad altre parti del programma. Nonostante ciò, commentarlo a questo punto ci aiuterà ad offrire una panoramica necessaria del funzionamento dell'assembler.

Commento

20010-20029: l'assembler è in grado di compilare un programma in linguaggio macchina in quattro modi differenti. Può offrire un listing completo della istruzione in linguaggio assembler insieme all'elenco di ogni errore presente oppure può evitare il listing e fornire i soli errori. Un esempio di entrambe queste possibilità è mostrato al termine del modulo (v. sopra). Può anche essere istruito per piazzare in memoria i programmi in codice macchina risultanti dalla compilazione oppure per eseguirli lasciando intatta la memoria. Se ad esempio desiderate inserire in memoria in una posizione prestabilita una routine in codice macchina fra un punto di inizio ed uno di fine determinati senza alterare la memoria esterna ad essi, fareste bene a richiedere prima un listing completo del programma senza che esso venga posto in memoria. Esso mostrerà esattamente dove il codice macchina assemblato sarebbe stato posto in memoria prima di compiere qualcosa di irrimediabile!

20030-20085: prima di iniziare a lavorare sul programma in linguaggio assembler la variabile AD viene posta uguale a zero, il che significa che l'indirizzo dal quale partirà eventualmente il programma in linguaggio macchina è zero. Durante il programma in linguaggio assembler questo punto di partenza verrà quasi in ogni caso riinizializzato a qualche altra posizione in memoria per mezzo della direttiva ORG (origine). L'assembler ora elaborerà il programma due volte in quelli che vengono chiamati due 'passi'. Questo ciclo richiama le sezioni del programma che esegue il 'Passo 1'. Durante il passo 1 ogni variabile (compreso un tipo particolare di variabile detto 'label' – etichetta –, che definisce la corretta destinazione di memoria per un'istruzione di salto) viene esaminata e posta, con i valori ad essa associati, in una tabella nota come 'tavola simboli' che verrà usata nel successivo assemblaggio del programma.

Ogni linea del programma in linguaggio assembler viene ottenuta in **INS** prima di eseguire il passo 1. Al ritorno dall'esecuzione del passo 1 su una qualsiasi linea, viene fatto un controllo della variabile **EXIT**, che è posta uguale a **TRUE** se viene incontrata la direttiva **END** durante l'esame del programma. A questo punto l'assemblaggio ha termine anche se non si è raggiunto il termine di **FIS**. Al termine del ciclo viene richiamata la funzione **FRE**, che assicura il compattamento e l'eliminazione degli spazi inutili, in modo da evitare pericoli di traboccamento dalla memoria.

20090-20300: questo è il ciclo che controlla il secondo passo attraverso il programma da assembler. La routine per il secondo passo è richiamata alla linea 20130. Durante il secondo passo il programma verrà effettivamente assemblato, con la traduzione di ogni istruzione valida nei byte necessari a rappresentarla in codice macchina come codice operativo ed operando, inclusa la traduzione delle variabili in valori e l'assegnamento dei valori alle etichette usate per i salti. Al ritorno dalla routine viene eseguito un test della variabile **ERR** per vedere se è stato rilevato un errore. In questo caso nessun'altra elaborazione è eseguita su quell'istruzione. Se si è richiesto il listing dei soli errori (**EO** posta uguale a **TRUE**) la routine di stampa viene omessa. Nelle linee 20150-20221 viene visualizzata in modo standardizzato l'informazione ottenuta dal secondo passo. Viene incluso l'indirizzo in cui una istruzione verrà inserita in memoria se il programma verrà effettivamente assemblato in memoria, la rappresentazione esadecimale degli 1, 2 o 3 byte che vi saranno posti e l'istruzione originale in linguaggio assembler. I byte della necessaria istruzione macchina sono contenuti in **0\$** e nelle linee 20222-20225. Se **AM** risulta **TRUE**, questi byte vengono posti in memoria iniziando dalla locazione opportuna. Viene eseguito un test per vedere se si è incontrata la direttiva **END** e viene prelevata la successiva linea di programma in caso di esito negativo. Infine, se si è trovata la direttiva **SYM** durante il corso del programma viene posta a **TRUE** la variabile **SY** e verrà visualizzata la tavola simboli al termine del listing del programma assemblato.

TAVOLA DI CONTROLLO

20000	123	20001	180	20002	123
20005	3	20010	227	20020	195
20025	197	20029	189	20030	144
20040	37	20050	139	20060	169
20070	214	20080	243	20085	167
20090	63	20100	37	20110	139
20120	249	20130	172	20140	116
20145	30	20150	213	20160	211

20180	109	20185	40	20190	175
20200	5	20210	221	20220	244
20221	86	20222	58	20225	198
20250	6	20260	243	20270	10
20280	236	20290	63	20295	181
20300	142				

SEZIONE 2: routine del passo 1

MODULO 4.3

```

26400 REM*****
26401 REM DO PASS 1 ASSEMBLY ON IN#
26402 REM*****
26405 PRINT "[HOM][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW]
";
26406 PRINT "
";
26407 PRINT "[HOM][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][CDW][C
DW][CDW]" ; GOSUB 28100
26410 PASS = 1 : EXIT = FALSE : PTR = 2
26420 GOSUB 28850
26430 IF NOT ERR THEN 26540
26440 IF T=58 AND LEN(H#)=0 THEN 26420
26450 IF T=59 OR T=-1 THEN RETURN
26460 GOSUB 28700
26480 GOSUB 28850
26490 IF NOT ERR THEN 26540
26500 IF T=58 AND LEN(H#)=0 THEN 26420
26520 RETURN
26540 IF PO>55 THEN GOSUB 26600 : GOTO 2
6556
26550 GOSUB 26100
26552 GOSUB 26300 : IF ERR AND OP>3 AND
OP<7 THEN OP = OP+6 : GOTO 26552
26555 GOSUB 26560
26556 IF LEN(IN#)>PTR AND NOT EXIT THEN
26420
26557 RETURN

```

Avendo esaminato il modulo di controllo generale per i due passi, vediamo quello relativo al passo 1. Ancora una volta lasceremo al seguito le spiegazioni dettagliate dei singoli compiti e ci concentreremo su una descrizione del lavoro globale svolto durante questo passo.

Commento

26400-26407: queste linee cancellano le due righe inferiori dello schermo e vi stampano l'istruzione in linguaggio assembler elaborata, come traccia per l'utente del punto cui è giunta l'elaborazione del passo 1.

26410: la variabile PTR indica dove avrà inizio l'esame della linea corrente. È posta uguale a due per saltare i due byte contenenti il numero di linea.

26420: viene richiamata la routine che identifica il codice mnemonico usando la tabella in TAS(2). La routine esaminerà INS\$ a partire dal carattere seguente quello indicato da PTR fino a trovare un carattere diverso da una lettera o da una cifra, quindi restituirà il controllo.

26430-26520: al ritorno dal precedente GOSUB, H\$ conterrà una stringa di caratteri terminante con uno spazio, due punti o un qualsiasi altro carattere che non sia una cifra o una lettera. Se, al ritorno dal GOSUB precedente, non è stato trovato un codice operativo valido il cui simbolo mnemonico sia stato posto in H\$, la linea 26440 controlla se è stato trovato qualche carattere prima dei due punti che separano le istruzioni sulla stessa linea (o un carattere qualsiasi che non sia una lettera o una cifra). In caso negativo, i due punti vengono ignorati e viene chiamata di nuovo la routine che ricerca un codice mnemonico, stavolta a partire dai due punti in avanti.

Nella linea 26540 viene eseguito un test per vedere se si è raggiunto un punto e virgola o la fine linea. In tal caso non viene intrapresa alcuna attività sulla linea corrente. In questo modo si possono inserire commenti nel programma senza confusione facendoli iniziare con un punto e virgola. Se H\$ contiene dei caratteri allora, dal momento che non sono stati identificati come codici mnemonici, vengono intesi come etichetta ed il nome viene immesso nella tavola simboli dalla subroutine alla riga 28700. Una volta posta l'etichetta nella tavola simboli, il programma inizia la ricerca del codice operativo mnemonico che dovrebbe seguirla.

26540: a questo punto dev'essere stato identificato un codice mnemonico valido. Se occupa una posizione nelle tabelle, indicata dalla variabile PO, maggiore di 55 esso rappresenta una direttiva assembler e viene richiamata la subroutine nella linea 26600 per valutarla.

26550: a questo punto, trovato un codice mnemonico valido, viene richiamata la subroutine che valuta il tipo di operando.

26552: ora abbiamo un codice mnemonico lecito e, si spera, un operando di tipo lecito. Non abbiamo ancora la garanzia che il tipo dell'operando sia compatibile con quel codice operativo. Questa linea richiama la subroutine che stabilisce se essi formano una coppia effettivamente valida. La subroutine, nel caso incontri un indirizzo che potrebbe essere raggiunto con il modo di indirizzamento in pagina zero, sopprimerà che quel tipo di indirizzamento sia effettivamente quello usato, benché ciò possa provocare una segnalazione d'errore nel caso il codice operativo in esame non possa usare l'indirizzamento in pagina zero. Al ritorno dalla subroutine, se è stato selezionato l'indirizzamento in pagina zero ed è stato segnalato un errore, il tipo dell'operando, rappresentato dalla variabile OP, viene incrementato di 6 per trasformarlo in un modo di indirizzamento assoluto.

26555: nella valutazione di un'istruzione in linguaggio assembler c'è sempre la necessità di tener conto di quanti byte richiederà l'istruzione una volta assemblata, in modo che l'istruzione seguente inizi al punto giusto in memoria. Questo viene realizzato dalla subroutine alla riga 26560.

26556: se l'analisi della linea non è ancora terminata e non si è raggiunto un 'END', il resto della linea viene elaborato allo stesso modo.

TAVOLA DI CONTROLLO

26400	123	26401	2	26402	123
26405	225	26406	56	26407	227
26410	255	26420	180	26430	68
26440	84	26450	102	26460	174
26480	180	26490	68	26500	84
26520	142	26540	34	26550	166
26552	190	26555	176	26556	247
26557	142				

MODULO 4.4

```
28100 REM*****
28101 REM PRINT IN$ TO THE SCREEN
28102 REM*****
28120 PRINT 256*ASC (MID$ (IN$,2,1))+ASC
(MID$ (IN$,1,1)) MID$ (IN$,3)
28140 RETURN
```

Questo modulo si limita a stampare la linea corrente del programma in linguaggio assembler, compreso il suo numero di linea. Essa verrà stampata nella parte bassa dello schermo durante il passo 1. Nel passo 2 potrà essere inclusa nel programma una direttiva PRT per inviare l'uscita alla stampante.

TAVOLA DI CONTROLLO

```
28100 123      28101 187      28102 123
28120 80
```

MODULO 4.5

```
28150 REM*****
28151 REM SYMBOL TO NON-LETTER/DIGIT
28152 REM*****
28160 H$ = " " : T = -1
28165 PTR = PTR+1
28170 IF PTR>LEN(IN$) THEN 28210
28180 T = ASC (MID$ (IN$,PTR,1))
28185 IF T=32 AND LEN(H$)=0 THEN 28160
28190 IF T<48 OR T>90 OR ( T>57 AND T<65
) THEN 28210
28200 H$ = H$+CHR$ (T) : GOTO 28165
28210 RETURN
```

Questo semplice modulo esamina la linea in IN\$ a partire dal punto indicato dalla variabile PTR, componendo una stringa, HS, da cui vengono eliminati gli spazi i-

niziali e che termina non appena si incontri un carattere che non sia una lettera o un numero. Il modulo viene usato dal successivo per restituire una stringa contenente un codice menmonico o un'etichetta.

TAVOLA DI CONTROLLO

28150	123	28151	240	28152	123
28160	62	28165	185	28170	5
28180	178	28185	79	28190	179
28200	9	28210	142		

MODULO 4.6

```
28850 REM*****
28851 REM TEST FOR OPCODE/DIRECTIVE
28852 REM*****
28860 GOSUB 28150
28870 ERR = FALSE
28890 PTR = PTR-1
28895 IF LEN(H#)<>3 THEN 28940
28900 PO = -2
28910 PO = PO+3
28920 IF H#=MID$(TA$(2),PO,3) THEN 2895
0
28930 IF (PO+3)<=LEN(TA$(2)) THEN 28910
28940 ERR = TRUE
28950 PO = (PO-1)/3
28960 ERR = (PO=56) OR ERR
28970 IF PO>56 THEN PO = PO-1
28980 RETURN
```

Una volta ottenuta una stringa di caratteri che può contenere o meno un codice operativo valido o un'etichetta, iniziamo il procedimento vero e proprio di valutazione di ciò che si è trovato. Il metodo di ricerca del codice operativo corretto è stato descritto nel modulo 1 ed il procedimento inizia con questo modulo.

28890: se la stringa restituita in H\$ non è lunga tre caratteri, non può rappresentare un codice operativo valido e quindi non ha senso esaminare la tabella.

28895: PTR è riinizializzato per puntare all'ultimo carattere di H\$ nella linea da cui è stato estratto.

28900-28940: questo ciclo esamina TAS(2) — che contiene i codici mnemonici leciti a tre lettere — per confrontare ogni gruppo di caratteri con quanto estratto da H\$. Il puntatore per questo scopo è inizializzato a -2 di modo che alla prima iterazione del ciclo, quando viene aggiunto un tre, la ricerca parta dalla posizione uno. Se viene eseguito l'intero ciclo e si raggiunge la linea 28940, i tre caratteri esaminati non corrispondono ad alcun codice mnemonico lecito.

28950: l'indirizzo in TAS(2), che veniva incrementato con passo 3, è ora modificato in modo che, ad esempio, i tre caratteri nella posizione 19-21 siano ora identificati in PO come il codice mnemonico 7.

28960: questa strana linea deve tener conto del fatto che le tabelle del disassembler su cui lavora l'assembler contengono i tre caratteri '???' che vengono usati quando il disassembler non riesce ad associare un codice operativo valido al contenuto della memoria. Senza questo controllo si potrebbe immettere '???' in un programma in linguaggio assembler e creare così confusione al momento del suo riconoscimento come codice mnemonico valido. La linea segnala un errore se H\$ consiste di '???'.

28970: anche questa linea deve tener conto di '???' nella tabella. Le direttive assembler cadono dopo il punto di domanda, quindi al momento di rinumerarle per gli scopi dell'assembler la loro posizione è diminuita di uno.

TAVOLA DI CONTROLLO

28850	123	28851	158	28852	123
28860	173	28870	70	28890	186
28895	176	28900	110	28910	13
28920	57	28930	24	28940	27
28950	61	28960	193	28970	89
28980	142				

MODULO 4.7

```
28700 REM*****
28701 REM ADD SYMBOL TO SYMBOL TABLE
28702 REM*****
28710 IF SE>=SM THEN EXIT = TRUE : PASS
= 2 : EN = 14 : GOTO 28000
28720 GOSUB 28250 : IF NOT ERR THEN 2883
0
28740 T# = LEFT$(H#+",6)
28745 TB = PTR
28750 GOSUB 28150 : REM DOES = FOLLOW
28760 IF T<>61 THEN PTR = TB : RE = AD :
GOTO 28780
28770 T0 = T : GOSUB 28600
28780 EN = 0
28790 IF RE<0 OR RE>65535 THEN ST$(SE)=T
#+CHR$(0)+CHR$(0)+CHR$(2) : GOTO 2881
0
28800 ST$(SE) = T#+CHR$(RE-INT(RE/256)*
256)+CHR$(INT(RE/256))
28810 SE = SE+1
28820 RETURN
28830 IF PASS=1 AND LEN(ST$(T1))<9 THEN
ST$(T1) = ST$(T1)+CHR$(8)
28835 IF PASS<>2 THEN 28840
28836 TA = PTR : GOSUB 28150 : IF T<>61
THEN PTR = TA : GOTO 28840
28837 GOSUB 26000 : REM SCAN PAST = SIGN
(IF PRESENT) ON PASS 2
28840 IF PASS<>2 OR LEN(ST$(T1))<9 THEN
RETURN
28845 EN = ASC (MID$(ST$(T1),9,1)) : GO
TO 28000
```

Questo è il modulo di controllo per la valutazione di variabili ed etichette e si occupa anche di inserirle nella tavola simboli se non sono state già definite in precedenza. Nel modulo 2 un'etichetta era stata descritta come un tipo di variabile per amore di semplicità. Di fatto un'etichetta è una costante che identifica un punto in un programma in linguaggio macchina cui un salto deve giungere. Usando le etichette diviene possibile assemblare un programma in linguaggio macchina in posti differenti della memoria senza dover ricalcolare gli indirizzi cui va fatto il salto. L'assembler individuerà automaticamente la posizione in memoria di un'istruzione etichettata e sostituirà il salto a quell'etichetta con un salto all'indirizzo opportuno.

28170: se ci sono più simboli di quanti la tavola simboli ne possa contenere (50) l'assemblaggio del programma cessa immediatamente e viene segnalato l'errore corrispondente.

28730: l'etichetta in H\$ viene ora inviata al prossimo modulo, che esamina la tavola simboli (STS) per vedere se è già presente in essa. Se lo è, ERR è restituita col valore 'falso' e viene segnalato un errore di 'label defined twice' (etichetta definita due volte). Questo uso invertito dell'errore può sembrare confusionario, ma è necessario dal momento che un uso eccessivo del modulo, alla linea 28250, richiederà la segnalazione di errore se un'etichetta non è presente nella tavola simboli.

28740: H\$ viene ampliato alla lunghezza di sei caratteri nel caso sia più corto. Sei caratteri è la lunghezza massima per un'etichetta.

28745-28760: il contenuto di H\$, se è valido, può essere una variabile oppure un'etichetta. Se è un'etichetta tutto ciò che l'assembler ha bisogno di sapere è l'indirizzo dell'istruzione così etichettata. Se è una variabile sarà seguita da un '=' per assegnarle un valore. Il modulo esaminatore viene richiamato alla linea 28150 per ricavare il carattere seguente. Se il primo carattere dopo la variabile (trascorrendo gli spazi) non è un segno di uguale, dev'essere un'etichetta e RE (risultato) viene usata per memorizzare l'indirizzo corrente della istruzione. PTR viene ripristinata al termine dell'etichetta usando la variabile temporanea TB.

28870: se il contenuto di H\$ è una variabile, viene richiamato la sezione 'valutatore delle espressioni' del programma. Non tenteremo di spiegare il funzionamento di questo valutatore fino al termine del programma, dal momento che interromperebbe il nostro tentativo di seguire le principali attività dell'assembler. Per ora basta sapere che una chiamata al valutatore di espressioni nel caso di una linea come VAR=256 BYTE 1+15 restituirebbe nella variabile RE il risultato della parte destra dell'equazione. Alla fine tutto diverrà chiaro!

28790: se RE è minore di zero o maggiore di 65535 (massimo valore ottenibile che la CPU possa trattare in una sola istruzione) allora vengono aggiunti al nome della variabile o dell'etichetta nella tavola simboli due caratteri che rappresentano un risultato di 0 ed un flag che segnala un errore di 'doppio byte al di fuori dell'intervallo'.

28800: se RE è un numero valido allora viene aggiunto nella forma a due byte al

termine del nome della variabile o dell'etichetta in ST\$. Dal momento che il nome è stato reso di lunghezza 6 in ogni caso, sarà facile recuperare il valore di RE per ogni variabile o etichetta.

28830: si arriva a questa linea solo se il nome corrente è già presente nella tavola simboli. Se non è seguito da un codice d'errore, viene aggiunto ora il codice d'errore 8, che sta per 'etichetta definita due volte'.

28835-28837: anche questo modulo viene usato nel passo 2. Nel passo 2 il nome è già presente in tavola simboli (piazzatovi durante il passo uno) e così la prima parte del modulo non verrà eseguita. Una volta ricavato il nome in H\$, se il carattere successivo è un uguale, il risultato dell'espressione è già stato ottenuto ed il modulo alla linea 26000, che trova il termine di un'espressione o di una riga, viene richiamato per superare il resto dell'espressione.

28840: i messaggi d'errore sono stampati solo durante il passo 2 e, ovviamente, solo se si trova un codice d'errore al termine di un nome della tavola simboli.

TAVOLA DI CONTROLLO

28700	123	28701	175	28702	123
28710	239	28720	112	28740	31
28745	126	28750	81	28760	227
28770	241	28780	181	28790	40
28800	251	28810	253	28820	142
28830	106	28835	101	28836	117
28837	160	28840	126	28845	55

MODULO 4.8

```
28250 REM*****
28251 REM FIND LABEL IN ST$
28252 REM*****
28260 ERR = FALSE : H = 0 : T1 = 0
28270 IF LEN(H$)<6 THEN H$ = H$+" " : GO
TO 28270
```

```

28280 IF T1=SE THEN ERR = TRUE : RETURN
28290 IF MID$(ST$(T1),1,6)<>H$ THEN T1
= T1+1 : GOTO 28280
28295 H = ASC (MID$(ST$(T1),8,1))*256+A
SC (MID$(ST$(T1),7,1)) : RETURN

```

Questo è un modulo richiamato dal precedente per determinare se un nome di variabile o un'etichetta è già presente nella tavola simboli. Il modulo ritorna un segnale d'errore di tipo 1 o 2 per indicare la presenza o l'assenza della variabile o etichetta. Viene anche restituito, se c'è, il contenuto dei caratteri 7 e 8.

TAVOLA DI CONTROLLO

28250	123	28251	242	28252	123
28260	75	28270	249	28280	132
28290	219	28295	92		

MODULO 4.9

```

28000 REM*****
28001 REM ASSEMBLER ERROR ROUTINE
28002 REM*****
28005 IF PTR>=300 OR PASS<>2 THEN 28050
: REM SUPPRESS SECONDARY ERRORS IN LINE
28010 PRINT SPC(14) ; : GOSUB 28100
28015 EC = EC+1
28020 FOR X = -13 TO PTR : PRINT "=" ;
NEXT X : PRINT "[CUP]"
28030 PRINT "  " ERR$(EN) " ERROR"
28040 PTR = 300 : ERR = TRUE
28050 RETURN

```

Questo modulo, che viene chiamato dalla linea 28840 del modulo 4.7, stampa un messaggio se è stato segnalato un errore.

Commento

28005: se è già stato segnalato un errore per la linea corrente, si assegna alla variabile PTR il valore impossibile di 300 (la lunghezza massima di una stringa è 255) e non vengono stampati altri errori per quella linea. Gli errori non vengono stampati durante il passo 1.

28010: nel passo 2, l'indirizzo di memoria e i byte dati occupano 14 spazi in una linea. Quando si stampa una linea in cui dev'essere segnalato un errore, l'indirizzo e i dati non vengono stampati.

28020-28030: l'errore non è segnalato solo da un messaggio d'errore in uscita, viene anche stampato un puntatore alla posizione approssimativa in cui è stato rilevato l'errore nella linea, secondo quanto indicato dal valore di PTR.

TAVOLA DI CONTROLLO

28000	123	28001	61	28002	123
28005	92	28010	106	28015	221
28020	63	28030	124	28040	16
28050	142				

MODULO 4.10

```
26000 REM*****
26001 REM SYMBOL UP TO COLON ETC.
26002 REM*****
26010 H$ = "" : T1 = LEN(IN$)
26020 PTR = PTR+1
26030 IF T1<PTR THEN 26060
26040 T = ASC (MID$ (IN$,PTR,1))
26045 IF T=32 THEN 26020
26050 IF T<>58 AND T<>59 THEN H$ = H$+CH
R$ (T) : GOTO 26020
26060 RETURN
```

Questo modulo è simile al modulo nella linea 28150 (modulo 5) ma il suo scopo è differente, dovendo determinare il termine di un'istruzione in linguaggio assem-

blatore. Differisce dal modulo 5 in quanto non termina col ritrovamento di un carattere diverso da una cifra o una lettera, ma solo se trova un delimitatore come due punti, punto e virgola o il termine della riga, tralasciando tutti gli spazi presenti nella linea originale.

TAVOLA DI CONTROLLO

26000	123	26001	210	26002	123
26010	98	26020	185	26030	190
26040	178	26045	247	26050	201
26060	142				

MODULO 4.11

```
26600 REM*****
26601 REM CALCULATE DIRECTIVE LENGTH
26602 REM*****
26610 T1 = LEN(IN$)
26620 IF PO=56 THEN 26720 : REM BYT DIRE
CTIVE
26625 IF PO=60 THEN GOSUB 26600 : AD = R
ESULT : REM DEAL WITH ORG DIRECTIVE
26627 IF PO=59 THEN EXIT = TRUE
26630 IF PO>58 THEN RETURN : REM END & O
RG DIRECTIVES
26640 REM FIND LEN. OF WRD & DBY
26650 AD = AD+2
26660 PTR = PTR+1
26670 IF PTR>T1 THEN RETURN
26680 T = ASC (MID$ (IN$,PTR,1))
26690 IF T=58 OR T=59 THEN RETURN
26700 IF T<>46 THEN 26660
26710 GOTO 26650
26720 REM LENGTH FOR BYT.
26730 AD = AD+1
26740 PTR = PTR+1
26750 IF PTR>T1 THEN RETURN
26760 T = ASC (MID$ (IN$,PTR,1))
26770 IF T=58 OR T=59 THEN RETURN
26780 IF T<>46 THEN 26740
26790 GOTO 26730
```

Questo modulo viene usato esclusivamente nel passo 1 ed agisce su quelle direttive assembler che sono rilevanti ai fini di quella parte dell'esecuzione del programma e cioè: **BYT**, **WRD**, **DBY**, **END**, **ORG**. Il modulo viene richiamato dal modulo 3 ogni volta che venga individuata una direttiva assembler.

Commento

26620: si occupa della direttiva **BYT** che verrà discussa alla linea 26720.

26625: 60 è il codice per la direttiva **ORG** che viene usata per stabilire l'indirizzo in memoria su cui si baserà il successivo assemblaggio. **ORG** verrà seguito sulla linea da un'espressione ed il 'valutatore di espressioni' (non ancora spiegato) viene richiamato per ottenere dall'espressione l'indirizzo desiderato. **AD**, l'indirizzo cui verrà inserita l'istruzione macchina successiva, è quindi posto uguale al valore dell'espressione.

26627: se si incontra la direttiva **END** si pone a **TRUE** la variabile **EXIT**.

26630: a differenza di **ORG** ed **END**, nessuna delle direttive con codice superiore a 58 (**SYM**, **PRT**) interessa l'esecuzione del programma durante il passo 1.

26640-26710: a questo punto dell'esecuzione del programma, deve essere stata incontrata una delle due direttive **WRD** e **DBY**. Nel programma in linguaggio assembler esse prendono la forma: **WRD** (o **DBY**) **\$AAAA.\$BBBB.\$CCCC**, cioè la direttiva è seguita da una serie di valori a due bytes che verranno immessi direttamente in memoria — permettendo così di definire una tabella.

La differenza fra le due direttive è che **WRD** prenderà i due byte specificati ad esempio con **\$ABCD** e li memorizzerà nell'ordine **CD,AB** mentre **DBY** lo farà nell'ordine **AB,CD**. La CPU lavora solitamente su numeri a due byte in cui il byte meno significativo (nel nostro caso **CD**) viene per primo. Il problema con queste due direttive nel passo 1 è che, come abbiamo già notato, si deve tener conto della lunghezza in byte di ciascuna istruzione in modo che si possa dare alle etichette, quando vengono definite nel passo 1, il loro corretto indirizzo in memoria. **BYT** e **WRD** possono essere seguiti da un numero qualsiasi di valori, fino ad una stringa di lunghezza massima 255. Questo ciclo perciò esamina la linea, contando il numero di valori a due byte ed incrementando il contatore di indirizzo **AD** di due per ogni valore trovato.

26720-26790: l'istruzione **BYT** specifica valori ad un solo byte da memorizzare.

Questo ciclo svolge una funzione simile a quella del precedente, incrementando però il contatore di indirizzo di uno per ogni valore specificato.

TAVOLA DI CONTROLLO

26600	123	26601	222	26602	123
26610	70	26620	38	26625	40
26627	189	26630	61	26640	4
26650	216	26660	185	26670	76
26680	178	26690	247	26700	184
26710	172	26720	181	26730	215
26740	185	26750	76	26760	178
26770	247	26780	183	26790	171

MODULO 4.12

```
26100 REM*****
26101 REM OPERAND TYPE TO BE USED
26102 REM*****
26110 T6 = PTR : GOSUB 26000
26120 ERR = FALSE
26130 IF LEN(H$)=0 THEN OP = 1 : RETURN
26140 IF H$="A" THEN OP = 0 : RETURN
26145 IF ASC (H$)=35 THEN OP = 2 : RETURN
N
26170 OP = 12
26180 IF LEFT$ (H$,1)="(" THEN OP = OP-3
26190 T = 1 : T1 = LEN(H$)
26200 T2 = ASC (MID$ (H$,T,1))
26210 IF T2<>46 AND T<T1 THEN T = T+1 :
GOTO 26200
26220 IF T2<>46 THEN 26275
26230 T = T+1 : IF T>T1 THEN 26270
26240 T2 = ASC (MID$ (H$,T,1))
26250 IF T2=89 THEN OP = OP-1 : GOTO 262
75
26260 IF T2=88 THEN OP = OP-2 : GOTO 262
75
26270 REM NOT A VALID INDEX
26272 EN = 5 : GOTO 28000
26275 IF (OP=12)AND((PO>2ANDPO<6)OR(PO>6A
NDPO<10)ORPO=12ORPO=11)THEN OP = 3
```

```

26281 REM ZERO PAGE OPRANDS
26282 IF OP<10 THEN RETURN
26284 T7 = PTR : PTR = T6
26286 GOSUB 28600
26288 IF ERR OR RESULT>255 THEN 26292
26290 OP = OP-6
26292 PTR = T7
26294 RETURN

```

Seguendo lo sviluppo del passo 1 tracciato dal modulo di controllo, incontriamo ora le due routine che determinano il tipo di operando da usare e se quel tipo di operando è adatto al codice operativo, ricordando che non tutti i modi di indirizzamento possono venir usati con ogni codice operativo. Lo scopo di questo modulo è di determinare il tipo di operando che si addice al formato mostrato nell'istruzione.

Commento

26110: a questo punto PTR indica il carattere seguente il codice mnemonico e viene richiamata la subroutine in linea 26000 per ottenere la parte operando dell'istruzione, privata degli spazi.

26130: se l'operando ha lunghezza zero, il modo d'indirizzamento è quello implicito ed il valore di OP è zero.

26140: se l'operando è 'A' allora si tratta di indirizzamento in accumulatore, OP=1.

26145: se il primo carattere dell'operando è ' ', si tratta di indirizzamento immediato, OP=2.

26150-26160: si fa ora l'ipotesi temporanea che il tipo di operando sia 3, modo di indirizzamento relativo. La subroutine seguente viene richiamata per vedere se le tabelle in TAS indicano che ciò è possibile per il codice operativo ricavato (cioè il codice operativo deve rappresentare un 'branch' di qualche genere). Il metodo per far ciò viene descritto nel prossimo modulo. I riferimenti a OS interessano solo per il passo 2. La subroutine in linea 26300 inserirà in OS il byte il cui valore rappresenta il codice operativo determinato.

A questo punto invece usiamo la subroutine solo per determinare se il tipo dell'operando è 3 — non vogliamo incrementare OS a questo punto, così prendiamo nota della sua lunghezza prima che venga richiamata la subroutine e quindi lo riinizializziamo alla stessa lunghezza. Se viene segnalato un errore al ritorno dalla subroutine in linea 26300 allora l'operando di tipo 3 non è adatto al codice operativo che abbiamo e la subroutine procede.

26170-26260: queste linee sono un'immagine speculare di quelle del disassembler che determinano il formato dell'operando dal valore del byte operando di un'istruzione macchina. In questo caso ricaviamo il tipo di operando dal formato dell'istruzione.

26270-26280: se si rileva un punto ed il formato non corrisponde a quello dell'indirizzamento indicizzato viene segnalato un errore di tipo 5 — l'indice non è X o Y.

26282-26294: queste linee controllano se è possibile eseguire l'istruzione con il modo di indirizzamento in pagina zero — il formato per l'indirizzamento assoluto e quello per la pagina zero sono uguali e si è fatta sino a questo punto l'ipotesi che gli operandi che potevano essere entrambe le cose fossero indirizzamenti assoluti. Questo è possibile solo con tipi di operando maggiore di 10, che rappresentano i modi di indirizzamento assoluti. PTR è riportato al valore iniziale al termine del codice operativo e l'operando viene rivalutato dal valutatore di espressioni. Se il risultato è nell'intervallo 0-255 allora è possibile usare il più veloce modo di indirizzamento in pagina zero ed il tipo dell'operando è ridotto di 6 per trasformare il modo di indirizzamento in un qualche tipo di indirizzamento in pagina zero.

TAVOLA DI CONTROLLO

26100	123	26101	213	26102	123
26110	145	26120	70	26130	190
26140	254	26145	250	26170	244
26180	160	26190	232	26200	243
26210	243	26220	236	26230	12
26240	243	26250	112	26260	112
26270	41	26272	215	26275	213
26281	99	26282	211	26284	95
26286	173	26288	156	26290	17
26292	115	26294	142		

```

26300 REM*****
26301 REM EVALUATE OPCODE
26302 REM*****
26310 T1 = 3 : T = PO
26320 T = ASC (MID$(TAS$(T1),T+1,1))
26330 IF T=255 THEN ERR = TRUE : RETURN
26340 T1 = 4 : T2 = ASC (MID$(TAS$(1),IN
T(T/2+1),1))
26350 IF (1 AND T)=0 THEN T2 = INT(T2/16
)
26355 T2 = T2 AND 15
26360 IF T2<>OP THEN 26320
26370 O$ = O$+CHR$(T)
26380 ERR = FALSE
26390 RETURN

```

A questo punto facciamo di nuovo uso delle nuove tabelle aggiunte a TAS nel primo modulo dell'assembler. Lo scopo del modulo è quello di confrontare il codice operativo ottenuto con il tipo di operando per vedere se effettivamente sono compatibili. In caso contrario deve venir segnalato un errore.

Commento

26230: T è stato posto uguale a PO, la posizione del codice mnemonico in TAS(2). Così l'equazione fra stringhe in questa linea punta ad una coppia di byte in TAS(3). TAS(3) contiene, per ogni possibile tipo di codice operativo, la prima delle forme di byte possibili che quel codice operativo può assumere. Il valore è anch'esso il primo elemento nella catena delle possibili forme di byte del codice operativo.

26330: se, con ripetute iterazioni, il valore trovato nella tabella (successivamente TAS(4)) è FF esadecimale, non ci sono altre forme di codice operativo disponibili e viene segnalato un errore.

26340-26355: una volta trovato il codice operativo possibile, esso viene confrontato col modo d'indirizzamento necessario in TAS(1). I modi d'indirizzamento per ciascun codice operativo sono memorizzati in TAS(1). Un singolo carattere può venir usato per memorizzare due numeri fra 0 e 15 semplicemente moltiplicando uno dei numeri per 16 e poi sommandoli insieme. In questo modo, il modo d'indi-

rizzamento per il codice operativo uno nella tabella dei codici operativi si, troverà nel primo carattere di TAs(1), come quello per il codice operativo due.

Le linee 26350 e 26355 estraggono la parte necessaria del valore del carattere (0-15 e 16-255). Se la posizione del codice operativo (PO) nella tabella è dispari, allora viene usata la metà 'alta' del byte (T2/16) mentre se PO è pari viene usata la metà 'bassa' del byte (T2 AND 15).

26360: se il modo d'indirizzamento risultante non è lo stesso ottenuto esaminando l'operando dell'istruzione in linguaggio assembler, la subroutine torna alla linea 26320 e preleva la prossima forma possibile di codice operativo, insieme al modo d'indirizzamento ad essa associato e così via finché non ci siano altre forme di codici mnemonici.

26370: se l'esecuzione del programma ha raggiunto questo punto è perché è stato trovato nelle tabelle un modo d'indirizzamento adatto al formato dell'operando prelevato dall'istruzione in linguaggio assembler. Il codice operativo corretto per l'operando ed il tipo del codice operativo vengono aggiunti ad OS, che viene usato per memorizzare ciò che verrà poi immesso in memoria, sebbene questo abbia importanza solo nel passo 2.

TAVOLA DI CONTROLLO

26300	123	26301	224	26302	123
26310	9	26320	191	26330	87
26340	167	26350	81	26355	83
26360	24	26370	238	26380	70
26390	142				

MODULO 4.14

```
26560 REM*****
26561 REM BYTE LENGTH
26562 REM*****
26565 AD = AD+1
26570 IF OP>1 THEN AD = AD+1
26580 IF OP>8 THEN AD = AD+1
26590 RETURN
```

Terminiamo l'esame del lavoro dell'assembler durante il passo 1 con questo breve modulo. Esso usa semplicemente il tipo di codice operativo per determinare quanti byte richiederà l'istruzione assemblata al momento di essere memorizzato nel passo 2. Questo affinché la variabile AD possa essere aggiornata correttamente allo scopo di definire le etichette.

TAVOLA DI CONTROLLO

26560	123	26561	197	26562	123
26565	215	26570	234	26580	241
26590	142				

SEZIONE 3: routine del passo 2

MODULO 4.15

```
27600 REM*****
27601 REM DO PASS 2 ASSEMBLY
27602 REM*****
27605 PASS = 2
27610 Q$ = ""
27620 EXIT = FALSE : ERR = FALSE
27625 PTR = 2
27630 GOSUB 28850
27640 IF NOT ERR THEN 27720
27650 IF T=58 AND LEN(H$)=0 THEN 27630
27660 IF T=59 OR T=-1 THEN ERR = FALSE :
  RETURN
27665 GOSUB 28700
27670 GOSUB 28850
27680 IF NOT ERR THEN 27720
27690 IF T=58 AND LEN(H$)=0 THEN 27630
27695 IF T=59 OR T=-1 THEN ERR = FALSE :
  RETURN
```

```

27700 EN = 3 : GOTO 28000
27720 IF PO>55 THEN GOSUB 27200 : GOTO 2
7745
27723 T5 = PTR : GOSUB 26100 : T8 = PTR
: PTR = T5
27725 GOSUB 26300 : IF NOT ERR THEN 2773
0
27727 IF OPC7 AND OP>3 THEN OP = OP+6 :
PTR = T5 : GOTO 27725
27728 EN = 18 : GOTO 28000
27729 REM THIS BIT ATTEMPS TO MATCH ABSL
OUTE ADD MODE TO OPCODE IF ZP HAS FAILED
27730 GOSUB 26560
27740 IF NOT ERR AND LEN(O#)>0 THEN GOSU
B 27000 : PTR = T8
27745 IF LEN(IN#)>PTR AND NOT EXIT THEN
27630
27750 RETURN

```

Passiamo ora a fissare l'attenzione sul passo 2. Questo è il modulo di controllo per il passo 2 e, come abbiamo fatto per il modulo 4.3, seguiremo lo svolgimento generale dell'attività prima di passare ai dettagli.

Commento

27605-27700: ad eccezione dello svuotamento della stringa d'uscita (OS) e del fatto che la variabile PASS viene posta uguale a due, queste linee somigliano alla prima parte del modulo del passo 1. Viene fatto un test sul codice operativo e se il risultato è negativo si suppone che la prima parte della linea sia un'etichetta o una

variabile. Di conseguenza viene eseguita un'altra ricerca di codice operativo e se la linea non attribuisce un valore ad una variabile e non c'è alcun codice operativo presente viene segnalato un errore di tipo 3 'operando o codice operativo non valido'.

27720: se il tipo di codice operativo è maggiore di 55, è stata incontrata una direttiva assembler e viene richiamato il modulo opportuno per valutarla.

27723: viene richiamata la subroutine alla linea 26100 per valutare l'operando.

27725-27728: la subroutine alla linea 26300 esamina il confronto finora eseguito fra codice operativo e modo d'indirizzamento; tenta quindi di confrontarli nel modo d'indirizzamento assoluto, segnalando l'errore di tipo 18, 'modo d'indirizzamento non lecito per questo codice operativo', se il confronto non è positivo.

27730: con questa chiamata viene incrementato il contatore di byte AD.

27740: se non è stato trovato alcun errore e c'è qualcosa in OS, viene valutata la parte operando dell'istruzione. T8 è una variabile usata per muovere il puntatore oltre un indice del tipo 'X' alla fine dell'operando, dal momento che il valutatore dell'operando non esaminerà oltre. T8 è stata inizializzata nella linea 27723 dopo l'esecuzione della subroutine che valuta il tipo dell'operando ed esamina l'operando fino in fondo, incluso ogni indice seguente.

27745: questa linea permette la valutazione di più frasi sulla stessa linea di programma.

TAVOLA DI CONTROLLO

27600	123	27601	107	27602	123
27605	91	27610	169	27620	87
27625	26	27630	180	27640	69
27650	88	27660	38	27665	174
27670	180	27680	69	27690	88
27695	38	27700	213	27720	32
27723	138	27725	104	27727	178
27728	11	27729	248	27730	176
27740	46	27745	251	27750	142

```

27200 REM*****
27201 REM DIRECTIVE OPERAND EVALUATOR
27202 REM*****
27205 ERR = FALSE
27210 IF PO=60 THEN GOSUB 28600 : AD =RE
SULT
27214 IF PO=62 THEN SY = TRUE
27215 IF PO=61 THEN OPEN 2,4 : CMD 2 : P
RINT "[CDWJADD. DATA SOURCE CODE[CD
WJ]"
27220 IF PO=59 THEN EXIT = TRUE
27230 IF PO>58 THEN RETURN
27240 IF PO=56 THEN 27330
27250 REM DBY & WRD DIRECTIVES
27260 GOSUB 28600
27270 IF RESULT<0 OR RESULT>65535 THEN E
N = 2 : GOTO 28000
27280 IF PO=58 THEN RESULT = INT(RESULT/
256)+256*(RESULT-INT(RESULT/256)*256)
27281 REM 27280 RESERVES HI. & LO. BYTES
IF DIRECTIVE IS DBY
27290 T1 =T : GOSUB 27100 : AD = AD+2
27300 IF T1=32 THEN GOSUB 28150
27310 IF T1=46 THEN 27260
27320 RETURN
27330 REM BYT DIRECTIVE
27340 GOSUB 28600
27350 IF RESULT<0 OR RESULT>255 THEN EN
= 1 : GOTO 28000
27360 GOSUB 27140 : AD = AD+1
27370 IF T=32 THEN GOSUB 28150
27380 IF T=46 THEN 27340
27390 RETURN

```

Nel passo 1 abbiamo esaminato un modulo che determinava le azioni necessarie una volta incontrata una direttiva assembler e calcolava anche la lunghezza della stessa se si trattava di BYT, WRD o DBY. Questo modulo è simile, con la differenza che esegue azioni del tipo dell'apertura di un canale verso la stampante per l'u-

scita, della segnalazione SY di stampare la tavola simboli o del trasferimento di dati da una direttiva BYT, WRD o DBY alla stringa d'uscita O\$.

Commento

27210: se si incontra una direttiva ORG, viene valutato il suo operando e il contatore di byte AD viene posto uguale al risultato.

27214: la presenza di SYM nel programma segnala a SY di stampare la tavola simboli al termine del listing del codice sorgente.

27215: la presenza di PRT nel programma apre un canale d'uscita verso la stampante per il listing del codice sorgente, altrimenti l'uscita è verso lo schermo.

27220: END provoca a questo punto il termine del passo.

27250-27320: il valore di una direttiva a due byte (DBY, WRD) è ottenuto usando il valutatore di espressioni ed i due byte vengono scambiati se la direttiva è DBY. Questo perché la routine alla linea 27100, che viene ora richiamata, piazza i due byte nella stringa O\$ nell'ordine basso/alto, ad viene incrementato di due. La linea 27300 esamina il resto tralasciando gli spazi iniziali e la subroutine esegue un ciclo a ritroso per prelevare un altro doppio byte se si incontra un punto.

27340-27380: è una routine analoga a quella sopra descritta, ma per la direttiva a byte singolo BYT.

TAVOLA DI CONTROLLO

27200	123	27201	74	27202	123
27205	70	27210	166	27214	41
27215	154	27220	189	27230	221
27240	77	27250	243	27260	173
27270	176	27280	150	27281	31
27290	30	27300	219	27310	52
27320	142	27330	93	27340	173
27350	67	27360	252	27370	170
27380	2	27390	142		

```

27000 REM*****
27001 REM EVALUATE OPERAND
27002 REM*****
27010 ERR = FALSE
27020 IF OP<2 THEN RETURN
27030 IF OP=3 THEN 27500
27040 IF OP=2 THEN 27400
27050 GOSUB 28600
27060 IF ERR OR LEN(O$)=0 THEN RETURN
27070 IF (RESULT<0 OR RESULT>255) AND OP
<9 THEN EN = 1 : GOTO 28000
27080 IF RESULT<0 OR RESULT>65535 THEN E
N= 2 : GOTO 28000
27090 IF OP<9 THEN 27140
27100 T = INT(RESULT/256)
27110 RESULT = RESULT-T*256
27120 GOSUB 27140
27130 RESULT = T
27140 O$ = O$+CHR$(RESULT)
27150 RETURN

```

Questo modulo valuta un operando il cui tipo è già stato determinato, ponendo il risultato nella forma a uno o due byte in O\$.

Commento

27020: se OP è minore di due non c'è operando.

27030: se OP è tre, è richiesto il modo d'indirizzamento relativo e viene richiamata la routine alla linea 27400.

27050-27080: per tutti gli altri valori di OP viene usato il valutatore di espressioni per ottenere un risultato, che verrà confrontato con i requisiti del modo di indirizzamento per uno o due byte.

27090-27140: queste sono due routine che pongono il risultato ottenuto dal valutatore di espressioni sotto forma di byte in O\$. Notate che i numeri a due byte vengono posti in O\$ con il byte 'alto' in seconda posizione.

TAVOLA DI CONTROLLO

27000	123	27001	47	27002	123
27010	70	27020	164	27030	20
27040	18	27050	173	27060	98
27070	14	27080	144	27090	27
27100	117	27110	248	27120	171
27130	37	27140	121	27150	142

MODULO 4.18

```
27500 REM*****
27501 REM EVALUATE RELATIVE EXPRESSION
27502 REM*****
27510 GOSUB 28600
27520 IF LEN(0$)=0 OR ERR THEN RETURN
27530 RESULT = RESULT-AD
27540 IF RESULT<0 THEN RESULT = RESULT+256
27560 IF RESULT<256 AND RESULT>=0 THEN 27140
27570 EN = 10
27580 GOTO 28000
```

Questo modulo valuta l'operando di un'istruzione usando l'indirizzamento relativo, in cui cioè un salto è specificato ddd dall'indirizzo corrente fino a 127 posizioni in più o a 128 in meno in memoria.

Commento

27530: dal momento che stiamo parlando di indirizzamento relativo, un salto è specificato in primo luogo all'indirizzo cui è diretto, quindi il salto relativo è calcolato sottraendo l'indirizzo corrente registrato in AD.

27540: salti negativi non possono venir immessi direttamente nel programma in linguaggio macchina, ma devono essere trasformati nella forma nota come 'complemento a due', in cui ogni numero negativo viene sommato a 256, in modo, da produrre un numero positivo nell'intervallo 128-255. Così i salti con valori superiori a 128 sono in realtà negativi ed il loro valore si ottiene sottraendo 256.

TAVOLA DI CONTROLLO

27500	123	27501	178	27502	123
27510	173	27520	98	27530	224
27540	75	27560	32	27570	230
27580	163				

MODULO 4.19

```
27400 REM*****
27401 REM EVALUATE IMMEDIATE EXPRESSION
27402 REM*****
27410 T5 = PTR : GOSUB 26000
27420 IF ASC (H$)<>35 THEN 27480
27430 IF MID$ (H$,2,1)="/" THEN 27450
27440 PTR = T5
27442 IF PTR>LEN(IN$) THEN 27446
27444 IF ASC (MID$ (IN$,PTR,1))<>35 THEN
PTR = PTR+1 : GOTO 27442
27446 OP = 8 : GOSUB 27050 : OP = 2
27448 RETURN
27450 REM SINGLE CHR. EXPECTED
27460 IF LEN(H$)<>3 THEN 27480
27470 O$ = O$+MID$ (H$,3,1) : RETURN
27480 EN = 12
27490 GOTO 28000
```

Questo modulo ricava il valore di un operando per un'istruzione concernente indirizzamenti immediati, cioè in cui viene posto direttamente in un registro un valore dell'intervallo 0-255.

Commento

27410-27420: l'operando viene ricavato in **HS** usando la routine alla linea 26000. Se non inizia con un ' ' verrà segnalato un errore.

27430: se il secondo carattere dell'operando è un apice singolo, la routine si aspetterà un unico carattere, dopo l'apice, il cui valore ASCII sarà quello dell'operando. Non dovrebbe venir usato un secondo apice.

27442-27444: queste due linee trascurano ogni spazio in **INS** fino al simbolo 'hash' (#).

27446: poiché l'indirizzamento immediato coinvolge un singolo byte, si usa la routine alla linea 27050 per valutare l'operando come se fosse il modo d'indirizzamento 8 (indiretto Y) e per porre il byte in O\$. È semplicemente una scorciatoia.

27460-27470: queste due linee si occupano di caratteri singoli fra apici. Se la lunghezza di H\$ non è tre allora il formato non è lecito e viene segnalato un errore. Se H\$ è lungo tre caratteri, il carattere centrale viene preso come quello il cui valore ASCII rappresenta l'operando.

TAVOLA DI CONTROLLO

27400	123	27401	229	27402	123
27410	144	27420	230	27430	243
27440	113	27442	15	27444	169
27446	43	27448	142	27450	14
27460	174	27470	205	27480	232
27490	163				

MODULO 4.20

```
26900 REM*****
26901 REM DUMP SYMBOL TABLE TO SCREEN
26902 REM*****
26910 IF SE<1 THEN 26975
26915 PRINT
26920 FOR X = 0 TO SE-1
26930 PRINT LEFT$(ST$(X),6) TAB(10) ;
26940 H = ASC (MID$(ST$(X),8))*256+ASC
(MID$(ST$(X),7))
26950 GOSUB 11000
26960 PRINT.H$
26970 NEXT X
26975 PRINT "[CDW] TOTAL NUMBER OF SYMBO
LS ---" SE
26980 RETURN
```

Questo modulo non fa realmente parte del passo 2: semplicemente porta in uscita la tavola simboli al termine del passo 2 se la direttiva SYM era presente nel programma in linguaggio assembler.

TAVOLA DI CONTROLLO

26900	123	26901	6	26902	123
26910	27	26915	153	26920	115
26930	80	26940	64	26950	159
26960	37	26970	250	26975	248
26980	142				

SEZIONE 4: il valutatore delle espressioni

Finora ci siamo riferiti molte volte alla misteriosa entità nota come 'valutatore di espressioni', prendendo per buono che facesse ciò che ci si attendeva da lui. Naturalmente sarebbe stato possibile scrivere un assembler che richiedesse che tutti i valori venissero espressi in decimale o esadecimale, ma si risparmia una grande quantità di tempo e di sforzi se l'utente è in grado di immettere variabili, saltare ad una posizione ad esempio sei byte più avanti di una particolare etichetta oppure calcolare byte immettendo qualcosa del tipo LDA VAL/256. Il valutatore di espressioni rende possibile tutto ciò, come scoprirete quando vi appresterete a trascrivere le nostre routine in linguaggio macchina.

MODULO 4.21

```
28300 REM*****
28301 REM EVALUATE LABEL OR NUMBER
28302 REM*****
28320 GOSUB 28150
28325 IF T=40 AND LEN(H#)=0 THEN GOSUB 2
8150
28330 T1 = LEN(H#)
28335 IF (T=-1 OR T=32 OR T=58 OR T=59 O
R T=41 OR T=46) AND T1 = 0 THEN RETURN
28340 IF T1=0 THEN 28390
28350 IF ASC (H#)<=57 THEN H = VAL(H#) :
GOTO 28492
28360 GOSUB 28250 : REM FIND LABEL IN SY
MBOL TABLE
28370 IF ERR THEN EN = 11 : H = 0 : GOTO
28000
28380 GOTO 28492
```

```

28390 REM HEX, OCTAL OR BINARY NUMBERS EVALUATE
28400 T2 = T : GOSUB 28150
28410 IF LEN(H#)=0 THEN 28450
28420 IF T2=36 THEN 28470
28430 IF T2=37 THEN BASE = 2 : GOTO 28470
0
28440 IF T2=38 THEN BASE = 8 : GOTO 28470
0
28450 REM INVALID LABEL
28460 H = 0 : EN = 6 : GOTO 28000
28470 REM TEST IF VALID NUMBER
28475 GOSUB 11950
28480 BASE = 16 : REM DEFAULT BASE
28490 IF ERR THEN H = 0 : EN = 7 : GOTO 28000
28492 PTR = PTR-1 : GOSUB 28150 : REM GET NEXT OPERATOR
28495 RETURN

```

TAVOLA DI CONTROLLO

28300	123	28301	48	28302	123
28320	173	28325	250	28330	247
28335	198	28340	255	28350	206
28360	173	28370	99	28380	178
28390	140	28400	243	28410	247
28420	56	28430	155	28440	162
28450	54	28460	188	28470	23
28475	173	28480	221	28490	56
28492	213	28495	142		

Questo modulo è il nocciolo del valutatore di espressioni, dal momento che ha il compito di estrarre i valori di numeri o etichette, essendo permessi numeri in forma decimale, esadecimale ottale (base 8) o binaria (base 2). La subroutine restituisce un valore nella variabile H il cui intervallo possibile di valori è 0-65535.

Commento

28320: il numero o l'etichetta vengono posti in H\$.

28325: se il primo carattere incontrato è una parentesi aperta '(' viene richiamata la routine per ottenere il numero concreto.

28335: all'ingresso nella routine alla linea 28150, la variabile T viene posta uguale a meno uno. Se resta inalterata, non è stato trovato alcun carattere significativo. Gli altri valori di T possono indicare uno spazio, due punti, punto e virgola, parentesi chiusa o punto. Se qualcuno di questi è associato ad una HS di lunghezza zero allora nell'istruzione non c'è un numero o un'etichetta ed il programma ritorna dalla subroutine.

28340: se non è presente alcuno dei delimitatori cercati nella linea precedente, si suppone che il numero sia preceduto da '\$', '%' o '&', indicanti esadecimale, ottale o binario e l'esecuzione passa alla routine che estrae da essi un numero decimale.

28350: se il primo carattere è una cifra, viene preso il valore (VAL) di HS — perciò le variabili non devono iniziare con un numero, dal momento che il valore del numero verrebbe prelevato e il resto del nome della variabile ignorato.

28360-28380: se il primo carattere non è una cifra allora si suppone che quanto è stato prelevato sia un'etichetta e si passa alla routine in linea 28250 per determinarne il valore.

28390-28490: il puntatore rappresentato da T ha ora passato un carattere che a questo punto si presume indichi una differente base numerica. Si verifica quest'ipotesi. Se viene specificata una base differente, la variabile BASE viene modificata per tenerne conto e viene richiamata la routine del monitor che converte numeri non decimali in decimali. Se il carattere indicato da T2 non è un segnalatore di scambio di base allora esso non è valido e viene segnalato l'errore 'label is not alphanumeric' (etichetta non alfanumerica). Se è stata specificata una base diversa ma la rappresentazione è scorretta (es. il numero binario 101012) verrà segnalato un errore di tipo 'incorrect number base' (base non corretta) al ritorno dalla routine nella linea 11950.

28492: il puntatore principale, PTR, che indica il carattere successivo al termine dell'operatore corrente, viene decrementato di uno in modo da poter rieseguire la procedura sul resto della linea.

```

28500 REM*****
28501 REM EVALUATE TERM WITH * OR /
28502 REM*****
28510 GOSUB 28300 : TERM = H
28520 IF PTR>LEN(IN$) THEN RETURN
28530 IF T=42 THEN GOSUB 28300 : TERM =
INT(TERM*H) : GOTO 28520
28550 IF T<>47 THEN RETURN
28560 GOSUB 28300
28570 IF H=0 THEN TERM = 0 : EN = 15 : G
OTO 28000
28580 TERM = INT(TERM/H)
28590 GOTO 28520

```

Uno dei problemi di valutazione delle espressioni è costituito dalla precedenza, cioè dal determinare quale parte dell'espressione $A/B/C+D/E F$ deve venir valutata per prima. Il valutatore di espressioni può trattare la precedenza fra '+', '-', '*' e '/', ma non quella imposta dall'uso delle parentesi. Le parentesi renderebbero inoltre più difficile distinguere il tipo di operando. Questo particolare modulo tratta le due operazioni a precedenza più alta, moltiplicazione e divisione.

Commento

28510: viene prelevato un valore usando il modulo precedente e lo si memorizza nella variabile TERM.

28530: se il carattere puntato da T è un segno di moltiplicazione, viene prelevato il valore immediatamente seguente e moltiplicato per TERM.

28550-28580: se il carattere indicato da T è una '/', cioè un segno di divisione, si esegue un test per controllare che il divisore non sia zero; se lo è viene segnalata 'division by zero' (divisione per zero). TERM viene ora diviso per il valore appena ottenuto in H.

TAVOLA DI CONTROLLO

28500	123	28501	20	28502	123
28510	150	28520	150	28530	162
28550	67	28560	170	28570	152
28580	93	28590	170		

```

28600 REM*****
28601 REM EVALUATE EXPRESSION
28602 REM*****
28605 ERR = FALSE
28610 GOSUB 28500 : RESULT = TERM
28620 IFT=-1OR T=32 OR T=58 OR T=59 OR T
=41 OR T=46 OR PTR>LEN(IN$) THEN RETURN
28630 IF T=43 THEN GOSUB 28500 : RESULT
= INT(RESULT+TERM) : GOTO 28620
28640 IF T=45 THEN GOSUB 28500 : RESULT
= INT(RESULT-TERM) : GOTO 28620
28650 RESULT = 0 : EN = 4 : GOTO 28000

```

Questo modulo valuta gli operatori, a precedenza inferiore, di addizione e sottrazione.

Commento

28610: questo modulo non chiama direttamente il modulo principale alla linea 28300, ma il modulo precedente. Questo assicura che vengano esaminati i valori prima di essere restituiti per determinare se debbano prima venir moltiplicati o divisi per qualcos'altro. Così se l'espressione da valutare fosse $A*B+C$, $A*B$ verrebbe valutata prima di passare il risultato a questo modulo.

28620: se si rileva un delimitatore dopo l'operando, non c'è più nulla da valutare.

28630-28640: se T indica che un segno più o meno segue il valore finora ottenuto, viene eseguito il calcolo corrispondente.

28650: se il carattere indicato da T non è un più o un meno, viene segnalato un errore di 'invalid operator' (operatore non lecito) – i segni per o diviso sarebbero stati trattati dal modulo precedente.

TAVOLA DI CONTROLLO

28600	123	28601	54	28602	123
28605	70	28610	47	28620	5
28630	226	28640	229	28650	81

Finalmente è finito. Dipende ora dalle vostre energie lo sviluppare ulteriormente il programma Mastercode — che è uno dei programmi singoli più estesi mai pubblicati su un libro per un microcomputer. Nel resto del libro esamineremo una serie di routine in codice macchina che potrete immettere usando l'assembler. Se avete altri libri sulla programmazione del 6502, potreste trovarvi utili routine da immettere. Non è una cattiva idea provare con una o due piccole routine prima di iniziare ad estendere il BASIC del 64 col resto del libro, se non altro per familiarizzarsi col funzionamento del programma.

Si raccomanda comunque la solita attenzione: assicuratevi di aver salvato il programma prima di tentare qualunque cosa col linguaggio macchina. Tutti possono commettere un errore — e dolersene dopo aver perso il programma!

Parte II

CAPITOLO 5

L'ESTENSORE DEL BASIC

Per raggiungere il nostro scopo di realizzare routine in linguaggio macchina per estendere il linguaggio BASIC del 64, è in primo luogo necessario capire come lavora realmente il BASIC, come un normale comando BASIC viene prelevato ed elaborato senza per ora considerare i comandi che vogliamo aggiungere.

Consideriamo per primo un comando BASIC molto semplice, come una linea del tipo: `1 GOTO 10`. Quando premete RETURN per immettere la linea, essa viene esaminata dall'interprete BASIC e viene rilevato il fatto che contiene una parola chiave BASIC. Questa parola chiave viene ridotta ad un singolo byte nel file di programma. Tutte le parole BASIC hanno questi byte, o 'token', i cui valori sono compresi fra 128 e 202 (più 255 per π). Nel caso del GOTO il token è 137.

Quando il programma contenente questa linea viene fatto eseguire, l'interprete BASIC esamina la linea, tralasciando il numero di linea fino a trovare il token, che viene riconosciuto come tale dal momento che è superiore a 128 e non racchiuso fra virgolette. Il token indica una posizione in una tabella ed in quella posizione si trova l'indirizzo di una routine in linguaggio macchina che eseguirà il comando espresso con `GOTO 10`. L'interprete esegue ora questa routine macchina che per prima cosa esamina la linea seguente il token di GOTO per ottenere un numero di linea. Avuto dalla linea BASIC, il resto della routine macchina per questo particolare comando si occupa di trovare la linea cui ci si riferisce e di alterare un certo numero di variabili di sistema in modo che l'esecuzione salti a quel punto. Se non si trova alcun numero dopo il GOTO viene indicato un errore sintattico. Se viene trovato un numero di linea ma essa non fa parte del programma viene segnalato un errore di 'linea non definita'. Supponendo che tutto sia andato come previsto, il controllo del programma ora torna alla parte di interprete BASIC che ha il compito di cercare il prossimo token nel programma.

Da tutto questo possiamo ricavare un certo numero di azioni necessarie per l'esecuzione di una parola chiave BASIC:

- 1) l'interprete deve riconoscerla come parola chiave ed essere in grado di ridurla alla forma di token;

- 2) l'interprete dev'essere in grado di riconoscere il token una volta che il programma vada in esecuzione;
- 3) dev'esserci in memoria una tabella da cui l'interprete possa ricavare l'indirizzo iniziale della routine macchina che esegue il comando;
- 4) la routine macchina può dover essere in grado di ricavare ulteriori informazioni per il comando (es. il '10' per GOTO 10);
- 5) dev'esserci la possibilità di riconoscere e segnalare errori evitando l'esecuzione della routine.

Dopo aver fatto eseguire il programma, c'è un altro requisito imposto dal LIST. Non serve cercare di stampare i token invece delle parole chiave. L'interprete deve avere anche una tabella che gli permetta di ricavare la parola corrispondente a ciascun token, in modo da stamparla nel listing del programma.

Per poter introdurre nuove parole dobbiamo tener conto di tutto ciò. Una parola chiave deve venir posta nell'interprete, dev'essere specificato un token per essa, devono essere fornite le routine corrispondenti e, cosa più importante, l'interprete dev'essere forzato a riconoscere ed elaborare l'informazione data. Tutto ciò comporterà chiaramente la modifica dell'interprete BASIC, cosa che rappresenta da sé il primo problema, dal momento che, come senza dubbio sapete, l'interprete non è in una zona di memoria modificabile (RAM), ma nei chip il cui contenuto è fissato al momento della fabbricazione. Tutto ciò è vero, ma fortunatamente non è tutta la verità.

Quando accendete il 64, i suoi 64K di memoria sono occupati (grosso modo) da 8K di memoria per il Kernal (un insieme di routine macchina molto utili e comuni a quasi tutte le macchine Commodore), 8K per l'interprete BASIC, 1K per le variabili di sistema (locazioni che il 64 usa per memorizzare valori ed indirizzi importanti per le sue operazioni), 4K di RAM che non può essere usata dal BASIC e 4K per gestire altri dispositivi come il chip VIC, dischi, nastri, stampanti ecc. Comunque è possibile passare alcune sezioni di questa memoria al controllo dell'utente (RAM) — di fatto sono disponibili 64K di memoria volendo escludere ogni altra cosa, cioè il BASIC, le comunicazioni con l'esterno ecc.

L'interprete BASIC sembra occupare la memoria dalla posizione 40960 in avanti. Di fatto il 64 fa credere alla CPU che il chip separato dall'interprete BASIC occupi quella posizione. I veri 8K di RAM in questa zona sono totalmente inutilizzati, per il semplice motivo che il chip 6502/6510 può vedere solo 64K di memoria alla volta, così se deve vedere l'interprete BASIC non vedrà gli 8K di memoria utente corrispondenti. L'importanza di questo per noi è che ci sono 8K inutilizzati, esatta-

mente lo spazio per contenere l'interprete BASIC se dovesse risiedere su RAM invece che su ROM ed esattamente nel punto in cui la CPU si aspetterebbe di trovare l'interprete BASIC.

Il nostro primo passo nell'alterare l'interprete BASIC è perciò di ricopiare il contenuto dell'interprete BASIC in quell'area. Questo ha i suoi svantaggi – ora l'interprete può venir alterato (erroneamente) in modo casuale, cosa che non potrebbe accadere se fosse tenuto in ROM. Ma può anche essere modificato positivamente se sappiamo quello che facciamo!

Qui sotto è presentato un breve programma che pone tre routine macchina in memoria. L'effetto di queste è quello di spostare l'interprete BASIC in RAM. Più tardi verranno eseguite brevi aggiunte per permetterci di aggiungere nuove parole chiave e fare gli altri necessari cambiamenti. Per il momento basterà spostare l'interprete.

BASIC Extender - Listing I

```
0 REM12345678901234567890123456789012345
6789012345678901234567890123
100 REM BASIC EXTENDER ROUTINE
110 REM MOVE BASIC ROM INTO RAM AT $A000
- $BFFF
120 DATA 165,1,41,254,133,1,96,160,255,2
00,32,32,8,190,1,1,32,6,8,138,153,1,1
130 DATA 200,208,240,165,1,9,1,133,1,96,
32,6,8,24,162,255,232,160,255,200,185
135 DATA 75,8,133,20,185,151,8,48,01,96,
133,21,185,227,8,129,20,144,235
139 DATA 0
140 AD = 2054
150 READ A : IF A<>0 THEN POKE AD,A : AD
= AD+1 : GOTO 150
160 REM DO ACTUAL MOVE
165 POKE 2068,0 : POKE 2075,0
170 FOR X = 160 TO 191
190 POKE 2069,X : POKE 2076,X
200 SYS 2061
210 NEXT
220 POKE 2068,1 : POKE 2075,1
230 SYS 2054
300 END
```

Commento

0-150: lo scopo delle frasi REM è quello di fornire un'area di memoria pulita. In quest'area, che inizia alla locazione 2054 (se fate una PEEK di 2053 vi troverete il token del primo REM, cioè 143), la linea 150 immette con l'istruzione POKE i valori contenuti nelle frasi DATA. Le frasi DATA rappresentano, come avrete senz'altro capito, istruzioni macchina.

Routine in linguaggio macchina

add.	data	source code
0		10 PRT
0		20 SYM
0		30 ORG 2054
806	A501	50 LBL000 LDA 1
808	29FE	60 AND #254
80A	8501	70 STA 1
80C	60	80 RTS
80D	A0FF	90 LDY #255
80F	C8	100 INY
810	202008	120 LBL001 JSR LBL002
813	BE0101	130 LDX 257.Y
816	200608	140 JSR LBL000
819	8A	150 TXA
81A	990101	160 STA 257.Y
81D	C8	170 INY
81E	D0F0	180 BNE LBL001
820	A501	190 LBL002 LDA 1
822	0901	200 ORA #1
824	8501	210 STA 1
826	60	220 RTS

Commento sulle routine macchina

Qui sopra è fornito il listing delle routine usate nella forma del Mastercode assembler, per chiarezza. **NON IMMETTETE LE ROUTINE USANDO L'ASSEMBLER O LO ROVINERETE. USATE IL PROGRAMMA DATO SOPRA.**

10-30: direttive assembler che mandano l'uscita alla stampante, stampano la tavola simboli e fanno iniziare il programma alla locazione 2054 in memoria.

50-80: queste istruzioni caricano in accumulatore il contenuto del byte 1 della memoria, ne fanno l'AND con 254 (ponendo così a zero il bit zero) e infine memorizzano il risultato nella locazione uno. Questo provoca lo 'spegnimento' della ROM e l' 'accensione' della RAM corrispondente. La routine è auto-consistente. Si sarebbe potuto ottenere lo stesso effetto con l'istruzione BASIC POKE 1, PEEK (1) AND 254, ma questo avrebbe interrotto il funzionamento del sistema dal momento che non ci sarebbe più stato un interprete BASIC su cui lavorare.

90-180: questa routine inizia con un salto alla terza sezione del programma che 'accende' la ROM e 'spegne' la RAM. A questo punto del programma la linea 130 non ha senso; più avanti l'indirizzo da cui verrà caricato il registro X verrà immesso tramite una POKE nel codice macchina. L'effetto finale della routine è di caricare nel registro X un byte dell'interprete, 'spegnere' la ROM, trasferire il contenuto di X all'accumulatore e memorizzare questo byte dalla ROM nello stesso indirizzo, ma con la RAM ora 'accesa'. Una volta fatto ciò viene incrementato Y. Quando Y raggiunge 255 (cioè sono stati trasferiti 256 byte) l'istruzione BNE non verrà più eseguita e si passerà alla routine seguente.

190-220: immagine speculare di 50-80, queste linee 'riaccendono' la ROM prima di restituire il controllo al BASIC.

Noterete che questo listing non comprende tutto ciò che avete immesso — il resto verrà spiegato più avanti, al momento non viene usato.

Tornando al programma BASIC in sè:

165: i nostri programmi in linguaggio macchina richiederanno l'uso di due zeri, visto che gli indirizzi su cui si baseranno le nostre mosse di 256 byte avranno tutti uno zero nel byte basso es. 40960 che è 160, e zero nella rappresentazione a due byte. Mettere gli zeri permanentemente nelle frasi REM avrebbe creato grossi problemi per l'immissione di nuove linee. Incontrando gli zeri all'immissione di nuove linee la routine BASIC 'collegamento di linee' avrebbe rovinato le frasi REM, cercando di romperle dove fossero presenti gli zeri. Per questo motivo, gli zeri vengono temporaneamente immessi con POKE per gli scopi del linguaggio macchina e poi rimpiazzati da uni alla linea 220.

165-200: i POKE danno alle istruzioni macchina alle linee 130 e 160 del listing in assembler gli indirizzi di partenza di 32 blocchi da 256 byte (8K in totale) che verranno passati dalla ROM alla RAM. Quando l'indirizzo di ciascun blocco è stato immesso via POKE nel programma in linguaggio macchina, il programma viene fatto eseguire dalla chiamata SYS alla linea 200, che fa partire la routine macchina

situata alla linea 120, del listing in linguaggio assembler. Vengono spostati 256 byte quindi viene immesso l'indirizzo del blocco successivo.

Se avete battuto il programma e l'avete controllato, salvatelo prima che sia troppo tardi. Ora battete SYS 2054 in modo diretto. Se avete commesso un errore quasi certamente la macchina si incepperà. Altrimenti sembrerà che non sia successo nulla.

Ora provate questo:

300 END (RETURN).....ancora nulla

POKE 41118,72 (RETURN).....ancora nulla

LIST (RETURN)....date un'occhiata all'ultima riga. Dovrebbe leggersi 300 HND – altrimenti avete fatto un errore e dovete spegnere, riaccendere a far ripartire il programma BASIC che avete salvato. Se la procedura ha funzionato, immettendo END (RETURN) provocherete un messaggio 'SYNTAX ERROR', cosa che non accadrà con un comando HND. Ciò che avete fatto è stato alterare la tabella contenente le parole chiave BASIC. Se vole proprio divertirvi, battete RUN/RESTORE per 'riaccendere' la ROM, caricate il monitor ed esaminate la memoria a partire da 41118 (A09E esadecimale) in avanti. Vi troverete le locazioni delle parole chiave, ciascuna apparentemente priva dell'ultimo carattere. Prendete nota (o fate stampare) delle locazioni poi ricaricate questo programma e rilocate l'interprete. Se non modificate il carattere finale o la lunghezza di una parola chiave, potete far leggere tutto ciò che volete. Provate e poi listate il programma o fatelo stampare. Funzionerà ancora, ma il suo strano aspetto proverà che avete iniziato a dimostrare il vostro potere sul BASIC.

CAPITOLO 6

BASIC E CODICE MACCHINA

Listing in linguaggio assembler

```
10      PRT
20      ORG $C000
30      SYM
40      ;-----
-----
50      KEYWRD
60      ; NEW FUNCTION KEYWORDS
70      ; DEEK
80      BYT 68.69.69.75+128
90      ; YPOS
100     BYT 89.80.79.83+128
110     ; VARPTR
120     BYT 86.65.82.80.84.82+128
130     ;-----
-----
140     ; NEW ACTION KEYWORDS
150     ; IOKE
160     BYT 68.79.75.69+128
170     ; RKILL
180     BYT 82.75.73.76.76+128
190     ; DELETE
200     BYT 68.69.76.69.84.69+128
210     ; MOVE
220     BYT 77.79.86.69+128
230     ; FAST
240     BYT 70.65.83.84+128
250     ; SLOW
260     BYT 83.76.79.87+128
270     ; PLOT
```

```

280      BYT 80.76.79.84+128
290      ; UNDEAD
300      BYT 85.78.68.69.65.68+128
310      ; SUBEX
320      BYT 83.85.66.69.88+128
330      ; BLOAD
340      BYT 66.76.79.65.68+128
350      ; BVERIFY
360      BYT 66.86.69.82.73.70.89+128
370      ; BSAVE
380      BYT 66.83.65.86.69+128
390      ; FILL
400      BYT 70.73.76.76+128
410      WRD 0
420      ; THIS IS THE END OF KEYWORD
TABLE CHR.
430      ; -----
-----
440      ; NEW ACTION VECTOR
450      ACTIVEC
460      WRD $A830
470      WRD $A830
480      WRD $A830
490      WRD $A830
500      WRD $A830
510      WRD $A830
520      WRD $A830
530      WRD $A830
540      WRD $A830
550      WRD $A830
560      WRD $A830
570      WRD $A830
580      WRD $A830
590      ; -----
-----
600      ; NORMAL IS THE NORMAL NUMBER
OF BASIC KEYWORDS
610      NORMAL = 75
620      ; NEWACT IS THE NUMBER OF NEW
ACTION KEYWORDS
630      NEWACT = 13
640      ; NEWFUN IS THE NUMBER OF NEW
FUNCTION KEYWORDS
650      NEWFUN = 3
660      ; USE BY POKING A7E1 WITH ^J
MP EXECUTE'

```

```

670 EXECUT JSR #73
680 JSR DOEX
690 JMP #A7AE
700 DOEX BEQ LABEL
710 SBC #80
720 BCC DOLET
730 CMP #NORMAL+NEWFUN+1
740 BCC RETURN
750 CMP #NORMAL+NEWFUN+NEWACT+1
760 BCS RETURN
770 ; EXECUTE THE NEW ACTION KEYW
ORDS
780 SBC #NORMAL+NEWFUN
790 ASL A
800 TAY
810 LDA ACTIVEC+1,Y
820 PHA
830 LDA ACTIVEC,Y
840 PHA
850 JMP #73
860 LABEL RTS
870 DOLET JMP #A9A5
880 RETURN JMP #A7F3
890 ;-----

```

```

-----
900 ; PRINT TOKEN ROUTINE TO USE
POKE 774 & 775 WITH PRRTOK ADDRESS
910 PRRTOK JSR PUTREG
920 CMP #NORMAL+129
930 BCC PRTNOR
940 ; PRINT THE NEW TOKENS
950 LDA ASAVE
960 SBC #NORMAL+1
970 STA ASAVE
980 LDA #KEYWRD/256
990 LDX #KEYWRD-KEYWRD/256*256
1000 JMP LBL000
1010 ; PRINT NORMAL TOKENS
1020 PRTNOR LDA #A0
1030 LDX #9E
1040 LBL000 STA #A732
1050 STX #A731
1060 STA #A73A
1070 STX #A739
1080 JSR GETREG
1090 JMP #A71A
1100 ;-----

```

```

-----
1110      ; CRUNCH TOKENS ROUTINE EXTR
A CODE
1120      ; USE BY ALTERING #A604 TO
JMP CRUNCH
1130      CRUNCH JSR PUTREG
1140      LDA #A5FC
1150      CMP #A0
1160      BNE STAND
1170      LDA #C0
1180      LDX #D0
1190      JSR TOKSTR
1200      JSR GETREG
1210      LDY #0
1220      JMP #A5B8
1230      STAND LDA #A0
1240      LDX #9E
1250      JSR TOKSTR
1260      JSR GETREG
1270      LDA #200.X
1280      JMP #A607
1290      ;-----

```

```

-----
1300      GETREG LDA PSAVE
1310      PHA
1320      LDA ASAVE
1330      LDX XSAVE
1340      LDY YSAVE
1350      PLP
1360      RTS
1370      ;-----

```

```

-----
1380      PUTREG PHP
1390      STA ASAVE
1400      STX XSAVE
1410      STY YSAVE
1420      PLA
1430      STA PSAVE
1440      LDA ASAVE
1450      RTS
1460      ;-----

```

```

-----
1470      TOKSTR STA #A5BE
1480      CLD
1490      STX #A5BD

```

```

1500      STA $A601
1510      STX $A600
1520      DEX
1530      CPX #$FF
1540      BNE LBL003
1550      SEC
1560      SBC #1
1570      LBL003 STA $A5FC
1580      STX $A5FB
1590      RTS
1600      ; -----

```

```

-----
1610      PSAVE
1620      ASAVE = PSAVE+1
1630      XSAVE = ASAVE+1
1640      YSAVE = XSAVE+1

```

END

Nota: questo listing è riportato in forma completamente assemblata al termine del commento ma è presentato qui in forma non assemblata per amore di chiarezza.

Ora sappiamo che siamo in grado di alterare il BASIC. Comunque rendere strane le parole chiave non è il nostro scopo. Vogliamo invece estendere il BASIC e per far ciò dobbiamo eseguire delle modifiche un po' più consistenti che qualche POKE qua e là. Passiamo perciò ad esaminare il più esteso programma macchina che dovrete trascrivere nel corso di questo libro; sfortunatamente dev'essere fatto a questo punto o nulla del resto funzionerebbe.

Ricorderete che nello scorso capitolo abbiamo detto che per elaborare un comando l'interprete BASIC dev'essere in grado di riconoscere il token generato durante il listing del programma ed anche di sapere dov'è situata la routine macchina che esegue l'azione che la parola chiave specifica. Questo viene fatto con l'aiuto di

una tabella situata in memoria alle locazioni da A09E a A19D (41118-41373). Quando l'interprete BASIC incontra una parola chiave in ingresso, esamina la tabella fino a trovare una corrispondenza, altrimenti viene segnalato un errore sintattico. Se la parola chiave si trova nella tabella, la sua posizione (in tabella, non in memoria — ad es. la parola chiave n. 0 è END) sommata a 128 dà il token corretto per essa, così il token per END è 128. Quando un programma viene eseguito il valore del token (-128) viene moltiplicato per due e quindi interpretato come posizione in un'altra tabella; la tabella dei vettori. Questa tabella dice all'interprete BASIC dove trovare la routine macchina per quella particolare istruzione.

I problemi che chiunque voglia estendere il BASIC si trova ad affrontare sono perciò:

- 1) ricerca di spazio per le nuove parole chiave nella tabella delle parole chiave;
- 2) estensione della tabella dei vettori per indicare gli indirizzi delle nuove routine macchina;
- 3) ultimo, ma non meno importante: immissione delle nuove routine.

Questi problemi sarebbero quasi banali se ci fosse spazio nelle tabelle delle parole chiave e dei vettori. In effetti, la tabella delle parole chiave viene esaminata sotto il controllo di un singolo registro della CPU (il registro Y). Il registro è costituito da un solo byte, quindi può trattare solo un'area di 256 byte di lunghezza. Le parole chiave esistenti nel BASIC del 64 riempiono esattamente questi 256 byte (compreso un misterioso comando 'GO' non menzionato nel manuale che permette di separare GO e TO trattandoli ugualmente come GOTO). In altre parole non si possono fare aggiunte alla tabella. Inoltre se anche si potesse non c'è spazio nella tabella dei vettori per gli indirizzi di nuove routine. In memoria c'è spazio a volontà per le nuove routine, ma come fare a far riconoscere all'interprete le parole chiave corrispondenti?

Qual è la risposta? Come in altre occasioni, quando avete a disposizione un programma che non volete modificare troppo, in questo caso l'interprete BASIC, la risposta è che è necessario barare. Quando riduce una parola chiave ad un token, l'interprete esamina la tabella delle parole chiave finché non trova uno zero (l'ultimo byte della tabella). Se si raggiunge questo punto, la parola chiave non è stata trovata e verrà indicato un errore di sintassi. Il nostro metodo per estendere la tabella delle parole chiave è sostituire l'istruzione macchina seguente alla rilevazione dello zero con un salto ad una nuova subroutine che inizia nuovamente la ricerca ad un nuovo indirizzo, fornendo così una tabella vuota di 256 byte in più in cui me-

morizzare le parole chiave. Questo trucchetto risolve il problema della 'riduzione' delle parole chiave, resta solo da convincere l'interprete a riconoscere i tokens generati alla scoperta di una parola chiave nella nuova tabella.

L'esecuzione dei singoli comandi BASIC è controllata da una sezione dell'interprete il cui scopo è di consultare la tabella dei vettori e, sulla base delle informazioni contenutevi, di richiamare la subroutine appropriata per il particolare token. La routine RUN, che controlla l'intera esecuzione del programma, richiama questa routine di 'comando singolo' ogni volta che viene trovato un token nel programma. Fortunatamente per noi, la routine RUN non ha l'indirizzo della routine 'comando singolo' incorporato, ma lo deve leggere da una locazione di memoria RAM (308-309 esadecimale).

Per assicurarci che i nuovi token vengano letti ed elaborati alterneremo l'indirizzo indicato dagli esadecimali 308-309, in modo che indichi una nuova routine di esecuzione di comando singolo progettata da noi. La nuova routine prima controlla se il token incontrato è quello di una delle nostre nuove parole chiave (che possono essere riconosciute dal fatto che il loro valore è maggiore o uguale a CC esadecimale-204 decimale). Se non si tratta di uno dei nuovi comandi, l'esecuzione passa alla routine normale di comando singolo. Se invece è uno dei nuovi comandi, allora la nostra routine prende il controllo, indicando un indirizzo completamente nuovo per la tabella dei vettori. In questo modo possiamo aggiungere una nuova tabella dei vettori all'interprete oltre che una nuova tabella delle parole chiave.

Se siete riusciti a seguire abbastanza questa spiegazione, siete pronti per proseguire e dare un'occhiata alla routine macchina centrale, essenziale per i cambiamenti da fare.

Modulo 10-30: queste tre linee rappresentano istruzioni per l'assembler che dovrete riconoscere dal commento alla sezione assembler del programma Mastercode. PRT indica che il listing dovrà essere mandato alla stampante (dal comando PRT in poi), ORG dice all'assembler di iniziare a memorizzare il programma a partire dalla linea C000 e SYM assicura che venga stampata la tavola simboli alla fine del listing. Questa routine macchina e le seguenti occuperanno l'area libera di RAM fra C000 e CFFF(49152-53247). Quest'area di memoria non è a disposizione del BASIC ed è così una posizione ideale per memorizzare codice macchina.

Modulo 40-120: questa sezione del programma estende la tabella delle parole chiave con tre nuove parole, DEEK, YPOS e VARPTR — spiegheremo poi di cosa si tratta. A questo punto basta che sia chiara la differenza fra funzioni ed azioni in BASIC. Una funzione è un'operazione matematica che deve ricorrere dopo un '='

o un IF, ad esempio, a differenza di un'azione, che può trovarsi isolata e non può far parte di un'espressione matematica. La ragione per cui è importante distinguere le due cose è che azioni e funzioni vengono trattate diversamente durante l'esecuzione di un programma. Ad esempio viene chiamata una routine speciale ogni volta che si trova un segno di uguale. A causa di questo trattamento speciale, l'interprete tiene conto della posizione delle parole chiave per funzioni nella tabella delle parole chiave ricordando dove iniziano e dove terminano. Le parole al di fuori di questo intervallo vengono trattate come azioni e viene segnalato un errore di sintassi se si incontrano all'interno di un'espressione, come ad esempio `LET A = POKE 123,123`. Nella tabella normale delle parole chiave, quelle corrispondenti a funzioni si trovano tutte alla fine, così la posizione più semplice in cui situare nuove parole chiave funzioni è l'inizio della nuova tabella, visto che ciò comporterà solo la modifica del puntatore alla fine delle parole chiave per le funzioni (in questo caso dovrà essere incrementato di tre).

In questo modulo le sole linee operative, cioè quelle che verranno assemblate in memoria, sono quelle con le istruzioni `BYT`. Esse definiscono i caratteri delle nuove parole chiave in ASCII con l'aggiunta di 128 al valore dell'ultimo carattere per segnalare il termine della parola (il bit 7 dell'ultimo carattere sarà perciò uguale ad 1).

Modulo 130-420: in questo modulo sono introdotte le nuove parole chiave per le azioni con cui estenderemo il BASIC. Il formato della tabella è esattamente lo stesso spiegato nel modulo precedente con l'eccezione che la lista delle parole chiave termina con un'istruzione che assicura che la tabella termini con uno zero. Questo permetterà all'interprete di rilevare il termine della tabella.

Modulo 430-580: questa è la nuova tabella dei vettori. A questo momento non avete ancora introdotto alcuna delle routine che permettono alle nuove parole chiave di fare alcunché. Immettendo questo programma assicuratevi soltanto che le parole nuove possano essere usate nei programmi BASIC, trasformate in token e venir rilistate. Se vengono incontrate in esecuzione dopo che sia stata immessa questa sezione di programma macchina, tutto ciò che succederà è che il programma terminerà, dal momento che i loro vettori puntano inizialmente alla routine `END` del BASIC normale. Notate che non vengono inclusi vettori per le parole corrispondenti a funzioni: esse verranno trattate da una routine separata di valutazione delle espressioni che esporremo più avanti.

Modulo 590-650: questo modulo predispone tre etichette con il numero delle parole chiave BASIC normali, il numero delle nuove parole chiave per azioni ed il numero delle nuove parole chiave per funzioni. Queste verranno usate per rendere più

leggibile il resto di questa sezione di codice e rendere più facili eventuali modifiche se vorrete aggiungere vostre nuove parole chiave.

Modulo 660-880: questo modulo si occupa dell'esecuzione delle nuove parole chiave BASIC.

Commento

660-690: ricorderete che abbiamo già spiegato che, al fine di assicurarci che i nostri token non vengano rifiutati dall'interprete, modifichiamo l'indirizzo (in 308-309 e-sadecimali) che la routine RUN usa per chiamare la routine di esecuzione di un comando singolo (SCER). Di fatto le locazioni 308-309 rinviando l'esecuzione del programma ad un comando di salto nella routine RUN ed è questo salto che chiama la routine SCER. Il riferimento agli esadecimali 308-309, che si trovano naturalmente in RAM, è un'intelligente previsione della Commodore per permettere ai programmatori di fare proprio quello che stiamo facendo noi, cioè di sostituire la SCER standard. Queste tre linee sostituiscono tre linee sottratte alla routine RUN, inclusa una chiamata alla routine che preleva il prossimo carattere di una linea, un salto alla (nostra) SCER ed un salto indietro all'inizio della routine RUN.

700-760: queste linee determinano se si è raggiunto il termine di una linea (cioè se è stato rilevato uno zero nel salto a \$73), controllano il valore di una variabile (minore di \$80) ed infine esaminano il valore di quello che, a questo punto, deve essere un token per vedere se rientra nell'intervallo della nuova tabella di parole chiave delle azioni. In caso negativo, l'esecuzione passa al normale interprete.

770-850: il valore della fine della nuova tabella delle funzioni (cioè il numero delle parole chiave originali più il numero delle nuove funzioni) viene sottratto dal valore del token, ottenendone così la posizione nella nuova tabella delle parole chiave per azioni. Viene usato il registro Y per ricavare il corrispondente vettore di azione nella tabella dei vettori. L'indirizzo viene inserito in cima alla pila. Ora facciamo un salto alla routine alla posizione \$73, che preleva il carattere seguente nella linea (questo perché tutte le routine dell'interprete lavorano con la convenzione che il carattere sia stato posto in accumulatore anche se non ne hanno bisogno effettivamente per le loro operazioni). Alla fine della subroutine chiamata in \$73 c'è un'istruzione RTS che preleva il vettore azione dalla pila interpretandolo come indirizzo di ritorno. Notate che il ritorno effettivo va fatto all'indirizzo successivo a quello presente in pila per evitare di tornare alla istruzione che ha appena chiamato la subroutine. Ciò significa che tutti i vettori azione della tabella puntano al byte precedente la routine che vogliono richiamare.

860-880: queste linee etichettate fanno varie chiamate se i test durante il programma sono 'falliti' — vengono richiamate dalle quattro istruzioni di **BRANCH** precedenti.

Modulo 890-1090: questo ripristina le parole a partire dai token quando il programma viene listato e sarà chiamato dalla normale routine di **LIST** dopo alcune modifiche.

Commento

910-930: dal momento che questa sezione viene richiamata nel mezzo dell'esecuzione di un'altra routine (**LIST**), vengono prima salvati i registri in modo che possano essere ripristinati al ritorno. Il token prelevato nell'accumulatore da **LIST** viene confrontato col massimo valore ammissibile per un normale token. Se ha valore minore, viene eseguita la normale routine di ricostruzione della parola chiave.

950-1000: il valore del token in accumulatore viene modificato sottraendo il numero dei normali token. L'accumulatore indicherà ora una posizione nella nuova tabella e questo valore viene memorizzato in **ASAVE**. I registri **A** ed **X** vengono caricati con l'indirizzo iniziale della nuova tabella delle parole chiave e quest'indirizzo viene poi posto nella normale routine di traduzione dei token da una chiamata alla **LBL000**.

1010-1090: se dev'essere stampata una parola chiave normale, l'indirizzo della tabella normale delle parole chiave viene inserito nella routine di traduzione dei tokens, che può aver lavorato in precedenza sulla nuova tabella.

Modulo 1100-1280: abbiamo già detto che dopo aver rilevato la fine della tabella normale delle parole chiave, la routine di creazione dei token viene fatta passare ad una nuova nostra routine, che è la presente. Lo scopo del modulo è di creare i nuovi token.

Commento

1140-1160: **\$A5FC** contiene il byte alto dell'indirizzo della tabella corrente delle parole chiave, che può essere quella normale o la nostra. Se il valore è **\$A0** allora è stata letta la fine della tabella normale e viene eseguita la sezione successiva.

1170-1220: l'indirizzo della nuova tabella delle parole chiave viene posto nella routine di creazione dei token (JSR TOKSTR) e la routine viene rieseguita, caricando 0 nel registro Y per assicurare che cominci all'inizio della nuova tabella. Al termine della seconda ricerca, CRUNCH (linea 1130) verrà richiamata ma questa volta sarà eseguita l'istruzione BNE STAND.

1230-1280: l'indirizzo della tabella normale delle parole chiave viene reinserito nella routine di creazione dei token, i registri vengono ripristinati (JSR GETREG) e quindi l'istruzione che era stata cancellata per chiamare questa routine viene riscritta. Infine l'esecuzione passa alla routine di creazione dei token che completa l'opera.

Modulo 1290-1360: questo modulo ripristina i valori dei registri che sono stati salvati dal modulo seguente. L'unica complicazione è data dal ripristino del registro di stato del processore, che non può essere caricato direttamente dalla memoria. L'operazione è realizzata portando il valore in accumulatore, mettendolo in pila e infine reimmettendolo nel registro del processore.

Modulo 1370-1450: l'opposto del modulo precedente, vengono salvati i contenuti dei registri. Notate ancora l'uso della pila e dell'accumulatore per salvare il contenuto del registro di stato.

Modulo 1460-1590: l'indirizzo della tabella delle parole chiave è tenuto in tre distinte locazioni nella routine di creazione dei token. Questo modulo piazza l'indirizzo richiesto (tabella nuova o normale) in quelle locazioni con la leggera complicazione che la locazione finale richiede il byte precedente la tabella, così si sottrae 1 dall'indirizzo nelle linee 1520-1560 prima di memorizzarlo.

Modulo 1600-1640: queste linee non interesseranno la memoria quando il programma sarà assemblato. Esse dicono all'accumulatore di inizializzare le variabili specificate dal programma per l'uso.

Sommario

A questo punto vi dispiacerà sentire che se avete immesso il programma nell'assembler e l'avete assemblato tutto ciò che potete fare è salvarlo per qualche tempo. Prima che i cambiamenti introdotti da questo codice possano avere buon esito, si

devono fare un paio di modifiche al BASIC extender presentato sopra. Qui in basso c'è il listing del codice come dovrebbe risultare una volta assemblato. Controllate il vostro programma con questo, paragonando valori dei BYTES e indirizzi: spesso i programmi in linguaggio macchina che non funzionano sono fonte di ispirazione.

CODICE MACCHINA: Listato completamente assemblato

```

add.  data      source code
0     0          10 PRT
0     0          20 ORG $C000
C000  0          30 SYM
C000  0          40 ;-----
-----
C000  0          50 KEYWRD
C000  0          60 ; NEW FUNCTION KEYWORD
S
C000  0          70 ; DEEK
C000  444545    80 BYT 68.69.69.75+128
C004  0          90 ; YPOS
C004  59504F    100 BYT 89.80.79.83+128
C008  0         110 ; VARPTR
C008  564152    120 BYT 86.65.82.80.84.82
+128
C00E  0         130 ;-----
-----
C00E  0         140 ; NEW ACTION KEYWORDS
C00E  0         150 ; DOKE
C00E  444F4B    160 BYT 68.79.75.69+128
C012  0         170 ; RKILL
C012  524B49    180 BYT 82.75.73.76.76+12
8
C017  0         190 ; DELETE
C017  44454C    200 BYT 68.69.76.69.84.69
+128
C01D  0         210 ; MOVE
C01D  4D4F56    220 BYT 77.79.86.69+128
C021  0         230 ; FAST

```

C021	464153	240	BYT 70.65.83.84+128
C025		250	; SLOW
C025	53404F	260	BYT 83.76.79.87+128
C029		270	; PLOT
C029	50404F	280	BYT 80.76.79.84+128
C02D		290	; UNDEAD
C02D	554E44	300	BYT 85.78.68.69.65.68
	+128		
C033		310	; SUBEX
C033	535542	320	BYT 83.85.66.69.88+12
	8		
C038		330	; BLOAD
C038	42404F	340	BYT 66.76.79.65.68+12
	8		
C03D		350	; BVERIFY
C03D	425645	360	BYT 66.86.69.82.73.70
	.89+128		
C044		370	; BSAVE
C044	425341	380	BYT 66.83.65.86.69+12
	8		
C049		390	; FILL
C049	46494C	400	BYT 70.73.76.76+128
C04D	0000	410	WRD 0
C04F		420	; THIS IS THE END OF
KEYWORD TABLE CHR.			
C04F		430	;-----

C04F		440	; NEW ACTION VECTOR
C04F		450	ACTVEC
C04F	30A8	460	WRD \$A830
C051	30A8	470	WRD \$A830
C053	30A8	480	WRD \$A830
C055	30A8	490	WRD \$A830
C057	30A8	500	WRD \$A830
C059	30A8	510	WRD \$A830
C05B	30A8	520	WRD \$A830
C05D	30A8	530	WRD \$A830
C05F	30A8	540	WRD \$A830
C061	30A8	550	WRD \$A830
C063	30A8	560	WRD \$A830
C065	30A8	570	WRD \$A830
C067	30A8	580	WRD \$A830
C069		590	;-----

C069		600	; NORMAL IS THE NORMA
L NUMBER OF BASIC KEYWORDS			
C069		610	NORMAL = 75

```

C069          620 ; NEWACT IS THE NUMBE
R OF NEW ACTION KEYWORDS
C069          630 NEWACT = 13
C069          640 ; NEWFUN IS THE NUMBE
R OF NEW FUNCTION KEYWORDS
C069          650 NEWFUN = 3
C069          660 ; USE BY POKEING A7E1
WITH 'JMP EXECUTE'
C069 207300   670 EXECUT JSR #73
C06C 207200   680 JSR DOEX
C06F 40A8A7   690 JMP #A7AE
C072 F01B     700 DOEX BEQ LABEL
C074 E980     710 SBC #80
C076 9018     720 BCC DOLET
C078 C94F     730 CMP #NORMAL+NEWFUN+1
C07A 9017     740 BCC RETURN
C07C 095C     750 CMP #NORMAL+NEWFUN+NE
WACT+1
C07E B013     760 BCS RETURN
C080          770 ; EXECUTE THE NEW ACT
ION KEYWORDS
C080 E94E     780 SBC #NORMAL+NEWFUN
C082 0A       790 ASL A
C083 A8       800 TAY
C084 B950C0   810 LDA ACTIVEC+1.Y
C087 48       820 PHA
C088 B94FC0   830 LDA ACTIVEC.Y
C08B 48       840 PHA
C08C 4C7300   850 JMP #73
C08F 60       860 LABEL RTS
C090 40A5A9   870 DOLET JMP #A9A5
C093 4CF3A7   880 RETURN JMP #A7F3
C096          890 ;-----

C096          900 ; PRINT TOKEN ROUTINE
TO USE POKE 774 & 775 WITH PRITOK ADDRE
C096 20FAC0   910 PRITOK JSR PUTREG
C099 C9CC     920 CMP #NORMAL+129
C09B 900F     930 BCC PRTNOR
C09D          940 ; PRINT THE NEW TOKEN
S
C09D AD29C1   950 LDA ASAVE
C0A0 E94C     960 SBC #NORMAL+1
C0A2 8D29C1   970 STA ASAVE
C0A5 A9C0     980 LDA #KEYWRD/256
C0A7 A200     990 LDX #KEYWRD-KEYWRI/25
6*256

```

C0A9	4CB0C0	1000	JMP LBL000
C0AC		1010	; PRINT NORMAL TOKEN
			S
C0AC	A9A0	1020	PRTHOR LDA #A0
C0AE	A29E	1030	LDX #A9E
C0B0	8D32A7	1040	LBL000 STA #A732
C0B3	8E31A7	1050	STX #A731
C0B6	8D3AA7	1060	STA #A73A
C0B9	8E39A7	1070	STX #A739
C0BC	20EBC0	1080	JSR GETREG
C0BF	4C1AA7	1090	JMP #A71A
C0C2		1100	;-----

C0C2		1110	; CRUNCH TOKENS ROUT
			INE EXTRA CODE

C0C2		1120	; USE BY ALTERING #A
			604 TO 'JMP CRUNCH'

C0C2	20FAC0	1130	CRUNCH JSR PUTREG
------	--------	------	-------------------

C0C5	ADFCAS	1140	LDA #ASFC
------	--------	------	-----------

C0C8	C9A0	1150	CMP #A0
------	------	------	---------

C0CA	D00F	1160	BNE STAND
------	------	------	-----------

C0CC	A9C0	1170	LDA #AC0
------	------	------	----------

C0CE	A200	1180	LDX #A00
------	------	------	----------

C0D0	200CC1	1190	JSR TOKSTR
------	--------	------	------------

C0D3	20EBC0	1200	JSR GETREG
------	--------	------	------------

C0D6	A000	1210	LDY #0
------	------	------	--------

C0D8	4CB8A5	1220	JMP #ASB8
------	--------	------	-----------

C0DB	A9A0	1230	STAND LDA #A0
------	------	------	---------------

C0DD	A29E	1240	LDX #A9E
------	------	------	----------

C0DF	200CC1	1250	JSR TOKSTR
------	--------	------	------------

C0E2	20EBC0	1260	JSR GETREG
------	--------	------	------------

C0E5	BD0002	1270	LDA \$200.X
------	--------	------	-------------

C0E8	4C07A6	1280	JMP #A607
------	--------	------	-----------

C0EB		1290	;-----
------	--	------	--------

C0EB	AD28C1	1300	GETREG LDA PSAVE
------	--------	------	------------------

C0EE	48	1310	PHA
------	----	------	-----

C0EF	AD29C1	1320	LDA ASAVE
------	--------	------	-----------

C0F2	AE2AC1	1330	LDX XSAVE
------	--------	------	-----------

C0F5	AC2BC1	1340	LDY YSAVE
------	--------	------	-----------

C0F8	28	1350	PLP
------	----	------	-----

C0F9	60	1360	RTS
------	----	------	-----

C0FA		1370	;-----
------	--	------	--------

C0FA	08	1380	PUTREG PHP
------	----	------	------------

C0FB	8D29C1	1390	STA ASAVE
------	--------	------	-----------

C0FE	8E2AC1	1400	STX	XSAVE
C101	8C2BC1	1410	STY	YSAVE
C104	68	1420	PLA	
C105	8D2BC1	1430	STA	PSAVE
C108	AD29C1	1440	LDA	ASAVE
C10B	60	1450	RTS	
C10C		1460	;	-----

C10C	8DBEA5	1470	TOKSTR	STA	#A5BE
C10F	D8	1480	CLD		
C110	8EBDA5	1490	STX	#A5BD	
C113	8D01A6	1500	STA	#A601	
C116	8E00A6	1510	STX	#A600	
C119	CA	1520	DEX		
C11A	E0FF	1530	CPX	#FF	
C11C	D003	1540	BNE	LBL003	
C11E	38	1550	SEC		
C11F	E901	1560	SBC	#1	
C121	8DFCA5	1570	LBL003	STA	#A5FC
C124	8EFBA5	1580	STX	#A5FB	
C127	60	1590	RTS		
C128		1600	;	-----	

C128		1610	PSAVE		
C128		1620	ASAVE	=	PSAVE+1
C128		1630	XSAVE	=	ASAVE+1
C128		1640	YSAVE	=	XSAVE+1

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

KEYWRD	C000
ACTVEC	C04F
NORMAL	4B
NEWACT	D
NEWFUN	3
EXECUT	C069
DOEX	C072
LABEL	C08F
DOLET	C090
RETURN	C093
PRTTOK	C096
PRTNOR	C09C
LBL000	C0B0

CRUNCH	C0C2
STAND	C0DB
GETREG	C0EB
PUTREG	C0FA
TOKSTR	C10C
LBL003	C121
PSAVE	C128
ASAVE	C129
XSAVE	C12A
YSAVE	C12B

total number of symbols --- 23

CAPITOLO 7

BASIC EXTENDER II

Abbiamo già introdotto un breve programma che trasferisce l'interprete dalla ROM alla RAM, permettendo così di fare cambiamenti. Ora che sono state discusse alcune delle necessarie aggiunte al codice macchina, siamo in grado di aggiornare quel programma BASIC in modo da poter iniziare ad estendere il BASIC. Il listing completo di questo programma esteso viene ora presentato, sebbene molte linee siano identiche a quelle della versione che avete già — commenteremo solo le variazioni.

BASIC extender II: listing

```
0 REM12345678901234567890123456789012345
6789012345678901234567890123
1 REM12345678901234567890123456789012345
67890123456789012345678901234567890
2 REM12345678901234567890123456789012345
67890123456789012345678901234567890
3 REM12345678901234567890123456789012345
67890123456789012345678901234567890
20 DEV = 1
100 REM BASIC EXTENDER ROUTINE
110 REM MOVE BASIC ROM INTO RAM AT $A000
- $BFFF
120 DATA 165,1,41,254,133,1,96,160,255,2
00,32,32,8,190,1,1,32,6,8,138,153,1,1
130 DATA 200,208,240,165,1,9,1,133,1,96,
32,6,8,24,162,255,232,160,255,200,185
```

```

135 DATA 75,8,133,20,185,151,8,48,01,96,
133,21,185,227,8,129,20,144,235
139 DATA 0
140 AD = 2054
150 READ A : IF A<>0 THEN POKE AD,A : AD
= AD+1 : GOTO 150
155 REM LOAD MACHINE CODE FROM TAPE/DISK
156 INPUT " FILE NAME "; IN$: IF DEV=8
THEN IN$ = IN$+".S,R"
157 OPEN 2,DEV,0,IN$ : INPUT# 2,SA,EA :
FOR X = SA TO EA : INPUT# 2,T : POKE X,T
158 NEXT X : CLOSE 2
160 REM DO ACTUAL MOVE
165 POKE 2068,0 : POKE 2075,0
170 FOR X = 160 TO 191
190 POKE 2069,X : POKE 2076,X
200 SYS 2061
210 NEXT
220 POKE 2068,1 : POKE 2075,1
221 REM DATA FOR ROM EXECUTE ALTERATION
223 X = 0 : DATA 225,167,76,226,167,105,
227,167,192
227 DATA 0
228 READ T1 : IF T1 = 0 THEN 230
229 READ T2,T3 : POKE 2123+X,T1:POKE 219
9+X,T2:POKE 2275+X,T3:X=X+1:GOTO 228
230 SYS 2087 : REM ALTER ROM
231 REM ALTER CRUNCH TOKENS ROUTINE
232 POKE 42500,76 : POKE 42501,194 : POK
E 42502,192
241 POKE 774,150 : POKE 775,192
300 END

```

Commento

1-3: le frasi DATA del programma originale provvedono ad una terza routine macchina che non è stata spiegata. Queste frasi REM fanno spazio per i dati su cui lavorerà questa terza routine.

20: con questo programma esteso caricheremo un file di codice macchina. Il dispositivo indicato è il registratore a cassette, così se lavorate col disco dovrete cambiarlo col numero 8.

155-158: queste linee caricano un file in linguaggio macchina dal dispositivo specificato — l'estensore in linguaggio macchina che abbiamo appena descritto. Le linee equivalgono al caricatore di codice macchina del monitor.

223-227: dati per la terza routine macchina che inizia al decimo elemento della linea 130 DATA. La terza routine sarà usata per immettere con un POKE nella routine di esecuzione dell'interprete un nuovo indirizzo che provocherà un salto alla routine d'esecuzione modificata nell'estensore in linguaggio macchina. Questo va fatto in codice macchina perché si devono modificare due byte. Modificare un solo byte del salto con un POKE da BASIC avrebbe prodotto un salto non corretto al momento dell'interpretazione del successivo POKE. I dati nella linea 223 specificano tre indirizzi con i valori per il byte basso, il byte alto ed il numero che vi andrà immesso. Il listing assembler per la terza routine è il seguente:

MODIFICATORE DELLA ROUTINE DI ESECUZIONE:

listing in linguaggio assembler

```
827 200600 JSR #0806
82A 18 CLC
82B A2FF LDY #FF
82D E8 INX
82E A0FF LDY #FF
830 C8 INY
831 B94B00 LDA #084B,Y
834 8514 STA $14
836 B99700 LDA #0897,Y
839 3001 BMI #83C
83B 60 RTS
83C 8515 STA $15
83E B9E300 LDA #08E3,Y
841 8114 STA ($14,X)
843 90EB BCC #830
```

CONTINUE (Y/N) :

Commento sul codice macchina

Questa routine prende indirizzi a due byte dai dati nelle frasi REM e vi pone nuove informazioni (prese anch'esse dalle frasi REM). Le istruzioni agli indirizzi 827-82E 'accendono' la RAM ed inizializzano il flag di riporto, i registri X ed Y.

Le linee 830-83C caricano i byte bassi ed alti degli indirizzi dalle frasi REM alla linea 1 del programma BASIC, eseguendo un controllo sui byte alti per vedere se ricadono nell'intervallo corretto di indirizzi per l'interprete. Le linee 83E-843 prelevano e memorizzano i nuovi dati, saltando indietro per ricevere nuovi indirizzi.

Torniamo al programma BASIC:

228-229: questi nuovi dati vengono inseriti via POKE nelle linee 1,2,3 per essere prelevati dalla terza routine macchina in linea 0.

230: ora diviene SYS 2087 invece di SYS 2054. La routine macchina in 2054 viene ancora chiamata, ma dall'interno della terza routine macchina alla linea 0. I cambiamenti necessari per l'esecuzione della routine verranno completati da questa chiamata.

231-232: il nuovo indirizzo viene immesso con POKE nella routine di creazione dei token — cosa che si può fare da BASIC perché la routine di creazione token non è usata durante l'esecuzione di un programma (non si potrebbe fare in modo diretto dal momento che i token dovrebbero venir creati in esecuzione).

240-241 viene modificato il vettore 'stampa token' per puntare alla nostra routine modificata.

Una volta modificato il vostro primo programma BASIC extender, o immessa ex novo questa versione, la cosa migliore sarebbe salvare questo programma all'inizio di un nastro, lasciare uno spazio per ulteriori estensioni al programma e quindi salvare sullo stesso nastro la versione assemblata del programma visto al capitolo 6. Quando il programma verrà eseguito, vi verrà chiesto di indicare il nome del file e voi dovrete rispondere con qualsiasi nome abbiate dato al programma del capitolo 6 quando l'avete salvato. Vi basta premere 'PLAY' ora per caricarlo, evitando così un gran lavoro di scambio di cassette.

Una volta assemblatolo ed introdotto in memoria con questa tecnica, dovrete essere in grado di immettere qualsiasi nuova parola chiave azione (non ancora funzione) specificata nella tabella. Come detto nessuna di esse farà ancora nulla se non eseguire END, ma presto le cose cambieranno!

CAPITOLO 8

PAROLE CHIAVE BASIC PER AZIONI

SEZIONE 1: UNDEAD

Ora che sono state presentate le routine BASIC oltre al codice macchina per estendere il BASIC, è tempo di introdurre le routine che permettono alle nuove parole chiave di fare qualcosa. In questa sezione del libro discuteremo tre parole chiave per azioni che sono più semplici di altre, non richiedendo l'introduzione di parametri per la loro esecuzione. Nel normale BASIC, ad esempio, il comando GOTO 10 non richiede solo una routine per eseguire il GOTO, ma anche una che prelevi il parametro 10, senza il quale il GOTO sarebbe privo di senso. D'altra parte STOP non richiede parametri oltre alla parola chiave stessa. Più avanti mostreremo come aggiungere parole chiave che richiedono parametri.

La parola chiave che aggiungeremo ora è UNDEAD — alcuni la chiamano 'OLD', ma la notte precedente quella in cui venne scritta questa routine la TV trasmetteva un film di vampiri...

L'effetto del comando è quello di superare quel seccante problema che di tanto in tanto tutti devono affrontare — si batte NEW per togliere un programma dalla memoria ed improvvisamente ci si ricorda di non averlo salvato. UNDEAD ripristinerà il programma con la sola eccezione che le variabili andranno perdute.

UNDEAD: listing in linguaggio assembleatore

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG $C05D
40      WRD UNDEAD-1
50      ORG $C1E3
60      UNDEAD LDA #FF
```

```

70      LDY #1
80      STA ($2B),Y
90      JSR $A533
100     LDA #22
110     CLC
120     CLD
130     ADC #2
140     STA $2D
150     LDA #23
160     ADC #0
170     STA $2E
180     JMP $A65E
190     END

```

END

30-40: ricorderete da qualche pagina più addietro che tutti i vettori azione per le nuove parole chiave puntano al momento a END. Queste due linee pongono l'indirizzo dell'etichetta UNDEAD nell'appropriato vettore azioni della nuova tabella.

50: le routine macchina delle nuove parole chiave occuperanno, insieme all'extender macchina, un'area di memoria fra C000 e C4B5 esadecimale. Non verranno immesse in ordine, ma la cosa non avrà conseguenze sulla loro esecuzione.

60-90: quando si esegue NEW, una delle modifiche che essa fa è costituita dal porre tre BYTES contenenti zero all'inizio dell'area di programma (800-802 esadecimale), sebbene uno di essi (800) sia comunque sempre uguale a zero. Tre zeri rappresentano l'indicatore di fine programma per l'interprete, quindi ogni tentativo di eseguire o listare il programma dopo NEW termina prima di iniziare, nonostante il programma sia intatto in memoria. Queste linee pongono il valore esadecimale FF nel terzo byte dell'area di programma, essendo questo il byte alto dei due byte di collegamento della prima riga di programma BASIC — il valore nei due byte è ora senza significato, ma non ha importanza. Viene ora chiamata la routine 'ricollega linee' dell'interprete, all'indirizzo A533 esadecimale, che esamina il programma ripristinando tutti i byte di collegamento che iniziano ogni linea BASIC e puntano all'inizio della seguente.

100-170: la routine di ricollegamento delle linee usa i due byte di memoria posti alle locazioni 22-23 esadecimali come una variabile che indichi il punto cui si è arrivati nel programma e, quando l'elaborazione è terminata, questi byte puntano al termine dell'ultima linea del programma BASIC. Questo valore viene prelevato e posto

nel puntatore principale che registra la fine del programma BASIC, con l'aggiunta di 2 per tener conto dei due zeri extra che indicano la vera fine del programma.

180: ci sono vari altri puntatori da ripristinare prima di recuperare con successo il programma, ma ciò si può fare con una semplice chiamata alla routine CLR dell'interprete normale.

190: notate l'uso della direttiva END. È utile non solo per indicare il termine del listing in linguaggio assembler all'assembler Mastercode, ma il suo indirizzo è anche il primo byte libero dopo la fine della routine che esso termina, in modo che ogni routine che vada aggiunta dopo questa, possa iniziare all'indirizzo specificato per END nel listing in linguaggio assembler.

UNDEAD: listing completamente assemblato

add.	data	source code
0		10 PRT
0		20 SYM
0		30 ORG \$C05D
C05D	E2C1	40 WRD UNDEAD-1
C05F		50 ORG \$C1E3
C1E3	A9FF	60 UNDEAD LDA #\$FF
C1E5	A001	70 LDY #1
C1E7	912B	80 STA (\$2B).Y
C1E9	2033A5	90 JSR \$A533
C1EC	A522	100 LDA \$22
C1EE	18	110 CLC
C1EF	D8	120 CLD
C1F0	6902	130 ADC #2
C1F2	852D	140 STA \$2D
C1F4	A523	150 LDA \$23
C1F6	6900	160 ADC #0
C1F8	852E	170 STA \$2E
C1FA	4C5EA6	180 JMP \$A65E
C1FD		190 END

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

UNDEAD C1E3
total number of symbols --- 1

La procedura da seguire per immettere questa routine è:

- 1) caricate il programma Mastercode e per prima cosa richiamate il file in codice macchina dell'extender che avete introdotto in passato. La ragione per cui questo è necessario è che nell'assemblaggio di UNDEAD uno dei vettori azione della nuova tabella viene riscritto — questo non otterrà molto se il programma predetto manca!
- 2) immettete il listing in linguaggio assembler di UNDEAD usando il file editor.
- 3) richiamate l'assembler ed assemblete UNDEAD.
- 4) salvate l'area di memoria compresa fra C000 e C1FC nella forma di file in codice macchina o, meglio ancora, l'area fra C000 e C4B5, che è l'intera zona che sarà poi usata dalle nuove routine. Usando questo secondo metodo ogni volta che si immette una nuova routine, sarete sicuri di non tagliare inavvertitamente alcuna delle routine seguenti come posizione in memoria, ma immesse precedentemente a quella corrente.
- 5) caricate l'estensore BASIC II e fatelo eseguire, dandogli il nome del file contenente l'estensore ed UNDEAD.
- 6) se tutto ha funzionato a dovere, potete ora dare NEW e poi cercare di dare LIST — non apparirà nulla, come vi aspettate.
- 7) immettete in modo diretto UNDEAD e premete RETURN. Date ancora LIST e dovrete vedere il programma completamente riportato in vita.

UNDEAD: note sull'uso

UNDEAD può ripristinare un programma solo se non si è scritto nulla su di esso in memoria. Se dopo aver dato NEW immettete una linea BASIC o dichiarate una variabile, non c'è modo in cui UNDEAD vi possa aiutare, poichè il programma non è più intatto in memoria.

SEZIONE 2: Subex

Immettete il seguente programma nel vostro 64:

```
10 GOSUB 20  
20 GOTO 10
```

Ora fatelo eseguire e vedrete in un istante che avete esaurito la memoria-come? Ogni volta che una subroutine viene chiamata, l'indirizzo cui deve saltare l'esecuzione quando si incontra RETURN viene memorizzato in un'area detta 'pila di ritorno'. Ogni RETURN prende l'ultimo indirizzo della pila e vi salta, ogni GOSUB aggiunge un indirizzo sopra quello già presente in cima alla pila. Uscendo da una subroutine con un mezzo diverso dal RETURN, l'indirizzo di ritorno resta sulla pila. Se la cosa si ripete spesso la pila si riempie e si genera un errore di tipo 'OUT OF MEMORY'.

Ammettiamo che uscire da una subroutine senza un RETURN non è una pratica da incoraggiare troppo e, dopo tutto, perché usare un GOSUB se non si vuole tornare in quel punto? Ci sono però circostanze nelle quali può essere estremamente utile uscire da una subroutine senza ingombrare la memoria. Se guardate il linguaggio assembler, ad esempio, vedrete che ci sono molti casi di subroutine che chiamano subroutine che chiamano subroutine... Non c'è nulla di male in questo, anzi è buona pratica di programmazione mettere il maggior numero di subroutine possibile. Ma cosa succede se, a distanza di quattro o cinque subroutine dalla routine di controllo trovate una condizione che comporta la non esecuzione della catena di subroutine — ad esempio un errore nei dati in ingresso? Ciò che desiderate è segnalare l'errore e tornare immediatamente alla routine di controllo in modo da prendere i necessari provvedimenti, ma ciò non è possibile nel BASIC standard.

Dovete risalire attraverso le subroutine, inserendovi ogni volta una linea che rilevi la segnalazione d'errore e ritorni ancora fino a raggiungere la routine di controllo. In un programma complesso ciò può implicare molte linee in più ed un considerevole costo in termini di tempo.

La risposta al problema è il comando SUBEX. Tutto ciò che fa è rimuovere l'ultimo indirizzo di ritorno dalla pila, in modo che possiate uscire dall'ultima subroutine senza ingombrare la pila. Ovviamente se volete saltare direttamente dalla quinta subroutine di una catena all'inizio della stessa SUBEX dovrà venir eseguito cinque volte, ma il risparmio di tempo e di complessità di programma può essere spesso considerevole. Con un SUBEX un programma del tipo:

```
10 GOSUB 20
20 SUBEX
30 GOTO 10
```

proseguirà indefinitamente.

SUBEX: listing in linguaggio assembler

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG #C05F
40      WRD SUBEX-1
50      ORG #C1FD
60      SUBEX LDA ##FF
70      STA #4A
80      JSR #A38A
90      TMS
100     CMP ##8D
110     BNE RETERR
120     PLA
130     PLA
140     PLA
150     PLA
160     PLA
170     RTS
180     RETERR JMP #A8E0
190     END
```

END

60-80: quando si esegue un RETURN nel BASIC normale viene chiamata la routine alla posizione A38A esadecimale per trovare il primo indirizzo di ritorno sulla pila, cosa necessaria perché potrebbero essere in pila anche dati necessari per un ciclo FOR. La routine a quell'indirizzo manipola anche la pila in modo che il primo indirizzo di ritorno sia posto in cima alla pila. Queste linee pongono l'indirizzo di memoria uguale a 4A esadecimale, il che inzializza la routine di ricerca, poi la routine viene chiamata.

90-110: al ritorno dalla routine di ricerca in pila, l'ultimo valore da porre in pila sarà, si spera, un puntatore alla posizione dell'indirizzo di ritorno nella pila ed esso viene immagazzinato nel registro X. Questo è confermato inserendo il valore 8D in accumulatore. Se non è stato trovato un indirizzo di ritorno l'accumulatore non conterrà 8D e verrà fatto un salto a RETERR, che specifica un salto al messaggio di errore 'RETURN WITHOUT GOSUB ERROR'.

120-170: i cinque byte dell'indirizzo di ritorno vengono tolti dalla pila ed eliminati. La routine SUBEX è completata e ritorna.

SUBEX: listing completamente assemblato

add.	data	source code
0		10 PRT
0		20 SYM
0		30 ORG \$C05F
C05F	F0C1	40 WRD SUBEX-1
C061		50 ORG \$C1FD
C1FD	A9FF	60 SUBEX LDA #\$FF
C1FF	854A	70 STA \$4A
C201	208AA3	80 JSR \$A38A
C204	9A	90 TXS
C205	C98D	100 CMP #\$8D
C207	D006	110 BNE RETERR
C209	68	120 PLA
C20A	68	130 PLA
C20B	68	140 PLA
C20C	68	150 PLA
C20D	68	160 PLA
C20E	60	170 RTS
C20F	4CE0A8	180 RETERR JMP \$A8E0
C212		190 END

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```
SUBEX          C1FD
RETERR        C20F
total number of symbols --- 2
```

Come per UNDEAD, la procedura per caricare SUBEX in memoria è di chiamare prima l'ultimo file in codice macchina che avete salvato (extender-UNDEAD), caricatelo in memoria poi assemblate SUBEX. Salvate l'intera area di memoria e fate eseguire poi il BASIC extender II, dando il nome del vostro nuovo file. Dovreste ora essere in grado di far eseguire il secondo programma BASIC dato nell'introduzione di SUBEX senza terminare la memoria.

SUBEX: note sull'uso

SUBEX è un comando potente ma c'è bisogno di attenzione nell'uso. Se siete all'interno di una catena di subroutine, è essenziale che contiate esattamente quanti RETURN desiderate saltare o vi capiterà di rientrare nella routine sbagliata o di ricevere un errore di tipo 'RETURN WITHOUT GOSUB'.

SEZIONE 3: RKILL

Durante lo sviluppo di un programma è buona norma includere tante frasi REM quante sono necessarie ad assicurarvi di comprendere il programma la prossima volta che vi lavorerete. La leggibilità inoltre è migliorata spaziando bene i comandi sulle linee. Quando il programma è terminato però i REM e gli spazi extra sono semplicemente memoria sprecata che potrebbe essere meglio impiegata. RKILL risolve questo problema eliminando tutti i REM posti al termine di linee BASIC e tutti gli spazi fuori dalle virgolette. Notate che non rimuove i REM che occupano da soli una linea poiché, se scrivete correttamente i vostri programmi, potrebbero essere le intestazioni delle diverse sezioni del programma. I GOTO e GOSUB punteranno ad essi, permettendo così di aggiungere nuove linee iniziali alle sezioni senza dover modificare i numerosi GOTO e GOSUB nel programma.

BKILL: listing completamente assemblato

```
10      PRT
20      SYM
30      QFLAG = $F
40      REMTOK = $8F
50      ASAVE = $C105
60      XSAVE = $C106
70      ORG $C051
80      WRD RKILL-1
90      ORG $C160
100     RKILL LDA #$FF
110     STA $14
120     STA $15
130     ; SAVE PRESENT BASIC WARM STA
RT LINK
140     LDA $302
150     LDX $303
160     STA TEMP
170     STX TEMP+1
180     ; PUT NEW WARM START LINK IN
190     LDA #LBL003-LBL003/256*256
200     LDX #LBL003/256
210     STA $302
220     STX $303
230     ; GET NEXT LINE NO TO BE TREA
TED
```

```

240      LBL003 INC $14
250      BNE LBL004
260      INC $15
270      ; USE ROM ROUTINE TO GET ADD
OF LINE IN $5F & $60
280      LBL004 JSR $A613
290      ; IF HI LINK BYTE = 0 THEN EX
IT
300      LDY #1
310      LDA ($5F).Y
320      BEQ LBL009
330      ; GET THIS LINE NO. INTO $14
& $15
340      INY
350      LDA ($5F).Y
360      STA $14
370      INY
380      LDA ($5F).Y
390      STA $15
400      ; COPY LINE TO INPUT BUFFER D
ELETING SPACES-EXCEPT IN QUOTES
410      LDX #4
420      STX QFLAG
430      LBL005 INY
440      LDA ($5F).Y
450      ; IF BYTE = 0 THIS IS THE END
OF THE LINE SO INPUT IT
460      BEQ LBL007
470      ; IF ITS A QUOTE THEN TOGGLE
THE QUOTES FLAG
480      CMP #34
490      BNE LBL006
500      LDA QFLAG
510      EOR #$FF
520      STA QFLAG
530      LDA #34
540      ; IF THE QUOTFLAG IS SET DONT
DELETE ANYTHING
550      LBL006 BIT QFLAG
560      BMI LBL008
570      ; TEST FOR SPACE & DELETE IT
IF FOUND
580      CMP #$20
590      BEQ LBL005
600      ; TRANSFER FIRST NON-SPACE EVE
N IF ITS A REM
610      CMP #REMTOK

```

```

620      BNE LBL008
630      CPX #4
640      BNE LBL002
650      INX
660      STA $1FB.X
670      INX
680      LBL002 DEX
690      LBL007 LDA #0
700      INX
710      STA $1FB.X
720      STX $B
730      JMP $A4A4
740      LBL008 INX
750      STA $1FB.X
760      JMP LBL005
770      LBL009 LDA TEMP
780      LDX TEMP+1
790      STA $302
800      STX $303
810      JMP $A474
820      TEMP WRD 0
830      END

```

END

100-120: le locazioni 14-15 sono usate dal file editor BASIC quando per qualche motivo lavora entro un programma. Essi vengono caricati con 255 ciascuno, in modo che all'inizio della routine principale l'aggiunta di uno li riporti a zero.

130-170: durante questa istruzione chiameremo la routine di ingresso linee, che elabora una linea posta da tastiera nel buffer di input. Quando questo processo termina, la routine torna normalmente ad uno stato d'attesa di input da tastiera. Noi vogliamo che torni alla routine RKILL, quindi salviamo l'indirizzo di collegamento esistente in 302-303 (esadecimali) in modo da potervi piazzare un collegamento a questa routine.

180-220: viene installato un nuovo indirizzo di collegamento che punta a questa routine.

230-260: viene incrementato di uno il numero di linea su cui si sta lavorando.

270-280: viene usata una routine ROM per trovare l'indirizzo di quella linea in memoria. Se non c'è una linea del genere, la routine restituirà l'indirizzo della linea col numero seguente più vicino.

290-320: se il byte alto del byte di collegamento all'indirizzo indicato dalla routine ROM è zero, allora è stata trovata la fine del file e la routine termina.

330-390: il numero della linea trovata viene prelevato e memorizzato alle locazioni 14-15 esadecimali.

410-420: queste linee inizializzano la routine. X sarà l'inizio del testo della linea nel buffer d'ingresso (ricavato dai byte di collegamento e dal numero di linea); il segnale di virgolette, che registra se un carattere in ingresso è fra virgolette, viene inizializzato.

430-440: viene posto in accumulatore il prossimo byte della linea.

450-460: se il byte è zero, è stata raggiunta la fine linea e viene fatto un salto alla routine ROM che introduce effettivamente una linea.

470-530: se il carattere prelevato è un punto di domanda, il segnale di virgolette è posto uguale a zero o uno a seconda che sia il primo o il secondo segno di virgolette di una coppia.

550-560: se il segnale di virgolette è a zero, la parte principale della routine viene tralasciata poiché non vogliamo interferire col contenuto delle righe fra virgolette.

570-590: se il carattere prelevato è uno spazio, viene ignorato e si passa al successivo carattere.

610-620: si fa un controllo sul token di REM: se il carattere non corrisponde a REM, viene posto nel buffer d'ingresso.

630-680: se è stato rilevato un token di REM, si fa un test per vedere se si trova a inizio riga (il registro X è in questo caso 4). Se è così, viene posto nel file delle linee 650-660. Altrimenti il registro X viene decrementato per puntare ai due punti precedenti nel buffer d'ingresso. Il puntatore contenuto nel registro X punterà ora ai due punti precedenti il REM se il REM non si trovava a inizio linea ed alla posizione seguente il REM in caso contrario (tutti questi si trovano comunque, ricordate, nel buffer e non nella linea vera e propria).

690-730: viene ora memorizzato uno zero nel buffer d'ingresso segnalando così la fine riga. La lunghezza della linea viene piazzata nella locazione B (esadecimale) e viene poi eseguita la routine di input, ponendo così la linea accorciata nel programma invece dell'originale.

740-760: a questo punto tutti i test precedenti hanno fallito, così il carattere non deve essere cancellato e dobbiamo memorizzarlo nel buffer d'ingresso per poi ripetere il ciclo e prelevare il carattere seguente.

770-810: è la routine d'uscita da RKILL, quindi viene ripristinato il normale collegamento con la tastiera e si salta alla routine del modo diretto, provocando così il messaggio 'READY'.

820: TEMP stabilisce la locazione di memoria per il collegamento originale al 'warmstart' (partenza a caldo o reinizializzazione del sistema), che viene salvato all'inizio di RKILL.

RKILL: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      0          10 PRT
0      0          20 SYM
0      0          30 QFLAG = $F
0      0          40 REMTOK = $8F
0      0          50 ASAVE = $C105
0      0          60 XSAVE = $C106
0      0          70 ORG $C051
C051   5FC1      80 WRD RKILL-1
C053   0000      90 ORG $C160
C160   A9FF      100 RKILL LDA #$FF
C162   8514      110 STA $14
C164   8515      120 STA $15
C166   0000      130 ; SAVE PRESENT BASIC
WARM START LINK
C166   AD0203    140 LDA $302
C169   AE0303    150 LDX $303
C16C   8DE1C1    160 STA TEMP
C16F   8EE2C1    170 STX TEMP+1
C172   0000      180 ; PUT NEW WARM START
LINK IN
```

```

C172 A97C      190 LDA #LBL003-LBL003/25
6*256
C174 A2C1      200 LDX #LBL003/256
C176 8D0203    210 STA $302
C179 8E0303    220 STX $303
C17C           230 ; GET NEXT LINE NO TO
    BE TREATED
C17C E614      240 LBL003 INC $14
C17E D002      250 BNE LBL004
C180 E615      260 INC $15
C182           270 ; USE ROM ROUTINE TO
GET ADD OF LINE IN $5F & $60
C182 2013A6    280 LBL004 JSR $A613
C185           290 ; IF HI LINK BYTE = 0
    THEN EXIT
C185 A001      300 LDY #1
C187 B15F      310 LDA ($5F),Y
C189 F047      320 BEQ LBL009
C18B           330 ; GET THIS LINE NO. I
NTO $14 & $15
C18B C8        340 INY
C18C B15F      350 LDA ($5F),Y
C190 C8        370 INY
C191 B15F      380 LDA ($5F),Y
C193 8515      390 STA $15
C195           400 ; COPY LINE TO INPUT
BUFFER DELETING SPACES-EXCEPT IN QUOTES
C195 A204      410 LDX #4
C197 860F      420 STX QFLAG
C199 C8        430 LBL005 INY
C19A B15F      440 LDA ($5F),Y
C19C           450 ;IF BYTE = 0 THIS IS
THE END OF THE LINE SO INPUT IT
C19C F022      460 BEQ LBL007
C19E           470 ; IF ITS A QUOTE THEN
    TOGGLE THE QUOTES FLAG
C19E C922      480 CMP #34
C1A0 D008      490 BNE LBL006
C1A2 A50F      500 LDA QFLAG
C1A4 49FF      510 EOR #$FF
C1A6 850F      520 STA QFLAG
C1A8 A922      530 LDA #34
C1AA           540 ;IF THE QUOTFLAG IS 3
ET DONT DELETE ANYTHING
C1AA 240F      550 LBL006 BIT QFLAG
C1AC 301D      560 BMI LBL008
C1AE           570 ; TEST FOR SPACE & DE
LETE IT IF FOUND

```

```

C1AE C920      580 CMP  #320
C1B0 F0E7      590 BEQ  LBL005
C1B2          600 ;TRANSFER FIRST NON-S
PAGE EVEN IF ITS A REM
C1B2 C98F      610 CMP  #REMTOK
C1B4 D015      620 BNE  LBL008
C1B6 E004      630 CPX  #4
C1B8 D005      640 BNE  LBL002
C1BA E8        650 INX
C1BB 9DFB01    660 STA  $1FB.X
C1BE E8        670 INX
C1BF CA        680 LBL002 DEX
C1C0 A900      690 LBL007 LDA  #0
C1C2 E8        700 INX
C1C3 9DFB01    710 STA  $1FB.X
C1C6 860B      720 STX  $B
C1C8 4CA4A4    730 JMP  $A4A4
C1CB E8        740 LBL008 INX
C1CC 9DFB01    750 STA  $1FB.X
C1CF 4C99C1    760 JMP  LBL005
C1D2 ADE1C1    770 LBL009 LDA  TEMP
C1D5 AEE2C1    780 LDX  TEMP+1
C1D8 8D0203    790 STA  $302
C1DB 8E0303    800 STX  $303
C1DE 4C74A4    810 JMP  $A474
C1E1 0000      820 TEMP WRD 0
C1E3          830 END

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```

OFLAG          F
REMTOK         8F
ASAVE          C105
XSAVE          C106
RKILL          C160
LBL003         C17C
LBL004         C182
LBL005         C199
LBL006         C1AA
LBL002         C1BF
LBL007         C1C0
LBL008         C1CB
LBL009         C1D2
TEMP           C1E1

```

total number of symbols --- 14

Come per la routine precedente, per venir introdotto RKILL dev'essere prima assemblato nel vostro file generale che, a questo punto, dovrebbe consistere dell'extender, di UNDEAD e di SUBEX. Il file dovrebbe venir salvato e poi posto in memoria con il BASIC extender II. Una volta caricato il file, battere direttamente RKILL dovrebbe eliminare spazi e REM dal BASIC extender.

RKILL: note sull'uso

RKILL è un comando in modo diretto — non può venir inserito in una linea di programma. La ragione di ciò è che, poiché abbrevia il programma, altera i puntatori usati dall'interprete. Fare questo mentre un programma è in esecuzione è una ricetta sicura per combinare un pasticcio, perciò RKILL termina l'esecuzione di un programma una volta completato (come LIST).

CAPITOLO 9

IL PROBLEMA DEI PARAMETRI

SEZIONE 1: GETWRD

Abbiamo già notato che alcune parole chiave per azioni richiedono che vengano prelevate dalla linea di programma altre informazioni prima che essa possa venir eseguita. Questa routine dall'aspetto insignificante realizza questa funzione per le nostre nuove parole chiave e dev'essere immessa nel file globale di codice macchina prima che noi possiamo introdurre nuove parole chiave con parametri. Il suo nome è GETWRD.

GETWRD: listing in linguaggio assemblatore

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG $C12C
40      ; ROUTINE TO GET 16 BIT UNSIGN
ED INTEGER FROM BASIC INTO $14 & $15
50      GETWRD JSR $AD8A
60      JMP $B7F7
70      END

END
```

50: la routine qui chiamata è nell'interprete standard e si limita semplicemente a prelevare un numero in virgola mobile dalla linea BASIC attualmente in elaborazione. I numeri immessi in modo non corretto provocheranno un errore sintattico, come per una normale parola chiave BASIC.

60: questa routine trasforma il numero prelevato in un intero dell'intervallo 0-65535. Numeri esterni a quest'intervallo provocano un errore del tipo 'ILLEGAL QUANTITY' (quantità non lecita).

GETWRD: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 SYM
0      30 ORG $C12C
C12C   40 ; ROUTINE TO GET 16 BI
T UNSIGNED INTEGER FROM BASIC INTO $14 &
  $15
C12C  208AAD  50 GETWRD JSR $AD8A
C12F  4CF7B7  60 JMP $B7F7
C132   70 END
```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```
GETWRD      C12C
total number of symbols --- 1
```

Si, questo è tutto ciò che serve. Non potete ancora fare nulla con la routine, ma i prossimi comandi la useranno intensamente per restituire i parametri per le nostre nuove parole chiave. Come le routine precedenti, dev'essere immessa nel codice macchina globale prima di passare alla sezione seguente.

SEZIONE 2: DOKE

Ora che possiamo prelevare parametri per nuove parole chiave, tutta una serie di nuove possibilità si apre. La prima di queste è DOKE, che semplicemente pone in memoria un numero compreso fra 0 e 65535 in una locazione a due byte. Questo evita tutte le complicazioni di immettere espressioni come VAR - 256 INT(VAR/256) ogni volta che si devono mettere in memoria numeri a due byte.

DOKE: listing in linguaggio assemblatore

```
10      PRT
20      GETWRD = $C12C
30      SYM
40      ORG $C04F
50      WRD DOKE-1
60      ORG $C212
70      DOKE JSR GETWRD
80      ; CHECK FOR A COMMA
90      JSR $AEFD
100     ; PUT ADDRESS ON STACK WHILE
GETTING THE DATA
110     LDA $14
120     PHA
130     LDA $15
140     PHA
150     ; GET VALUE TO BE DOKED
160     JSR GETWRD
170     ; PUT ADDRESS INTO TEMPORARY
POINTER
180     LDX $15
190     LDY $14
200     PLA
210     STA $15
220     PLA
230     STA $14
240     TYA
250     ; USE ROM ROUTINE TO SET I TO
ZERO & PUT FIRST BYTE IN MEMORY
260     JSR $B828
270     INY
280     TXA
290     STA ($14).Y
300     RTS
310     END
```

END

Commento

70: ricava, per mezzo di GETWRD, il numero corrispondente all'indirizzo cui la cifra dev'essere immessa via DOKE.

80-90: se non c'è una virgola dopo il primo parametro, si segnala un errore sintattico.

100-140: il primo parametro viene salvato sulla pila dopo essere stato prelevato dalle locazioni esadecimali 14-15 in cui GETWRD l'aveva posto.

160: viene chiamata ancora GETWRD per trovare il valore da immettere con la DOKE.

180-230: il valore viene posto in X ed Y e l'indirizzo viene rimesso nelle locazioni 14-15 esadecimali.

240-260: il byte basso del dato da memorizzare viene posto in accumulatore, quindi viene richiamata una breve sezione di ROM che mette a zero il registro Y e carica il contenuto dell'accumulatore nella locazione indicata dai due byte che iniziano alla posizione 14. Si sarebbe potuto fare in quattro byte in questa stessa routine, ma dal momento che due istruzioni erano nella ROM con un'istruzione di ritorno dopo di loro, perché non usarle?

270-330: il valore di Y viene incrementato di uno ed il byte alto del valore da memorizzare via DOKE è posto nel byte al di sopra di quello in cui è stato piazzato quello basso.

DOKE: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 GETWRD = $C12C
0      30 SYM
0      40 ORG $C04F
C04F  11C2      50 WRD DOKE-1
C051      60 ORG $C212
C212  202CC1    70 DOKE JSR GETWRD
C215      80 ; CHECK FOR A COMMA
C215  20FDAE    90 JSR $AEFD
C218     100 ; PUT ADDRESS ON STAC
K WHILE GETTING THE DATA
C218  A514     110 LDA $14
C21A  48      120 PHA
C21B  A515     130 LDA $15
C21D  48      140 PHA
C21E     150 ; GET VALUE TO BE DOK
ED
C21E  202CC1    160 JSR GETWRD
```

```

C221          170 ; PUT ADDRESS INTO TE
MPORARY POINTER
C221 A615     180 LDX #15
C223 A414     190 LDY #14
C225 68       200 PLA
C226 8515     210 STA #15
C228 68       220 PLA
C229 8514     230 STA #14
C22B 98       240 TYA
C22C          250 ; USE ROM ROUTINE TO
SET I TO ZERO & PUT FIRST BYTE IN MEMORY
C22C 2028B8   260 JSR #B828
C22F C8       270 INY
C230 8A       280 TXA
C231 9114     290 STA ($14).Y
C233 60       300 RTS
C234          310 END

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```

GETWRD          C12C
DOKE            C212
total number of symbols --- 2

```

DOKE: note sull'uso

Doke può venir usata per sostituire ogni doppio comando POKE, ma ricordate che se il suo argomento è un valore inferiore a 256, il byte al di sopra di quello specificato nel primo parametro verrà azzerato, quindi DOKE 255 non può sostituire POKE. La sintassi corretta per DOKE è:

DOKE <indirizzo>,<valore>

SEZIONE 3: Plot

Non c'è dubbio che i caratteri di controllo del cursore del Commodore diano una grossa flessibilità al momento di trasferire materiale sullo schermo. Ciononostante vi sono casi in cui sarebbe bello poter scrivere qualcosa nel centro dello

schermo senza specificare una lunga lista di caratteri di controllo o stampare una parte di qualche stringa definita in precedenza di quei caratteri. Il nuovo comando PLOT vi permetterà di muovere il cursore a qualsiasi posizione con un singolo comando.

PLOT: listing in linguaggio macchina.

```
10      PRT
20      SYM
30      GETWRD = $C12C
40      ORG $C05B
50      WRD PLOT-1
60      ORG $C3DA
70      PLOT JSR GETWRD
80      JSR $AEFD
90      LDA $15
100     BNE IQERR
110     LDA $14
120     CMP #25
130     BCS IQERR
140     PHA
150     JSR GETWRD
160     PLA
170     TAX
180     LDA $15
190     BNE IQERR
200     LDY $14
210     CPY #40
220     BCS IQERR
230     JMP $FFF0
240     IQERR JMP $B248
250     END
```

END

Commento

70-130: queste linee ricavano il parametro per il numero di linea (posizione verticale sullo schermo). Controllate che faccia seguito una virgola e che il numero cada nell'intervallo 0-24.

140-220: il numero di linea viene memorizzato sulla pila e poi viene ricavato il numero di colonna, che sarà controllato per vedere se è nell'intervallo 0-39. Il registro X verrà caricato col numero di riga ed Y con quello di colonna.

230: chiama la routine del KERNAL che stabilisce la posizione del cursore. La routine del KERNAL usa i registri X ed Y per ottenere la posizione esatta.

240 : IQERR è l'indirizzo per stampare il messaggio di 'ILLEGAL QUANTITY'.

PLOT: listing completamente assemblato

add.	data	source code
0		10 PRT
0		20 SYM
0		30 GETWRD = \$C12C
0		40 ORG \$C05B
C05B	D9C3	50 WRD PLOT-1
C05D		60 ORG \$C3DA
C3DA	202CC1	70 PLOT JSR GETWRD
C3DD	20FDAE	80 JSR \$AEFD
C3E0	A515	90 LDA \$15
C3E2	D019	100 BNE IQERR
C3E4	A514	110 LDA \$14
C3E6	C919	120 CMP #25
C3E8	B013	130 BCS IQERR
C3EA	48	140 PHA
C3EB	202CC1	150 JSR GETWRD
C3EE	68	160 PLA
C3EF	AA	170 TAX
C3F0	A515	180 LDA \$15
C3F2	D009	190 BNE IQERR
C3F4	A414	200 LDY \$14
C3F6	C028	210 CPY #40
C3F8	B003	220 BCS IQERR
C3FA	4CF0FF	230 JMP \$FFF0
C3FD	4C48B2	240 IQERR JMP \$B248
C400		250 END

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

GETWRD	C12C
PLOT	C3DA
IQERR	C3FD
total number of symbols	---
	3

PLOT: note sull'uso

PLOT può venir usato per sostituire la maggior parte delle espressioni che usano stringhe di caratteri di controllo del cursore, sebbene questi rimangano utili per le mosse a posizioni relative rispetto a quella corrente del cursore. PLOT può lavorare su valori come su espressioni, del tipo PLOT X+3,Y/2.

La sintassi corretta per PLOT è:

PLOT<numero di righe>,<numero di colonne>

SEZIONE 4: Delete

Cancellare righe una alla volta può essere noioso, specialmente se si può immettere il comando DELETE per rimuovere in un attimo una serie di linee.

DELETE: listing in linguaggio assemblero

```
10      FRT
20      ; BLOCK DELETE OF LINES
30      SYM
40      ORG $C053
50      WRD DEL-1
60      ORG $C400
70      GETWRD = $C12C
80      DEL JSR GETWRD
90      ; CONVERT TO ADDRESS
100     JSR $A613
110     BCC ULERR
120     ; SAVE POINTER ON STACK
130     LDA $5F
140     PHA
150     LDA $60
160     PHA
170     ; CHECK THAT A - SIGN FOLLOWS
```

```

180      LDA #45
190      JSR $AEFF
200      ; GET LAST NO. TO BE DELETED
210      JSR GETWRD
220      JSR $A613
230      BCC ULERR
240      ; GET ADDRESS OF END OF LAST
LINE TO BE DELETED
250      LDY #1
260      LDA ($5F),Y
270      TAX
280      DEY
290      LDA ($5F),Y
300      TAY
310      ; NOW STORE THESE BYTES IN FI
RST LINE TO BE DELETED
320      PLA
330      STA $60
340      PLA
350      STA $5F
360      TYA
370      LDY #0
380      STA ($5F),Y
390      INY
400      TXA
410      STA ($5F),Y
420      ; GET LINE NO. TO BE DELETED
430      INY
440      LDA ($5F),Y
450      STA $14
460      INY
470      LDA ($5F),Y
480      STA $15
490      ; PUT ZERO INTO BASIC INPUT B
UFFER - TELL FILE ED. TO DELETE LINE
500      LDA #0
510      STA $200
520      ; TIDY UP RETURN STACK
530      PLA
540      PLA
550      ; USE ROM ROUTINE TO DELETE L
INE
560      JMP $A4A4
570      ULERR JMP $A8E3
580      END

```

END

100-110: la routine alla posizione A613 esadecimale converte il primo numero di linea prelevato da GETWRD in un indirizzo nella memoria di programma. Se il numero di linea non viene trovato, si azzererà il flag di riporto e verrà richiamato il messaggio di errore 'UNDEFINED LINE' (linea non definita).

130-160: l'indirizzo di linea scoperto dalla routine alla locazione A613 esadecimale è stato ora posto da quella routine nelle posizioni 5F-60 esadecimali. Quei due byte vengono poi memorizzati sulla pila, dal momento che stiamo per ricavare un altro indirizzo di linea e non vogliamo perdere il primo.

170-190: si controlla che un '-' segua il primo numero di linea, usando la stessa routine che in qualche altro posto controlla una virgola, ma prima si definisce il carattere che stiamo cercando e si salta alla routine due byte più avanti che nel caso precedente.

200-230: si ricava l'ultimo numero di linea da cancellare e se ne determina l'indirizzo.

240-300: si ricava l'indirizzo della linea seguente l'ultima linea da cancellare mediante i byte di collegamento dell'ultima linea e lo si pone nei registri X ed Y.

310-410: l'indirizzo della linea seguente l'ultima viene ora piazzato nei byte di collegamento della prima linea da cancellare.

420-480: la serie di linee costituisce ora, agli occhi dell'interprete, un'unica linea, visto che i suoi byte di collegamento puntano oltre la fine della serie. Il numero reale della linea da cancellare si ricava ora dai due byte successivi a quelli di collegamento.

490-510: viene memorizzato zero nel buffer d'ingresso — questo indica al file editor del BASIC che si deve cancellare una linea.

520-540: una volta eliminate linee dal programma, non possiamo tornare allo stesso indirizzo da cui DELETE è stata chiamata, visto che ora potrebbe essere cambiato, quindi l'indirizzo di ritorno viene prelevato dalla pila ed eliminato.

550-560: si salta alla routine ROM che cancella le linee — essendo il corretto numero di linea memorizzato in 14 e 15 esadecimali per essere usato da questa routine.

570: salto alla routine di errore 'UNDEFINED LINE'

DELETE: listing completamente assemblato

```

add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 ; BLOCK DELETE OF LINE
S
0      30 SYM
0      40 ORG $C053
C053  FFC3      50 WRD DEL-1
C055      60 ORG $C400
C400      70 GETWRD = $C12C
C400  202CC1    80 DEL JSR GETWRD
C403      90 ; CONVERT TO ADDRESS
C403  2013A6    100 JSR $A613
C406  903F      110 BCC ULERR
C408      120 ; SAVE POINTER ON STA
CK
C408  A55F      130 LDA $5F
C40A  48        140 PHA
C40B  A560      150 LDA $60
C40D  48        160 PHA
C40E      170 ; CHECK THAT A - SIGN
FOLLOWS
C40E  A92D      180 LDA #45
C410  20FFAE    190 JSR $AEFF
C413      200 ; GET LAST NO. TO BE
DELETED
C413  202CC1    210 JSR GETWRD
C416  2013A6    220 JSR $A613
C419  902C      230 BCC ULERR
C41B      240 ; GET ADDRESS OF END
OF LAST LINE TO BE DELETED
C41B  A001      250 LDY #1
C41D  B15F      260 LDA ($5F).Y
C41F  AA        270 TAX
C420  88        280 DEY
C421  B15F      290 LDA ($5F).Y
C423  A8        300 TAY
C424      310 ; NOW STORE THESE BYT
ES IN FIRST LINE TO BE DELETED
C424  68        320 PLA
C425  8560      330 STA $60
C427  68        340 PLA
C428  855F      350 STA $5F
C42A  98        360 TYA

```

```

C42B A000      370 LDY #0
C42D 915F      380 STA ($5F).Y
C42F 08        390 INY
C430 8A        400 TXA
C431 915F      410 STA ($5F).Y
C433           420 ; GET LINE NO. TO BE
DELETED
C433 08        430 INY
C434 B15F      440 LDA ($5F).Y
C436 8514      450 STA $14
C438 08        460 INY
C439 B15F      470 LDA ($5F).Y
C43B 8515      480 STA $15
C43D           490 ; PUT ZERO INTO BASIC
INPUT BUFFER - TELL FILE ED. TO DELETE
LINE
C43D A900      500 LDA #0
C43F 8D0002    510 STA $200
C442           520 ; TIDY UP RETURN STAC
K
C442 68        530 PLA
C443 68        540 PLA
C444           550 ; USE ROM ROUTINE TO
DELETE LINE
C444 40A4A4    560 JMP $A4A4
C447 40E3A8    570 ULERR JMP $A8E3
C44A           580 END

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```

GETWRD      C12C
DEL         C400
ULERR       C447
total number of symbols --- 3

```

DELETE: note sull'uso

Come ogni comando che altera la struttura di un programma, anche DELETE può creare problemi se usato durante l'esecuzione di un programma, così il programma termina quando esegue una DELETE. DELETE verrà usato normalmente in modo diretto, ma può essere usato come dispositivo di sicurezza nei programmi, ad esempio per rimuovere linee che non volete vengano esaminate, se viene pre-

muto il tasto STOP. Difatti, DELETE è più efficace nel proteggere un programma che ad esempio NEW ora che è disponibile UNDEAD. UNDEAD non può ripristinare le linee cancellate con DELETE, poiché sono già state riscritte.

La sintassi corretta per DELETE è:

DELETE <prima linea da cancellare> – <ultima linea da cancellare>

SEZIONE 5: BSAVE

Ora che, come speriamo, state appassionandovi alle meraviglie che è possibile realizzare con il codice macchina, desidererete presto poter salvare blocchi di memoria senza dover passare attraverso il monitor del programma Mastercode. In questa e nella prossima sezione presentiamo tre nuovi comandi che permetteranno di salvare, verificare e ricaricare in seguito una qualsiasi zona di memoria. Senza fare altre considerazioni, questo è un modo semplice per caricare routine macchina in memoria.

BSAVE: listing in linguaggio assembletore

```
10      PRT
20      GETWRD = $C12C
30      SYM
40      ORG $D065
50      WRD BSAVE-1
60      ORG $C234
70      BSAVE JSR $E1D4
80      JSR $AEFD
90      JSR GETWRD
100     LDA $14
110     PHA
120     LDA $15
130     PHA
140     JSR $AEFD
150     JSR GETWRD
160     LDX $14
170     LDY $15
180     PLA
190     STA $15
```

```

200      PLA
210      STA #14
220      LDA ##14
230      JMP #E15F
240      END

```

END

70: si usa una routine del KERNAL per prelevare tutti i parametri di un normale comando per file cioè nome, dispositivo ed indirizzo secondario.

100-140: l'inizio dell'area di memoria da salvare, prelevato da GETWRD, viene messo in pila.

150-210: l'indirizzo finale dell'area viene caricato nei registri X ed Y, l'indirizzo iniziale viene recuperato dalla pila e rimesso nelle posizioni 14-15 esadecimali.

220-230: viene caricato in accumulatore 14 esadecimale, per specificare l'indirizzo contenente l'indirizzo d'inizio del blocco di memoria da salvare. Il salvataggio, in sé è realizzato dalla stessa routine del KERNAL che esegue tutti i salvataggi da BASIC.

BSAVE: listing completamente assemblato

```

add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 GETWRD = #C12C
0      30 SYM
0      40 ORG #C065
C065  33C2      50 WRD BSAVE-1
C067      60 ORG #C234
C234  20D4E1    70 BSAVE JSR #E1D4
C237  20FDAE    80 JSR #AEFD
C23A  202CC1    90 JSR GETWRD
C23D  A514      100 LDA #14
C23F  48        110 PHA
C240  A515      120 LDA #15

```

```

C242 48      130 PHA
C243 20FDAE  140 JSR $AEFD
C246 202CC1  150 JSR GETWRD
C249 A614    160 LDX #14
C24B A415    170 LDY #15
C24D 68      180 PLA
C24E 8515    190 STA #15
C250 68      200 PLA
C251 8514    210 STA #14
C253 A914    220 LDA ##14
C255 4C5FE1  230 JMP $E15F
C258                240 END

```

TOTAL ERRORS IN FILE ---- 0

```

GETWRD          C12C
BSAVE           C234
total number of symbols ---- 2

```

BSAVE: note sull'uso

BSAVE richiede sempre un indirizzo secondario, che normalmente sarà 2. L'omissione dell'indirizzo secondario produrrà un SYNTAX ERROR. Notate anche che non c'è controllo sul fatto che l'indirizzo finale sia effettivamente seguente quello iniziale.

La sintassi corretta per BSAVE è:

```
BSAVE <"nome file">, <dispositivo>, <indirizzo secondario>, <inizio dell'area di memoria>, <fine dell'area di memoria>
```

SEZIONE 6: BLOAD e BVERIFY

Una volta salvata un'area di memoria su nastro o disco, sarebbe bello poterla recuperare. Questo è possibile con il comando BLOAD. Quasi la stessa routine che esegue BLOAD può venir usata per eseguire BVERIFY, che controlla se un'area

di memoria è stata salvata correttamente confrontando ciò che è stato salvato con l'area da cui è stato tratto.

BLOAD/BVERIFY: listing, in linguaggio assembler

```
10      PRT
20      SYM
25      GETWRD = $C12C
30      ORG $C061
40      WRD BLOAD-1.BVER-1
50      ORG $C2F2
60      BVER LDA #1
70      BYT #2C
80      BLOAD LDA #0
90      STA $A
100     JSR $E1D4
110     JSR $AEFD
120     JSR GETWRD
130     LDA $A
140     LDX $14
150     LDY $15
160     JMP $E175
170     END
```

END

100-160: è il nocciolo della routine e le due sezioni precedenti possono venir comprese solo dopo questa. Le linee saltano alla routine KERNAL che ricava i parametri per il file e chiama GETWRD per ottenere l'indirizzo d'inizio dell'area di memoria in cui dev'essere caricato il codice salvato. Il contenuto originale dell'accumulatore, che indica se dev'essere eseguito BLOAD o BVERIFY, viene ripristinato col risultato di GETWRD e viene chiamata la routine del KERNAL per il caricamento.

60-90: queste linee determinano il valore nell'accumulatore quando viene chiamata la routine di caricamento: 1 indicherà una verifica e 0 un caricamento. Se viene chiamato BLOAD, nell'accumulatore viene caricato uno zero. Se invece viene chiamato BVERIFY, si carica 1 nell'accumulatore e il byte seguente del programma (messo lì da una direttiva BYT assembler) viene interpretato come codice operativo di un'istruzione a tre byte con i due byte dell'istruzione LDA#0 come operando. Tutto ciò è ovviamente privo di senso, ma l'istruzione che viene riconosciuta

è un test su un bit che non provoca modifiche se non su un paio di flag della CPU che noi non usiamo. Ciò significa che l'istruzione in linea 60 viene superata molto più velocemente ed economicamente che se si fosse fatto un salto — l'istruzione scompare semplicemente quando è affrontata in questo modo.

BLOAD/BVERIFY: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      .          10 PRT
0      .          20 SYM
0      .          25 GETWRD = $C12C
0      .          30 ORG $C061
C061   F4C2F1    40 WRD BLOAD-1.BVER-1
C065   .          50 ORG $C2F2
C2F2   A901     60 BVER LDA #1
C2F4   2C       70 BYT $2C
C2F5   A900     80 BLOAD LDA #0
C2F7   850A     90 STA $A
C2F9   20D4E1   100 JSR $E1D4
C2FC   20FDAE   110 JSR $AEFD
C2FF   202CC1   120 JSR GETWRD
C302   A50A     130 LDA $A
C304   A614     140 LDX #14
C306   A415     150 LDY #15
C308   4C75E1   160 JMP $E175
C30B   .          170 END
```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```
GETWRD      C12C
BVER        C2F2
BLOAD       C2F5
total number of symbols --- 3
```

BLOAD/BVERIFY: note sull'uso

Ancora una volta si deve usare un indirizzo secondario, che dovrebbe essere zero. BLOAD ricaricherà a partire dall'indirizzo in memoria da voi specificato. BVERIFY verificherà l'area di memoria corretta, non importa quale indirizzo immettiate — comunque è necessario un indirizzo fittizio.

La sintassi corretta per BLOAD è:

BLOAD <"nome file">, <dispositivo>, <indirizzo secondario, = 0 >, <inizio dell'area in cui caricare>

La sintassi corretta per BVERIFY è:

BVERIFY <"nome file">, <dispositivo>, <indirizzo secondario, = 0 >, <valore fittizio>.

SEZIONE 7: MOVE

Quello che state per immettere, sebbene a prima vista possa sembrare un po' scialbo, è uno dei comandi più flessibili che si possano aggiungere al BASIC. MOVE vi permette di specificare un'area di memoria e quindi spostarla indicando un nuovo punto d'inizio per quel blocco di memoria. Notate che le aree non vengono scambiate fra loro, al termine avrete due copie del blocco originale. Il comando può servire ai programmatori in linguaggio macchina che desiderano rilocare una routine senza doverla salvare e ricaricare. Può anche essere usata per manipolare lo schermo copiandone aree da un luogo ad un altro. La routine è più lunga della media fin qui incontrata, ma è veramente molto semplice come esecuzione.

MOVE: listing in linguaggio assembler

```
10      FRT
20      GETWRD = $C12C
30      SYM
40      ORG $C055
50      WRD MOVE-1
60      ORG $C30B
70      ; BLOCK MOVE OF MEMORY - NO PR
OTETCION AGAINST MOVING VITAL SECTIONS
80      ; SYNTAX OF COMMAND 'MOVE A1.A
2.L'
```

```

90      ; WHERE A1 = ORIGINAL ADDRESS
100     ;      A2 = FINAL ADDRESS
110     ;      L = LENGHT OF BLOCK
120     ; ALSO NOTE 32K BLOCKS MAX
130     NEWADD = $61
140     OLDADD = NEWADD+2
150     LENGHT = $14
160     ; SUBROUTINE TO DECREMENT & T
EST LENGHT
170     DECLEN LDA LENGHT
180     BNE LBL000
190     DEC LENGHT+1
200     LBL000 DEC LENGHT
210     LDA LENGHT
220     ORA LENGHT+1
230     RTS
240     ; MAIN ROUTINE
250     MOVE JSR GETWRD
260     LDA $14
270     PHA
280     LDA $15
290     PHA
300     JSR $AEFD
310     JSR GETWRD
320     LDA $14
330     PHA
340     LDA $15
350     PHA
360     JSR $AEFD
370     JSR GETWRD
380     ; DECIDE WHICH DIRECTION TO M
OVE IN
390     LDY #3
400     LBL001 PLA
410     STA NEWADD.Y
420     DEY
430     BPL LBL001
440     LDA LENGHT
450     ORA LENGHT+1
460     BEQ LBL002
470     LDA NEWADD+1
480     CMP OLDADD+1
490     BCC MVEDWN
500     BNE MVEUP
510     LDA NEWADD
520     CMP OLDADD
530     BCC MVEDWN

```

```

540      ; MOVE BLOCK UPWARDS IN MEMOR
Y
550      MVEUP CLD
560      CLC
570      LDA NEWADD
580      ADC LENGHT
590      STA NEWADD
600      LDA NEWADD+1
610      ADC LENGHT+1
620      STA NEWADD+1
630      CLC
640      LDA OLDADD
650      ADC LENGHT
660      STA OLDADD
670      LDA OLDADD+1
680      ADC LENGHT+1
690      STA OLDADD+1
700      LDY #0
710      LBL003 LDA (OLDADD),Y
720      STA (NEWADD),Y
730      TYA
740      BNE LBL004
750      DEC OLDADD+1
760      DEC NEWADD+1
770      LBL004 DEY
780      JSR DECLEN
790      BNE LBL003
800      LBL002 RTS
810      ; MOVE BLOCK DOWN THE MEMORY
820      MVEDWN LDY #0
830      LBL005 LDA (OLDADD),Y
840      STA (NEWADD),Y
850      INY
860      BNE LBL006
870      INC OLDADD+1
880      INC NEWADD+1
890      LBL006 JSR DECLEN
900      BNE LBL005
910      RTS

```

END

160-230: quando specificate un'area di memoria da spostare con MOVE, ovviamente essa avrà una certa lunghezza. Lo scopo di queste linee è di decrementare una variabile chiamata LENGTH per tener conto di quanta parte del blocco è stata finora trasferita. LENGTH è in realtà una variabile a due byte e le linee controllano se il byte basso è zero per decidere se decrementare solo il byte basso oppure entrambi — vengono decrementati entrambi se il byte basso vale zero per rappresentare un riporto.

240-370: i tre parametri per l'indirizzo d'inizio, fine e nuovo inizio vengono ricavati da GETWRD.

380-530: prima di eseguire una MOVE dobbiamo sapere se la destinazione è su o giù lungo la memoria. Se è 'giù' (cioè negativa in termini di indirizzo) dovremo iniziare a copiare l'area dal basso in modo che se le due aree si sovrappongono, al momento del contatto fra area di destinazione ed area sorgente non ci sia più bisogno dei dati all'inizio dell'area sorgente. Vale l'opposto quando l'area di destinazione è precedente in memoria rispetto all'area sorgente. Quindi se desiderassimo spostare un blocco di memoria di un byte più avanti inizieremmo a trasferire un byte in avanti l'ultimo byte dell'area sorgente. Cominciare all'inizio dell'area sorgente significherebbe che il primo byte verrebbe posto nella locazione del secondo, poi il secondo in quella del terzo e così via copiando lo stesso carattere nell'intero blocco di destinazione. Le linee fra 470 e 530 eseguono un confronto a 16 bit fra i due indirizzi iniziali e saltano a MVEDWN se l'indirizzo di destinazione è inferiore all'indirizzo iniziale sorgente, altrimenti si esegue MOVEUP.

550-690: è l'inizio della routine per spostare un blocco in memoria verso l'alto. Queste linee ricavano gli indirizzi finali di ciascun blocco e li memorizzano in NEWADD ed OLDADD, che hanno in precedenza contenuto gli indirizzi iniziali.

700-800: usando il registro Y per indicizzare MOVE, queste linee iniziano a spostare i byte dall'indirizzo specificato in OLDADD più il contenuto del registro Y all'indirizzo specificato da NEWADD più il registro Y. Il registro Y viene decrementato ad ogni trasferimento ed ogni volta che il contenuto di Y raggiunge zero i byte alti di OLDADD e NEWADD vengono decrementati di uno per accedere ad un nuovo blocco di 256 byte. Dopo ogni decremento del registro Y viene eseguito un salto alla subroutine DECLN, che stabilisce se è stato trasferito l'intero blocco. Se sì, verrà posto a zero il flag di zero e si raggiungerà la linea 800, terminando la routine.

810-910: questa è la routine che sposta un blocco verso il basso. È più semplice poiché il contenuto di NEWDADD ed OLDADD può essere lasciato puntare all'inizio dei rispettivi blocchi. Oltre a questo, la sola vera differenza fra le due routine è che il registro Y viene incrementato e non decrementato.

MOVE: listing completamente assemblato

```

add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 GETWRD = #C12C
0      30 SYM
0      40 ORG #C055
C055  17C3      50 WRD MOVE-1
C057      60 ORG #C30B
C30B      70 ; BLOCK MOVE OF MEMORY
- NO PROTETCION AGAINST MOVING VITAL SE
CTIONS
C30B      80 ; SYNTAX OF COMMAND 'M
OVE A1,A2,L'
C30B      90 ; WHERE A1 = ORIGINAL
ADDRESS
C30B     100 ;      A2 = FINAL ADD
RESS
C30B     110 ;      L = LENGHT OF
BLOCK
C30B     120 ; ALSO NOTE 32K BLOCK
S MAX
C30B     130 NEWADD = #61
C30B     140 OLDADD = NEWADD+2
C30B     150 LENGHT = #14
C30B     160 ; SUBROUTINE TO DECRE
MENT & TEST LENGHT
C30B  A514      170 DECLN LDR LENGHT
C30D  D002      180 BNE LBL000
C30F  C615      190 DEC LENGHT+1
C311  C614      200 LBL000 DEC LENGHT
C313  A514      210 LDR LENGHT
C315  0515      220 ORR LENGHT+1
C317  60        230 RTS
C318      240 ; MAIN ROUTINE
C318  2020D1    250 MOVE JSR GETWRD
C31B  A514      260 LDR #14
C31D  48        270 PHA
C31E  A515      280 LDR #15
C320  48        290 PHA

```

C321	20FD9E	300	JSR #REFD
C324	202CC1	310	JSR GETWRD
C327	A514	320	LDA #14
C329	48	330	PHA
C32A	A515	340	LDA #15
C32C	48	350	PHA
C32D	20FD9E	360	JSR #REFD
C330	202CC1	370	JSR GETWRD
C333		380	; DECIDE WHICH DIRECT
ION TO MOVE IN			
C333	A003	390	LDY #3
C335	68	400	LBL001 PLA
C336	996100	410	STA NEWADD.Y
C339	88	420	DEY
C33A	10F9	430	BPL LBL001
C33C	A514	440	LDA LENGHT
C33E	0515	450	ORA LENGHT+1
C340	F03C	460	BEQ LBL002
C342	A562	470	LDA NEWADD+1
C344	C564	480	CMP OLDADD+1
C346	9037	490	BCC MVEDWN
C348	D006	500	BNE MVEUP
C34A	A561	510	LDA NEWADD
C34C	C563	520	CMP OLDADD
C34E	902F	530	BCC MVEDWN
C350		540	; MOVE BLOCK UPWARDS
IN MEMORY			
C350	D8	550	MVEUP CLD
C351	18	560	CLC
C352	A561	570	LDA NEWADD
C354	6514	580	ADC LENGHT
C356	8561	590	STA NEWADD
C358	A562	600	LDA NEWADD+1
C35A	6515	610	ADC LENGHT+1
C35C	8562	620	STA NEWADD+1
C35E	18	630	CLC
C35F	A563	640	LDA OLDADD
C361	6514	650	ADC LENGHT
C363	8563	660	STA OLDADD
C365	A564	670	LDA OLDADD+1
C367	6515	680	ADC LENGHT+1
C369	8564	690	STA OLDADD+1
C36B	A000	700	LDY #0
C36D	B163	710	LBL003 LDA (OLDADD).Y
C36F	9161	720	STA (NEWADD).Y
C371	98	730	TYR
C372	D004	740	BNE LBL004

```

C374 0664      750 DEC OLDADD+1
C376 0662      760 DEC NEWADD+1
C378 88        770 LBL004 DEY
C379 200BC3    780 JSR DECLEN
C37C D0EF      790 BNE LBL003
C37E 60        800 LBL002 RTS
C37F          810 ; MOVE BLOCK DOWN THE
      MEMORY
C37F A000      820 MVEDWN LDY #0
C381 B163      830 LBL005 LDA (OLDADD),Y
C383 9161      840 STR (NEWADD),Y
C385 08        850 INY
C386 D004      860 BNE LBL006
C388 E664      870 INC OLDADD+1
C38A E662      880 INC NEWADD+1
C38C 200BC3    890 LBL006 JSR DECLEN
C38F D0F0      900 BNE LBL005
C391 60        910 RTS

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```

GETWRD      C12C
NEWADD      61
OLDADD      63
LENGHT      14
DECLEN      C30B
LBL000      C311
MOVE        C318
LBL001      C335
MVEUP       C350
LBL003      C36D
LBL004      C378
LBL002      C37E
MVEDWN      C37F
LBL005      C381
LBL006      C38C

```

total number of symbols --- 15

MOVE: note sull'uso

L'uso di MOVE è abbastanza evidente, ma ricordate che non c'è protezione se fate qualche stupidaggine, tipo scrivere accidentalmente sull'interprete (quando è in

RAM) o su variabili di sistema o nell'area di programma o... Assicuratevi di sapere cosa state trasferendo e cosa c'è nel punto di destinazione PRIMA di fare il movimento.

La sintassi corretta per MOVE è:

MOVE <indirizzo destinazione>, <indirizzo di partenza>, <lunghezza>

SEZIONE 8: FILL

Dopo aver progettato MOVE, il logico sviluppo era FILL, che viene usata per riempire una specifica area di memoria con un certo valore. Può venir usata per pulire aree di memoria, aree dello schermo, per cambiare le caratteristiche cromatiche dello schermo riempiendo parti del file attributi. Il vero lavoro è compiuto da una chiamata alla routine MVEDWN in MOVE, quindi non c'è molto da spiegare sul funzionamento del comando in sè.

FILL: listing in linguaggio assembler

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG #C067
40      WRD FILL-1
50      GETWRD = #C12C
60      MVEDWN = #C37F
70      DECLEN = #C30B
80      ORG #C392
90      FILL JSR GETWRD
100     LDA #14
110     PHA
120     LDA #15
130     PHA
140     JSR #AEFD
```

```

150      JSR GETWRD
160      LDA #14
170      PHA
180      LDA #15
190      PHA
200      JSR $AEFD
210      JSR GETWRD
220      LDA #15
230      BNE IQERR
240      LDX #14
250      PLA
260      STA #15
270      PLA
280      STA #14
290      PLA
300      STA #62
310      STA #64
320      PLA
330      STA #61
340      STA #63
350      INC #61
360      BNE LBL000
370      INC #62
380      LBL000 LDY #0
390      TXA
400      STA ($63).Y
410      JSR DECLEN
420      BEQ EXIT
430      JMP MVEDWN
440      IQERR JMP $B248
450      EXIT RTS
460      END

```

END

Commento

100-230: queste linee ottengono i tre parametri dell'indirizzo iniziale, della lunghezza e del valore da porre in ciascun byte del blocco. Viene generato un errore del tipo 'ILLEGAL QUANTITY' se il valore da caricare è maggiore di 255.

240: il valore da salvare nel blocco viene posto nel registro X.

250-280: la lunghezza del blocco è memorizzata nelle locazioni 14-15 esadecimale, dove la routine move si aspetta di trovarli.

290-370: l'indirizzo d'inizio viene posto in OLDADD e l'indirizzo iniziale più uno in NEWADD.

380-400: il valore da usare nel riempire il blocco è posto nel primo byte del blocco.

410-420: la lunghezza è decrementata di uno e se la lunghezza era solo uno la routine termina:

430: chiama MVEDWN. Se ricordate qualcosa del commento su MOVE saprete che spostare un byte verso l'alto in memoria implica una chiamata a MOVEUP. Chiamare MOVDWN allo scopo ha la tremenda conseguenza di rovinare proprio i byte da trasferire, riscrivendo costantemente il byte uno nel byte due, il due nel tre e così via riempiendo l'intera area con lo stesso valore.

In MOVE sarebbe stato un disastro, mentre è proprio ciò che vogliamo in FILL.

FILL: listing completamente assemblato

add.	data	source code
0		10 PRT
0		20 SYM
0		30 ORG #C067
C067	91C3	40 WRD FILL-1
C069		50 GETWRD = #C12C
C069		60 MVEDWN = #C37F
C069		70 DECLN = #C30E
C069		80 ORG #C392
C392	202CC1	90 FILL JSR GETWRD
C395	A514	100 LDA #14
C397	48	110 PHA
C398	A515	120 LDA #15
C39A	48	130 PHA
C39B	20FD9E	140 JSR \$AEFD
C39E	202CC1	150 JSR GETWRD
C3A1	A514	160 LDA #14
C3A3	48	170 PHA
C3A4	A515	180 LDA #15
C3A6	48	190 PHA

C3A7	20FDAE	200 JSR \$AEFD
C3AA	202CC1	210 JSR GETWRD
C3AD	A515	220 LDA \$15
C3AF	D025	230 BNE IQERR
C3B1	A614	240 LDX \$14
C3B3	68	250 PLA
C3B4	8515	260 STA \$15
C3B6	68	270 PLA
C3B7	8514	280 STA \$14
C3B9	68	290 PLA
C3BA	8562	300 STA \$62
C3BC	8564	310 STA \$64
C3BE	68	320 PLA
C3BF	8561	330 STA \$61
C3C1	8563	340 STA \$63
C3C3	E661	350 INC \$61
C3C5	D002	360 BNE LBL000
C3C7	E662	370 INC \$62
C3C9	A000	380 LBL000 LDY #0
C3CB	8A	390 TXA
C3CC	9163	400 STA (\$63).Y
C3CE	200BC3	410 JSR DECLN
C3D1	F006	420 BEQ EXIT
C3D3	4C7FC3	430 JMP MVEDWN
C3D6	4C48B2	440 IQERR JMP \$B248
C3D9	60	450 EXIT RTS
C3DA		460 END

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

GETWRD	C12C
MVEDWN	C37F
DECLN	C30B
FILL	C392
LBL000	C3C9
IQERR	C3D6
EXIT	C3D9

total number of symbols --- 7

FILL: note sull'uso

Ancora una volta, il comando non protegge dalle stupidaggini.

La sintassi corretta per FILL è:

FILL <indirizzo iniziale>, <lunghezza>, <valore del byte>

SEZIONE 9: RESTORE

Potreste pensare, vedendo il titolo della sezione, che siamo usciti di senno. Non c'è già un comando RESTORE nel BASIC normale? La risposta è ovviamente sì, ma una delle possibilità affascinanti aperte dallo spostamento dell'interprete in RAM è che non solo possiamo aggiungere nuovi comandi, ma anche cambiare quelli esistenti.

RESTORE è un candidato principe a questo cambiamento. La normale routine di RESTORE risale al tempo in cui i computer erano conservati in grandi sale con aria condizionata e leggevano i loro programmi e dati da schede perforate. Ora il fatto è che con una pila di schede potete solo leggere dall'inizio. Se volete trovare la scheda n. 97, dovete iniziare dalla uno e leggetevi tutte le 96 schede che non vi interessano. Non c'è alcun motivo per cui debba essere così anche su un moderno microcomputer, tuttavia pare che si sia radicata la convinzione che l'unico modo di trattare le frasi DATA sia quello di cominciare all'inizio e proseguire fino al punto voluto.

In questa sezione modificheremo il normale comando RESTORE in modo che possiate ripristinare un numero di linea specificato e prelevare il primo dato che segue DATA (il normale comando RESTORE può venir usato ancora se necessario). In questo modo potete ordinare i vostri dati in tabelle separate e saltare esattamente alla tabella che volete, risparmiando considerevolmente tempo per accedere a singoli elementi di frasi DATA rendendo inoltre il funzionamento del vostro programma più trasparente.

RESTORE: listing in linguaggio assembleatore

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG $C132
40      ; ALTER TO RESTORE TO LINE NOS
50      ; TO USE TRANSFER ROM TO RAM R
ND ALTER RESTORE VECTOR TO 'START-1'
60      ; RESTORE VECTOR AT $A022
70      GETWRD = $C12C
80      START LDA #0
90      STA $14
```

```

100      STA $15
110      JSR $73
120      LDA $7A
130      BNE LBL000
140      DEC $7B
150      LBL000 DEC $7A
160      BCS LBL001
170      JSR GETWRD
180      LBL001 JSR $A613
190      LDA $14
200      ORA $15
210      BEQ LBL002
220      BCC ULERR
230      LBL002 LDA $5F
240      LDY $60
250      SEC
260      SBC #1
270      JMP $A824
280      ULERR JMP $A8E3
290      END

```

END

Commento

80-100: inizializzazione della locazione in cui l'interprete memorizzerà poi un numero di linea.

110-150: la chiamata a subroutine preleva il carattere successivo del testo BASIC e le altre linee supportano il puntatore di testo che è stato ora posto nella posizione seguente a quel carattere.

160: se il carattere prelevato dalla routine alla locazione 73 esadecimale è una cifra, verrà posto uguale a uno il flag di riporto. Se non lo è, viene fatto un salto oltre GETWRD, poiché la routine supporrà che debba venir eseguito un normale RESTORE e non si debba reperire alcun numero di linea. Se desiderate usare un'espressione dopo RESTORE dovreste precederla con 00+ o con 01* in modo da assicurare la chiamata a GETWRD.

180: questa routine trova l'indirizzo del numero di linea ottenuto da GETWRD o, se GETWRD non è stata chiamata, della prima linea nel programma BASIC.

190-210: se l'area di memorizzazione del numero di linea contiene zero, si suppone che sia stata eseguita una RESTORE normale e non si fanno controlli sui parametri.

220: se, al ritorno da A613, il flag di riporto è a zero, il numero di linea referenziato non è stato trovato e viene segnalato un errore di tipo 'UNDEFINED LINE'

230-270: l'indirizzo della linea trovata viene prelevato dalle locazioni esadecimali 5F-60, da esso viene sottratto uno e l'esecuzione torna alla normale routine di RESTORE, col puntatore ai dati però rivolto ora alla linea specificata.

RESTORE: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 SYM
0      30 ORG $C132
C132   40 ; ALTER TO RESTORE TO
LINE NOS.
C132   50 ; TO USE TRANSFER ROM
TO RAM AND ALTER RESTORE VECTOR TO 'STAR
T-1'
C132   60 ; RESTORE VECTOR AT $A
022
C132   70 GETWRD = $C12C
C132  A900   80 START LDA #0
C134  8514   90 STA $14
C136  8515  100 STA $15
C138  207300 110 JSR $73
C13E  A57A  120 LDA $7A
C13D  D002  130 BNE LBL000
C13F  C67B  140 DEC $7B
C141  C67A  150 LBL000 DEC $7A
C143  B003  160 BCS LBL001
C145  202CC1 170 JSR GETWRD
C148  2013A6 180 LBL001 JSR $A613
```

```

C14B A514      190 LDA $14
C14D 0515      200 ORA $15
C14F F002      210 BEQ LBL002
C151 900A      220 BCC ULERR
C153 A55F      230 LBL002 LDA $5F
C155 A460      240 LDY $60
C157 38        250 SEC
C158 E901      260 SBC #1
C15A 4C24A8    270 JMP $A824
C15D 4CE3A8    280 ULERR JMP $A8E3
C160           290 END

```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```

GETWRD          C12C
START           C132
LBL000          C141
LBL001          C148
LBL002          C153
ULERR           C15D
total number of symbols --- 6

```

RESTORE: note sull'uso

RESTORE può venir usata normalmente se non si specifica un parametro o si pone zero come parametro. Una limitazione è che la RESTORE estesa lavorerà solo su parametri di più di una cifra. Se desiderate ripristinare una linea con numero inferiore a 10, dovrete aggiungere uno zero iniziale al numero.

La sintassi corretta per RESTORE è, nella forma estesa:

RESTORE numero di linea di almeno due cifre.

Prima di usare la RESTORE estesa si deve eseguire un'ulteriore modifica al programma BASIC Extender II. Si devono aggiungere le seguenti linee:

```

250 REM ALTER RESTORE VECTOR
251 POKE 40996,49: POKE 40997,193

```

La routine in linguaggio macchina dovrebbe essere assemblata nel file macchina dell'estender e delle nuove routine e quindi caricata in memoria usando il programma BASIC extender II appena modificato.

CAPITOLO 10

FUNZIONI BASIC

Le funzioni BASIC, come ricorderete, ricevono da parte dell'interprete un trattamento separato, essendo identificate durante l'esame di un programma, dal fatto che esse occupano un ben specificato segmento della tavola delle parole chiave. La principale differenza fra le parole chiave per azioni e quelle per funzioni è che le funzioni richiederanno la valutazione di qualcosa, per cui c'è un'intera serie di routine interprete speciali. Di fatto circa la metà dell'interprete è dedicato al problema di valutare espressioni in un modo o nell'altro. L'esecuzione di una parola funzione non è semplicemente una faccenda di salti a singole routine macchina in memoria.

La routine macchina data qui, sebbene corta, usa routine dell'interprete che sono di gran lunga più complesse che quelle usate dalle parole azioni. Se queste routine non fossero già presenti nell'interprete sarebbe stata un'impresa enorme definire nuove funzioni.

Valutatore di espressioni esteso: listing in linguaggio assembler

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG $C44A
40      ; EXTEND EXPRESSION EVALUATOR
50      ; TO USE POKE $AFAA WITH ^JMP
FUNEVL ^
60      FUNEVL CPX #$8F
70      BCC LBL002
80      CPX #$98
90      BCC LBL001
100     CPX #$9F
```

```

110      BCS LBL001
120      JSR $AEF1
130      PLA
140      TAX
150      CPX #$98
160      BEQ DEEK
170      CPX #$9A
180      BEQ YPOS
190      BNE VARPTR
200      LBL001 JMP $AFB1
210      LBL002 JMP $AFD1
220      VARPTR LDA 72
230      LDY 71
240      LBL003 JSR $B391
250      LDA $66
260      BPL LBL004
270      LDY #CONST/256
280      LDA #CONST-CONST/256*256
290      JSR $BA8C
300      JSR $B86A
310      LBL004 JMP $AD8D
320      YPOS SEC
330      JSR $FFF0
340      TXA
350      TAY
360      LDA #$0
370      JMP LBL003
380      ; PERFORM DEEK
390      DEEK JSR $B7F7
400      LDY #1
410      LDA ($14).Y
420      PHA
430      DEY
440      LDA ($14).Y
450      TAY
460      PLA
470      JMP LBL003
480      CONST BYT 145.0.0.0
490      END

```

END

60-70: controlla se il token è quello di una normale funzione numerica. In questo caso si chiama il valutatore normale.

80-110: si controlla se la funzione il cui token è nel registro X è nell'intervallo delle nostre tre nuove funzioni, altrimenti si chiama il valutatore di stringhe funzioni.

120: questa routine dell'interprete valuta un'espressione fra parentesi, cioè l'argomento della funzione.

130-140: il valutatore di espressioni chiamato nella linea precedente pone il token sulla cima della pila. Ora viene recuperato e memorizzato nel registro X.

150-190: a questo punto il token dev'essere quello di una delle nostre nuove funzioni, queste linee determinano quale e saltano alla routine appropriata.

220-310: VARPTR: questa funzione restituisce un puntatore alla locazione in memoria di ogni variabile il cui nome sia posto fra parentesi come argomento.

220-230: al ritorno dalla routine situata alla locazione AEF1, che valuta la variabile fra parentesi, l'indirizzo della variabile è contenuto nelle posizioni 47-48 esadecimale (71-72 decimale). Il valore a due byte viene caricato in accumulatore e nel registro Y.

240: questo indirizzo viene ora inviato alla routine che converte questo numero intero in numero a virgola mobile. Questo è necessario poiché l'interprete si aspetta un numero in virgola mobile come risultato di una funzione, e lo tratterà di conseguenza.

250-300: sfortunatamente, il convertitore in virgola mobile cambierà un numero intero senza segno in uno a virgola mobile con segno. Ciò significa che i numeri superiori a 32767 risulteranno negativi, come ad es. avviene per la funzione FRE nel BASIC normale. Se immettete FRE (0) quando non c'è un programma in memoria, verrà restituita una quantità negativa, a cui va aggiunto 65536 per avere il risultato corretto. Queste linee controllano se c'è un segno meno memorizzato nel byte di segno dell'accumulatore #1 della virgola mobile (alla locazione 66 esadecimale, in pagina zero). Se si trova un meno (cioè se il bit 7 vale uno), si carica in accumulatore e nel registro Y l'indirizzo della variabile CONSTANT (linea 480), che in realtà è 65536 in virgola mobile. Questo valore viene ora posto nell'accumulatore #2 della virgola mobile con una chiamata alla routine dell'interprete situata in BASC (esadecimale) e sommato al valore in accumulatore #1 della virgola mobile da una chiamata alla routine posta in B86A.

310: si torna al valutatore di espressioni, che potrebbe essere ancora nella valutazione di un'espressione di cui VARPTR è solo una parte.

320-370: YPOS: questa nuova funzione restituisce la posizione verticale del cursore sullo schermo. È parallela alla normale funzione BASIC POS, che restituisce la posizione orizzontale del cursore.

330: la routine del KERNAL che restituisce la posizione del cursore nei registri X ed Y.

340-350: il contenuto del registro X viene memorizzato nel registro Y (il registro X conteneva originariamente la posizione verticale).

360-370: l'accumulatore ed il registro Y contengono ora lo stesso valore. Si carica zero in accumulatore, fornendo così, nell'accumulatore e nel registro Y, un numero a 16 bit nell'intervallo 0-24 (i numeri delle linee sullo schermo). Questo intero a 16 bit viene ora inviato alla routine situata a LBL003, che lo converte in numero a virgola mobile.

390-470: DEEK: questa funzione restituisce un numero nell'intervallo 0-65535. È di fatto una PEEK doppia ed equivale alla frase in BASIC normale: PEEK (X) +256*PEEK (X+1).

390: il parametro valutato dal valutatore di funzioni viene convertito in un intero con questa chiamata (PEEK e DEEK si rivolgono ad indirizzi interi).

400-460: il valore restituito si dovrà trovare nei nostri vecchi amici 14-15 esadecimali. L'accumulatore ed il registro Y vengono caricati con questo valore e si salta a LBL003, restituendo così il contenuto dei due byte al valutatore di espressioni.

Valutatore di espressioni esteso: listing completamente assemblato

```
add.  data      source code
0      10 PRT
0      20 SYM
0      30 ORG $C44R
```

C44A		40 ; EXTEND EXPRESSION EV
ALUATOR		
C44A		50 ; TO USE POKE \$AFAR WI
TH 'JMP FUNEVL'		
C44A	E08F	60 FUNEVL CPX #38F
C44C	901A	70 BCC LBL002
C44E	E098	80 CPX #398
C450	9013	90 BCC LBL001
C452	E09F	100 CPX #39F
C454	B00F	110 BCS LBL001
C456	20F1AE	120 JSR \$REF1
C459	68	130 PLA
C45A	AA	140 TAX
C45B	E098	150 CPX #398
C45D	F02F	160 BEQ DEEK
C45F	E09A	170 CPX #39A
C461	F020	180 BEQ YPOS
C463	D006	190 BNE VARPTR
C465	4CB1AF	200 LBL001 JMP \$AFB1
C468	4CD1AF	210 LBL002 JMP \$AFD1
C46B	A548	220 VARPTR LDA 72
C46D	A447	230 LDY 71
C46F	2091B3	240 LBL003 JSR \$B391
C472	A566	250 LDA \$66
C474	100A	260 BPL LBL004
C476	A0C4	270 LDY #CONST/256
C478	A99E	280 LDA #CONST-CONST/256*
	256	
C47A	208CBA	290 JSR \$B8C
C47D	206AB8	300 JSR \$B86A
C480	4C8DAD	310 LBL004 JMP \$AD8D
C483	38	320 YPOS SEC
C484	20F0FF	330 JSR \$FFF0
C487	8A	340 TXA
C488	A8	350 TAY
C489	A900	360 LDA #30
C48B	4C6FC4	370 JMP LBL003
C48E		380 ; PERFORM DEEK
C48E	20F7B7	390 DEEK JSR \$B7F7
C491	A001	400 LDY #1
C493	B114	410 LDA (\$14).Y
C495	48	420 PHA
C496	88	430 DEY
C497	B114	440 LDA (\$14).Y
C499	A8	450 TAY
C49A	68	460 PLA
C49B	4C6FC4	470 JMP LBL003

```
C49E 910000 480 CONST BYT 145.0.0.0
C4A3          490 ENI
```

TOTAL ERRORS IN FILE --- 0

```
FUNEVL          C44A
LBL001          C465
LBL002          C468
VARPTR          C46B
LBL003          C46F
LBL004          C480
YPOS            C483
DEEK            C48E
CONST           C49E
total number of symbols --- 9
```

VARPTR: note sull'uso

Se si mette fra parentesi un'espressione invece di una variabile, il risultato è privo di significato e non dovrebbe venir usato per cambiamenti in memoria. Oltre a ciò la funzione può essere usata come scorciatoia per cambiare singoli caratteri in arrays di stringhe (evitando problemi di garbage collection e complesse funzioni stringa) o semplicemente per avere un'idea più precisa di cosa accade nell'area delle variabili. Come esempio dell'uso di VARPTR, immettete A%=10 in modo diretto, poi PRINT DEEK (VARPTR(A%)+1). Questo restituirà il valore di A%.

Nel caso di stringhe, PEEK (VARPTR(A\$)) restituirà la lunghezza di A\$.
DEEK(VARPTR(A\$)+1) restituisce l'indirizzo iniziale di A\$ in memoria.

La sintassi corretta per VARPTR è:
VARPTR(<nome della variabile>)

YPOS: note sull'uso

Questa funzione è parallela a POS nel BASIC normale, compreso il fatto che la variabile fra parentesi è ignorata.

La sintassi corretta per YPOS è:
YPOS(<argomento fittizio>)

DEEK: note sull'uso

Molto simile a PEEK, eccetto che restituisce un valore a due byte. DEEK è particolarmente utile per accedere ai valori memorizzati in registri a due byte usati dal

sistema, es. DEEK(43) restituisce l'indirizzo di inizio BASIC.

La sintassi corretta per DEEK è:

DEEK(<espressione>)

Uso dell'estensore di funzioni

Come per le parole chiave del BASIC esteso, questa routine deve essere assemblata sul file macchina che avete creato per includere l'estensore del BASIC e gli altri comandi. La routine potrebbe stare da sola senza interrompere il funzionamento del sistema se fosse caricata in memoria, ma non sareste in grado di creare i token per le nuove funzioni.

Allo scopo di inserire la routine nel valutatore di funzioni esistente, la linea seguente va aggiunta al vostro programma BASIC Extender II:

```
224 DATA 173,175,76,174,175,74,175,175,196
```

L'effetto di questa linea è di piazzare nel valutatore di funzioni un salto alla nostra routine macchina in modo simile a quanto fatto per la routine di esecuzione di parole azioni.

Una volta fatta la modifica, il valutatore di funzioni può venir caricato, con gli altri comandi, dal programma BASIC Extender II.

CAPITOLO 11

NUOVE FRONTIERE

Quando iniziate a scrivere un libro di questo genere, buttate lì tutte le idee per routine che vorreste includere. Alcune si dimostrano eccessivamente estese quanto alla codifica, altre sembrano di scarso rilievo ad un'attenta considerazione. Alcune però si impongono come idee utili che non dovrebbero presentare troppe difficoltà nella loro realizzazione. Un'idea di questo genere che ci è venuta — lo ammettiamo: a notte fonda — è FAST, una routine che fa tesoro di RKILL rimuovendo i controlli che l'interprete fa per cercare gli spazi durante l'esecuzione di un programma. Il 64 fu acceso, la routine immessa ed assemblata, aggiungendo due nuove parole FAST e SLOW (la seconda si limita a ripristinare lo stato normale delle cose). La routine venne in questo modo:

FAST e SLOW: listing in linguaggio assemblatore

```
10      PRT
20      SYM
30      ORG $C057
40      WRD FAST-1.SLOW-1
45      ORG $C4A3
50      SLOW LDY #0
60      BYT $2C
70      FAST LDY #4
80      LDX #0
90      LBL000 LDA $E3AF.Y
100     STA $80.X
110     INX
120     INY
130     CPY #$B
140     BCC LBL000
150     RTS
160     END
```

END

Fu caricato il BASIC Extender e FAST venne messa in memoria.

La memoria venne pulita e fu immesso un piccolo programma che eseguiva un grosso ciclo, impiegando in totale circa 57,75 secondi. Fu eseguita RKILL sul programma, rimuovendo tutti gli spazi poi fu dato FAST in modo diretto. Dal 64 nemmeno un sospiro, la routine stava ovviamente per funzionare fin dalla prima volta — un trionfo della pianificazione e progettazione accurata dei programmi. Il ciclo venne fatto eseguire ancora, con un cronometro nelle mani tremanti.

Il risultato fu un tempo di 57,25 secondi, un miglioramento dello 0,89%!

Non tutto ciò che si può fare in codice macchina vale la pena farlo, né tutto ciò che vale la pena fare è possibile. Al termine di questo libro ci è rimasta la sensazione che ciò che abbiamo creato valesse la pena crearlo e che altre persone saranno in grado di farlo e di imparare da esso. Introducendo il programma Mastercode e le routine per le parole chiave (e comprendendoli) avrete compiuto, speriamo, un considerevole passo avanti nella comprensione del vostro 64 e del potenziale che offre per la programmazione in linguaggio macchina. Possano i vostri sforzi avere maggior successo di FAST.

APPENDICE A

GENERATORE DELLE SOMME DI CONTROLLO

Il programma che segue è quello usato per generare le tavole di controllo fornite insieme a ciascun modulo del programma Mastercode. La cifra di controllo per ogni linea è un metodo quasi a prova d'errore di indicazione della correttezza di una linea. Il programma lavora sommando i valori di tutti i byte della linea, tornando a zero ogni volta che si raggiunge 255. Un carattere scorretto o omesso provocherà un cambiamento nella somma. Per far uso delle somme di controllo, immettete questo programma nel 64 *prima* di iniziare il programma Mastercode e poi date RUN 63800 ogni volta che vorrete controllare un gruppo di linee che avete immesso, quindi confrontate il risultato con la tavola di controllo del modulo. Se c'è qualche differenza, la linea che avete immesso è diversa da quella del libro. Notate che gli spazi contano nel calcolo delle somme.

```
63800 REM CHECKSUM PROGRAM
63801 GOSUB 63810
63802 GOSUB 63840
63803 IF FL>=0 THEN 63802
63804 END
63810 DEFFN DEEK(X) = PEEK(X)+256*PEEK(X
+1)
63820 REM DATA FOR MACHINE CODE
63821 DATA ***
63822 DATA 165,252,166,253,133,020,134,0
21,032,019
63823 DATA 166,216,160,001,177,095,133,2
54,240,013
63824 DATA 200,177,095,133,252,200,177,0
95,133,253
63825 DATA 200,169,000,133,251,177,095,2
40,006,024
63826 DATA 101,251,200,208,244,096
63827 DATA -1
```

```

63830 REM PUT DATA INTO MEMORY
63831 AD = 52992
63832 RESTORE
63833 READ T$: IF T$<>"***" THEN 63833
63834 READ T : IF T>=0 THEN POKE AD,T :
AD = AD+1 : GOTO 63834
63835 DEV = 3 : IN$ = "" : INPUT "OUTPUT
DEVICE NUMBER "; DEV
63836 IF DEV=1 OR DEV>4 THEN INPUT "FILE
NAME ";IN$
63837 R$ = CHR$(13) : S$ = "*****
*****" +R$
63838 RETURN
63840 REM DO INITIALISATION
63841 FL = 0 : INPUT "FIRST LINE "; FL :
IF FL<0 THEN RETURN
63842 LL = 65536 : INPUT "LAST LINE "; L
L
63843 INPUT "MODULE NAME ";M$
63844 IF DEV=1 OR DEV>4 THEN OPEN 1,DEV,
2,IN$ : GOTO 63846
63845 OPEN 1,DEV
63846 PRINT#1,S$ R$SPC((40-LEN(M$))/2)M$
R$ R$"LINE NUMBERS"FL"TO"LL;R$S$R$
63850 REM ACTUAL PROGRAM
63851 LN = FL : C = 0 : C1 = 0
63852 POKE 252, LN-INT(LN/256)*256 : POKE
253, LN/256
63853 SYS 52992 : CS = PEEK(251) : LN =
FNDEEK(252)+1
63860 REM FORMAT OUTPUT INTO 3 COLUMNS
63861 T$ = LEFT$(STR$(LN-1)+",",6)
+LEFT$(STR$(CS)+",",7)
63862 PRINT#1,T$;
63864 C = C+1 : IF C>=3 THEN PRINT#1 : C
= 0 : C1 = C1 + 1
63865 IF C1>=20 AND DEV=3 THEN C1 = 0 :
GOSUB 63998
63866 IF LN<=LL AND PEEK(254) THEN 63852
63867 PRINT#1,R$ : CLOSE 1 : RETURN
63898 GET T$ : IF T$="" THEN 63998
63899 RETURN

```

TAVOLA DI CONTROLLO

63800	58	63801	175	63802	178
63803	186	63804	128	63810	179
63820	32	63821	33	63822	30
63823	38	63824	46	63825	31
63826	14	63827	1	63830	53
63831	130	63832	140	63833	176
63834	38	63835	214	63836	104
63837	145	63838	142	63840	131
63841	3	63842	133	63843	188
63844	118	63845	251	63846	105
63850	161	63851	13	63852	207
63853	255	63860	119	63861	189
63862	168	63864	79	63865	78
63866	206	63867	222	63898	198
63899	142				

APPENDICE B

MASTERCODE: GUIDA DELL'UTENTE

Il programma Mastercode si divide in quattro sezioni: Monitor, Disassembler, File Editor ed Assembler, tutte perfettamente compatibili fra loro. Al momento dell'inizio dell'esecuzione di Mastercode, ci sarà una notevole attesa mentre vengono generate le complesse tabelle per il Disassembler e l'Assembler. La prima sezione del programma disponibile per l'utente è il Monitor - Assembler, Disassembler e File Editor sono tutti richiamati dal Monitor come opzioni del menu.

Monitor

L'uso del Monitor è semplicissimo. Basta seguire le indicazioni date quando il programma viene fatto eseguire. Disassembler e Assembler tornano entrambi al Monitor una volta terminati i loro compiti correnti. Il Monitor è l'opzione 0 durante l'uso del File Editor.

Disassembler

Il Disassembler è in grado di fornire traduzioni in linguaggio assembler di tutte le istruzioni macchina del 6502/6510 nel formato standard stabilito dalla Mostechology (ora parte della Commodore Semiconductor Group), progettista del chip.

Per usare il Disassembler è necessario solo specificare, in esadecimale, l'indirizzo d'inizio dell'area di memoria da disassemblare. È necessaria una certa attenzione nella scelta del punto d'inizio corretto, dal momento che un indirizzo iniziale non coincidente con il primo byte di un'istruzione macchina risulterà in uno o più '???' o istruzioni tradotte erroneamente prima che il disassembler si sincronizzi con la memoria. La ricorrenza di '???' nel mezzo di un'area disassemblata di memoria indica la presenza di tabelle di dati. Le istruzioni disassemblate circondate da indicatori '???' vanno prese con cautela, poiché possono rappresentare byte casuali che somigliano a vere istruzioni macchina. Al termine di tabelle di dati si possono

verificare altri disguidi, per la stessa ragione del caso in cui si sia specificato un punto di partenza non valido. Quando si disassemblano zone successive a tabelle, è bene tentare di identificare la fine della tabella iniziando con l'indirizzo dell'ultimo '???' e facendo diversi disassemblaggi, ognuno che inizi dal byte successivo, fino a trovare un punto di partenza che generi linguaggio assembler sensato fin dal principio.

File Editor

Il file editor è semplicemente un mezzo di immettere una serie di linee numerate — non si fanno controlli se si immettano istruzioni valide del linguaggio assembler. Si possono inserire linee all'interno di file esistenti dando loro numeri appropriati. Si possono listare e cancellare blocchi di linee.

Si possono cancellare linee singole durante l'immissione battendo il numero di linea senza testo seguente (come in BASIC).

Si possono salvare file non assemblati per un successivo caricamento. Si possono fondere file da memoria esterna con file già presenti in memoria centrale, se la lunghezza totale risultante non è superiore a 255 linee — ogni linea può contenere solo una istruzione in linguaggio assembler. Si possono numerare le linee di un file da fondere con un altro già in memoria in modo che cadano all'interno del testo presente, all'inizio o alla fine o anche rimpiazzino linee già esistenti. La possibilità di 'change device' (cambio di dispositivo) permette di alterare il numero del dispositivo corrente di I/O, permettendo così di salvare file sul dispositivo 4 (stampante) o di fare copie di sicurezza su nastro per coloro che lavorano su disco. Non c'è controllo che il dispositivo di I/O corrente sia connesso o sia in grado di salvare o caricare. Possono essere aggiunti a un file dati in codice macchina dalla memoria, ma essi avranno la forma di byte e non di linguaggio assembler.

Assembler

L'assembler accetta tutti i codici mnemonici standard nel formato standard, con l'eccezione che le virgole vanno sostituite da punti. I principali, comandi disponibili per l'assembler sono:

1 — assemblaggio in memoria: il file immesso per mezzo del file editor viene tradotto in codice macchina e piazzato in memoria. Si possono unire programmi a programmi già assemblati caricando programmi in linguaggio macchina in memoria (col file editor) ed iniziando poi l'assemblaggio del secondo programma al byte successivo al termine del primo, superando così ogni problema derivante dalla limita-

zione di un file a 255 linee. Notate che variabili ed etichette del primo programma vanno ridichiarate per il secondo.

2 — assemblaggio senza introduzione in memoria: il file viene assemblato con una lista completa degli indirizzi e del loro contenuto, ma la memoria resta inalterata.

3 — listing dei soli errori: vengono stampate le sole istruzioni contenenti errori, con un'indicazione del tipo di errore.

4 — listing completo: si stampa il listing completo comprese le indicazioni di errore. Notate che se ci sono due errori sulla stessa linea, solo uno verrà indicato. Assemblaggi successivi segnaleranno gli errori rimanenti una volta corretto il primo gruppo.

L'assembler fornisce sette 'direttive' che non compaiono nel programma in linguaggio macchina, ma modificano il modo di assemblare:

1 — ORG indirizzo: Questa direttiva indica che l'istruzione successiva in linguaggio assemblatore dev'essere assemblata all'indirizzo specificato — le istruzioni seguenti proseguiranno da quell'indirizzo. Un singolo programma in linguaggio assemblatore può contenere parecchie direttive ORG indicanti sezioni di programma da piazzare in aree di memoria completamente diverse.

2 — PRT: Seguendo questa direttiva, l'output del programma assemblato passa dallo schermo alla stampante.

3 — SYM: Indica che la tavola simboli, che contiene i valori delle variabili e delle etichette, dev'essere seguente il listing.

4 — END: Questa direttiva termina l'assemblaggio — non deve essere per forza al termina di un programma. Quando è usata come ultima linea di un programma, il suo indirizzo segnala il primo byte di memoria libero che segue il programma assemblato.

5 — BYT: Permette di specificare su una sola linea una serie di valori da un byte, separati da punti. I valori verranno immessi direttamente in memoria.

6 — DBY: Simile a BYT, eccetto che il valore specificato può essere nell'intervallo dei due byte (0-65535). I due byte verranno posti in memoria col byte alto per primo. WRD è identica a DBY eccetto che viene messo per primo il byte basso. Notate che i programmi assemblati possono essere salvati come file di codice macchina via Monitor, una volta posti in memoria.

APPENDICE C

MASTERCODE:

TABELLA DELLE VARIABILI

AD	Indirizzo corrente in memoria;
AM	(Assemblaggio in memoria) flag usato nell'assembler;
BASE	Base numerica corrente per le conversioni;
CO	COntinua nel monitor / COmando nel file editor;
DEV	Indica il dispositivo per caricamento/salvataggio;
ES	Usata nel file editor per registrare le linee vuote;
EA	(End Address=indirizzo finale) usata nel monitor;
EC	(Error Count=contatore di errori) nell'assemblaggio;
EN	(Error Number=numero dell'errore) usata nell'assemblaggio per indicare il tipo di errore;
EO	(Error Only listing=listing dei soli errori) flag usato nell'assembler;
ERR	Usata per segnalare condizioni di errore;
ERR\$	Messaggi di errore per l'assembler;
EXIT	Le si assegna un valore se l'assembler incontra la direttiva END;
FALSE	Valore logico (=0);
FIS	Matrice del file principale nel file editor;
FL	Linea cui terminare il listing o da cancellare nel file editor;
FM	Numero di righe in FIS;
FNDEC	Converte cifre decimali in esadecimali ASCII;
FNHEX	Converte cifre esadecimali in decimali;
FP	(Finish Pointer=puntatore al termine) usata da list e delete nel file editor;
H	Usata in routine di conversione — H\$ convertita in decimale;
H\$	Stringa generica di ingresso e uscita per numeri esadecimali;
INS	Variabile generica usata per l'input;
LN	(Line Number=numero di linea) usata nel file editor;
PTR	Puntatore usato nell'esame delle istruzioni in linguaggio assembler;
PTR\$	Contiene l'ordine degli elementi di FIS;
OP	Tipo dell'operando: assembler e disassembler;

O\$	Stringa generica di uscita;
O1\$	Stringa generica usata durante la visualizzazione su schermo del contenuto della memoria;
O2\$	Come la precedente, usata anche nel disassembler;
O3\$	Come O1\$;
PASS	Passo corrente dell'assemblaggio in due passi;
PO	Puntatore al tipo di codice mnemonico;
Q	Variabile di ciclo usata nell'assembler;
Q1	Indirizzo iniziale della linea che viene assemblata;
Q3	Variabile di ciclo usata nell'assembler;
Q1\$	Variabile temporanea usata nel formato d'uscita dell'assembler;
RESULT	Uscita del valutatore di espressioni;
SA	(Start Address=indirizzo iniziale) usata da parecchie routine;
SE	Numero corrente di simboli durante l'assemblaggio;
SL	(Start Line=linea iniziale) usata in list e delete nel file; editor;
SM	Massimo numero di simboli nella tavola simboli;
SP	Puntatore iniziale per list e delete nel file editor;
ST	Variabile di sistema in BASIC;
ST\$	(Symbol Table=tavola simboli) usata in assembler;
SY	Usata per indicare il trasferimento della tavola simboli in assembler
T, TA, TB, T0, T1, T2, ecc.	Variabili numeriche temporanee usate in diversi moduli;
TS	Variabile stringa temporanea usata in diversi moduli;
TAS	Tabelle di decodifica per assembler/disassembler;
T1\$	Variabile temporanea usata in diversi moduli;
TERM	Risultato temporaneo nel valutatore di espressioni;
TRUE	Valore logico (=1);
X1	Variabile di ciclo usata nel caricatore esadecimale;
XY	Variabile di ciclo usata nel file editor;
XZ	Come sopra.

APPENDICE D

TABELLA DELLE SUBROUTINE DEL PROGRAMMA MASTERCODE

10000	Inizializzazione generale;
10100	Routine di controllo del monitor;
11000	Conversione decimale-esadecimale;
11100	Acquisizione di un byte dalla memoria;
11200	Ingresso dell'indirizzo finale;
11250	Ingresso del nome del file;
11850	Richiesta di continuazione;
11950	Conversione esadecimale-decimale;
12050	Ingresso dell'indirizzo iniziale;
12200	Caricamento di caratteri esadecimale in stringhe;
13000	Acquisizione di 1 byte dall'utente;
13100	Modifica della memoria;
13300	Trasferimento da memoria a schermo;
13500	Esecuzione del codice macchina;
14100	Salvataggio del codice macchina;
14300	Caricamento del codice macchina;
15300	Formato dell'operando;
15450	Formato dell'operando per l'indirizzamento in accumulatore;
15550	Formato dell'operando per l'indirizzamento implicito;
15550	Formato dell'operando per l'indirizzamento immediato;
15600	Formato dell'operando per l'indirizzamento relativo;
15700	Disassemblaggio di un'istruzione;
15800	Disassemblaggio di un'area di memoria;
19000	Inizializzazione tabelle di decodifica;
20000	Routine di controllo dell'assembler;
23020	Ricerca del numero di linea nel file;
23100	Aggiunta di una linea al file;
23300	Cancellazione di una linea dal file;

23400	Listing di una linea del file;
23500	Acquisizione dei puntatori di inizio e fine;
23600	Caricamento di un file da un dispositivo;
23700	Salvataggio di un file su un dispositivo;
23900	Rimozione degli spazi iniziali;
24000	Acquisizione del numero di linea dall'input della linea;
24200	Ingresso delle linee iniziale e finale;
24300	Inizializzazione del file;
24400	Listing delle linee;
24500	Cancellazione delle linee;
24600	Ingresso delle linee;
24700	Rinumerazione del file;
24800	Routine di controllo del file editor;
25000	Aggiunte da memoria al file;
25500	Cambiamento del numero di dispositivo;
26000	Ricerca di un simbolo fino ai due punti;
26100	Determinazione del tipo di operando usato;
26300	Valutazione del codice operativo;
26400	Routine di controllo del passo 1;
26500	Acquisizione della lunghezza dell'istruzione macchina;
26600	Calcolo della lunghezza della direttiva;
26900	Trasferimento della tavola simboli;
27000	Valutazione dell'operando;
27200	Valutazione della direttiva;
27400	Valutazione dell'operando immediato;
27500	Valutazione dell'operando relativo;
27600	Routine di controllo del passo 2;
28000	Routine assembler per gli errori;
28100	Stampa di INS\$;
28150	Ricerca di un simbolo fino a non-cifra/non-lettera;
28250	Ricerca di un'etichetta in tavola simboli;
28300	Valutazione di un'etichetta o di un numero;
28500	Valutazione di un termine;
28600	Valutazione di un'espressione;
28700	Aggiunta di un simbolo alla tavola simboli;
28850	Test per i codici operativi mnemonici.

APPENDICE E

TABELLA DELLE ROUTINE ROM RICHIAMATE

A38A	Ricava il primo indirizzo di ritorno sulla pila;
A47A	Stampa 'READY' e torna in modo diretto;
A4A4	Inserisce una linea nel file BASIC;
A533	Ricollega il file BASIC;
A613	Converte il numero di linea contenuto in 14-15 esadecimale nell'indirizzo d'inizio linea in 5F-60 esadec.;
A65E	Esegue CLR;
A7F7	Converte il valore contenuto nell'accumulatore a virgola mobile #1 in un intero senza segno;
A831	Esegue END;
A8E0	Stampa 'RETURN WITHOUT GOSUB' e torna in modo diretto;
A8E3	Stampa 'UNDEFINED STATEMENT' e torna in modo diretto;
AD8A	Acquisisce un numero in virgola mobile dal programma BASIC e lo pone nell'accumulatore v.m. #1;
AEF1	Valuta un'espressione fra parentesi;
AEFD	Controlla che il carattere seguente nel programma BASIC sia una virgola, altrimenti stampa 'SYNTAX ERROR';
AEFF	Controlla che il carattere seguente nel programma BASIC sia uguale al contenuto dell'accumulatore, altrimenti stampa 'SYNTAX ERROR';
B248	Stampa 'ILLEGAL QUANTITY' e torna al modo diretto;
B7F7	Converte l'accumulatore a virgola mobile #1 in un intero senza segno;
B391	Converte un intero senza segno contenuto in 14-15 in un numero in virgola mobile contenuto nell'accumulatore v.m. #1;
B828	Fine della routine POKE;
B86A	Somma i numeri in virgola mobile degli accumulatori v.m. #1 e #2. Il risultato va nell'accumulatore #1.;

BA8C	Copia il numero in virgola mobile indicato dall'accumulatore (byte basso) e dal registro Y (byte alto) nell'accumulatore v.m. #2;
E15F	Esegue un salvataggio da memoria su dispositivo;
E175	Esegue caricamento o verifica da dispositivo;
E1D4	Acquisisce i parametri per load e save dal programma BASIC;
FFF0	Routine KERNAL che assegna o ricava la posizione del cursore.

APPENDICE F

TABELLA DEI CARATTERI DI CONTROLLO

COME RAPPRESENTATI NEL PROGRAMMA MASTERCODE

[CDW]	–	Cursore giù
[CUP]	–	Cursore su
[CLH]	–	Pulizia dello schermo
[GRN]	–	Control +6
[BLU]	–	Control +7
[RON]	–	Reverse On
[ROF]	–	Reverse Off

Il libro apre nuovi orizzonti a tutti coloro che sono interessati alla programmazione in linguaggio macchina del Commodore 64.

La prima parte fornisce il listato completo e commentato del programma Mastercode, un potente assembler scritto in BASIC.

La seconda parte presenta una collezione di routine in codice macchina, che arricchiscono il BASIC standard della macchina con quattordici nuovi programmi.

Le descrizioni, ampie e precise, delle diverse routine costituiscono un'introduzione alle più importanti tecniche di programmazione in linguaggio macchina, danno preziosi suggerimenti per il miglior utilizzo della ROM del calcolatore.