

## L'ASSEMBLER DEL PC-1500 - (parte terza)

Finalmente in questi giorni la Radio Shack, produttrice del PC-2 (gemello americano della Sharp PC-1500), assediata dagli utilizzatori del pocket computer, ha abbassato le armi ed ha reso pubblici i codici operativi necessari per la programmazione in linguaggio macchina. La tabella completa delle istruzioni dichiarate dall'industria texana conferma quelle parziali pubblicate sui numeri 19 e 20 di MC, mentre alcuni codici integrativi verranno elencati in questo articolo.

Ovviamente i simboli mnemonici da noi attribuiti alle istruzioni sono in gran parte diversi da quelli rivelati dalla Radio Shack, ma ciò non dovrebbe costituire un grave problema; l'unica puntualizzazione da fare riguarda il nome assegnato ai registri: per coloro i quali dovessero entrare in possesso di software in linguaggio macchina di provenienza americana, pubblichiamo la seguente tabella di equivalenza:

Registri MC	Registri Radio Shack
A	A
F	T
H	XH
L	XL
B	YH
C	YL
D	UH
E	UL
HL	X
BC	Y
DE	U

### Il banco di memoria alternativo

Come già annunciato nel numero scorso, il microprocessore del PC-1500 è in grado di indirizzare fino a 128 Kbyte di memoria divisi in due banchi di 64K l'uno e selezionati dalle linee ME0 e ME1. Il banco abilitato da ME0 può contenere sia dati che programmi, mentre i 64K abilitati da ME1 sono dedicati solo ai dati. In pratica, l'area di memoria 0 è accessibile ai registri generali, al program counter ed allo stack pointer, mentre l'area di memoria 1 è accessibile solo ai registri generali.

Ovviamente il set istruzioni del microprocessore deve contenere anche i codici che permettono la manipolazione dei dati dal banco alternativo di memoria; tali codici sono istruzioni a due byte che si ottengono premendo il prefisso FD all'istruzione relativa al banco 0 di memoria. Un esempio chiarirà meglio: il codice 05 (LD A,(HL)) carica nell'accumulatore il byte contenuto nell'indirizzo puntato da HL, il

codice FD 05 LD A, #(HL) carica nell'accumulatore il byte contenuto nell'indirizzo del banco di memoria alternativo puntato da #HL. Il simbolo # sta ad indicare che ci si riferisce al registro del banco di memoria alternativo. La figura 1 riporta tutti i codici ai quali, applicando il prefisso FD, si fa riferimento ai 64K indirizzati da ME1.

```
01 03 05 07 0B 0C 0D 0E 0F 11 13 15 17 1B 1D 1E 1F
21 23 25 27 2B 2C 2D 2E 2F 49 4B 4D 4F 8C 9C A2 A3
A5 AF 59 5B 5D 5F A7 A9 AB AC AD ED 69 6B 6D 6F AE
E9 EB EF
```

Figura 1 - Codici con i quali, applicando il prefisso FD, si accede al banco alternativo di memoria.

### Nuovi codici per completare il set

**DAD** - Il contenuto della cella di memoria indirizzata da HL, BC o DE (o set alternativo) è sommato all'accumulatore in codice BCD. Il risultato è nell'accumulatore:

```
8C DAD A,(HL)
9C DAD A,(BC)
AC DAD A,(DE)
```

**DSB** - Come DAD, ma sottrae invece di sommare:

```
0C DSB A,(HL)
1C DSB A,(BC)
2C DSB A,(DE)
```

**BIT** - Il contenuto dell'accumulatore o di un dato esterno viene posto in AND con il byte contenuto nella memoria indirizzata dai registri generali. L'accumulatore non viene modificato ed il risultato è visibile solo tramite il flag Z:

```
BF BIT A, data
4D BIT (HL), data
5D BIT(BC), data
6D BIT(DE), data
ED BIT addr, data
0F BIT A, (HL)
1F BIT A, (BC)
2F BIT A, (DE)
AF BIT A, addr
```

**AM** - Il timer interno del PC-1500 viene utilizzato anche per generare degli interrupt temporizzati, ed è composto da un contatore polinomiale a 9 bit. Il contenuto dell'accumulatore viene posto nei primi 8 bit, mentre il nono viene settato o resettato rispettivamente da AM1 e AM0:

```
FD CE AM0
FD DE AM1
```

**OUT** - Il contenuto dell'accumulatore

viene inviato sul data bus esterno:  
FD CC OUT

**HLT** - La CPU viene posta in uno stato di halt e le sue funzioni possono essere ripristinate solo da un interrupt:

```
FD B1 HLT
```

```
CO C2 C4 C6 C8 CA CC CE
DO D2 D4 D6 D8 DA DC DE
EO E2 E4 E6 E8 EA EC EE
FO F2 F4 F6 F8 FA FC FE
```

Figura 2 - Istruzioni a 1 byte per chiamate dirette dalla Base Page.

**LD A,KB** - Viene caricato nell'accumulatore un byte corrispondente alla riga della tastiera nella quale è premuto un tasto (le colonne sono scandite dall'I/O PORT). Questo byte è usato per determinare una locazione nella tabella dei caratteri:

```
FD BA LD A, KB
```

**OFF** - Questa istruzione causa lo spegnimento completo del PC-1500, il quale può essere programmato da software:

```
FD 4C OFF
```

**RPU, SPU** - Viene rispettivamente resettato o settato il general purpose flip-flop PU, di cui si dispone dell'uscita sul connettore esterno:

```
E3 RPU
E1 SPU
```

**ROM1, ROM2** - Selezionando due ROM da 8K contenute negli indirizzi da 80000 a 9FFF e da A000 a BFFF. ROM1 rappresenta la ROM della stampante, ROM 2 un'eventuale espansione. Si tratta della linea del general purpose F/F PV:

```
A8 ROM2
B8 ROM1
```

**RTI** - L'esecuzione provoca un ritorno alla routine principale da una subroutine di servizio di un'interruzione:

```
8A RTI
```

**Pagina base** - Alcune subroutine indirizzate dalla pagina base possono essere richiamate incondizionatamente direttamente con istruzioni ad un byte. Ad esempio il codice F2 è equivalente ai codici CD F2. In figura 2 sono elencate le istruzioni ad 1 byte per la chiamata incondizionata dalla Base Page.

### Qualche indirizzo...

Al fine di realizzare potenti programmi in linguaggio macchina, è opportuno co-



noscere alcune locazioni di memoria che contengono importanti informazioni. Per esempio, le locazioni H7865 e H7866 contengono l'indirizzo (Hight e Low) dell'inizio del programma Basic, molto utile per scrivere routine che prescindono dalla configurazione RAM adottata. Questo è l'indirizzo che viene modificato quando si opera il comando NEW XXXX per riservare spazio ad un programma in linguaggio macchina.

In H7865 è contenuto un byte che indica la posizione del cursore sullo schermo LCD; in H7867 e H7868 è memorizzato l'indirizzo della fine del programma Basic.

### ...e qualche routine di servizio

La ROM del PC-1500 contiene numerosi utility-routine che possono dare un vali-

do apporto (sia morale che fisico) in fase di programmazione assembler. La mappa completa di memoria è molto estesa e probabilmente sarà oggetto di qualche articolo futuro.

Per ora vogliamo darvi gli indirizzi di partenza di alcune routine molto utili che potrete richiamare con la CALL (codice BE) all'interno dei vostri programmi in linguaggio macchina.

**Keyboard Scan (E243)** - Questa routine scandisce continuamente la tastiera finché non viene premuto un tasto. Il codice ASCII del tasto premuto viene salvato nell'accumulatore e la routine ritorna al programma principale. È una sorta di GET in linguaggio macchina.

**One character to LCD (ED57)** - Il codice ASCII contenuto nell'accumulatore viene

convertito e visualizzato sul display. Può essere usata insieme alla precedente per visualizzare il tasto premuto.

**Display buffer to LCD (E8CA)** - Il contenuto di tutto il buffer del display viene visualizzato.

**Power Up (E000)** - È la routine che il PC-1500 esegue ogni volta che avviene un ALL RESET, quindi tutti i puntatori di sistema vengono resettati.

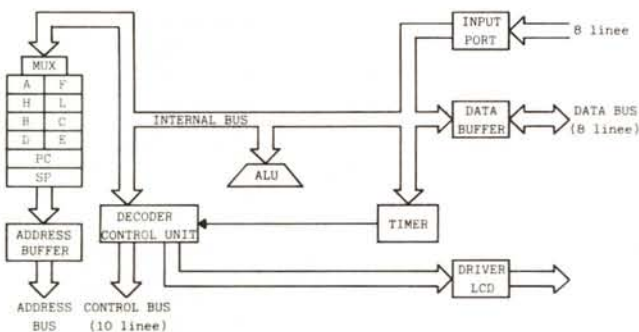
**CLEAR (D3C5)** - Azzera il contenuto delle locazioni di memoria da (HL) a (HL)+D+E. Ovviamente i valori desiderati devono essere posti nei rispettivi registri prima di richiamare la subroutine.

**CLS (EE71)** - Questa routine può anche essere richiamata direttamente dalla pagina base con l'istruzione F2 e realizza le funzioni dello statement CLS. **MC**

## DAL SERVICE MANUAL...

Nella figura pubblicata in questo riquadro è rappresentato uno schema a blocchi della CPU LH5801, un microprocessore custom realizzato con tecnologia CMOS in un flat package a 76 pin. Vediamo le caratteristiche principali di questo chip:

- Bus dati interno a 8 bit.
- 128 Kbyte direttamente indirizzabili.
- Implementazione di un registro a 6 byte oltre all'accumulatore, che permette l'uso di 3 data pointer o 6 registri a 8 bit.



- Timer a 9 bit interno.
- Tre tipi di interruzioni: non mascherabile, mascherabile, temporizzata.
- Capacità di DMA e multiprocessor.
- Input port da 8 bit.
- Controllo diretto del pannello LCD.
- Clock a 2.6 MHz, ciclo macchina 1.3 MHz.

Nel PC-1500, gli 8 bit della porta d'ingresso sono connessi alle righe della tastiera, organizzata in una matrice 8x8, mentre il tasto BREAK/ON è collegato direttamente alla linea BF1 per settare il F/F interno BF. Il reset di questo F/F, e quindi lo spegnimento della calcolatrice, è affidato all'esecuzione dell'istruzione FD 4C, già citata in questo articolo.

L'unico tipo di interruzione che viene accettata nella configurazione sul PC-1500 è quella mascherabile; infatti il piedino del NMI è connesso direttamente a massa, mentre, qualora venisse generata una richiesta d'interruzione temporizzata, viene immediatamente eseguita una RTI (Return from Timer Interrupt).

Dato l'esiguo spazio a disposizione, non è purtroppo possibile dare la piedinatura completa dell'LH5801, ma riteniamo comunque che, con l'articolo apparso sul numero scorso e quelli che seguiranno, il lettore interessato a fornire il suo PC-1500 di qualche periferica avrà in suo possesso tutte le informazioni necessarie allo scopo.

### ERRATA CORRIGE

A causa di una banale svista, uno dei codici esadecimali pubblicati sul n° 20 è risultato essere errato. Si tratta del comando DSPOFF (display off), il cui codice corretto è:

FD C0

invece di FD 4E. Ci scusiamo con i lettori per l'errore.

### ANCORA SUL RENUMBER

Il lettore Luca Ridarelli di Roma, autore del primo programma di renumber in Basic per PC-1500 pubblicato in questa rubrica, ci ha inviato una versione dello stesso in linguaggio macchina che pubblichiamo in quanto realizzato con soli 28 byte di occupazione memoria. Ricordiamo comunque che, come la prima versione, anche questa rinumerata solo le linee e non i comandi di salto: in compenso è completamente rilocabile (la potete infilare dove volete) e prescinde da qualunque configurazione di memoria del PC-1500.

A5 78 69 18  
A5 78 6A 1A  
48 00 4A 01  
15 B7 FF 8B  
0A 84 51 04  
51 55 FD DA  
44 9E 0F 9A