

Corso di Calcolatori Elettronici I

Introduzione al linguaggio assembly MC68000

Prof. Roberto Canonico



Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria Elettrica
e delle Tecnologie dell'Informazione

Assembly MC6800: formato del codice sorgente

- Nel linguaggio assembly MC68000 usato nel corso, ciascuna linea di codice sorgente è costituita da quattro campi:
 - LABEL (opzionale)
 - Stringa alfanumerica
 - Definisce un nome simbolico per il corrispondente indirizzo
 - MNEMONIC
 - Codice mnemonico associato ad un'istruzione in linguaggio macchina o ad una direttiva di assemblaggio
 - OPERANDI
 - A seconda del codice mnemonico, possono essere zero, uno o due
 - Variano a seconda dell'OPCODE e del modo di indirizzamento
 - COMMENTI
 - Testo arbitrario inserito dal programmatore
- I campi sono separati da uno o più spazi
 - A sinistra del codice mnemonico è obbligatorio (almeno) uno spazio

Convenzioni (1)

- Gli spazi bianchi tra i diversi campi fungono esclusivamente da separatori
 - Due o più spazi in sequenza equivalgono ad uno solo per l'assemblatore
 - Una linea che inizi con un asterisco (*) è una linea di commento
 - Alcune istruzioni accettano un valore costante come operando
 - Un valore costante va preceduto dal simbolo # (*indirizzamento immediato*)
 - Un valore costante può anche essere rappresentato nel codice assembly mediante una espressione costante, cioè un'espressione aritmetica in cui compaiono solo valori costanti
 - Il calcolo della espressione costante è eseguito dall'assemblatore a tempo di assemblaggio
 - L'assemblatore inserisce come operando della istruzione in linguaggio macchina il risultato della espressione
 - Esempio: `MOVE #3*2+5,D0` equivale a: `MOVE #11,D0`
 - Per default, valori numerici costanti si intendono espressi in decimale
 - Un valore numerico costante preceduto dal simbolo \$ si intende in esadecimale
 - Esempio: `MOVE.B #$20,D0` equivale a: `MOVE.B #32,D0`
 - Un valore numerico costante preceduto dal simbolo % si intende in binario
 - Esempio: `MOVE.B #%01000001,D0` equivale a: `MOVE.B #65,D0`
-

Convenzioni (2)

- Per la maggior parte dei codici mnemonici è possibile specificare l'ampiezza in bit dell'operazione effettuata mediante un suffisso
 - Suffisso .L → ampiezza in bit = 32 bit (*longword*)
 - Suffisso .W → ampiezza in bit = 16 bit (*word*)
 - Suffisso .B → ampiezza in bit = 8 bit (*byte*)
 - Per la maggior parte delle istruzioni, se in assembly non è indicato esplicitamente un suffisso, l'assemblatore assume per l'ampiezza in bit il valore di 16 bit (*word*)
 - Esempio: `MOVE D1,D0` equivale a: `MOVE.W D1,D0`
 - A meno che l'istruzione non sia vincolata a lavorare su uno specifico tipo (es. *longword*)
 - Ad esempio:
 - L'istruzione `LEA` lavora esclusivamente sul tipo *longword*
 - L'istruzione `ANDI #$FA,CCR` lavora esclusivamente su un dato *byte*
 - Per questi dettagli è opportuna la consultazione del manuale Assembly MC68000
-

Program Location Counter PLC

- E' una variabile interna dell'assemblatore
 - Ogni istruzione del programma ha associato un valore del PLC
 - Se il programma è un **codice assoluto** (*allocazione statica*), il PLC è l'indirizzo della locazione di memoria in cui l'istruzione sarà caricata dal *loader*
 - Se il programma è un **codice rilocabile**, il valore del PLC rappresenta lo spiazzamento del codice dell'istruzione rispetto ad un indirizzo base
 - Il valore del PLC può essere modificato con la direttiva "origin" (ORG)
 - Durante il processo di assemblaggio, il suo valore è incrementato della dimensione (in byte) del codice dell'istruzione corrente
 - E' possibile, all'interno di un programma, fare riferimento al suo valore corrente, mediante il simbolo "*"
-

Direttive di assemblaggio: ORG, END

- NON sono istruzioni eseguite dal processore
 - sono direttive che regolano il processo di traduzione del programma assembler in programma eseguibile
 - essendo trattate come dei codici mnemonici, occorre inserire almeno uno spazio a sinistra del nome della direttiva
 - La direttiva ORG
 - Viene usata per assegnare un valore al *Program Location Counter* (PLC), ovvero per indicare a quale indirizzo sarà posta la successiva sezione di codice o dati
 - **Esempio:** ORG \$8100
 - La direttiva END
 - Viene usata per indicare la fine del codice sorgente ed impostare l'*entry point* (prima istruzione da eseguire) del programma
 - **Esempio:** END ENTRYPOINT
-

Direttive di assemblaggio: DC, DS, EQU

- La direttiva EQU
 - Viene usata per definire nel sorgente assembler l'associazione tra un valore costante ed un identificatore specificato nel campo etichetta
 - **Esempio:** A EQU 5 associa al simbolo A il valore costante 5
 - La direttiva DS
 - Viene usato per riservare spazio di memoria per contenere una variabile (ad es. un array) la cui dimensione è specificata come operando
 - A DS.B N oppure A DS.W N oppure A DS.L N
 - Incrementa il Program Location Counter (PLC) di $N \cdot d$
dove: $d=1$ se .B, $d=2$ se .W, $d=4$ se .L
 - Il simbolo usato come etichetta è l'indirizzo iniziale dell'area di memoria
 - **Esempio:** V DS.W 10 riserva un'area di memoria di dimensione 10 word
 - La direttiva DC
 - Viene usata per inizializzare a tempo di caricamento un'area di memoria con un valore costante o una sequenza di valori costanti
 - **Esempio:** A DC.W 10,20,30
inizializza le tre word consecutive a partire da PLC con i valori 10, 20 e 30
-

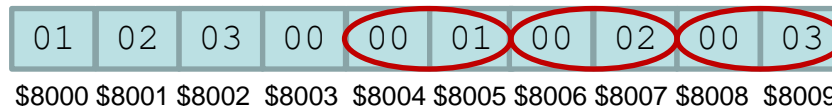
Direttiva DC con operandi multipli

- Se nel campo operandi di una direttiva DC il programmatore inserisce una sequenza di valori separati da virgole, l'assemblatore alloca per ciascuno dei valori specificati un byte, una word o una longword a seconda del suffisso specificato a fianco di DC
- L'assemblatore tratta la direttiva DC senza suffisso come DC.W
- Se il valore corrente di PLC è dispari, con DC.W e DC.L l'assemblatore incrementa preventivamente PLC di uno per ottenere dati allineati al margine di parola
- Esempi:

ORG \$8000

A DC.B 1, 2, 3

B DC.W 1, 2, 3



Direttiva DC con operandi stringa

- Se nel campo operandi di una direttiva DC il programmatore inserisce delle sequenze di caratteri tra apici, l'assemblatore sostituisce ai caratteri i rispettivi codici ASCII

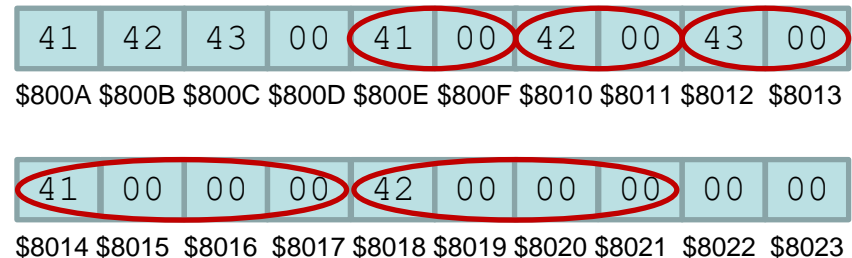
- Esempio:

```
ORG    $800A
```

```
C  DC.B  'ABC'
```

```
D  DC.W  'A', 'B', 'C'
```

```
E  DC.L  'A', 'B'
```



- Per ottenere un'area di memoria allocata con i caratteri di una stringa, un carattere per byte e con un carattere finale di codice ASCII zero (tappo), come fa il compilatore C, si scrive:

```
ORG    $800A
```

```
S  DC.B  'Hello world!', 0
```

Esempio assembly MC68000 - Moltiplicazione di due interi

* Programma per moltiplicare MCND e MPY

*

ORG \$8000

*

MULT	CLR.W	D0	D0 accumula il risultato
	MOVE.W	MPY,D1	D1 e' il contatore di ciclo
	BEQ	DONE	Se il contatore e' zero e' finito
LOOP	ADD.W	MCND,D0	Aggiunge MCND al prodotto parziale
	ADD.W	#-1,D1	Decrementa il contatore
	BNE	LOOP	e ripete il giro
DONE	MOVE.W	D0,PROD	Salva il risultato
LAST	JMP	LAST	Ciclo infinito per terminare
	ORG	\$8100	
PROD	DS.W	1	Riserva spazio di memoria per PROD
MPY	DC.W	3	Definisce il valore di MPY
MCND	DC.W	4	Definisce il valore di MCND
	END	MULT	

AsimTool: esempio di file list

PLC	contenuto	label	opcode	operands
00000000		1	*	Programma per moltiplicare MCND e MPY
00000000		2	*	
00008000		3	ORG	\$8000
00008000	4240	4	MULT	CLR.W
00008002	3239 00008102	5	MOVE.W	MPY,D1
00008008	6700 000E	6	BEQ	DONE
0000800C	D079 00008104	7	LOOP	ADD.W MCND,D0
00008012	0641 FFFF	8	ADD.W	#-1,D1
00008016	66F4	9	BNE	LOOP
00008018	33C0 00008100	10	DONE	MOVE.W D0,PROD
0000801E	4EF9 0000801E	11	LAST	JMP LAST
00008100		12	ORG	\$8100
00008100		13	PROD	DS.W 1
00008102	0003	14	MPY	DC.W 3
00008104	0004	15	MCND	DC.W 4
00008106		16	END	MULT

No errors detected

No warnings generated

Symbol Table

MULT=\$00008000

DONE=\$00008018

PROD=\$00008100

MCND=\$00008104

LOOP=\$0000800C

LAST=\$0000801E

MPY=\$00008102

Tabella dei simboli

- Durante il processo di assemblaggio, l'assemblatore mantiene nella tabella dei simboli le corrispondenze tra simboli e valori
- Un nuovo simbolo viene creato ogni volta che si assegna un'etichetta ad una istruzione o ad una direttiva DC e DS
- In questi casi, al simbolo viene associato come valore il valore corrente del Program Location Counter (PLC)

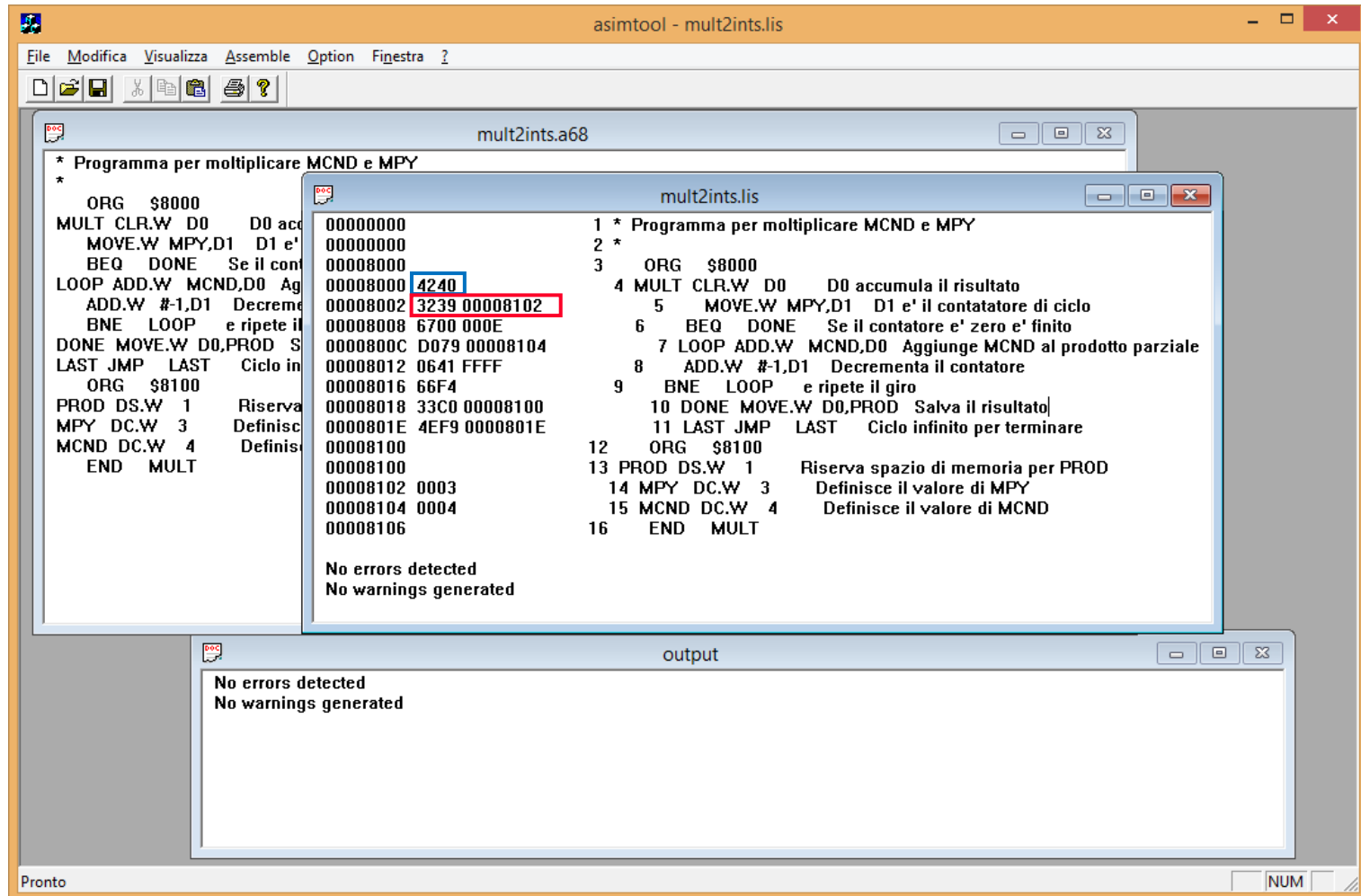
ORG \$8100
A DC.W 5 → ad A è associato il valore \$00008100

- Una direttiva EQU, invece, associa al simbolo usato come etichetta il valore specificato come operando di EQU

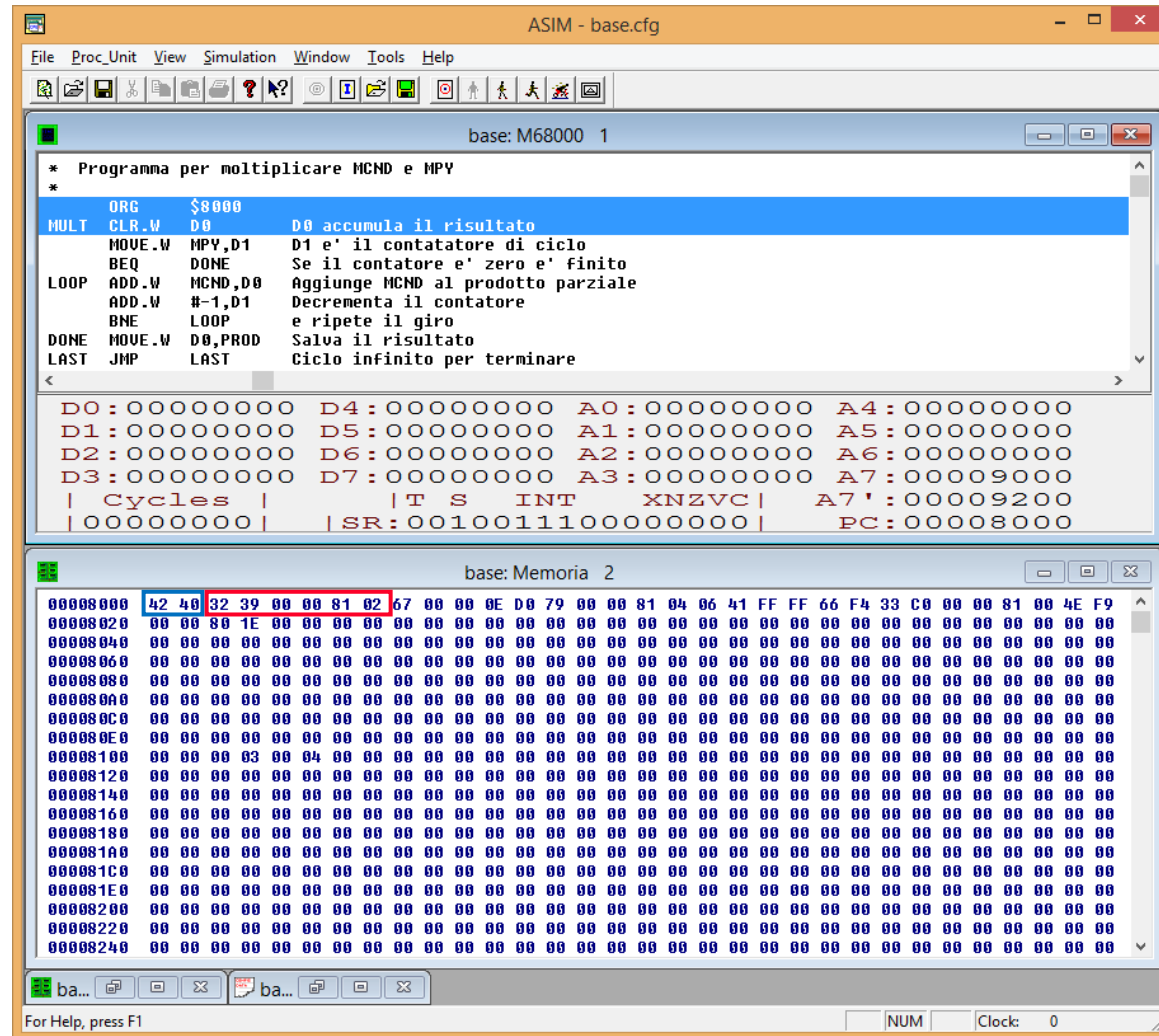
X EQU 2 → ad X è associato il valore 2

- Eventuali riferimenti in avanti sono risolti dall'assemblatore facendo una doppia scansione del codice sorgente (*assemblatori a due passi*)
-

AsimTool: text editor + assembler



ASIM: programma caricato in memoria



The screenshot displays the ASIM - base.cfg window, which is divided into two main sections: assembly code and memory dump.

Assembly Code Section:

```
* Programma per moltiplicare MCND e MPY
*
ORG $8000
MULT CLR.W D0      D0 accumula il risultato
      MOVE.W MPY,D1 D1 e' il contatore di ciclo
      BEQ     DONE  Se il contatore e' zero e' finito
LOOP  ADD.W   MCND,D0 Aggiunge MCND al prodotto parziale
      ADD.W   #-1,D1 Decrementa il contatore
      BNE     LOOP  e ripete il giro
DONE  MOVE.W  D0,PROD Salva il risultato
LAST  JMP     LAST  Ciclo infinito per terminare
```

Register and Status Section:

```
D0: 00000000 D4: 00000000 A0: 00000000 A4: 00000000
D1: 00000000 D5: 00000000 A1: 00000000 A5: 00000000
D2: 00000000 D6: 00000000 A2: 00000000 A6: 00000000
D3: 00000000 D7: 00000000 A3: 00000000 A7: 00009000
| Cycles | | T S INT XNZVC | A7': 00009200
| 00000000 | | SR: 0010011100000000 | PC: 00008000
```

Memory Dump Section:

The memory dump shows the contents of memory starting from address 00008000. The first few lines are highlighted in red, indicating the loaded program code:

```
00008000 42 40 32 39 00 00 81 02 67 00 00 0E D0 79 00 00 81 04 06 41 FF FF 66 F4 33 C0 00 00 81 00 4E F9
00008020 00 00 80 1E 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008040 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008060 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008080 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000080A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000080C0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000080E0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008100 00 00 00 03 04 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008120 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008140 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008160 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008180 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000081A0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000081C0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
000081E0 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008200 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008220 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
00008240 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00
```

The status bar at the bottom indicates "For Help, press F1", "NUM", and "Clock: 0".