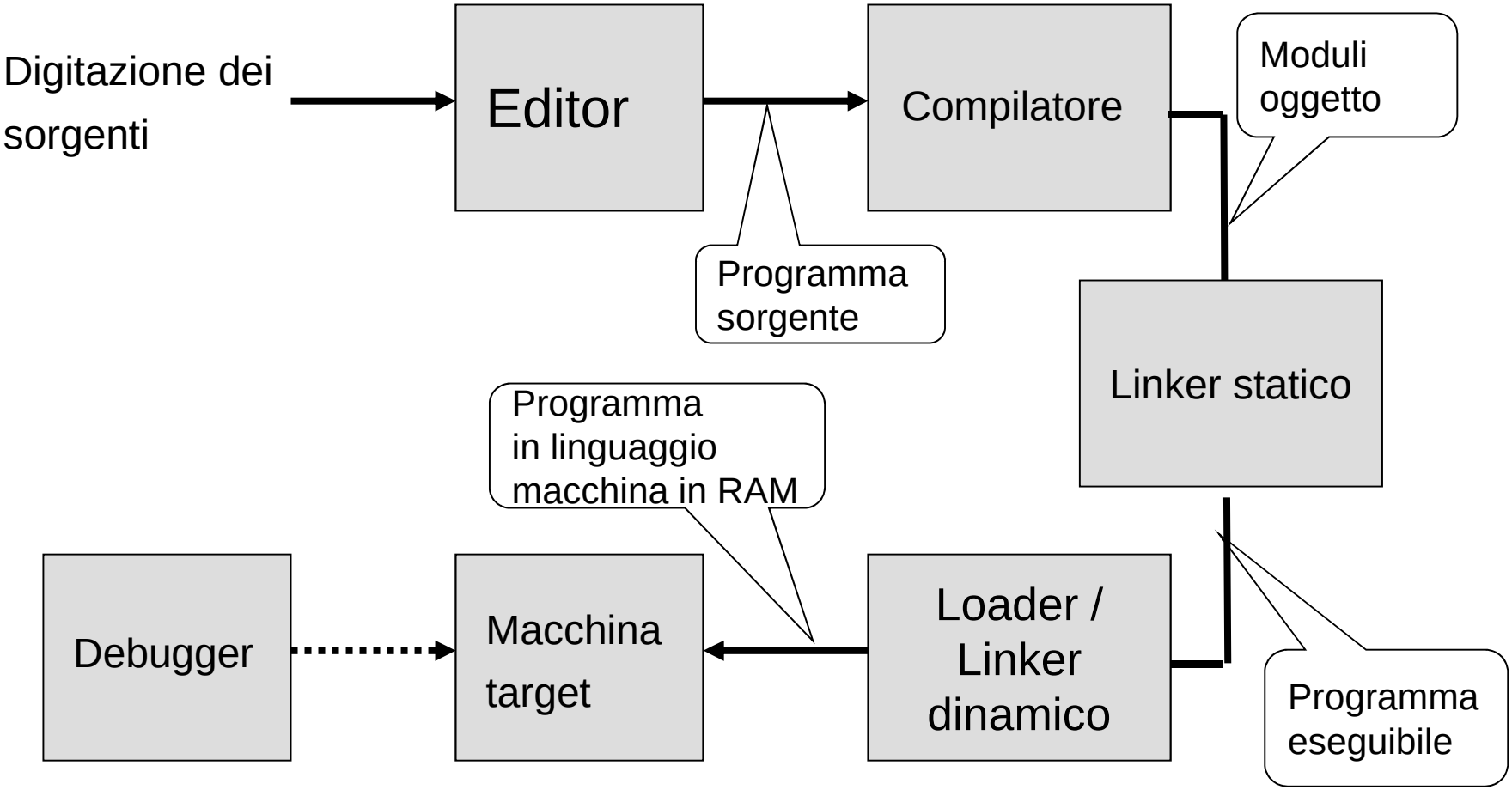
Corso di Calcolatori Elettronici I

Introduzione al linguaggio assembly

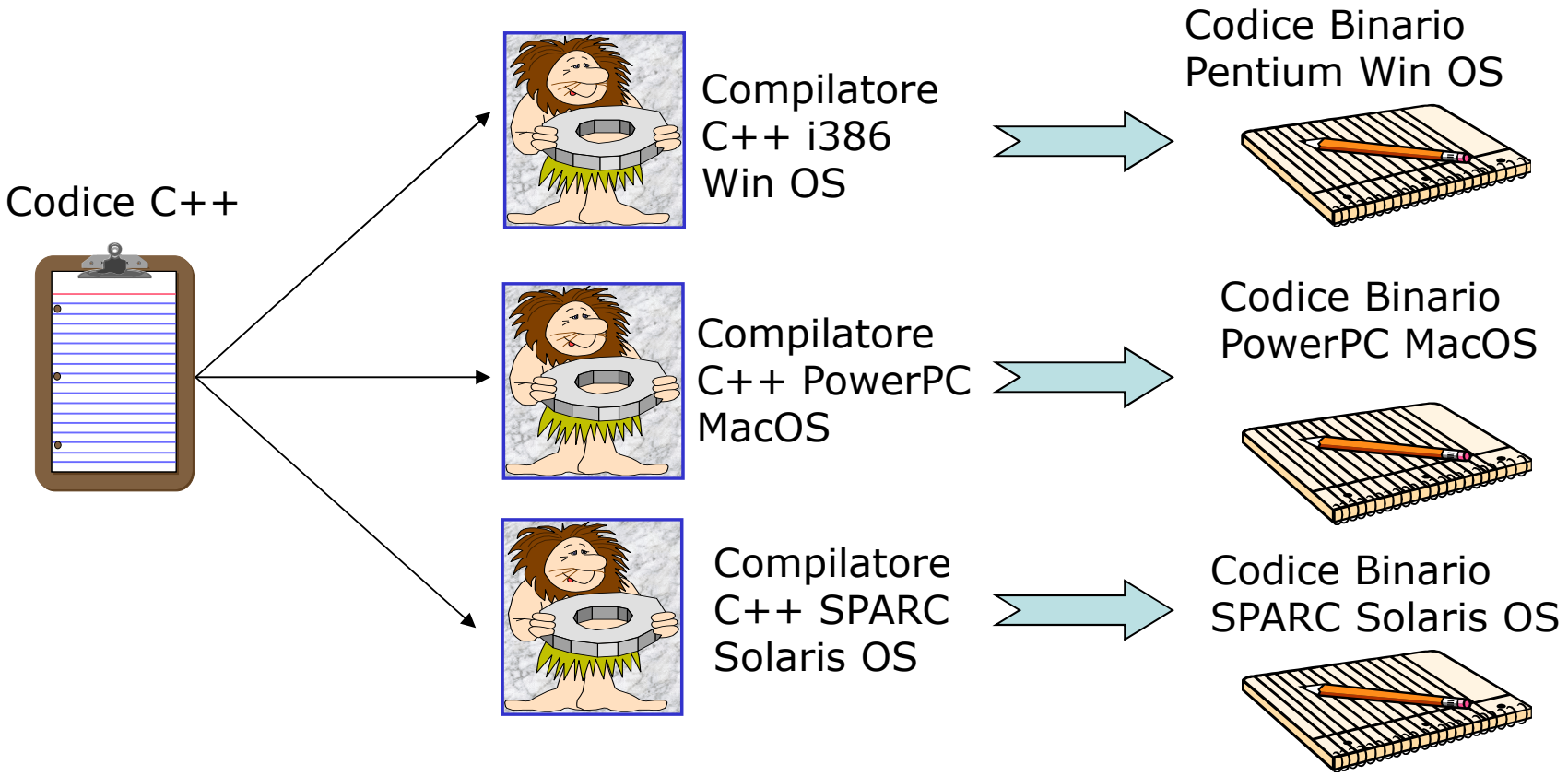
Prof. Roberto Canonico

Università degli Studi di Napoli Federico II
Dipartimento di Ingegneria Elettrica
e delle Tecnologie dell'Informazione
Corso di Laurea in Ingegneria Informatica
Corso di Laurea in Ingegneria dell'Automazione

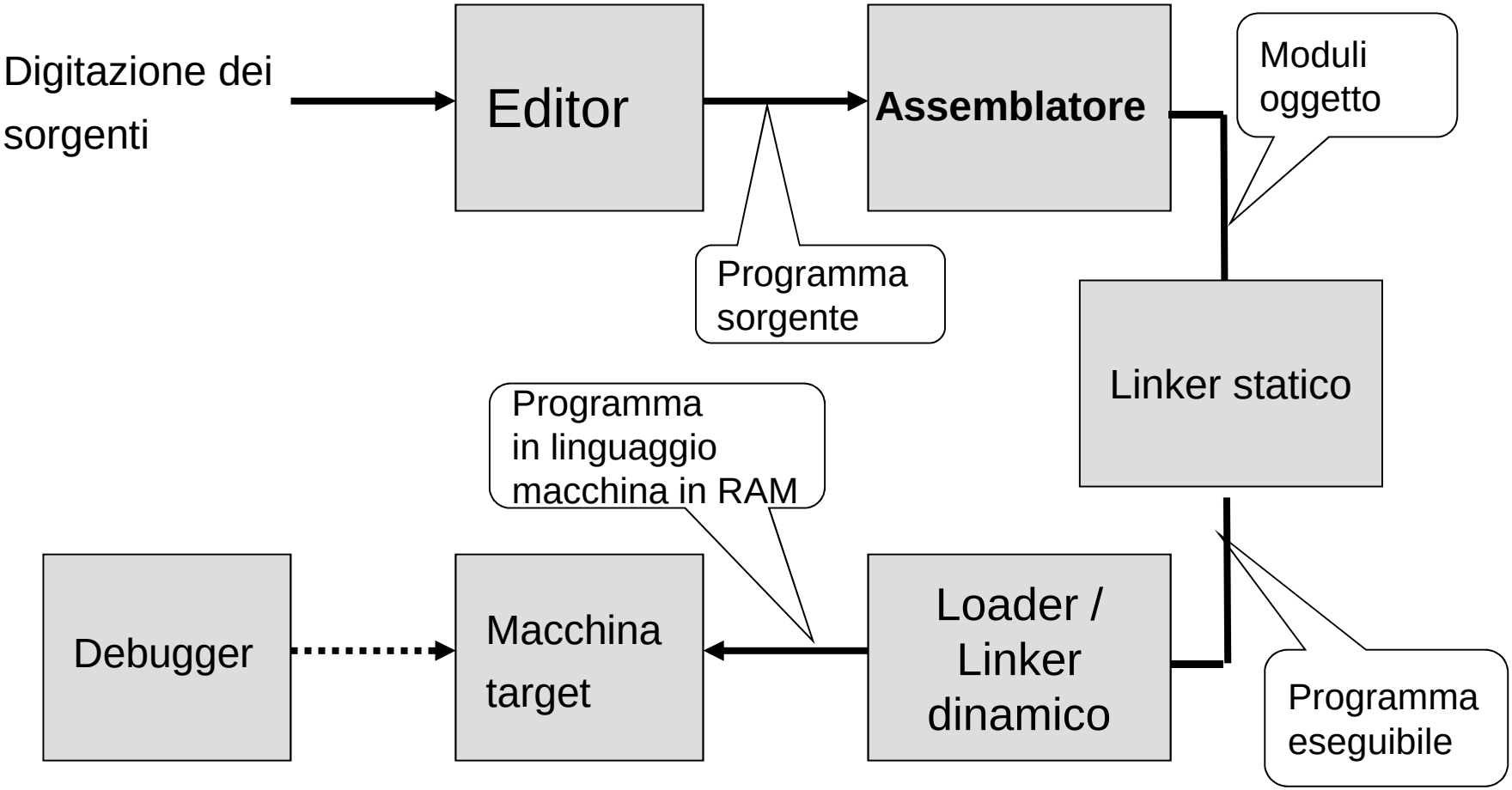
Ciclo di sviluppo/esecuzione per programmi in linguaggio di alto livello



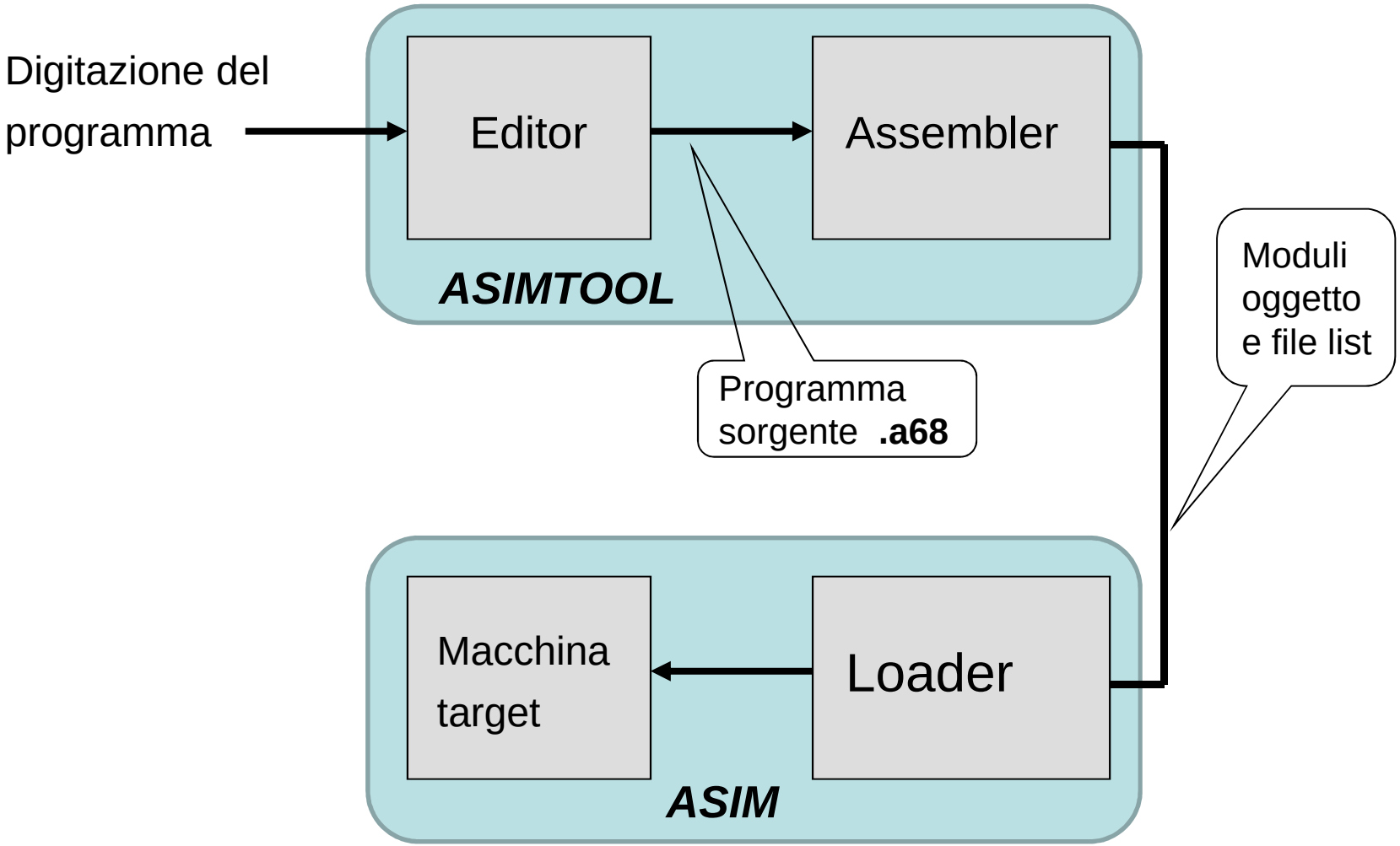
Linguaggi e dipendenza dalla piattaforma di esecuzione



Ciclo di sviluppo/esecuzione per programmi in linguaggio assembly



Ciclo di sviluppo semplificato di programmi assembly MC68000 nel sistema didattico ASIM



Assembly: formato del codice sorgente

- Una linea di codice sorgente assembly è costituita da 4 campi:
  - LABEL
    - Stringa alfanumerica
    - Definisce un nome simbolico per il corrispondente indirizzo
  - OPCODE
    - Codice mnemonico o pseudo-operatore
    - Determina la generazione di un'istruzione in linguaggio macchina o la modifica del valore corrente del Program Location Counter
  - OPERANDS
    - Oggetti dell'azione specificata dall'OPCODE
    - Variano a seconda dell'OPCODE e del modo di indirizzamento
  - COMMENTS
    - Testo arbitrario inserito dal programmatore

Assembly: caratteristiche generali

- Di regola, una linea di codice assembly corrisponde ad una istruzione l/m
- Eccezioni:
  - Macro: 1 linea assembler $\rightarrow$ n istruzioni l/m
  - Pseudo istruzioni: 1 linea assembler $\rightarrow$ 0 istr. l/m
- Variabili interamente gestite dal programmatore
  - Allocazione: memoria o registri CPU
  - No dichiarazione

Esempio – Assembly X86 a 32 bit

```
DES_std_crypt:
        movl 4(%esp),%edx
        pushl %ebx
        movl DES_count,%ecx
        xorl %ebx,%ebx
        movq (%edx),K1
        movq 32(%edx),K2
        movq K1,tmp1
        movq 8(%edx),K3
        movq 16(%edx),K4
        DES_copy(24, 40)
        …
        DES_copy(112, 120)
        movq DES_IV,R
        xorl %edx,%edx
        movq DES_IV+8,L
DES_loop:
        …
```

Esempio – Assembly Alpha

```
DES_std_crypt:
        ldgp $29,0($27)
DES_std_crypt..ng:
        subq $30,56,$30
        lda tmp1,DES_IV
        lda tmp2,DES_count
        lda SPE,DES_SPE_F
        ldq R,0(tmp1)
        ldq L,8(tmp1)
        ldq count,0(tmp2)
        ldq K1,0(kp)
        ldq K2,8(kp)
        ldq K3,16(kp)
        ldq K4,24(kp)
        xor K1,R,D
        ldq K5,32(kp)
        ldq K6,40(kp)
        ldq K7,48(kp)
        …
        ldq K8,56(kp)
        stq K9,0($30)
        stq K10,8($30)
        stq K11,16($30)
        stq K12,24($30)
        stq K13,32($30)
        stq K14,40($30)
        stq K15,48($30)
        ldq K9,64(kp)
        ldq K10,72(kp)
        ldq K11,80(kp)
        ldq K12,88(kp)
        ldq K13,96(kp)
        ldq K14,104(kp)
        ldq K15,112(kp)
        ldq K16,120(kp)
DES_loop:
        DES_2_ROUNDS(K2,K3)
        …
```

Esempio – Assembly SPARC

```
DES_std_crypt:
        …
        save %sp,-120,%sp
        st %i7,[%fp-24]
        sethi %hi(DES_SPE_L),SPE_L_0
        sethi %hi(DES_SPE_L+0x400),SPE_L_4
        add SPE_L_0,0x808,SPE_H_0
        …
        ldd [kp],Dl
        ldd [SPE_L_4+0xC08],Rl
        …
        ld  [SPE_L_4+0xC18],count
DES_loop:
        DES_2_ROUNDS(kp)
        …
        std Rl,[out]
        std Ll,[out+8]
        ret
        restore
        …
```

Linguaggi Assembly

- Per una data macchina, esiste sempre almeno il linguaggio assembly definito dal costruttore
- In aggiunta, possono esistere linguaggi assembly forniti da terze parti
- Quando si definisce un linguaggio assembly
  - Si ha libertà di scelta per quanto riguarda:
    - Gli ***mnemonics***
    - Il formato delle linee del sorgente
    - I formati per specificare modi di indirizzamento, varianti delle istruzioni, costanti, label, pseudo-operatori, etc.
  - Non si ha libertà di scelta per quanto riguarda:
    - L'effetto finale di ogni singola istruzione macchina

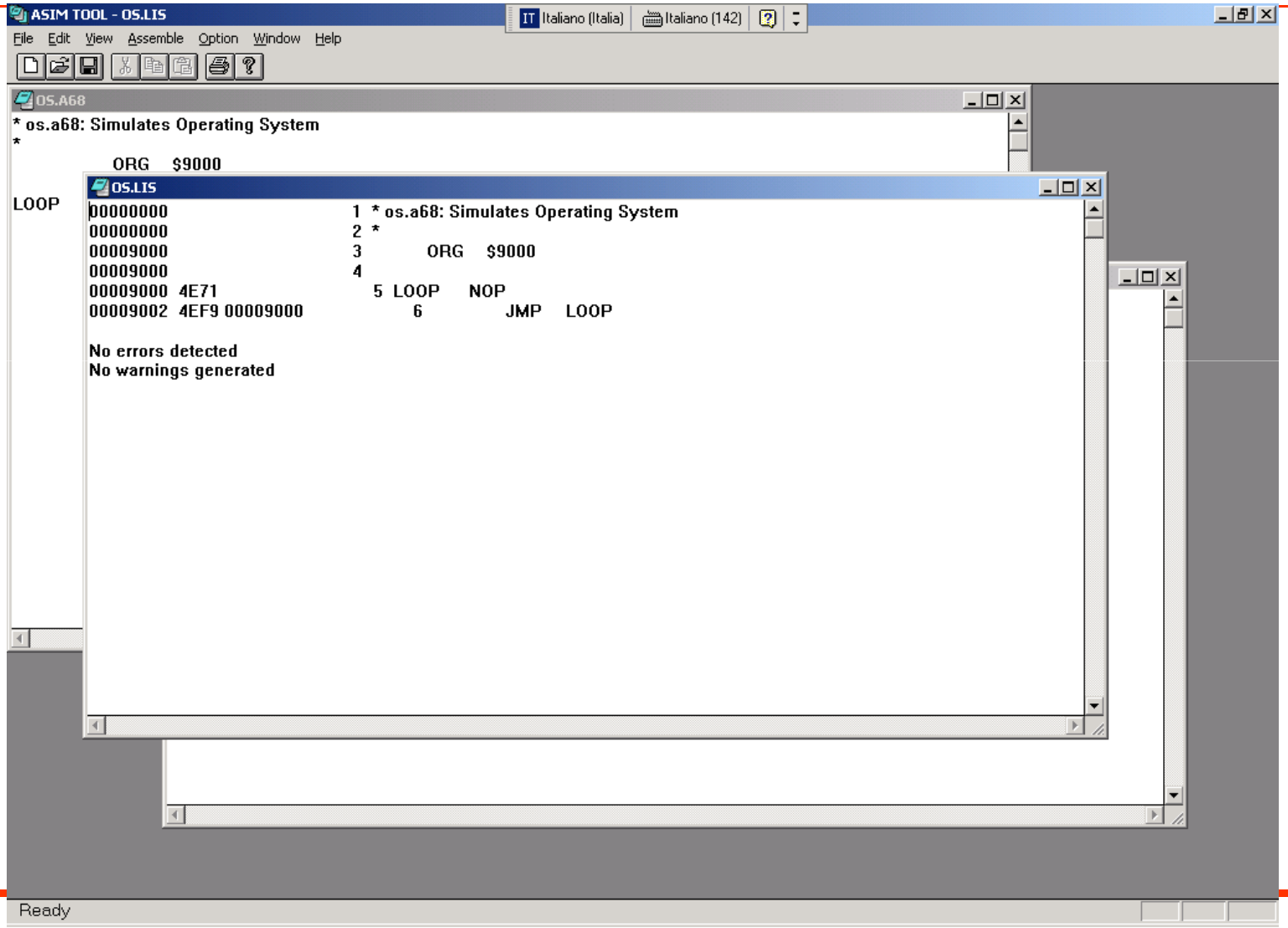
Convenzioni

- Gli spazi bianchi tra i diversi campi fungono esclusivamente da separatori (vengono ignorati dall'assemblatore)
- Una linea che inizi con un asterisco (*) è una linea di commento
- Nelle espressioni assembly, gli argomenti di tipo numerico si intendono espressi
  - In notazione decimale, se non diversamente specificato
  - In notazione esadecimale, se preceduti dal simbolo "$"
  - In notazione binaria, se preceduti dal simbolo "%"
- Nell'indicazione degli operandi, il simbolo "#" denota un *indirizzamento immediato:* il valore dell'operando è una costante il cui valore fa parte integrante del codice della istruzione

Program Location Counter PLC

- E’ una variabile interna dell’assemblatore
- Punta alla locazione di memoria in cui andrà caricata – a run time – l’istruzione assemblata
- Viene inizializzato dalla direttiva di assemblaggio ORG
- Durante il processo di assemblaggio, il suo valore è aggiornato sia in funzione degli operatori, sia in funzione degli pseudo-operatori
- E’ possibile, all’interno di un programma, fare riferimento al suo valore corrente, mediante il simbolo “*”
- Se una istruzione ha associata una etichetta (label), essa prende il valore del PLC associato all’istruzione
- NOTA: non confondere
  - PLC (variabile interna dell’assemblatore, opera a tempo di assemblaggio)
  - con PC (registro della CPU, opera a tempo di esecuzione)

AsimTool


ASIM TOOL - OS.LIS
Italiano (Italia)
Italiano (142)
File Edit View Assemble Option Window Help
OS.A68
* os.a68: Simulates Operating System
*
ORG $9000
LOOP
OS.LIS
00000000 1 * os.a68: Simulates Operating System
00000000 2 *
00009000 3 ORG $9000
00009000 4
00009000 4E71 5 LOOP NOP
00009002 4EF9 00009000 6 JMP LOOP
No errors detected
No warnings generated
Ready

AsimTool: esempio di file list

```
PLC      contenuto          label          opcode   operands   comments
00000000                      1  * Somma i primi 17 interi
00000000                      2  *
00008000                      3            ORG      $8000
00008000  4279 00008032       4  START     CLR.W    SUM
00008006  3039 00008034       5            MOVE.W   ICNT,D0
0000800C  33C0 00008030       6  ALOOP     MOVE.W   D0,CNT
00008012  D079 00008032       7            ADD.W    SUM,D0
00008018  33C0 00008032       8            MOVE.W   D0,SUM
0000801E  3039 00008030       9            MOVE.W   CNT,D0
00008024  0640 FFFF          10            ADD.W    #-1,D0
00008028  66E2               11            BNE      ALOOP
0000802A  4EF9 00008008      12            JMP      SYSA
00008030  =00008008          13  SYSA      EQU      $8008
00008030                     14  CNT       DS.W     1
00008032                     15  SUM       DS.W     1
00008034  =00000011          16  IVAL      EQU      17
00008034                     17  ICNT      DC.W     IVAL
00008036                     18            END      START
```

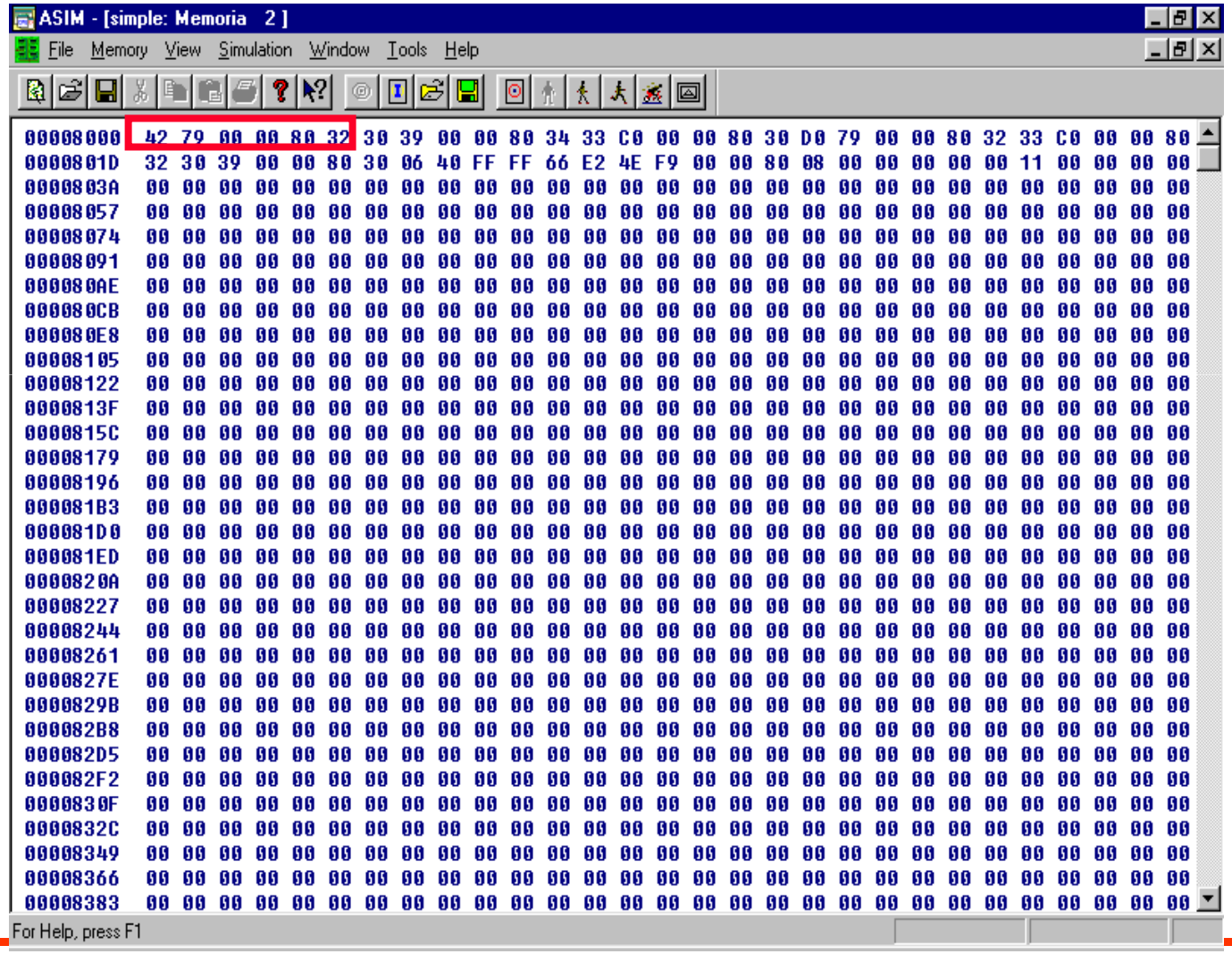
Symbol Table

ALOOP	800C	CNT	8030	IVAL	0011
START	8000	SUM	8032	ICNT	8034

Processo di assemblaggio

- Il programma assemblatore opera una doppia scansione del file sorgente (assemblaggio a due passi)
- Nella prima scansione, l'assemblatore determina il formato della istruzione in l/m ed inserisce in un'apposita struttura dati (*symbol table*) una *entry* che fa corrispondere a ciascun simbolo il corrispondente valore
  - Un simbolo può essere definito
    - come una label associata ad una istruzione (ed il valore è quello corrente del PLC) oppure
    - attraverso la direttiva di assemblaggio EQU (vedi dopo)
- Nella seconda scansione, l'assemblatore completa l'operazione di traduzione delle istruzioni in l/m sostituendo ai simboli i corrispondenti valore determinati nella prima scansione
  - In questo modo sono gestiti i cosiddetti "riferimenti in avanti", ovvero occorrenze nel campo operandi di una istruzione di simboli definiti in istruzioni successive del codice sorgente
  - Se un simbolo non ha un valore corrispondente nella *symbol table*, l'assemblatore darà un errore "undefined symbol"

ASIM: programma caricato in memoria



Direttive di assemblaggio

- NON sono istruzioni eseguite dal processore
  - sono indicazioni fornite al programma assemblatore e che regolano il processo di traduzione del programma assembler in programma eseguibile
    - Ad esempio, utilizzate per indicare dove dovranno essere allocati in memoria centrale i dati
- Lo pseudo-operatore ORG
  - Viene usato per inizializzare il Program Location Counter (PLC), ovvero per indicare a quale indirizzo sarà posta la successiva sezione di codice o dati
  - **Esempio:** ORG $8100
- Lo pseudo-operatore END
  - Viene usato per terminare il processo di assemblaggio ed impostare l'entry point (prima istruzione da eseguire) nel programma
  - **Esempio:** END TARGETLAB

Direttive di assemblaggio (2)

- Lo pseudo-operatore DS
  - Viene usato per incrementare il Program Location Counter (PLC), in modo da riservare spazio di memoria per una variabile
  - **Esempio:** LABEL DS.W NUMSKIPS
- Lo pseudo-operatore DC
  - Viene usato per inizializzare il valore di una variabile
  - **Esempio:** LABEL DC.W VALUE
- Lo pseudo-operatore EQU
  - Viene usato per definire una costante usata nel sorgente assembler
  - **Esempio:** LABEL EQU VALUE

Etichette (label)

- Sono stringhe di testo arbitrarie (opzionali) anteposte ad una istruzione o ad un dato all'interno del programma assembler
- Servono a riferirsi al particolare indirizzo che contiene quella istruzione o dato
  - usati per gestire i salti
  - usati per gestire variabili (manipolate nel programma assembler attraverso le loro etichette in maniera simile alle variabili di un linguaggio di programmazione di alto livello)
- Ad esempio:
  - ALOOP è un'etichetta usata per riferisti all'istruzione MOVE, SUM è una etichetta usata per gestire una variabile, mentre IVAL è una costante

```
ALOOP    MOVE.W      D0,CNT
         ADD.W       SUM,D0
   …   …  …   …
SUM      DS.W        1
IVAL     EQU         17
   … … … … … …
```