STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **In prima battuta, la struttura di un programma C è definita nel modo seguente:**

```
<programma> ::=
  {<unità-di-traduzione>}
  <main>
  {<unità-di-traduzione>}
```

  - *Intuitivamente un programma in C è definito da tre parti:*
    - *una o più unita' di traduzione,*
    - *il programma vero e proprio (main)*
    - *una o più unita' di traduzione*

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **La parte <main> è l'unica *obbligatoria*, ed è definita come segue:**

```
<main> ::=
  <tipo> main()
  {[<dichiarazioni-e-definizioni>]
   [<sequenza-istruzioni>]
  }
```

  - *Intuitivamente il main e' definito dalla parola chiave* **`main()`** *e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo*
    - *le dichiarazioni e definizioni*
    - *una sequenza di istruzioni*

} *opzionali* **`[ ]`**

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **La parte <main> è l'unica *obbligatoria*, ed è definita come segue:**

```
<main> ::=
  <tipo> main()
  {[<dichiarazioni-e-definizioni>]
   [<sequenza-istruzioni>]
  }
```

  - *Intuitivamente il main e' definito dalla parola chiave* **`main()`** *e racchiuso tra parentesi graffe al cui interno troviamo*
    - *le dichiarazioni e definizioni*
    - *una sequenza di istruzioni*

} *opzionali* **`[ ]`**

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **`<dichiarazioni-e-definizioni>`**

  introducono i nomi di costanti,
  variabili, tipi definiti dall'utente

- **`<sequenza-istruzioni>`**

  sequenza di frasi del linguaggio
  ognuna delle quali è un'istruzione

Il `main()` è *una particolare unità di traduzione* (una *funzione*).

STRUTTURA DI UN PROGRAMMA C

- **set di caratteri** ammessi in un programma

  dipende dall'implementazione; solitamente ASCII + estensioni

- **identificatori**

  sequenze di caratteri tali che

  ```
  <Identificatore> ::=
    <Lettera> {<Lettera> |<Cifra> }
  ```

  – *Intuitivamente un identificatore e' una sequenza (di lunghezza maggiore o uguale a 1) di lettere e cifre che inizia obbligatoriamente con una lettera.*

COMMENTI

- **commenti**

  sequenze di caratteri racchiuse fra i delimitatori `/*` e `*/`

- `<Commento> ::= /* <frase> */`
  `<frase> ::= {<parola> }`
  `<parola> ::= {<carattere> }`

- i commenti non possono essere innestati.

VARIABILI

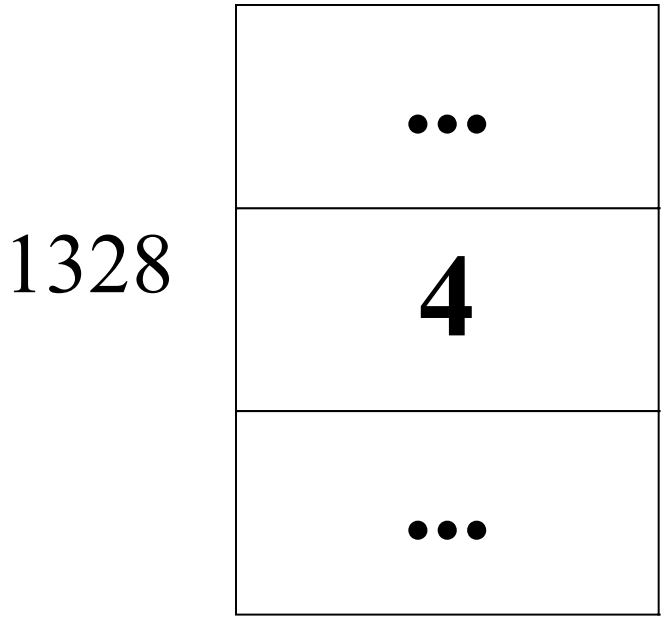
- **Una *variabile* è un'astrazione della *cella di memoria.***
- **Formalmente, è un simbolo *associato a un indirizzo fisico (L-value)...***

simbolo	*indirizzo*
x	1328

Perciò, l' **L-value** di x è 1328 **(fisso e immutabile!)**.

VARIABILI

… che *denota un valore (R-value).*



..e l' **R-value** di x è ***attualmente*** 4 (può cambiare).

DEFINIZIONE DI VARIABILE

- **Una variabile utilizzata in un programma deve essere definita.**

- **La definizione è composta da**
  - **il nome della variabile (identificatore)**
  - **il *tipo* dei valori (R-value) che possono essere denotati alla variabile**

DEFINIZIONE DI VARIABILE: ESEMPI

Definizione di una variabile:

```
<tipo> <identificatore>;
```

```
int x;      /* x deve denotare un valore intero */

float y;    /* y deve denotare un valore reale */

char ch;    /* ch deve denotare un carattere */
```

INIZIALIZZAZIONE DI UNA VARIABILE

- **Contestualmente alla *definizione* è possibile *specificare un valore iniziale* per una variabile**
- **Inizializzazione di una variabile:**

```
<tipo> <identificatore> = <espr> ;
```

- **Esempio**

```
int x = 32;

double speed = 124.6;
```

VARIABILI ed ESPRESSIONI

Una variabile

- **può comparire in una espressione**
- **può assumere un valore dato dalla valutazione di un'espressione**

```
double speed = 124.6;
double time = 71.6;
double km = speed * time;
```

ESEMPIO: Un semplice programma

Problema:

"Data una temperatura espressa in gradi Celsius, calcolare il corrispondente valore espresso in gradi Fahrenheit"

Approccio:

- **si parte dal problema e dalle proprietà note *sul* dominio dei dati**

ESEMPIO: Un semplice programma

Specifica della soluzione:

$$c * 9/5 = f - 32$$

oppure

$$c = (f - 32) * 5/9$$

$$f = 32 + c * 9/5$$

ESEMPIO: Un semplice programma

L'Algoritmo corrispondente:

- Dato **c**
- calcolare **f** sfruttando la relazione

$$f = 32 + c * 9/5$$

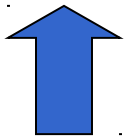
<u>solo a questo punto</u>

- **si *codifica* l'algoritmo nel linguaggio scelto.**

ESEMPIO: Un semplice programma

```
int main(){
    float c = 18;/* Celsius */
    float f = 32 + c * 9/5.0;

    return 0;
}
```



NOTA: per ora abbiamo a disposizione solo il modo per inizializzare le variabili. Mancano, ad esempio, la possibilità di modificare una variabile, costrutti per l'input output ….

CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

- **campo d'azione (scope)**: è la parte di programma in cui la variabile è nota e può essere manipolata
  - in C, Pascal: determinabile *staticamente*
  - in LISP: determinabile *dinamicamente*

- **tipo**: specifica la *classe di valori* che la variabile può assumere (e quindi gli operatori applicabili)

CARATTERISTICHE DELLE VARIABILI

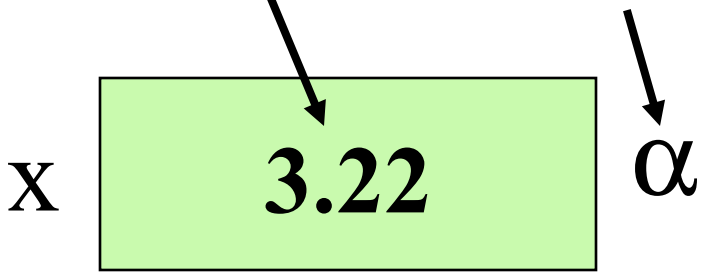
- **tempo di vita:** è l'intervallo di tempo in cui rimane valida l'associazione simbolo/indirizzo fisico (L-VALUE)
  - in FORTRAN: allocazione *statica*
  - in C, Pascal: allocazione *dinamica*

- **valore**: è rappresentato (secondo la codifica adottata) nell'area di memoria associata alla variabile

VARIABILI NEI LINGUAGGI IMPERATIVI

Una *variabile* in un linguaggio imperativo

- ***non è solo un sinonimo per un dato*** come in matematica
- **è un'astrazione della cella di memoria**
- **associata a due diverse informazioni:**
  - **il contenuto (R-value)**
  - **l'indirizzo a cui si trova (L-value)**



ESPRESSIONI CON EFFETTI COLLATERALI

- Le espressioni che contengono variabili, *oltre a denotare un valore*, possono a volte comportare *effetti collaterali* sulle variabili coinvolte.

- Un *effetto collaterale* è una modifica del valore della variabile (R-value) causato da *particolari operatori:*
  - operatore di *assegnamento*
  - operatori di *incremento e decremento*

ASSEGNAMENTO

- **Ad una variabile può essere assegnato un valore nel corso del programma e non solo all'atto della inizializzazione.**

- **Assegnamento di una variabile: SINTASSI**

```
<identificatore> = <espr> ;
```

- **L'assegnamento e' l'astrazione della modifica distruttiva del contenuto della cella di memoria denotata dalla variabile.**

```
int x = 32;
…
x = 5;
```

x 32

x ~~32~~ 5

ASSEGNAMENTO

- L'assegnamento è un *particolare tipo di espressione*
  - come tale *denota comunque un valore*!!

  con un effetto collaterale: quello di *cambiare il valore della variabile.*

- Esempi di *espressioni di assegnamento*:

```
j = 0                    k = j + 1
```

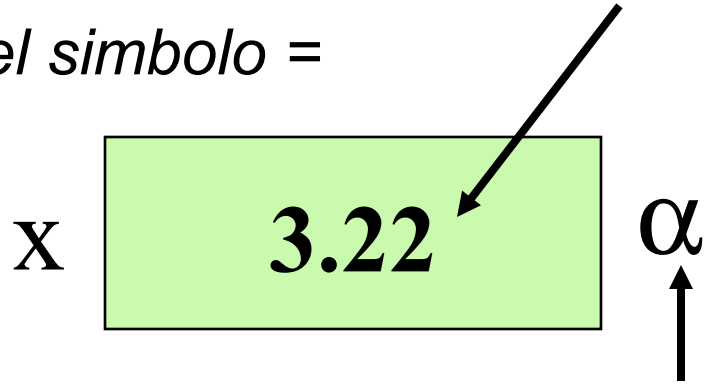
- Se k valeva 2, l'espressione `k = j + 1`
  - denota il valore 1 (risultato della valutazione dell'espressione)
  - *e cambia il valore di k,* che d'ora in poi vale 1 (non più 2)

L'assegnamento è distruttivo

ASSEGNAMENTO

Una variabile in una espressione di assegnamento:

- è interpretata come il suo R-value, *se compare <u>a destra</u> del simbolo* =



- **è intepretata come il suo L-value, *se compare <u>a sinistra</u> del simbolo* =**

ASSEGNAMENTO

Se x valeva 2, l'espressione

$$x = x + 1$$

- denota il valore 3
- *e cambia in 3 il valore di x*
  - il simbolo x **a destra** dell'operatore = denota *il valore attuale (R-value) di x*, cioè 2
  - il simbolo x **a sinistra** dell'operatore = denota *la cella di memoria associata a x (L-value)*, a cui viene assegnato il valore dell'espressione di destra (3)
  - l'espressione nel suo complesso denota il valore della variabile dopo la modifica, cioè 3.

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

  A = 0 **B = 4**

  e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

  `A = 0` `B = 4`

  e vogliamo scambiare i loro valori.

- Come fare ?

  `A = B` `B = A`

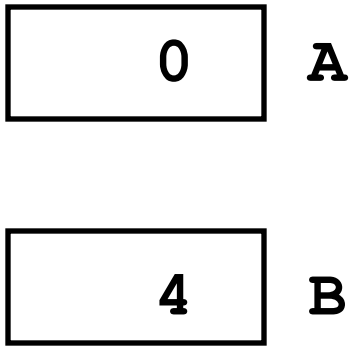
- E' corretto ?

ASSEGNAMENTO

- Supponiamo di avere due variabili.

  `A = 0` `B = 4`

  e vogliamo scambiare i loro valori.



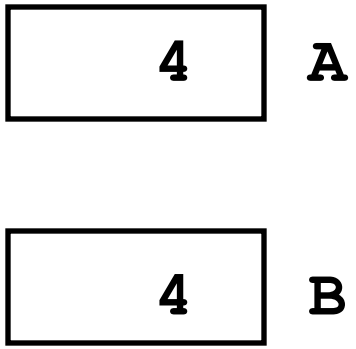
- Come fare ?

```
A = B        B = A
```

- E' corretto ?

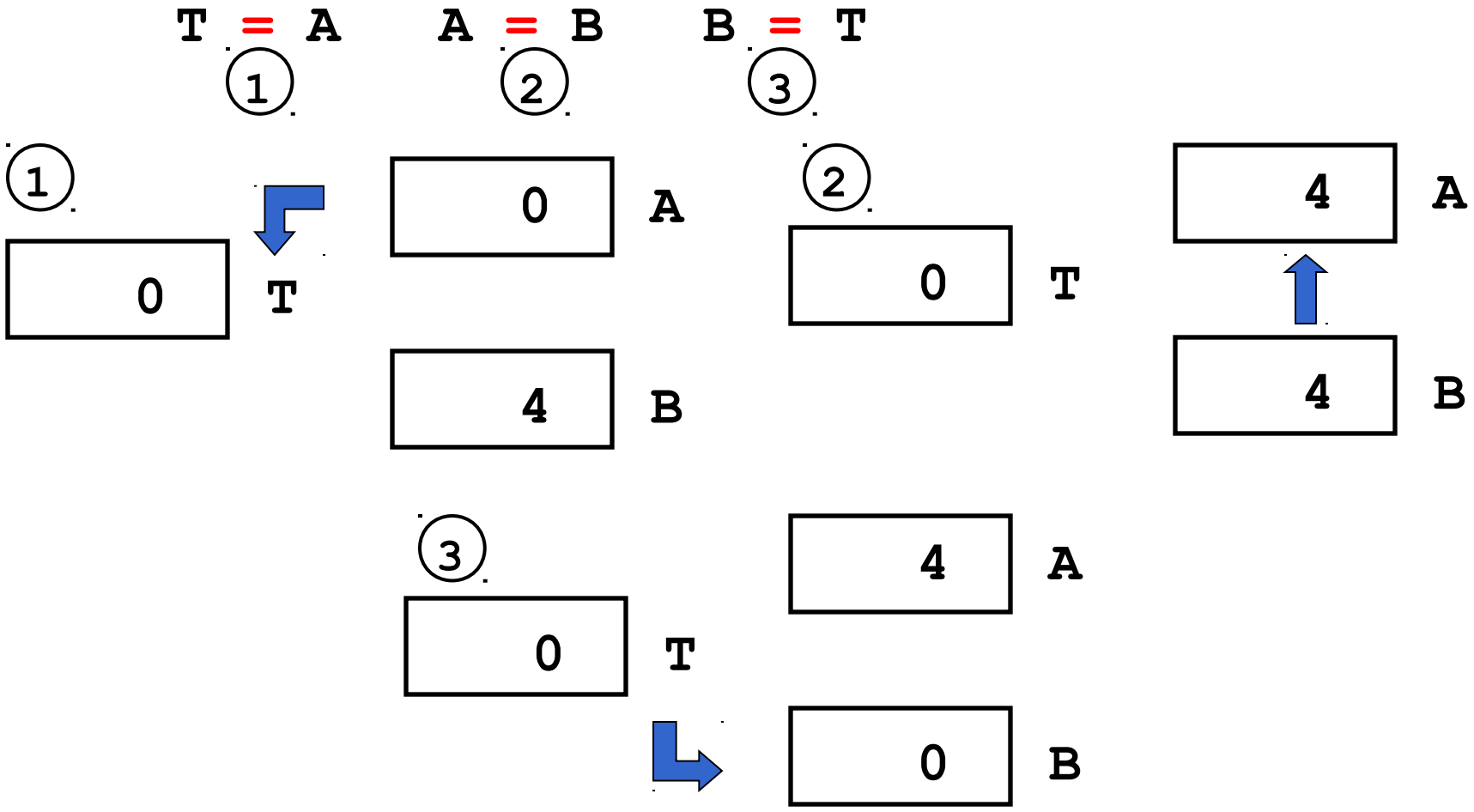
  NO !!!!!!

```
A = B        B = A
```



ASSEGNAMENTO

- Serve una variabile di appoggio



OPERATORI DI ASSEGNAMENTO COMPATTI

Il C introduce una *forma particolare di assegnamento* che ***ingloba anche un'operazione*** aritmetica:

```
l-espr  OP=  <espressione>
```

è "***quasi equivalente***" a

```
l-espr = l-espr OP <espressione>
```

dove **OP** indica un operatore fra

+, **–**, *****, **/**, **%**, >>, **<<**, **&**, **^**, **|**

OPERATORI DI ASSEGNAMENTO COMPATTI

Esempi

`k += j` *equivale a* `k = k + j`

`k *= a + b` *equivale a* `k = k*(a+b)`

- *Perché "quasi" equivalente ?*
  - nel primo caso, ***`l-espr`*** viene valutata *una sola volta*
  - nel secondo, invece, viene valutata *due volte*
  - Quindi, le due forme sono *equivalenti solo* se la valutazione di ***`l-espr`*** non comporta *effetti collaterali*

INCREMENTO E DECREMENTO

Gli operatori di incremento e decremento sono *usabili in due modi*

- **come pre-operatori: ++v**
  prima incremento e poi uso

- **come post-operatori: v++**
  prima uso e poi incremento

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

`i = ++k`

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++   /*  i vale 5, k vale 6  */
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++   /*  i vale 5, k vale 6  */
```

- `int i=4, j, k = 5;`

```
j = i + k++;
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++   /*  i vale 5, k vale 6  */
```

- `int i=4, j, k = 5;`

```
j = i + k++;  /* j vale 9, k vale 6 */
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++   /*  i vale 5, k vale 6  */
```

- `int i=4, j, k = 5;`

```
j = i + k++;  /* j vale 9, k vale 6 */
```

- `int j, k = 5;`

```
j = ++k - k++; /* DA NON USARE */
```

ESEMPI

- `int i, k = 5;`

```
i = ++k   /*  i vale 6, k vale 6  */
```

- `int i, k = 5;`

```
i = k++   /*  i vale 5, k vale 6  */
```

- `int i=4, j, k = 5;`

```
j = i + k++;  /* j vale 9, k vale 6 */
```

- `int j, k = 5;`

```
j = ++k - k++; /* DA NON USARE */
  /* j vale 0, k vale 7 */
```

COMPATIBILITA' DI TIPO

- In un assegnamento, l'identificatore di variabile e l'espressione devono essere dello stesso tipo.
  - Nel caso di tipi diversi, se possibile si effettua la conversione implicita, altrimenti l'assegnamento può generare perdita di informazione

```
int x;
char y;
double r;
…
x = y;     /* char -> int  */
x = y+x;
r = y;     /* char -> int -> double  */
x = r;     /*  troncamento  */
```

Possibile Warning: ***conversion may lose significant digits***

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;









   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;









   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;









   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;    /* quanto vale Z? */




   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;   /* Z vale 70 */
   X = Z / 10 + 23;  /* quanto vale X ?  */




   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;   /* Z vale 70 */
   X = Z / 10 + 23;  /* X vale 30 */
   Y = (X + Z) / 10 * 10;  /* quanto vale Y? */




   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;
   X = Z / 10 + 23;
   Y = (X + Z) / 10 * 10;
   /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
   X = X + 70;  /* quanto vale X? */


   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;
   X = Z / 10 + 23;
   Y = (X + Z) / 10 * 10;
   /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
   X = X + 70;     /* X vale 100 */
   Y  = Y % 10;    /* Quanto vale Y ? */

   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;
   X = Z / 10 + 23;
   Y = (X + Z) / 10 * 10;
   /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
   X = X + 70;      /* X vale 100 */
   Y  = Y % 10;     /* Y vale 0 */
   Z = Z + X -70;   /* Quanto vale Z? */

   return 0;
}
```

ESEMPIO

```
int main()
{
   /* parte dichiarazioni variabili */
int X,Y;
unsigned int Z;
float SUM;
   /* segue parte istruzioni */
   X=27;
   Y=343;
   Z = X + Y -300;
   X = Z / 10 + 23;
   Y = (X + Z) / 10 * 10;
   /* qui X=30, Y=100, Z=70 */
   X = X + 70;
   Y  = Y % 10;
   Z = Z + X -70; /* Z vale 100 */
   SUM = Z * 10;
   /* qui X=100, Y=0, Z=100 , SUM =1000.0*/
   return 0; }
```

CASTING

- In qualunque espressione è possibile **forzare una particolare conversione** utilizzando l'***operatore di cast***

(<tipo>) <espressione>

Esempi

```
int i=5; long double x=7.77; double y=7.1;

i = (int) sqrt(384);
x = (long double) y*y;
i = (int) x % (int)y;
```

INPUT/OUTPUT

- L'immissione dei dati di un programma e l'uscita dei suoi risultati avvengono attraverso operazioni di lettura e scrittura.

- Il C non ha istruzioni predefinite per l'input/output.

- In ogni versione ANSI C, esiste una *Libreria Standard* (**stdio**) che mette a disposizione alcune funzioni (dette *funzioni di libreria*) per effettuare l'input e l'output.

INPUT/OUTPUT

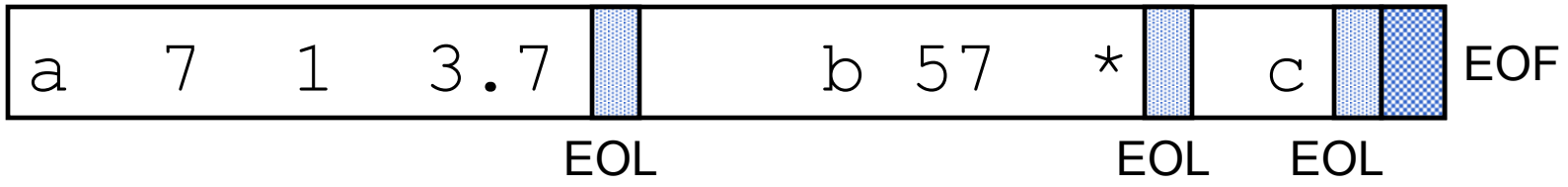
- Le dichiarazioni delle funzioni messe a disposizione da tale libreria devono essere incluse nel programma: **`#include <stdio.h>`**
  - **`#include`** e` una direttiva per il **preprocessore** C:
  - nella fase precedente alla compilazione del programma ogni direttiva "**#**..." viene eseguita, provocando delle modifiche testuali al programma sorgente. Nel caso di **`#include <nomefile>`**:
    - viene sostituita l'istruzione stessa con il contenuto del file specificato.

- **Dispositivi standard di input e di output:**
  - per ogni macchina, sono periferiche predefinite (generalmente tastiera e video).

INPUT/OUTPUT

- Il C vede le informazioni lette/scritte da/verso i dispositivi standard di I/O come file *sequenziali*, cioè **sequenze di caratteri** (o stream).
  - Gli *stream* di input/output possono contenere dei caratteri di controllo:
    - End Of File (EOF)
    - End Of Line (EOL)

- **Sono disponibili funzioni di libreria per:**
  - Input/Output a caratteri
  - Input/Output a stringhe di caratteri
  - Input/Output con formato



INPUT/OUTPUT CON FORMATO

- Nell'I/O con formato occorre specificare il formato (*tipo*) dei dati che si vogliono leggere oppure stampare.

- Il formato stabilisce:
  - come interpretare la sequenza dei caratteri immessi dal dispositivo di ingresso (nel caso della lettura)
  - con quale sequenza di caratteri rappresentare in uscita i valori da stampare (nel caso di scrittura)

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- E’ una particolare forma di assegnamento: la scanf assegna i valori letti alle variabili specificate come argomenti (nell'ordine di lettura).

```
scanf(<stringa-formato>, <sequenza-variabili>);
```

- Ad esempio:

```
int X;
float Y;
scanf("%d%f", &X, &Y);
```

LETTURA CON FORMATO: `scanf`

- Scanf legge una serie di valori in base alle specifiche contenute in <*stringa-formato*> e memorizza i valori letti nelle variabili
  - restituisce il numero di valori letti e memorizzati, oppure EOF in caso di *end of file*
  - Gli identificatori delle variabili a cui assegnare i valori sono sempre preceduti dal simbolo &.
  - La <stringa_formato> può contenere dei caratteri qualsiasi (che vengono scartati, durante la lettura), che si prevede vengano immessi dall'esterno, insieme ai dati da leggere.
    - **`scanf("%d:%d:%d", &A, &B, &C);`**

    richiede che i tre dati da leggere vengano immessi separati dal carattere ":".

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- La **`printf`** viene utilizzata per fornire in uscita il valore di una variabile, o, più in generale, il risultato di una espressione.
- Anche in scrittura e` necessario specificare (mediante una *stringa di formato*) il formato dei dati che si vogliono stampare.

```
printf(<stringa-formato>,<sequenza-elementi>)
```

SCRITTURA CON FORMATO: `printf`

- **`printf`** scrive una serie di valori in base alle specifiche contenute in <*stringa-formato*>.
- I valori visualizzati sono i risultati delle espressioni che compaiono come argomenti
- La **`printf`** restituisce il numero di caratteri scritti.
- La stringa di formato della **`printf`** può contenere sequenze costanti di caratteri da visualizzare.

FORMATI COMUNI

- Formati più comuni: ne vedremo altri più avanti

```
int             %d
float           %f
double    %lf
carattere singolo     %c
stringa di caratteri %s
```

- Caratteri di controllo:

```
newline   \n
tab       \t
backspace       \b
form feed       \f
carriage return       \r
```

- Per la stampa del carattere ' % ' si usa: `%%`

ESEMPIO

```
#include <stdio.h>
int main()
{int    k;
scanf("%d",&k);
printf("Quadrato di %d: %d",k,k*k);
return 0;
}
```

- Se in ingresso viene immesso il dato:

  `3` viene letto tramite la **`scanf`** e assegnato a **`k`**
- La **`printf`** stampa:

  `Quadrato di 3: 9`

ESEMPIO

```
scanf("%c%c%c%d%f", &c1,&c2,&c3,&i,&x);
```

- Se in ingresso vengono dati:

```
ABC 3 7.345
```

- la **scanf** effettua i seguenti assegnamenti:

```
char c1      'A'
char c2      'B'
char c3      'C'
int i         3
float x       7.345
```

ESEMPIO

```
char Nome='F';
char Cognome='R';
printf("Programma scritto da:\n%c. %c. \n
  Fine \n", Nome, Cognome);
```

vengono stampate le seguenti linee

```
Programma scritto da:
F. R.
Fine
```

ESEMPIO

- Rivediamo l'esempio visto precedentemente

```
#include <stdio.h>

int main(){
  float c, f; /* Celsius e Fahrenheit */
  printf("Inserisci la temperatura da convertire");
  scanf("%f", &c);
  f = 32 + c * 9/5;
  printf("Temperatura Fahrenheit %f", f);
  return 0;
  }
```

ESEMPIO

- Variante

```
#include <stdio.h>

int main(){
  float c; /* Celsius e Fahrenheit */
  printf("Inserisci la temperatura da convertire\n");
  scanf("%f", &c);
  printf("Temperatura Fahrenheit %f", 32 + c * 9/5);
  return 0;
  }
```