- 2° Modulo – parte 3^
  - Compatibilità tra tipi
  - Precedenza tra gli operatori
  - Frasi di I/O semplici
  - Printf & scanf

http://www.elet.polimi.it/upload/martucci/index.html

Espressioni Omogenee ed Eterogenee

In C e` possibile combinare tra di loro operandi di tipo diverso:

- espressioni **omogenee**: tutti gli operandi sono dello stesso tipo
- espressioni **eterogenee**: gli operandi sono di tipi diversi.

Regola adottata in C:

- sono eseguibili le espressioni eterogenee in cui tutti i tipi referenziati risultano ***compatibili*** (cioe`: dopo l'applicazione della regola automatica di conversione implicita di tipo del C risultano omogenei).
- non sono eseguibili le espressioni eterogenee se tutti i tipi referenziati risultano non **compatibili** (cioe` restano eterogenei anche dopo l'applicazione della regola automatica di conversione implicita di tipo del C).

Compatibilita` fra tipi di dato

Definizione:

Un tipo di dato T_1 e` **compatibile** con un tipo di dato $T_2$ se il dominio $D_1$ di $T_1$ e` contenuto in D_2, dominio di T_2.

Ad esempio: gli interi sono compatibili con i reali, perche` $Z \subset R$

☞ la relazione di compatibilita` **non e` simmetrica:** se T_1 e` compatibile con $T_2$, non e` detto che T_2 sia compatibile con T_1.

Proprieta`:

- Se T_1 e` compatibile con $T_2$ , un'operatore *Op* definito per $T_2$ puo` essere anche utilizzato con argomenti T_1.

Quindi:

se *Op* e` definito per T2 come: $Op: D2 \times D2 \rightarrow D2$

Allora puo` essere utilizzato anche come:

$Op: D1 \times D2 \rightarrow D2$

$Op: D2 \times D1 \rightarrow D2$

Compatibilita` tra tipi primitivi

In C e` definita la seguente gerarchia tra i tipi primitivi:

char < short < int

int < long < unsigned< unsigned long < float < double < long double

Dove il simbolo **<** indica la relazione di **compatibilita`**.

☞ La gerarchia associa un ***rango*** a ciascun tipo:

Ad esempio:

rango(int)<rango (double)

Regola di Conversione Implicita

Facendo riferimento alla gerarchia tra tipi C primitivi, ad ogni espressione *x op y* viene applicata automaticamente la seguente **regola**:

1. Ogni variabile di tipo **char** o **short** (eventualmente con qualifica **signed** o **unsigned**) viene convertita nel tipo **int**;
2. Se dopo il passo 1 l'espressione e` ancora eterogenea,si converte temporaneamente l'operando di tipo *inferiore* al tipo *superiore* (***promotion***);
3. A questo punto l'espressione e` **omogenea** e viene eseguita l'operazione specificata. Il risultato e` di tipo uguale a quello prodotto dall'operatore effettivamente eseguito. (In caso di overloading, quello di rango piu` alto).

Compatibilita` e conversione implicita di tipo

☞ La compatibilita`, di solito, viene controllata staticamente, applicando le regole di conversione implicita in fase di **compilazione** senza conoscere i valori attribuiti ai simboli (**tipizzazione forte**).

Esempio 1: espressione semplice

	x / y	
3 / 3.0	➠ 1.0	(reale)
3.0 /3	➠ 1.0	(reale)
3 / 3	➠ 1	(intero)

Esempio 2: espressione composta

```
int x;
char y;
double r;

(x+y) / r
```

E` necessario conoscere:

☞ **Priorita`** degli operatori (definita dallo standard)

☞ **Ordine di valutazione** degli operandi (lo standard non lo indica)

Ipotesi: gli operandi vengono valutati da sinistra a destra:

- **passo 1**: (x+y)
  - y viene convertito nell'intero corrispondente
  - viene applicata la somma tra interi

  ➠ **risultato intero *tmp***

- **passo 2:** *tmp* / r
  - tmp viene convertito nel double corrispondente
  - viene applicata la divisione tra reali

  ➠ **risultato reale**

Conversione esplicita:

In C si puo` forzare la conversione di un dato in un tipo specificato, mediante l'operatore di **cast**:

(<nuovo tipo>) <dato>

il <dato> viene convertito esplicitamente nel <nuovo tipo>:

```
int A, B;
float C;

C=A/(float)B;
```

⇒ viene eseguita la divisione tra reali.

Definizione e Inizializzazione delle variabili di tipo semplice

Definizione di variabili

Tutti gli identificatori di tipo primitivo descritti fin qui possono essere utilizzati per definire variabili.

Ad esempio:

```
char lettera;
int, x, y;
unsigned int P;
float media;
```

Inizializzazione di variabili

E` possibile specificare un valore iniziale di una variablie in fase di definizione.

Ad esempio:

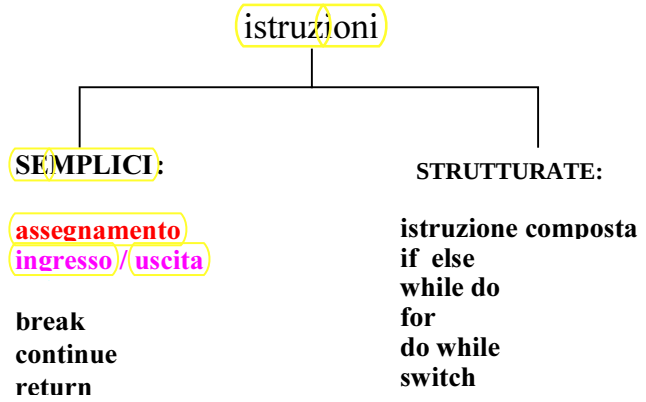
```
int x =10;
char y = 'a';
double r = 3.14*2;
```

☞ Differisce dalla definizione di costanti, perche` i valori delle variabili, durante l'esecuzione del programma, potranno essere modificati.

Istruzioni: classificazione

In C, le istruzioni possono essere classificate in due categorie:

- istruzioni **semplici**
- istruzioni **strutturate**: si esprimono mediante composizione di altre istruzioni (semplici e/o strutturate).



Regola sintattica generale:
In C, ogni istruzione e` terminata da un punto e virgola.
[fa eccezione l'istruzione composta]

Assegnamento

E` l'istruzione con cui si modifica il valore di una variabile.

Sintassi:

<istruzione-assegnamento>::=
<identificatore-variabile> = <espressione>;

Ad esempio:

```
int A, B;

A=20;
B=A*5; /* B=100 */
```

Compatibilita` di tipo ed assegnamento:

In un assegnamento, l'identificatore di variabile e l'espressione devono essere dello stesso tipo (eventualmente, conversione implicita).

Esempio:

```
int x;
char y='a'; /*codice(a)=97*/
double r;

x=y;   /* char -> int: x=97*/
x=y+x; /*x=194*/
r=y+1.33; /* char -> int -> double*/
x=r; /* troncamento: x=98*/
```


Esempio:

```
main()
{
  /*definizioni 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;
  SUM = Z * 10;
  /* X=100, Y=0, Z=100 , SUM=1000.0*/
}
```

Assegnamento come operatore

Formalmente, l'istruzione di assegnamento è un'espressione:

- Il simbolo = **e` un operatore**
  - l'istruzione di assegnamento e` una espressione
  - ritorna un valore:
    - il valore ritornato e` quello assegnato alla variabile a sinistra del simbolo =
    - il tipo del valore ritornato e` lo stesso tipo della variabile oggetto dell'assegnamento

Ad esempio:

```
const int valore=122;
int K, M;

K=valore+100; /* K=222;l'espressione
                 produce il
                 risultato 222 */
M=(K=K/2)+1; /* K=111, M=112*/
```

Assegnamento

In C sono disponibili operatori che realizzano particolari forme di assegnamento:

Operatori di incremento e decremento:

Determinano l'incremento/decremento del valore della variabile a cui sono applicati.
Restituiscono come risultato il valore incrementato/decrementato della **variabile** a cui sono applicati.

```
int A=10;

A++; /*equivale a: A=A+1; */
A--; /*equivale a: A=A-1; */
```

Differenza tra notazione prefissa e postfissa:

- **Notazione Prefissa**: (ad esempio, ++**A**) significa che l'incremento viene fatto prima dell'impiego del valore di A nella espressione.
- **Notazione Postfissa:** (ad esempio, **A**++) significa che l'incremento viene effettuato dopo l'impiego del valore di A nella espressione.

Ad esempio:

```
int A=10, B;
char C='a';

B=++A;  /*A e B valgono 11 */
B=A++;     /* A=12, B=11 */
C++;       /* C vale 'b' */

int i, j, k;
k = 5;
i = ++k; /*  i = 6, k = 6 */
j = i + k++; /* j=12, i=6,k=7 */

j = i + k++; /*equivale a:
                 j=i+k; k=k+1;*/
```

☞ In C l'ordine di valutazione degli operandi non e' indicato dallo standard: si possono scrivere espressioni il cui valore e` difficile da predire.

Operatore di assegnamento *abbreviato*:

E` un modo sintetico per modificare il valore di una variabile.
Sia **v** una variabile, ***op*** un'operatore (ad esempio, +,-,/, etc.), ed **e** una espressione.

v ***op***= e

.è ***quasi*** equivalente a:

v = v ***op*** (e)

Ad esempio:

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

☞ Le due forme sono **quasi equivalenti** perchè in

v *op*= e

v viene valutato una sola volta, mentre in:

v = v *op* (e)

v viene valutato due volte.

Espressioni sequenziali:

Un'espressione sequenziale si ottiene concatenando tra loro piu` espressioni con l'operatore virgola (,).

- Il risultato prodotto da un'espressione sequenziale e` il risultato ottenuto dall'ultima espressione della sequenza.
- La valutazione dell'espressione avviene valutando nell'ordine testuale le espressioni componenti, da sinistra verso destra.

Esempio:

```
int A=1;
char B;
A=(B='k', ++A, A*2); /* A=4 */
```

Precedenza e Associativita` degli Operatori

In ogni espressione, gli operatori sono valutati secondo una **precedenza** stabilita dallo standard, seguendo opportune regole di **associativita`**:

- La **precedenza** indica l'ordine con cui vengono valutati operatori diversi;
- L'**associativita`** indica l'ordine in cui operatori di pari priorita` (cioe`, stessa precedenza) vengono valutati.

☞ E` possibile forzare le regole di precedenza mediante l'uso delle parentesi.

Regole di Precedenza e Associativita` degli Operatori C (in ordine di priorita` decrescente)

Operatore	Associativita`
`() [] ->`	da sinistra a destra
`! ~ ++ -- & sizeof`	da destra a sinistra
`* / %`	da sinistra a destra
`+ -`	da sinistra a destra
`<< >>`	da sinistra a destra
`< <= > >=`	da sinistra a destra
`== !=`	da destra a sinistra
`&`	da sinistra a destra
`^`	da sinistra a destra
`|`	da sinistra a destra
`&&`	da sinistra a destra
`||`	da sinistra a destra
`=+ =- =* =/`	da destra a sinistra

Precedenza e Associativita`

Esempi

3*5 % 2 ➠ equivale a: (3*5) % 2
X+7-A ➠ equivale a: (X+7) - A
3 < 0 && 3 < 10 ➠ (3<0) && (3<10) ➠ 0 && 1
3<(0 && 3) < 10 ➠ (3 < 0) < 10 ➠ 0 < 1
0 == 7 == 3 ➠ 0==(7==3) ➠ 0 == 0

Valutazione a "corto circuito" *(short-cut)*:

nella valutazione di una espressione C, se un risultato intermedio determina a priori il risultato finale della espressione, il resto dell'espressione non viene valutato.

Ad esempio, espressioni logiche:

Hp. Valutazione degli operandi da sin a destra

(3 > 0) && (X < Y) ➠ solo primo operando
falso && vero

☞ Bisognerebbe evitare di scrivere espressioni che dipendono dal metodo di valutazione usato ➠ scarsa portabilita` (ad es., in presenza di funzioni con effetti collaterali).

Esercizi:

Sia V=5, A=17, B=34. Determinare il valore delle seguenti espressioni logiche:

A<=20 || A>=40
! (B=A*2)
A<=B && A<=V
A>=B && A>=V
! (A>=B && A<=V)
! (A>=B) || !(A<=V)

Soluzioni: (Hp: valutazione degli operandi sn->dx)

A<=20 || A>=40 ➠ vero {A<20, short cut}
! (B=A*2) ➠ falso {B=34=17*2}
A<=B && A<=V ➠ falso {A>V}
A>=B && A>=V ➠ falso {A<B}
! (A<=B && A<=V) ➠ vero
! (A>=B) || !(A<=V) ➠ vero

Istruzioni di ingresso ed uscita (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.

Libreria standard di I/O:

In ogni versione ANSI C, esiste una *Libreria Standard* di input/output (**stdio**) che mette a disposizione alcune funzioni (dette *funzioni di libreria*) che realizzano l'ingresso e l'uscita da/verso i dispositivi standard di input/output.

Dispositivi standard di input e di output:

per ogni macchina, sono periferiche predefinite (di solito, tastiera e video).

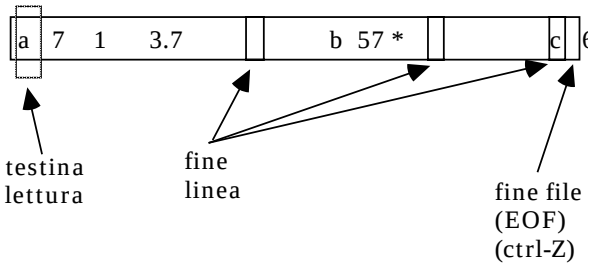
Input/Output

Il C vede le informazioni lette/scritte da/verso i dispositivi standard di I/O come **file *sequenziali***, cioe` **sequenze di caratteri**.

I file standard di input/output possono contenere dei caratteri di controllo:

- **End Of File (EOF)** indica la fine del file
- **End Of Line** indica la fine di una linea

...



Funzioni di libreria per:

- **Input/Output a caratteri**
- **Input/Output a stringhe di caratteri**
- **Input/Output con formato**

I/O con formato

Nell'Input ed Output con formato occorre specificare il formato 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**)

Il formato viene indicato con opportune direttive del tipo:

%<direttiva>

Formati più comuni:

		short	long
signed int	**%d**	**%hd**	**%ld**
unsigned int	**%u** (decimale)	**%hu**	**%lu**
	%o (ottale)	**%ho**	**%lo**
	%x (esadecimale)	**%hx**	**%lx**
float	**%e**, **%f**, **%g**		
double	**%le**, **%lf**, **%lg**		
carattere singolo	**%c**		
stringa di caratteri	**%s**		
puntatori (indirizzi)	**%p**		

FUNZIONI DI I/O PER VIDEO E TASTIERA

Stampa su video

printf(stringa di controllo, elementi da stampare)

dove:

- printf ( ) è l'identificatore riservato della funzione
- *stringa di controllo* è racchiusa tra " e " e contiene
  - ⇒caratteri alfanumerici da stampare direttamente su video
  - ⇒**caratteri di conversione** e/o di formato preceduti dal simbolo **%** che vengono utilizzati al momento di interpretare per la stampa i valori degli elementi da stampare. Esempi di caratteri di conversione **d, f, c** ....
  - ⇒**caratteri di controllo della stampa** (che sono caratteri ASCII a cui non corrisponde alcun simbolo stampabile e che hanno come effetto quello di linea nuova (\n), tabulazione, salto pagina..
- *elementi da stampare* è una lista di identificatori di variabili, identificatori di costanti, espressioni il cui valore deve essere stampato. La lista è ordinata rispetto ai caratteri di conversione.

Significato e funzionamento:

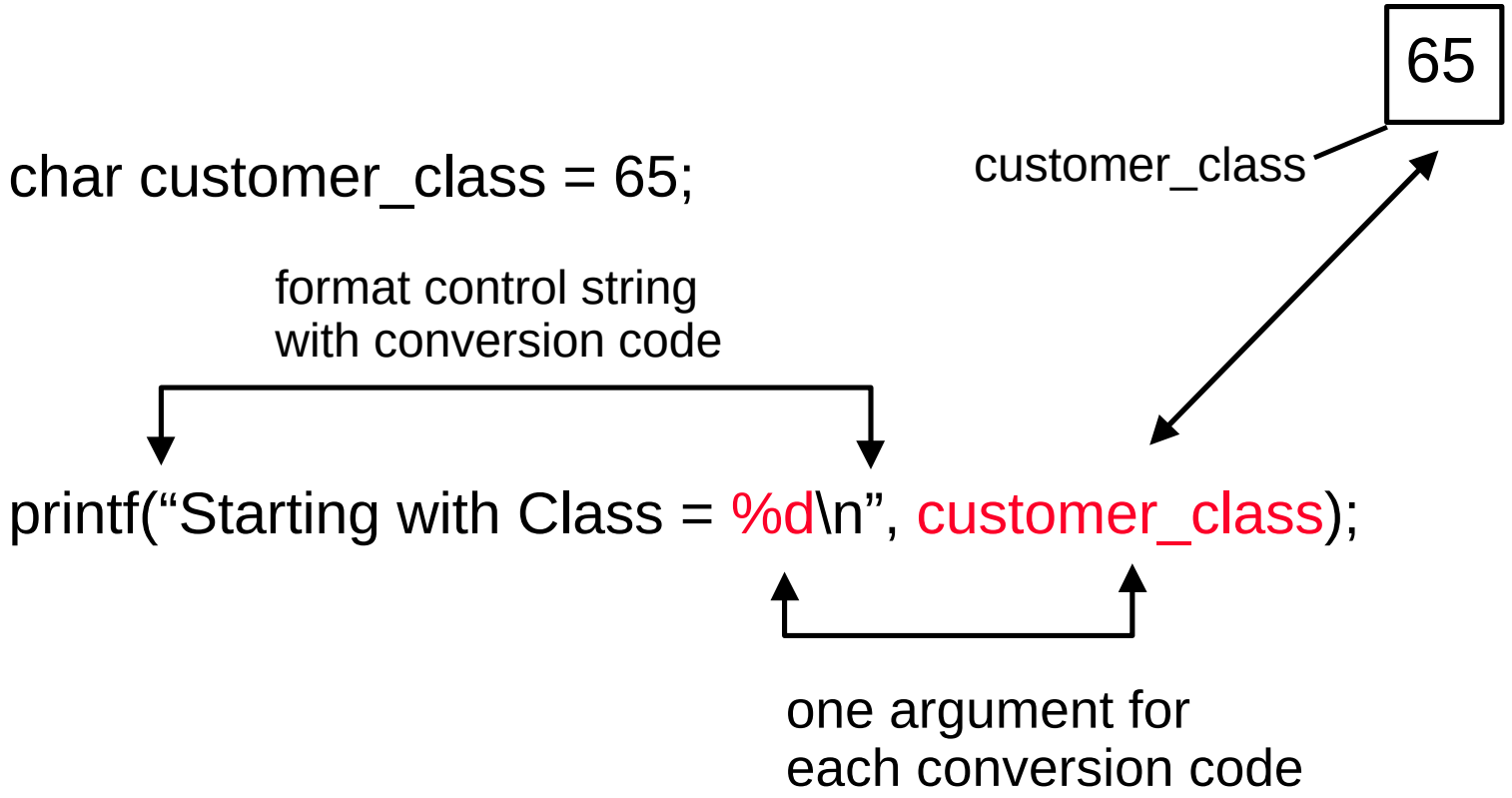
- l'istruzione

```
printf (stringa dicontrollo, elementi da stampare);
```

  è la chiamata alla funzione e quindi si attiva l'esecuzione del sottoprogramma associato.

- vengono stampati gli eventuali caratteri alfanumerici tra doppi apici e nella posizione del carattere di conversione viene stampato il valore dell'identificatore corrispondente nella lista di elementi da stampare. I caratteri di controllo stampa spostano il cursore in posizione opportuna.

printf()


65
customer_class
char customer_class = 65;
format control string
with conversion code
printf("Starting with Class = %d\n", customer_class);
one argument for
each conversion code

Special Characters

- Escape sequences are used to represent many special characters in C

\n	newline	each escape sequence represents only one character
\t	tab	
\b	backspace	
\f	form feed	
\a	audible bell	
\0	null	

- Can be mixed freely with other characters

  printf("\nA\nB\tC\nDE\aF\n"); /* what does this print? */

  do NOT try to print the null ('\0') character

Constants

Integer vs Floating-point Constants

10 33 3.333

Decimal Constants

10 33L

Octal

017

Hex

0X1A 0x1A 0x1a

Character

‘A’ ‘a’ ‘2’

String

“A string has more than one character”

Constant Values

- int:

  20, -123 // decimal

  024, 0177 // octal

  0X14, 0xffff // hexadecimal

  24U, 35u // unsigned

- long:

  -32L, 123456789L // decimal (avoid using lower case ‘L’)

  1111UL, 4321uL // unsigned

- float:

  3.14F, -0.1234f

- double:

  3.1415, -12345.6789

  0.31415E1, -1.e-10 // exponential notation

- long double:

  3.1415926L

- char:

  ‘a’, ‘A’, ‘3’,’%’ // printable

  ‘\n’, ‘\t’, ‘\7’ // non-printable

  “hello world!\n” // character string

(constants == $\rightarrow$ nonaddressable)

Irwin Sheer

Superconducting Super Collider Laboratory

MS 2300, 2550 Beckleymeade Ave., Dallas, TX 75237

Tel: (214) 708-1050; Fax: (214) 708-6354

e-mail: Irwin_Sheer@ssc.gov

Sample C Code

octal constant

```
int x, y;

x = 011;
y = 12;

if(x == 11)
   printf("%d\n", x);
else
   printf("%d\n", y);
```

what is the output?

Sample C Code

octal constant

```
int x, y;

x = 011;     ottale 011 è uguale a decimale   9
y = 12;

if(x == 11)   questo è il decimale 11
   printf("%d\n", x);
else
   printf("%d\n", y);
```

what is the output?

Basic Input

- General Format

  scanf(“format-control-string”, arguments);

  looks like printf(), but very different

  not same action as printf()

  does input, not output; so do NOT use ordinary text, escape codes

  use ONLY conversion codes in format control string; no spaces

  argument list is NOT optional; 1 per conversion code

Lettura con formato: scanf

La scanf assegna i valori letti dal file standard di input alle variabili specificate come argomenti.

Sintassi:

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

Ad esempio:

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

La scanf:

- legge una serie di valori in base alle specifiche contenute in <*stringa-formato*>: in questo caso "%d%f" indica che i due dati letti dallo standard input devono essere interpretati rispettivaente come un valore intero decimale (%d) ed uno reale (%f)
- memorizza i valori letti nelle variabili specificate come argomenti nella <*sequenza_variabili*> (X, Y nell'esempio)
- e` una *funzione* che restituisce il numero di valori letti e memorizzati, oppure EOF in caso di *end of file*.

scanf

Separatori:

ogni direttiva di formato prevede dei separatori specifici:

Tipo di dato	Direttive di formato	Separatori
Intero	%d, %x, %u, etc.	Spazio, EOL, EOF.
Carattere	%c	Nessuno
Stringa	%s	Spazio, EOL, EOF

Nota bene:

- ☞ Se la stringa di formato contiene N direttive, è necessario che le variabili specificate nella sequenza siano esattamente N.
- ☞ Gli identificatori delle variabili a cui assegnare i valori sono sempre preceduti dal simbolo &.
  [Infatti, le variabili devono essere specificate attraverso il loro indirizzo➠ operatore & (v. puntatori e funzioni)]
- ☞ La <stringa_formato> puo` contenere dei caratteri qualsiasi (che vengono scartati, durante la lettura), che rappresentano separatori aggiuntivi rispetto a quelli standard.

Ad esempio:

```
scanf("%d:%d:%d", &A, &B, &C);
```

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

Ingresso da tastiera

scanf(stringa di controllo, variabili a cui associare il valore letto)

dove:

- scanf( ) è l'identificatore riservato della funzione
- *stringa di controllo* è racchiusa tra « e « e contiene
  ⇒**caratteri di conversione** e/o di formato preceduti dal simbolo **%** che vengono utilizzati al momento di interpretare il codice associato alla pressione dei tasti della tastiera per la memorizzazione dei valori nelle variabili (con la codifica adeguata). Esempi di caratteri di conversione **d, f, c** ....
- *variabili a cui associare il valore letto* è una lista di identificatori di variabili. Le variabili devono essere indicate tramite il loro indirizzo: **&nome_var**. La lista è ordinata rispetto ai caratteri di conversione.

Significato e funzionamento:

- l'istruzione

```
scanf (stringa dicontrollo, lista di variabili);
```

  è la chiamata alla funzione e quindi si attiva l'esecuzione del sottoprogramma associato.
- ad ogni pressione di tasto la funzione fa eco su video, visualizzando il carattere alfanumerico premuto
- la sequenza di tasti premuti deve terminare con la pressione del tasto **ENTER**.
- la funzione assegna, con l'opportuna codifica binaria, il valore alle variabili, fin quando possibile.

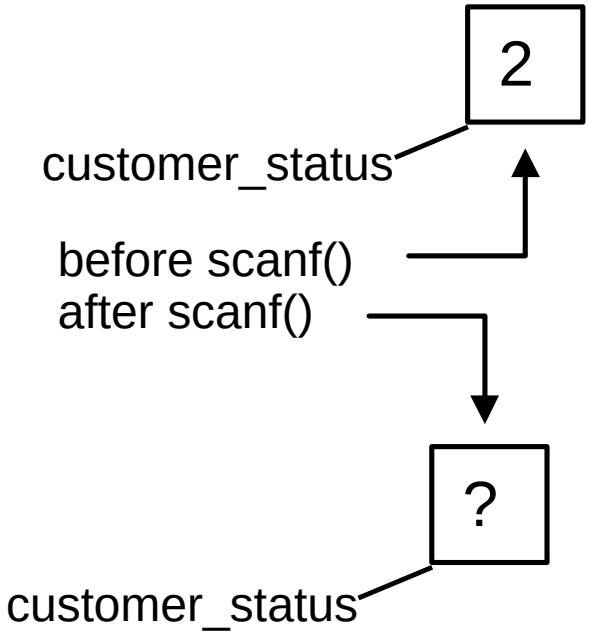
E' da usare con attenzione. Carattere di conversione **%d**: la sequenza di cifre è interpretata come un valore intero da assegnare. Carattere di conversione **%f**: la sequenza di cifre con il punto è interpretata come un valore float da assegnare. Carattere di conversione **%c**: il singolo carattere alfanumerico è interpretato come un carattere ASCII da assegnare.

scanf()

```
int customer_status = 2;
scanf("%d", &customer_status);
```

address operator

only conversion code(s)
no plain text



new value is whatever
was keyed by user

Sample Code

```
#include <stdio.h>

main()
{
   int customer_status = 2;

   printf("Starting with Status = %d\n", customer_status);

   printf("Enter new status: ");          /* prompt user */
   scanf("%d", &customer_status);

   printf("\nNew status value is %d\n", customer_status);
}
```

output would be as follows:

```
Starting with Status = 2
Enter new status: 5          (value entered by user)

New status value is 5
```

printf/scanf

Esempio:

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

Se in ingresso vengono dati:

```
ABC 3 7.345
```

le variabili assumono i seguenti valori:

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

Esempio: stampa della codifica (decimale, ottale e esadecimale) di un carattere dato da input.

```
#include <stdio.h>

main()
{
int a;
printf("Dai un carattere e ottieni il
valore \
     decimale, ottale e hex  ");
scanf("%c",&a);
printf("\n%c vale %d in decimale, %o in
ottale \
     e %x in hex.\n",a, a, a, a);
}
```

Examples

scanf(“%2d%4s%4f”, &integer, string, &real);

if input is **44mice2.97**

scanf(“%6f%6f”, &x, &y);

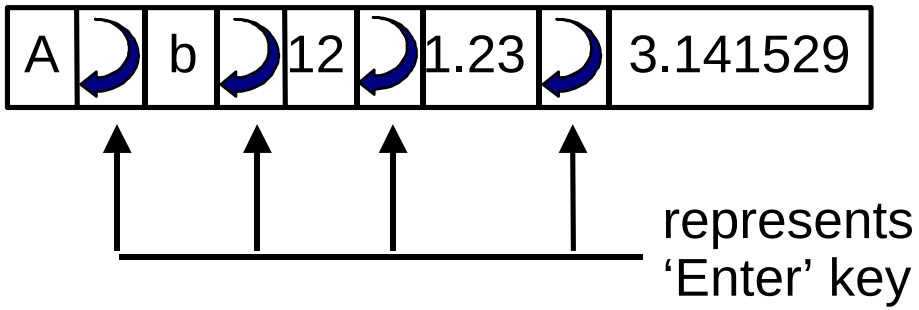
if input is **123.5946.482**

scanf(“%3d%2d”, &x, &y);

Data Stream with scanf()

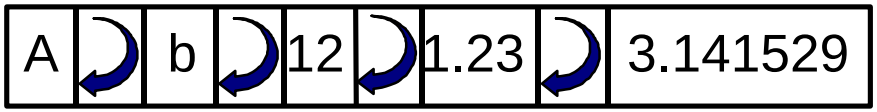
```
main()
{
      char letter1, letter2, letter3;
      int num1, num2;
      float fpnum;
      double dblnum;

      scanf("%c", &letter1);
      scanf("%c", &letter2);
      scanf("%c", &letter3);
      scanf("%d", &num1);
      scanf("%f", &fpnum);
      scanf("%lf", &dblnum);

      printf("int num is %d\n", num1);
      printf("fpnum is %f", fpnum);
      printf("letter1 is %c, value %d\n", letter1, letter1);
}
```

How would this program work with the following input data? (The box represents the input data stream, or buffer)



Data Stream with scanf()

input data stream



Why is this needed?

```
scanf("%c", &letter1);
scanf("%c", &letter2);
scanf("%c", &letter3);
scanf("%d", &num1);
scanf("%f", &fpnum);
scanf("%lf", &dblnum);

printf("int num is %d\n", num1);
printf("fpnum is %f\n", fpnum);
printf("letter1 is %c, value %d\n", letter1, letter1);
```