

## ISTRUZIONI

---

- Le *istruzioni* esprimono *azioni* che, una volta eseguite, comportano una *modifica permanente dello stato interno* del programma o del mondo circostante.
- Le *strutture di controllo* permettono di aggregare istruzioni semplici in istruzioni più complesse.

## ISTRUZIONI

---

- Un'istruzione C è espressa dalle seguenti produzioni:  
`<istruzione> ::= <istruzione-semplice>`  
`<istruzione> ::= <istruzione-di-controllo>`  
`<istruzione-semplice> ::= <espressione> ;`

## ISTRUZIONI SEMPLICI

- Qualsiasi *espressione* seguita da un punto e virgola è una *istruzione semplice*.

- Esempi

```
x = 0; y = 1; /* due istruzioni */
x = 0, y = 1; /* una istruzione */
k++;
3;                /* non fa nulla */
;                /* istruz. vuota*/
```

## ISTRUZIONI DI CONTROLLO

- Una istruzione di controllo può essere:
  - una *istruzione composta* (blocco)
  - una *istruzione condizionale* (selezione)
  - una *istruzione di iterazione* (ciclo)

- Le istruzioni di controllo sono alla base della programmazione strutturata (Dijkstra, 1969).

## PROGRAMMAZIONE STRUTTURATA

---

- **Obiettivo:** rendere più facile la lettura dei programmi (e quindi la loro modifica e manutenzione).
- Abolizione di salti incondizionati (**go to**) nel flusso di controllo.
- La parte esecutiva di un programma viene vista un comando (complesso) ottenuto da **istruzioni elementari**, mediante alcune regole di composizione (**strutture di controllo**).

## STRUTTURE DI CONTROLLO

---

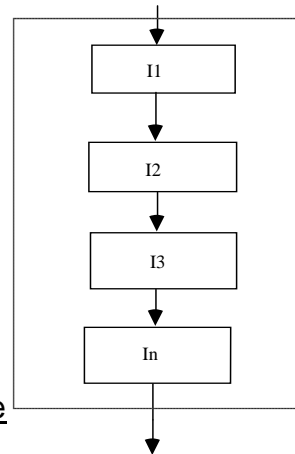
### Concetti chiave:

- concatenazione o composizione **BLOCCO**
- istruzione condizionale **SELEZIONE**
  - ramifica il flusso di controllo in base al valore vero o falso di una espressione ("*condizione di scelta*")
- ripetizione o iterazione **CICLO**
  - esegue ripetutamente un'istruzione finché rimane vera una espressione ("*condizione di iterazione*")

## BLOCCO

```
<blocco> ::= {  
  [ <dichiarazioni e definizioni> ]  
  { <istruzione> }  
}
```

- Il campo di visibilità dei simboli del blocco è ristretto al blocco stesso
- dopo un blocco non occorre il punto e virgola (esso *termina* le istruzioni semplici, non *separa* istruzioni)



## ESEMPIO di BLOCCO

```
/* programma che letti due numeri a  
   terminale ne stampa la somma*/  
#include <stdio.h>  
void main()  
{ /* INIZIO BLOCCO */  
  int X,Y;  
    printf("Inserisci due numeri ");  
    scanf("%d%d",&X,&Y);  
    printf("%d",X+Y);  
} /* FINE BLOCCO */
```

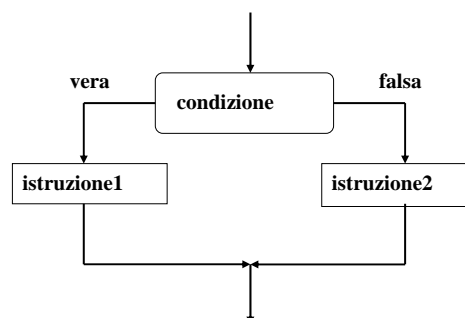
## ISTRUZIONI CONDIZIONALI

```
<selezione> ::=  
    <scelta> | <scelta-multipla>
```

- la seconda *non è essenziale*, ma migliora l'espressività.
- l'espressione condizionale ternaria (*.. ? ... : ...*) fornisce un mezzo per fare scelte, ma è *poco leggibile* in situazioni di medio/alta complessità. L'istruzione di scelta fornisce un altro modo per esprimere alternative.

## ISTRUZIONE DI SCELTA SEMPLICE

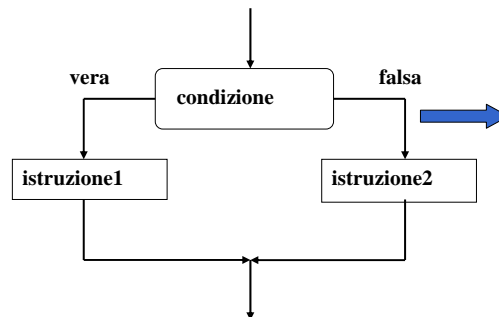
```
<scelta> ::=  if (<cond>) <istruzione1>  
             [ else <istruzione2> ]
```



La condizione viene valutata al momento dell'esecuzione dell'if.

## ISTRUZIONE DI SCELTA SEMPLICE

```
<scelta> ::=  if (<cond>) <istruzione1>  
              [ else <istruzione2> ]
```



La parte **else** è *opzionale*.  
se omessa, in caso di  
condizione falsa si passa  
subito all'istruzione che  
segue l'**if**.

## ESEMPIO di ISTRUZIONE IF

- <istruzione1> e <istruzione2> sono ciascuna una *singola istruzione*
- Qualora occorra specificare più istruzioni, si deve quindi utilizzare un *blocco*.

```
if (n > 0) {           /* inizio blocco */  
    a = b + 5;  
    c = a;  
}                       /* fine blocco */  
else n = b;
```

## ESEMPIO di ISTRUZIONE IF

```
/* stampa il maggiore tra due numeri
   letti da utente */
#include <stdio.h>
void main()
{
    int primo,secondo;
    printf("inserisci due numeri");
    scanf("%d%d",&primo,&secondo);
    if (primo >secondo)
        printf("%d",primo);
    else printf("%d",secondo);
}
```

## ISTRUZIONI IF ANNIDATE

- Come caso particolare, <istruzione1> o <istruzione2> potrebbero essere un altro if
- Occorre attenzione *ad associare le parti else (che sono opzionali) all'if corretto*

```
if (n > 0)
    if (a>b) n = a;
    else n = b; /* riferito a if(a>b) */
```

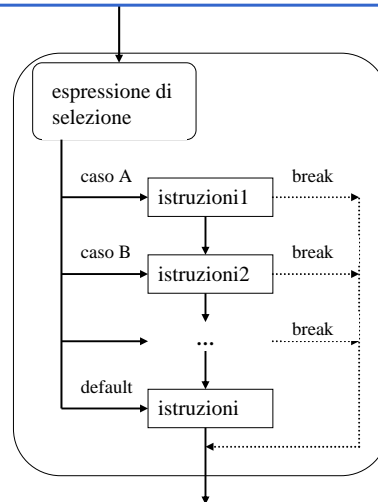
Regola semantica:  
l'**else** è sempre associato  
all'**if** più interno

```
if (n > 0)
    { if (a>b) n = a; }
else n = b; /* riferito a if(n>0) */
```

Se vogliamo cambiare questa  
semantica, dobbiamo inserire un  
blocco

## ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

- Consente di scegliere fra *molte istruzioni* (*alternative o meno*) in base al valore di una *espressione di selezione*.
- L'espressione di selezione deve *denotare un valore numerabile* (intero, carattere,...).



## ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

```
<scelta-multipla> ::=  
switch (selettore) {  
  case <etichetta1> : <istruzioni> [break;]  
  case <etichetta2> : <istruzioni> [break;]  
  ...  
  [ default : <istruzioni> ]  
}
```

Sequenze, non occorre il blocco

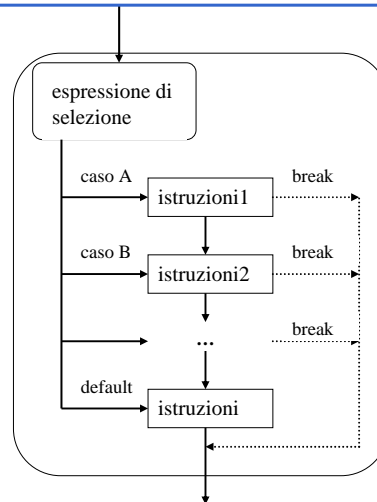
Se nessuna etichetta corrisponde, si prosegue con il ramo **default** se esiste, altrimenti non si fa niente

- Il valore dell'espressione *selettore* viene confrontato con le etichette (costanti dello stesso tipo del selettore) dei vari casi: *l'esecuzione prosegue dal ramo corrispondente* (se esiste).



## NOTA

I vari rami *non sono mutuamente esclusivi*: imboccato un ramo, si eseguono anche tutti i rami successivi a meno che non ci sia il comando **break** a forzare esplicitamente l'uscita.



## ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

```
switch (mese)
{
case 1 : giorni = 31; break;
case 2: if (bisestile) giorni = 29;
      else giorni = 28;
      break;
case 3: giorni = 31; break;
case 4: giorni = 30; break;
...
case 12: giorni = 31;
}
```

## ISTRUZIONE DI SCELTA MULTIPLA

---

- Alternativa

```
switch (mese)
{
case 2:
    if (bisestile) giorni = 29;
    else giorni = 28;
    break;
case 4:  giorni = 30;  break;
case 5:  giorni = 30;  break;
case 9:  giorni = 30;  break;
case 11: giorni = 30;  break;
default: giorni = 31;
}
```

## ISTRUZIONE DI ITERAZIONE

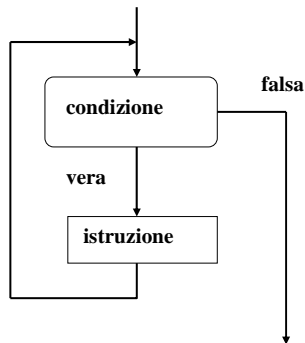
---

```
<iterazione> ::=
    <while> | <for> | <do-while>
```

- Le istruzioni di iterazione:
  - hanno *un solo punto di ingresso* e *un solo punto di uscita* nel flusso del programma
  - perciò possono essere interpretate *come una singola azione* in una computazione sequenziale.

## ISTRUZIONE while

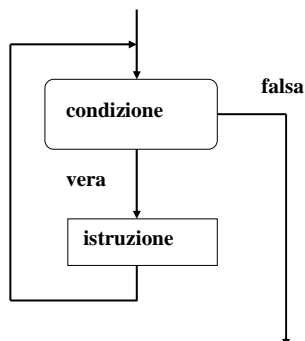
```
<while> ::=  
while(<condizione>) <istruzione>
```



- L'istruzione viene ripetuta *per tutto il tempo in cui la condizione rimane vera*.
- Se la condizione è falsa, l'iterazione non viene eseguita *neppure una volta*.
- In generale, *non è noto quante volte* l'istruzione sarà ripetuta.

## ISTRUZIONE while

```
<while> ::=  
while(<condizione>) <istruzione>
```



Prima o poi, *direttamente o indirettamente*, l'istruzione deve modificare la condizione: altrimenti, l'iterazione durerà *per sempre*! **CICLO INFINITO**



Perciò, quasi sempre *istruzione* è un *blocco*, al cui interno si *modifica qualche variabile che compare nella condizione*.

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
#include <stdio.h>
void main() /* Media di n voti */
{ int    voto,N,i;
  float  media, sum;

  printf("Quanti sono i voti ?");
  scanf("%d",&N);
  sum = 0;
  i = 1;
  while (i <= N)
  { printf("Dammi il voto n.%d:",i);
    scanf("%d",&voto);
    sum=sum+voto;
    i=i+1;
  }
  media=sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* moltiplicazione come sequenza di somme */
#include <stdio.h>
void main()
{
  int  X,Y,Z;

  printf("Dammi i fattori:");
  scanf("%d%d",&X,&Y);
  Z=0;
  while (X!=0)
  { /* corpo ciclo while */
    Z=Z+Y;
    X=X-1;
  }
  printf("%d",Z);
}
```

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

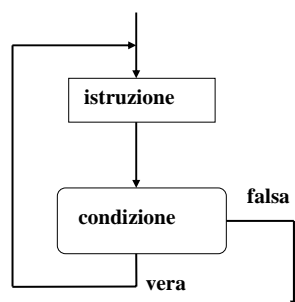
```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
void main()
{ int F, N, I;
  F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
  I=1; /* inizializzazione del contatore*/
  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);

  while (I < N)
  { F = I*F;
    I = I+1;
  }
  printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

## ISTRUZIONE do..while

**<do-while> ::=**  
**do** <istruzione> **while**(<condizione>);



È una variante della precedente:  
la condizione viene verificata  
dopo aver eseguito l'istruzione.

Se la condizione è falsa,  
l'iterazione **viene comunque**  
eseguita **almeno una volta**.

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
void main()
{
    int F, N, I;
    F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
    I=1; /* inizializzazione del contatore*/
    printf("Dammi N:");
    scanf("%d",&N);
    do
    {
        F = I*F;
        I = I+1;
    }
    while (I < N)
    printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

## ESEMPIO

- Nell'istruzione **while**, la condizione di ripetizione viene verificata **all'inizio di ogni ciclo**

```
...
somma=0; j=1;
while (j <= n)
{
    somma = somma + j;
    j++;
}
```

- Nell'istruzione **do** la condizione di ripetizione viene verificata **alla fine di ogni ciclo**

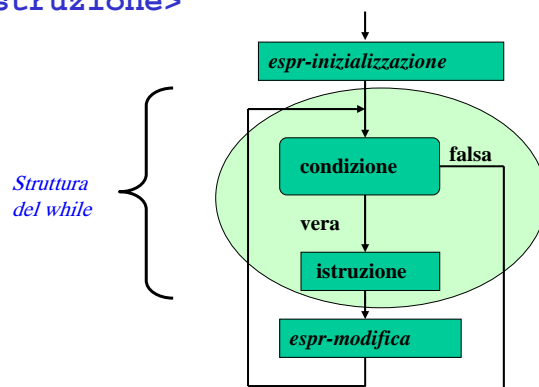
```
/* In questo caso: n > 0 */
somma = 0; j = 1;
do
{
    somma = somma + j;
    j++;
}
while (j <= n);
```

## ISTRUZIONE for

- È una evoluzione dell'istruzione **while** che mira a eliminare alcune frequenti sorgenti di errore:
  - mancanza delle *inizializzazioni delle variabili*
  - mancanza della *fase di modifica del ciclo* (rischio di ciclo senza fine)
- In genere si usa quando e' noto il numero di volte in cui dovra' essere eseguito il ciclo.

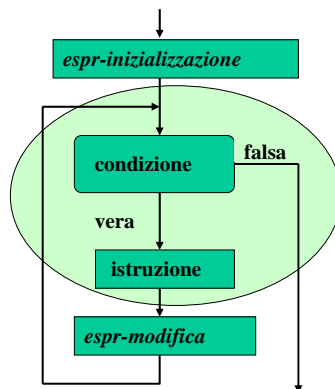
## ISTRUZIONE for

```
<for> ::=  
for( <espr-iniz>;<cond>;<espr-modifica> )  
<istruzione>
```



## ISTRUZIONE for

```
<for> ::=  
for(<espr-iniz>;<cond>;<espr-modifica>)  
<istruzione>
```



*Espressione di inizializzazione:*

**<espr-iniz>**

valutata *una e una sola volta*  
prima di iniziare l'iterazione.

*Condizione: <cond>*

valutata *a ogni interazione*, per decidere se  
proseguire (come in un while). Se manca si  
assume vera!

*Espressione di modifica: <espr-modifica>*

valutata *a ogni interazione*, dopo aver  
eseguito l'istruzione.

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
#include <stdio.h>  
void main() /* Media di n voti*/  
{ int    voto,N,i;  
  float  media, sum;  
  
  printf("Quanti sono i voti ?");  
  scanf("%d",&N);  
  sum = 0;  
  for(i = 1; i <= N;i++)  
  { printf("Dammi il voto n.%d:",i);  
    scanf("%d",&voto);  
    sum=sum+voto;  
  }  
  media=sum/N;  
  printf("Risultato: %f",media);  
}
```

*Nota: non serve l'inizializzazione del  
contatore i e l'incremento di i nel ciclo*



## RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE


```
#include <stdio.h>
void main() /* Media di n voti*/
{ int    voto,N,i;
  float  media, sum;

  printf("Quanti sono i voti ?");
  scanf("%d",&N);
  sum = 0;
  i = 1;
  while (i <= N)
  { printf("Dammi il voto n.%d:",i);
    scanf("%d",&voto);
    sum=sum+voto;
    i=i+1;
  }
  media=sum/N;
  printf("Risultato: %f",media);
}
```

## ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */
#include <stdio.h>

void main()
{
  int    N, F, i;

  printf("Dammi N:");
  scanf("%d",&N);
  F=1;  /*inizializzazione del fattoriale*/
  for (i = 1; i <= N ; i++)
    F=F*i;

  printf("%s%d","Fattoriale: ",F);
}
```

## RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE

```
/* Calcolo del fattoriale di un numero N */

#include <stdio.h>
void main()
{   int F, N, I;
    F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
    I=1; /* inizializzazione del contatore*/
    printf("Dammi N:");
    scanf("%d",&N);

    while (I < N)
    {   F = I*F;
        I = I+1;
    }
    printf("Il fattoriale e' %d", F);
}
```

## ESEMPIO

Dati tre valori  $a \leq b \leq c$  che rappresentano le lunghezze di tre segmenti, valutare se possono essere i tre lati di un triangolo, e se si deciderne il tipo (scaleno, isoscele, equilatero).

Vincolo: deve essere  $c < (a+b)$

- Rappresentazione delle informazioni:
  - la variabile booleana `triangolo` indica se i tre segmenti possono costituire un triangolo
  - le variabili booleane `scaleno`, `isoscele` e `equil` indicano il tipo di triangolo.

## ESEMPIO

### Specifica:

```
se  $a+b > c$ 
    triangolo = vero
    se  $a=b=c$  { equil=isoscele=vero
                scaleno=falso }
    altrimenti
        se  $a=b$  o  $b=c$  o  $a=c$  { isoscele=vero;
                                equil=scaleno=falso }
        altrimenti
            { scaleno=vero;
              equil=isoscele=falso }
    altrimenti
        triangolo = falso
```

## ESEMPIO

*I lati a,b,c dovrebbero essere letti  
in input dall'utente.*

*Modificare il programma in tal senso*

```
void main () {
    float a=1.5, b=3.0, c=4.0;
    int triangolo, scaleno, isoscele, equil;
    triangolo = (a+b>c);
    if (triangolo) {
        if (a==b && b==c)
            { equil=isoscele=1; scaleno=0; }
        else if (a==b || b==c || a==c)
            { isoscele=1; scaleno=equil=0; }
        else
            { scaleno=1; isoscele=equil=0; }
    }
}
```