

# 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

---

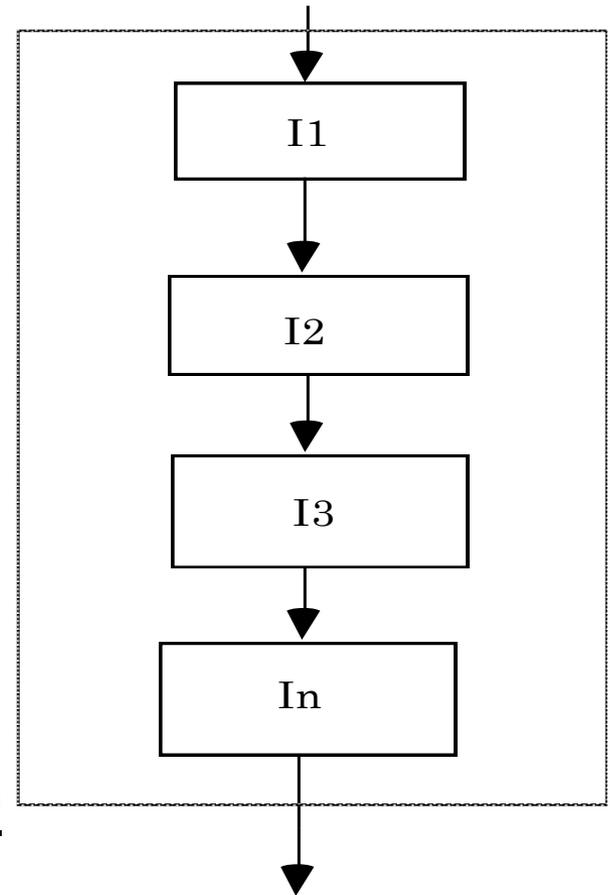
## Concetti chiave:

- 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>
int main()
{ /* INIZIO BLOCCO */
  int X,Y;
    printf("Inserisci due numeri ");
    scanf("%d%d", &X, &Y);
    printf("%d", X+Y);
return 0;
} /* FINE BLOCCO */
```

# ISTRUZIONI CONDIZIONALI

---

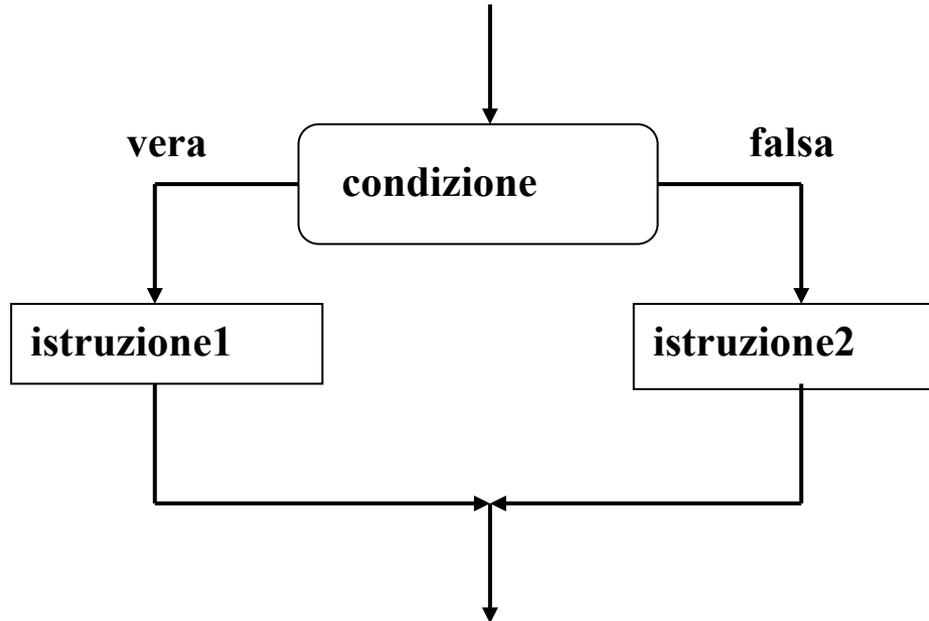
`<selezione> ::=`  
`<scelta> | <scelta-multipla>`

- 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> ]
```

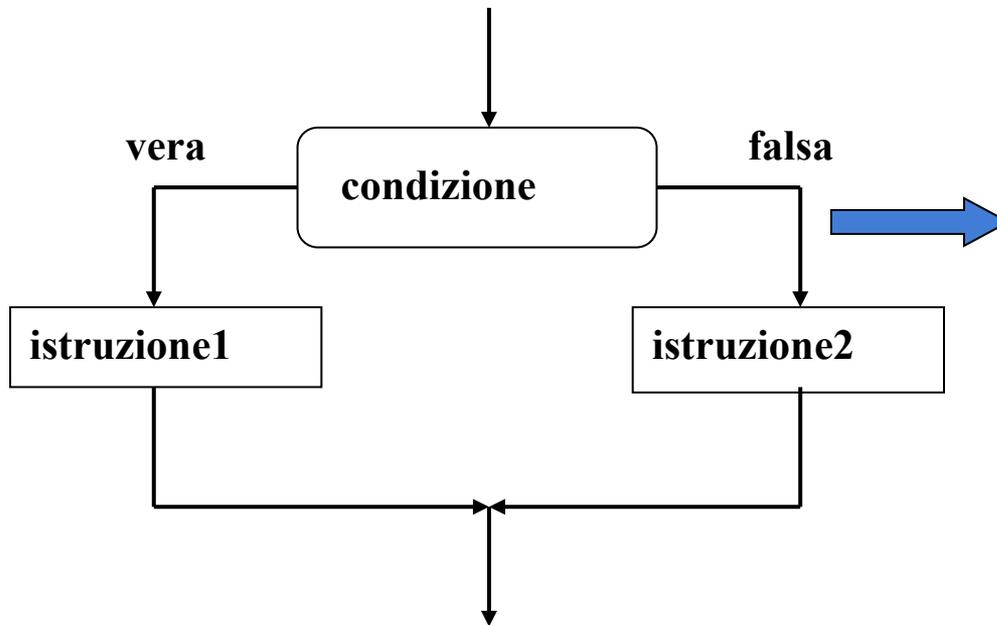


La condizione viene valutata al momento dell'esecuzione dell'if.

# 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>
int main()
{
    int primo, secondo;
    printf("inserisci due numeri");
    scanf("%d%d", &primo, &secondo);
    if (primo >secondo)
        printf("%d", primo);
    else printf("%d", secondo);
    return 0;
}
```

# 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) */
```

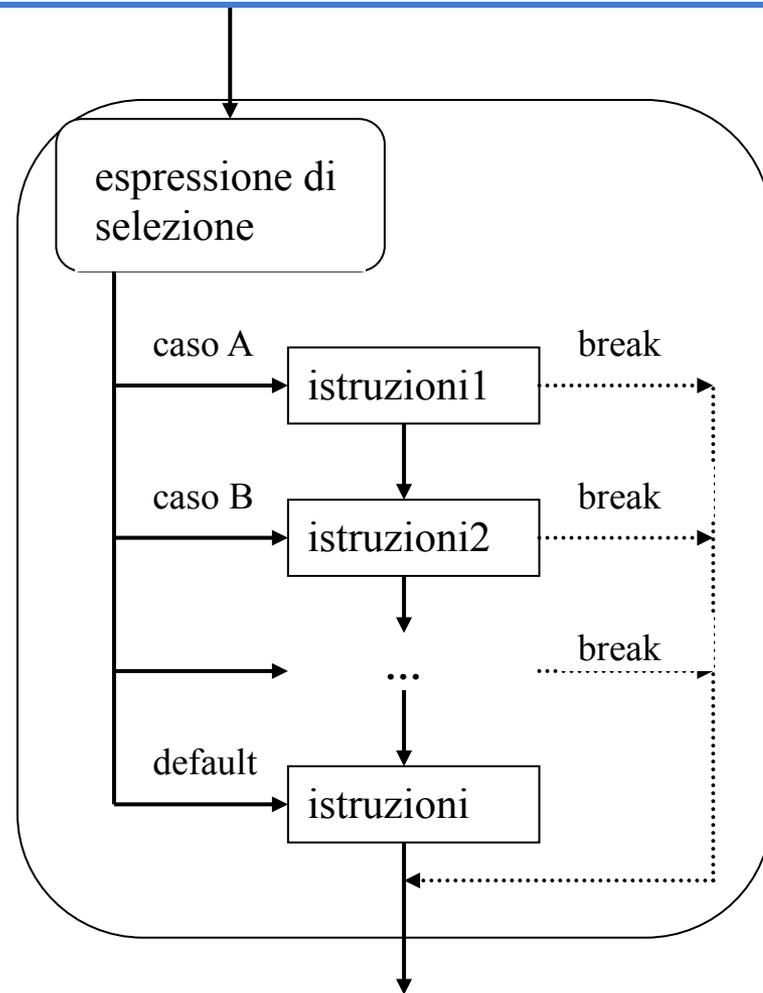
Regola semantica:  
l'**else** è sempre associato  
all'**if** più interno

```
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> ]  
  }
```

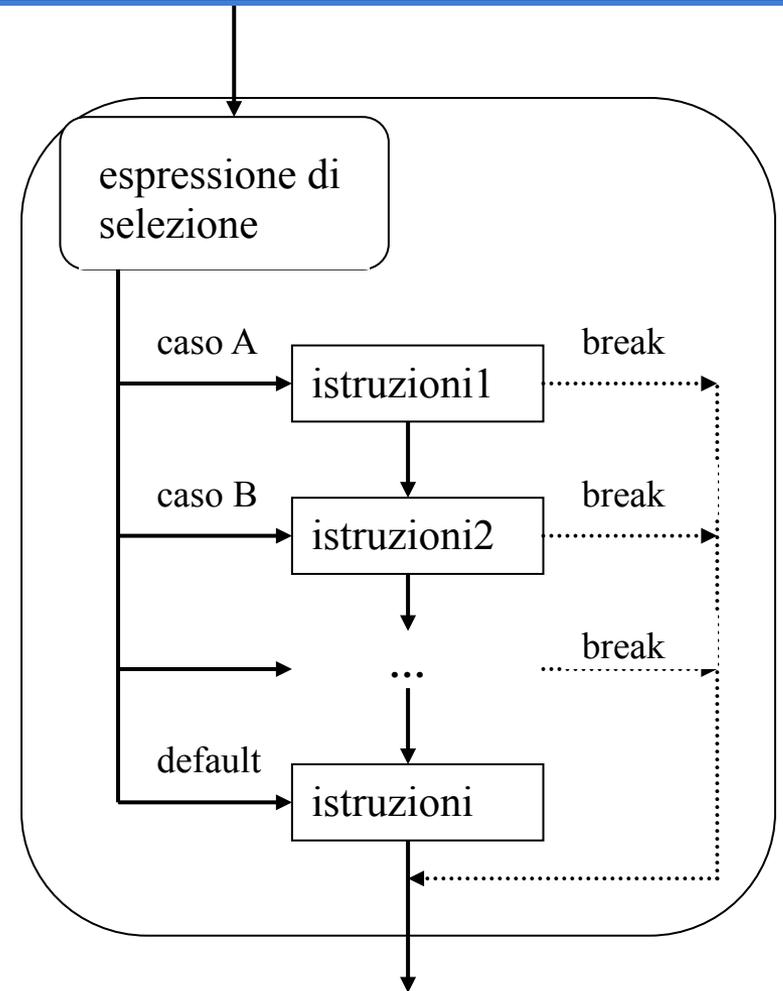
Sequenze, non occorre il blocco

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>`

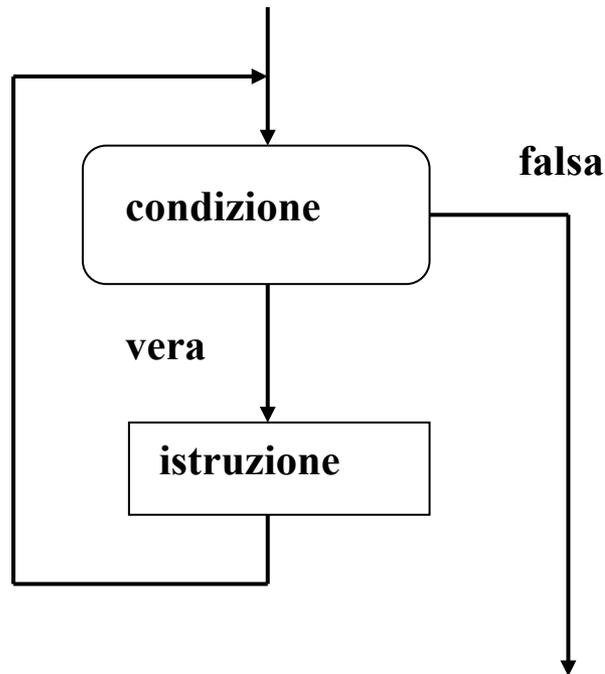
- Le istruzioni di iterazione:
  - hanno *un solo punto di ingresso* e *un solo punto di uscita* nel flusso del programma
  - perciò possono essere interpretate *come una singola azione* in una computazione sequenziale.

# ISTRUZIONE `while`

---

`<while> ::=`

`while (<condizione>) <istruzione>`

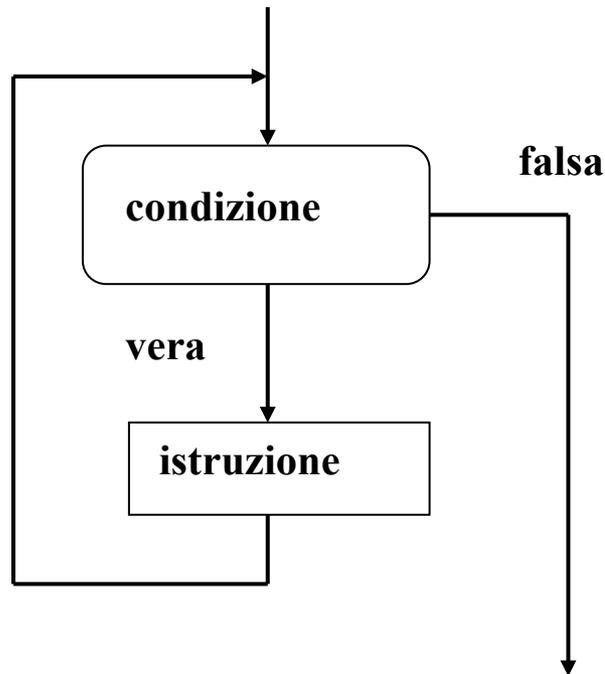


- L'istruzione viene ripetuta *per tutto il tempo in cui la condizione rimane vera*.
- Se la condizione è falsa, l'iterazione non viene eseguita *neppure una volta*.
- In generale, *non è noto **quante volte*** l'istruzione sarà ripetuta.

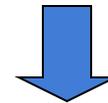
# ISTRUZIONE `while`

`<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>
int 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);
  return 0;
}
```

# ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

---

```
/* moltiplicazione come sequenza di somme */
#include <stdio.h>
int 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);
    return 0;
}
```

# ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

---

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

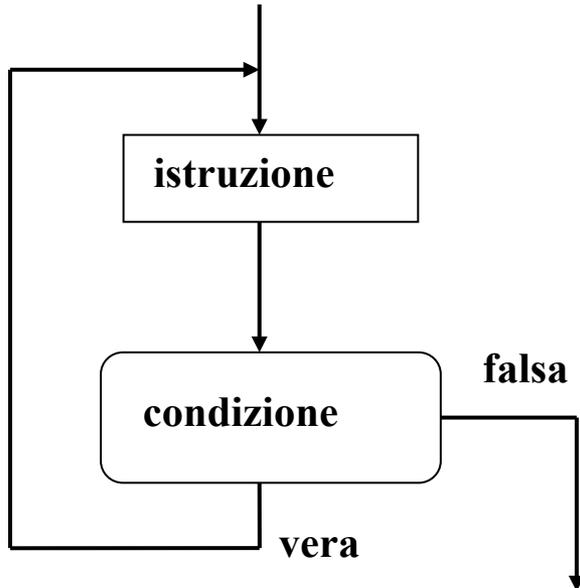
#include <stdio.h>
int main()
{
    int F, N, I;
    F=1; /* inizializzazione del fattoriale*/
    I=1; /* inizializzazione del contatore*/
    printf("Dammi N:");
    scanf("%d", &N);

    while (I <= N)
    {
        F = I*F;
        I = I+1;
    }
    printf("Il fattoriale e' %d", F);
    return 0;
}
```

# 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>
int 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);
    return 0;
}
```

# 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 dovrà' essere eseguito il ciclo.

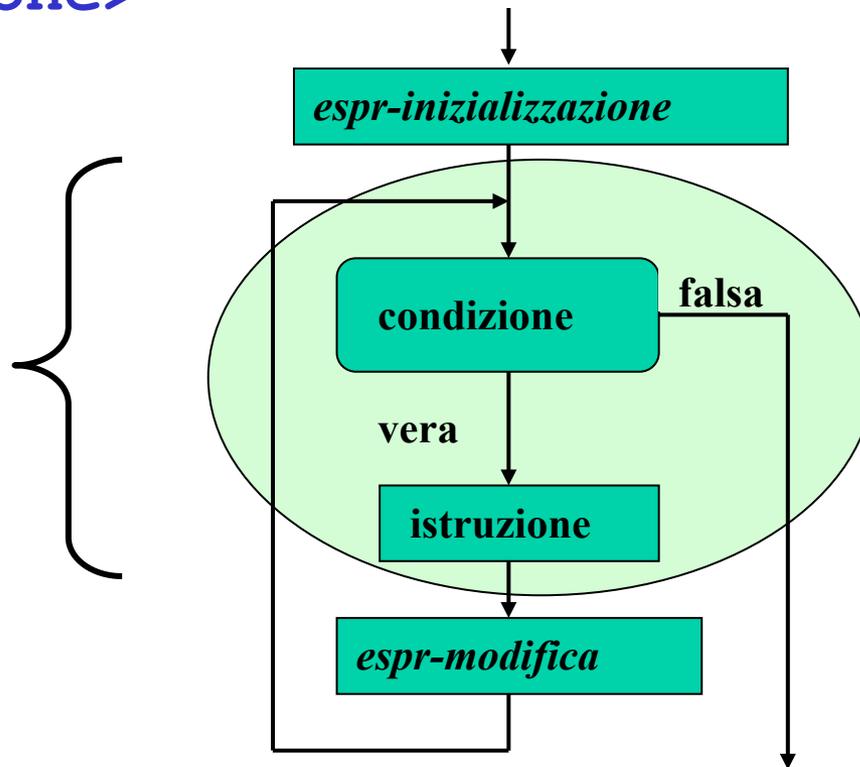
# ISTRUZIONE for

`<for> ::=`

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

`<istruzione>`

*Struttura  
del while*



# ISTRUZIONE for

`<for> ::=`

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

`<istruzione>`

*Espressione di inizializzazione:*

`<espr-iniz>`

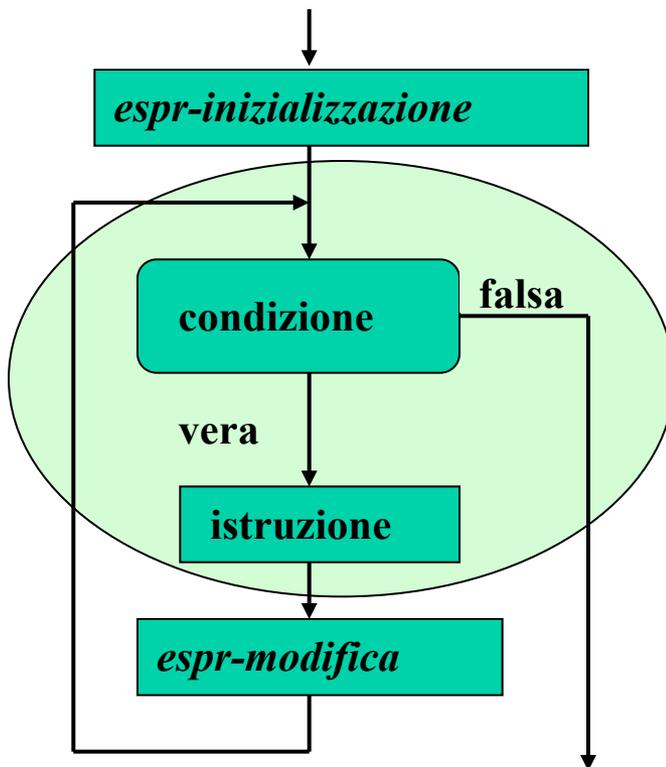
valutata *una e una sola volta*  
*prima* di iniziare l'iterazione.

*Condizione:* `<cond>`

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

*Espressione di modifica:* `<espr-modifica>`

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



# ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

---

```
#include <stdio.h>
int 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);
  return 0;
}
```

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

# RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE

---

```
#include <stdio.h>
int 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);
  return 0; }
```

# ESEMPIO ISTRUZIONE DI CICLO

---

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

int 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);
    return 0;
}
```

# RIPRENDIAMO IL CASO DEL WHILE

---

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

#include <stdio.h>
int 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);
    return 0;
}
```

# 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 sì 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*

```
int 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;}
    }
    return 0;
}
```