Strutture di Controllo in C

Informatica B AA 2021/22

Luca Cassano

14 Ottobre 2021

luca.cassano@polimi.it

Riassunto della puntata precedente

Nella lezione precedente abbiamo imparato:

- Variabili
  - Associazione fra variabile C e memoria
  - Dichiarazione
  - Inizializzazione
  - Assegnamento
- Operatori Aritmetici
- Funzioni di ingresso e uscita

Operatori ed Espressioni Logiche

- Algebra di Boole

Non solo operazioni aritmetiche

- **Espressione booleana**: espressione con valore **vero (1) o falso (0)**, determinata dagli **operatori e dal valore delle costanti o variabili** in essa contenute.

Non solo operazioni aritmetiche

- In C abbiamo:
  - **operatori relazionali**: si applicano a **variabili, costanti** o espressioni e sono `==, !=, >, <, >=, <=`

    Es: `(a > 7) , (b % 2 == 0), (x <= w)`

    danno luogo ad espressioni Booleane.
  - **operatori logici**: applicati a **espressioni booleane**, permettono di costruire **espressioni composte** e sono `!, &&, ||`

    Es: `(a > 7) && (b % 2 == 0)`

    `!(x >= 7) || (a == 0)`

Operazioni built-in per dati di tipo `int`

- = Assegnamento di un valore `int` a una variabile `int`
- + Somma (tra `int` ha come risultato un `int`)
- - Sottrazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- * Moltiplicazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- / Divisione con troncamento della parte non intera (risultato `int`)
- % Resto della divisione intera
- == Relazione di uguaglianza
- != Relazione di diversità
- < Relazione “minore di”
- > Relazione “maggiore di”
- <= Relazione “minore o uguale a”
- >= Relazione “maggiore o uguale a”

Operatoori Aritmetici

Operatoori Relazionali

Operazioni built-in per dati di tipo `int`

- `=` Assegnamento di un valore `int` a una variabile `int`
- `+` Somma (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `-` Sottrazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `*` Moltiplicazione (tra `int` ha come risultato un `int`)
- `/` Divisione con troncamento della parte non intera (risultato `int`)
- `%` Resto della divisione intera
- `==` Relazione di uguaglianza
- `!=` Relazione di diversità
- `<` Relazione “minore di”
- `>` Relazione “maggiore di”
- `<=` Relazione “minore o uguale a”
- `>=` Relazione “maggiore o uguale a”

Operatoori Aritmetici

Operatoori Relazionali

Non solo operazioni aritmetiche

- In C abbiamo:
  - **operatori relazionali**: si applicano a **variabili, costanti** o espressioni e sono `==, !=, >, <, >=, <=`

    Es: `(a > 7) , (b % 2 == 0), (x <= w)`

    danno luogo ad espressioni Booleane.
  - **operatori logici**: applicati a **espressioni booleane**, permettono di costruire **espressioni composte** e sono `!, &&, ||`

    Es: `(a > 7) && (b % 2 == 0)`

    `!(x >= 7) || (a == 0)`

Aritmetica Operatori Logici

Ordine Operatori Logici in assenza di parentesi (elementi a priorità maggiore in alto):

1. negazione (NOT) `!`
2. operatori di relazione `<`, `>`, `<=`, `>=`
3. uguaglianza `==`, disuguaglianza `!=`,
4. congiunzione (AND) `&&`
5. disgiunzione (OR) `||`

Esempi

- `x > 0 || y == 3 && !z`
- `(x > 0) || ((y == 3) && (!z))`

Aritmetica degli Operatori Logici

- Gli operatori `&&` e `||` sono commutativi
  - `(a && b) == (b && a)`
  - `(a || b) == (b || a)`
- Le doppie negazioni si elidono: `!!a == a`

Come Funzionano gli Operatori Logici?

- Ogni espressione booleana può assumere solo due valori
- Posso quindi considerare tutti i possibili valori degli ingressi ad un'espressione booleana e calcolare i valori di output corispondenti
- Questo corrisponde alla tabella di verità
- Incominciamo a farla per definire gli operatori `!`, `&&` e `||`

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti
- Il NOT è un operatore **unario**, che prende in ingresso **una** sola espressione.
- `!A` è l'opposto di `A`

negazione (NOT)	
A	***!A***
0	1
1	0

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti
- L'operatore AND è **binario**, prende in ingresso **due** espressioni.
- `A && B` è vero se e solo se sia `A` che `B` sono vere.

congiunzione (AND)		
A	**B**	**A && B**
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Tavole di Verità degli Operatori Logici

- Le tabelle di verità stabiliscono i valori di predicati composti
- L'operatore OR è **binario**, prende in ingresso **due** espressioni.
- `A || B` è vero se almeno una delle due è vera.
- **NB:** non è un OR esclusivo, come spesso accade nella lingua parlata

disgiunzione (OR)		
A	B	A || B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Tabelle di Verità

- Rappresenta tutti i possibili modi di valutare un' espressione booleana composta
- Una riga per ogni possibile assegnamento di valori logici alle variabili:
  - n variabili logiche (espressioni booleane) $\rightarrow 2^n$ possibili assegnamenti, quindi 2^n righe.
- Una colonna per ogni espressione che compone l'espressione data (inclusa la formula stessa)

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

A	B	C	!B	A && !B	A && !B || C
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

A	B	C	!B	A && !B	A && !B || C
0	0	0	1		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	1	0		
1	0	0	1		
1	0	1	1		
1	1	0	0		
1	1	1	0		

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

A	B	C	!B	A && !B	A && !B || C
0	0	0	1	0	
0	0	1	1	0	
0	1	0	0	0	
0	1	1	0	0	
1	0	0	1	1	
1	0	1	1	1	
1	1	0	0	0	
1	1	1	0	0	

Esempio Tabella di Verità

- `A && !B || C`

A	B	C	!B	A && !B	A && !B || C
0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	1
0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	1
1	0	1	1	1	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1

Espressioni Booleane in C

- Servono per definire condizioni che vengono impiegate in istruzioni composte:
  - Costrutti condizionali: **`if`**, **`switch`**
  - Costrutti iterativi: **`while`**, **`do while`**, **`for`**

Espressioni Intere come Booleane in C

- **Espressioni intere e booleane** sono **intercambiabili**: esiste una regola di conversione automatica
  - `0` ⇔ **falso**
  - **qualsiasi valore** `!=0` ⇔ **vero**
- Ciò utilizzato in pratica (anche se non bello dal punto di vista concettuale) per
  - **memorizzare in variabili intere risultati di condizioni** (valori di espressioni logiche, non esistono del resto variabili di un apposito tipo in C)
  - **utilizzare espressioni aritmetiche al posto di condizioni** nelle istruzioni `if` e `while`

Linguaggio C: Costrutto Condizionale

Istruzioni composta: `if`

Costrutto Condizionale: `if`, la sintassi

- Il costrutto **condizionale** permette di eseguire alcune istruzioni a seconda del valore di un'espressione booleana a runtime
- `if,else` keywords
- **`expression`** espressione booleana (vale 0 o 1)
- **`corpo`** sequenza di istruzioni da eseguire.
- **NB**: **`corpo`** è il corpo dell' `if` (o dell' `else`). Se **`corpo`** **contiene una sola istruzione le `{ }` possono essere omesse**
- **NB** indentatura irrilevante

```
if(expression){
     corpo_if;

}
```

```
if(expression){
      corpo_if;

}

else {
      corpo_else;

}
```

Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione

1. Terminata **`instrBefore`**, valuto **`expression`**,
2. Se **`expression`** è vera (**`!=0`**), allora eseguo **`statement1`**, altrimenti eseguo **`statement0`**. (se è presente **`else`**)
3. Terminato lo statement dell'**`if`** , procedi con **`instrAfter`**, la prima istruzione fuori dall'**`if`**

N.B. **`else`** è opzionale

```
instrBefore;
if(expression) {
        statement1;
}
else {
        statement0;
}
instrAfter;
```

Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione

1. Terminata **`instrBefore`**, valuto **`expression`**.
2. Se **`expression`** allora eseguo **`statement1`**, altrimenti eseguo **`statement0`**. (se è presente **`else`**)
3. Terminato lo statement dell'**`if`** , procedi con **`instrAfter`**, la prima istruzio

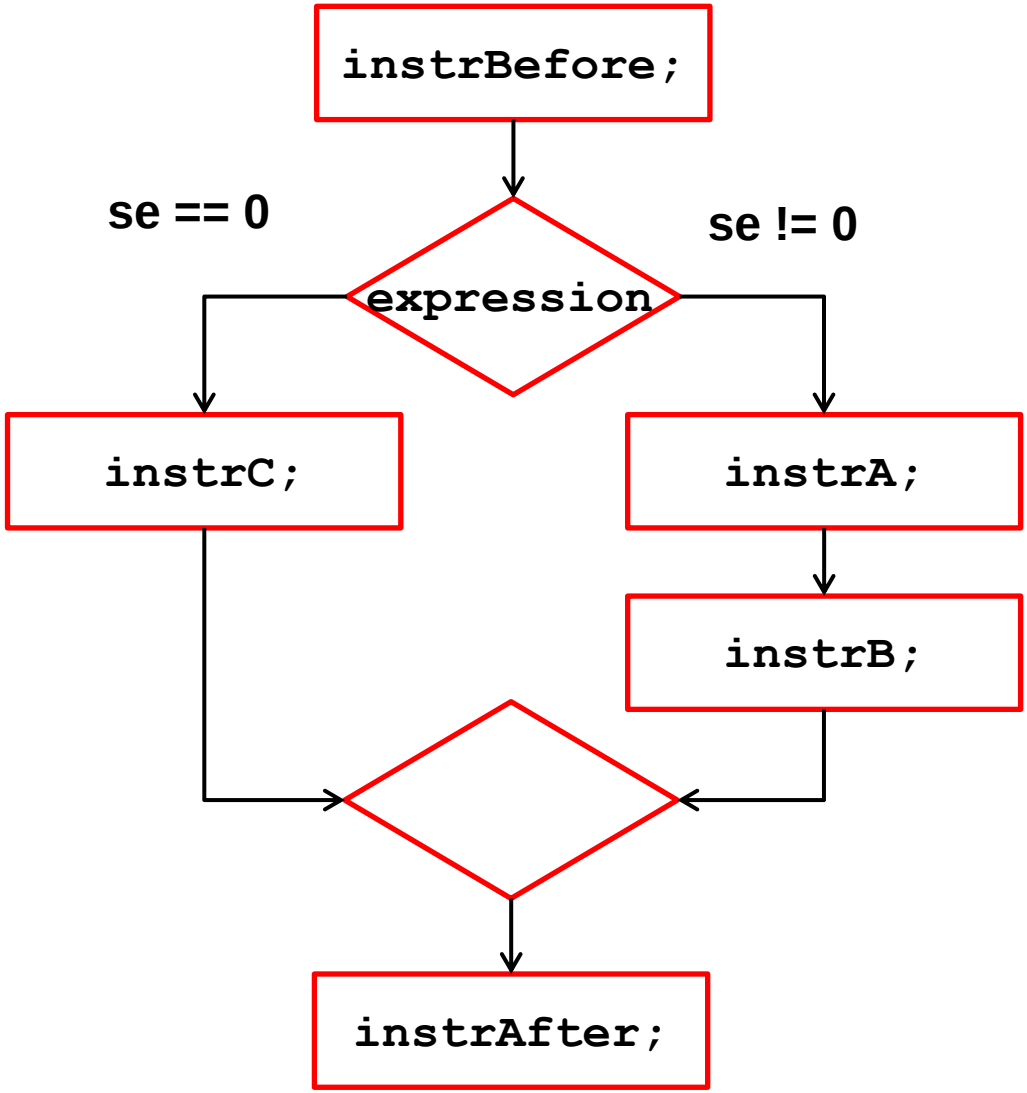
N.B. **`else`** è opzionale

```
instrBefore;
if(expression) {
    statement1;
}
else {
    statement0;
}
instrAfter;
```

Ramo then

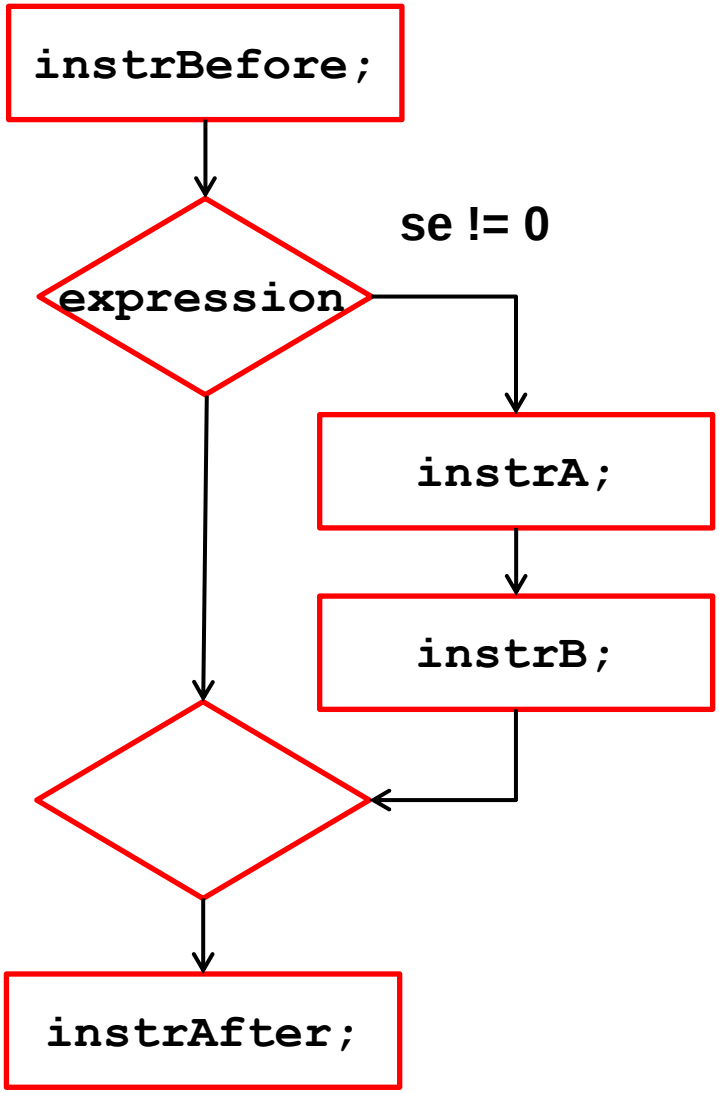
Ramo else

Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione




```
instrBefore;
if(expression){
        instrA;
        instrB;
}
else {
        instrC;
}
instrAfter;
```

Costrutto Condizionale: `if`, l'esecuzione




```
instrBefore;
if(expression) {
        instrA;
        instrB;
}
instrAfter;
```

Esempio

```
//N.B: incolonnamento codice irrilevante!
if (x % 7 == 0) {
     printf(”%d multiplo di 7” , x);
}
else {
     printf(”%d non multiplo di 7” , x);
}
```

Esempio

```
//N.B: incolonnamento codice irrilevante!
if (x % 7 == 0) {
     printf("%d multiplo di 7" , x);
}
else {
     printf("%d non multiplo di 7" , x);
}
//si può fare senza else?
```

Esempio

```
//senza else.
printf(”%d ” , x);
if (x % 7 != 0) {
     printf(”non ”);
}
printf(” multiplo di 7”);
```

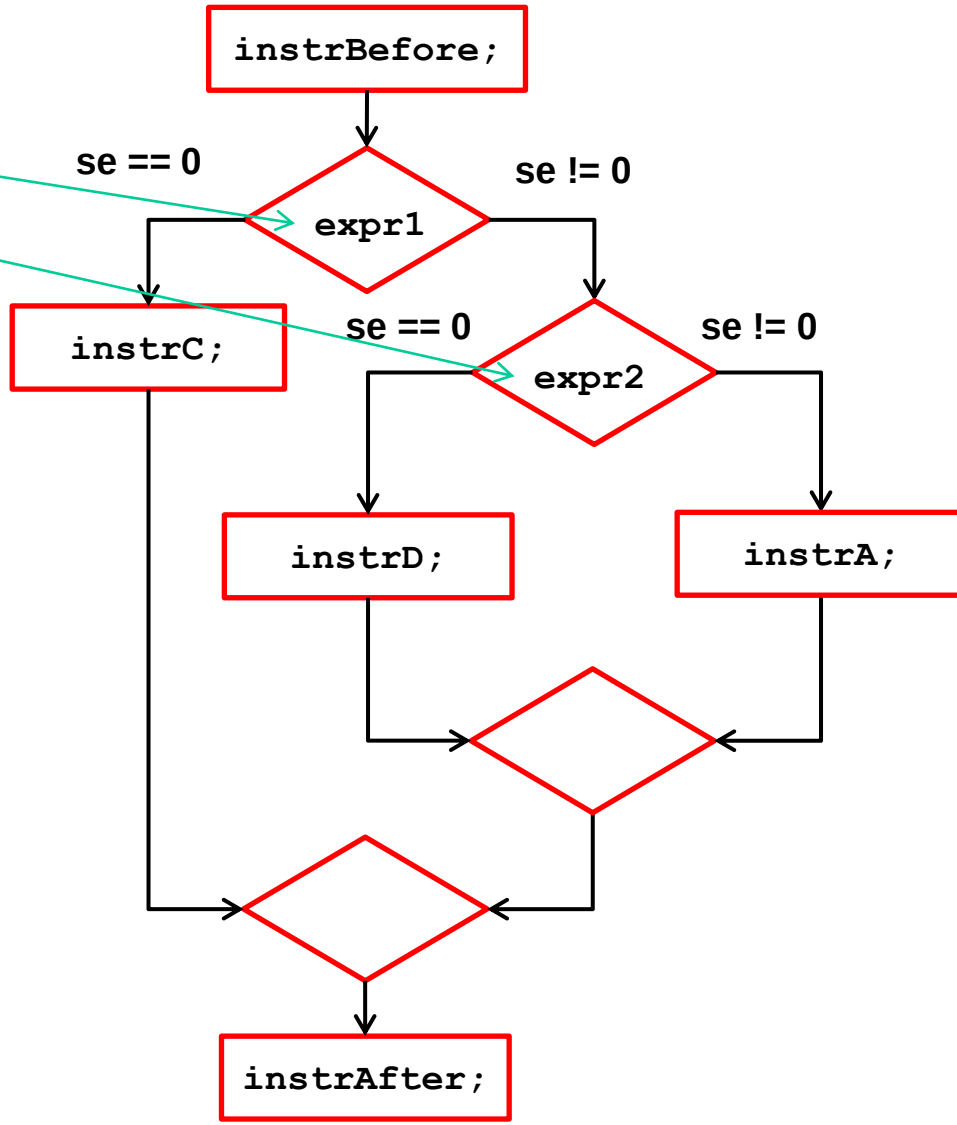
`if` Annidati

Il corpo di un `if` (cioè gli **`statement`**) può a sua volta contenere altri `if:` si realizzano quindi istruzioni condizionali **annidate**

```
instrBefore;
if(expr1) {
 if(expr2) {
      instrA;
 }
 else {
      instrD;
 }
}
else {
 instrC;
}
instrAfter;
```

if Annidati

```
instrBefore;
if(expr1) {
 if(expr2) {
      instrA;
 }
 else {
      instrD;
 }
else {
 instrC;
}
instrAfter;
```



`if` Annidati

Le istruzioni condizionali possono essere annidate, inserendo un ulteriore `if` sia all'interno del ramo then che del ramo else!

Esempio

```
if ( cond1 ) {
    if ( cond2 ) {
        instr1;
    }
    else {
        instr2;
    }
}
else {
    instr3;
}
```

`if` Annidati

Le istruzioni condizionali possono essere annidate, inserendo un ulteriore `if` sia all'interno del ramo then che del ramo else!

Esempio

```
if ( cond1 ) {
    instr1;
}
else {
    if ( cond2 ) {
        instr2;
    }
    else {
        instr3;
    }
}
```

Regole per `if` annidati

Regola: In caso di costrutti annidati, ed in assenza di parentesi che indichino diversamente, ogni **`else`** viene associato all' **`if`** più vicino.

```
if ( x % 5 == 0 )
      if (x % 7 == 0 )
            printf("x multiplo di 5 e anche di 7");
      else
            printf("x multiplo di 5 ma non di 7");
```

Regole per `if` annidati

Regola: In caso di costrutti annidati, ed in assenza di parentesi che indichino diversamente, ogni **`else`** viene associato all' **`if`** più vicino.

```
if ( x % 5 == 0 )
      if (x % 7 == 0 )
            printf("x multiplo di 5 e anche di 7");
else
      printf("x multiplo di 5 ma non di 7");
```

Regole per `if` annidati

Regola: In caso di costrutti annidati, ed in assenza di parentesi che indichino diversamente, ogni **`else`** viene associato all' **`if`** più vicino.

```
if ( x % 5 == 0 ) {
      if (x % 7 == 0 )
          printf("x multiplo di 5 e anche di 7");
}
else
      printf("x non multiplo di 5");
```

`if` Annidati

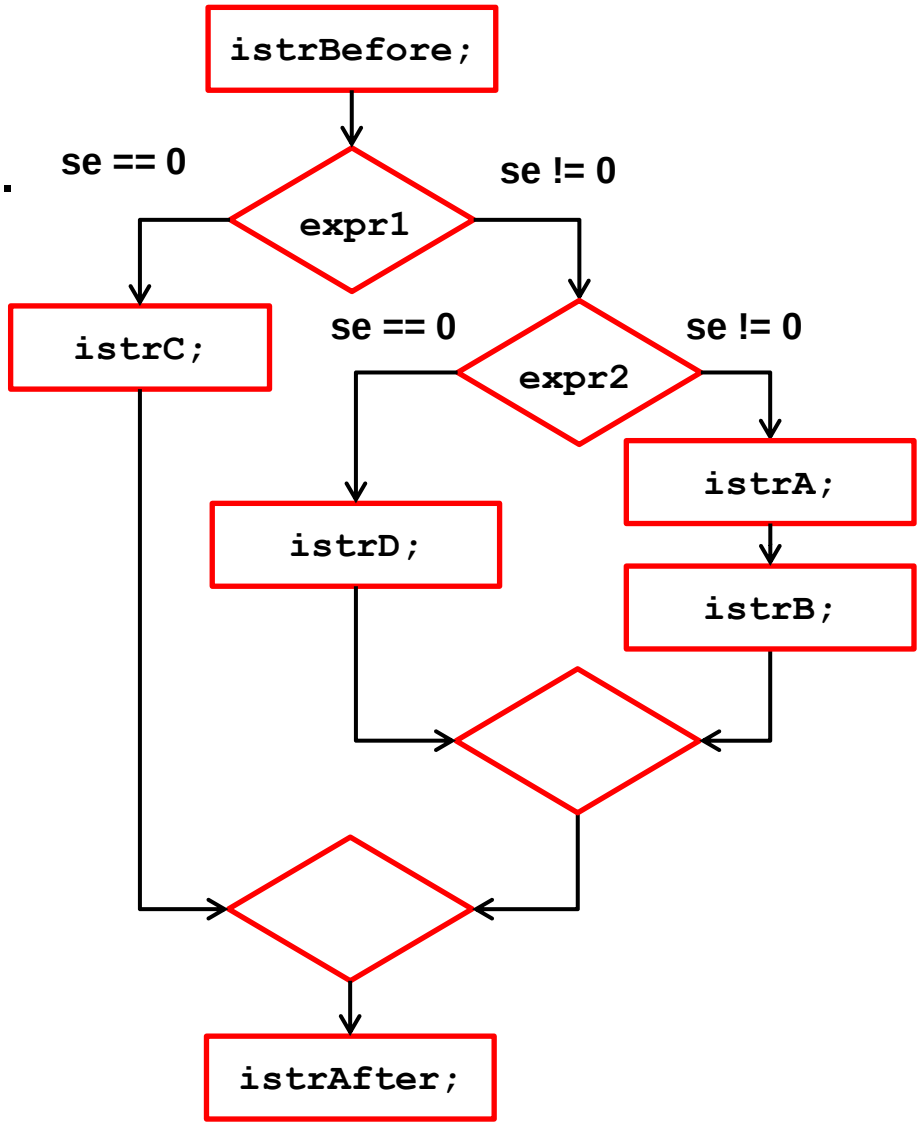
Quando il corpo di un if contiene più di un'istruzione è necessario usare parentesi.

```
instrBefore;
if(expr1)
 if(expr2){
       instrA;
       instrB;
 }
   else
       instrD;
else
 instrC;
instrAfter;
```

if Annidati

Quando il corpo di un if contiene più di un'istruzione è necessario usare parentesi.

```
instrBefore;
if(expr1)
 if(expr2){
       instrA;
       instrB;
 }
   else
       instrD;
else
 instrC;
instrAfter;
```



`if` Annidati

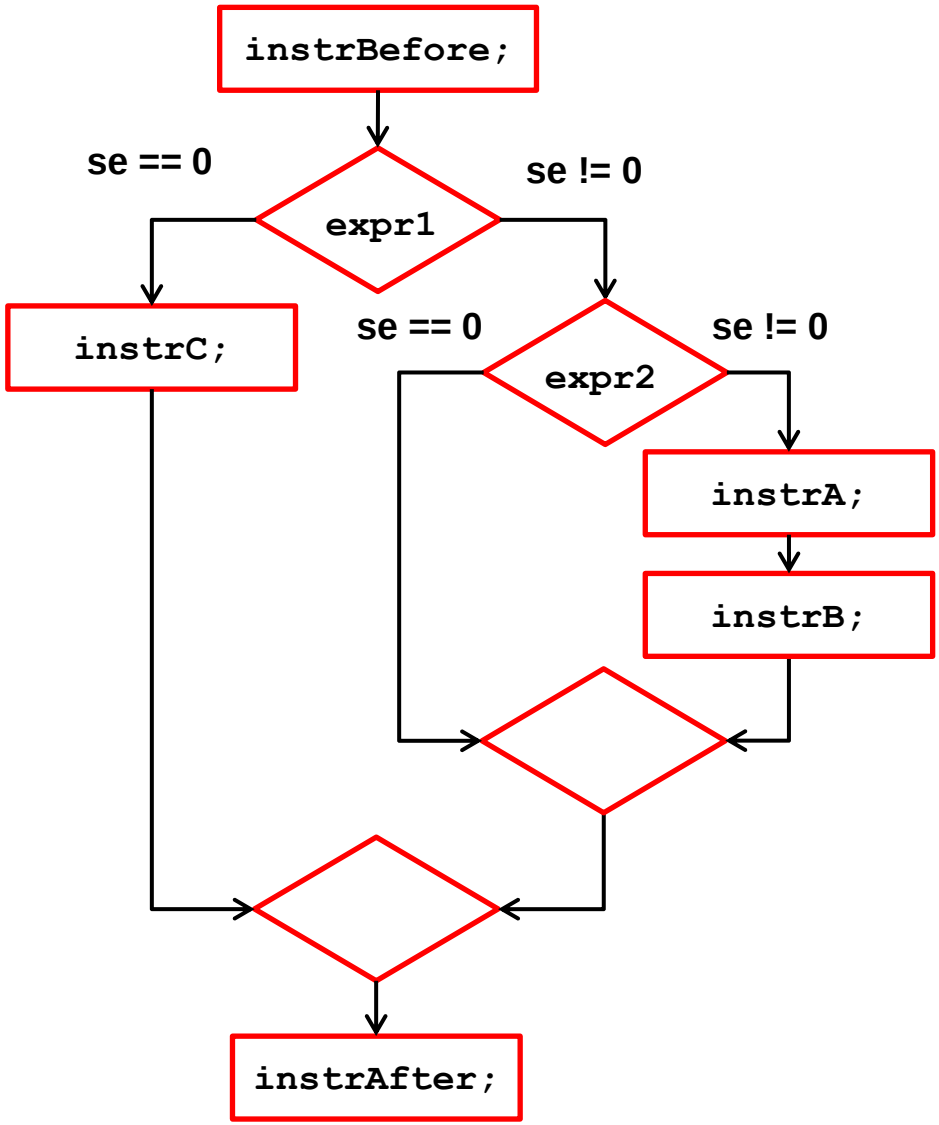
L'uso delle parentesi serve per determinare quale **`else`** associare a quale **`if`**.

```
instrBefore;
if(expr1)
{  if(expr2)
       {instrA;
        instrB;}
}
else
 instrC;
instrAfter;
```

`if` Annidati

L'uso delle parentesi serve per determinare quale **`else`** associare a quale **`if`**.

```
instrBefore;
if(expr1)
{  if(expr2)
       {instrA;
        instrB;}
}
else
 instrC;
instrAfter;
```



`if` Annidati

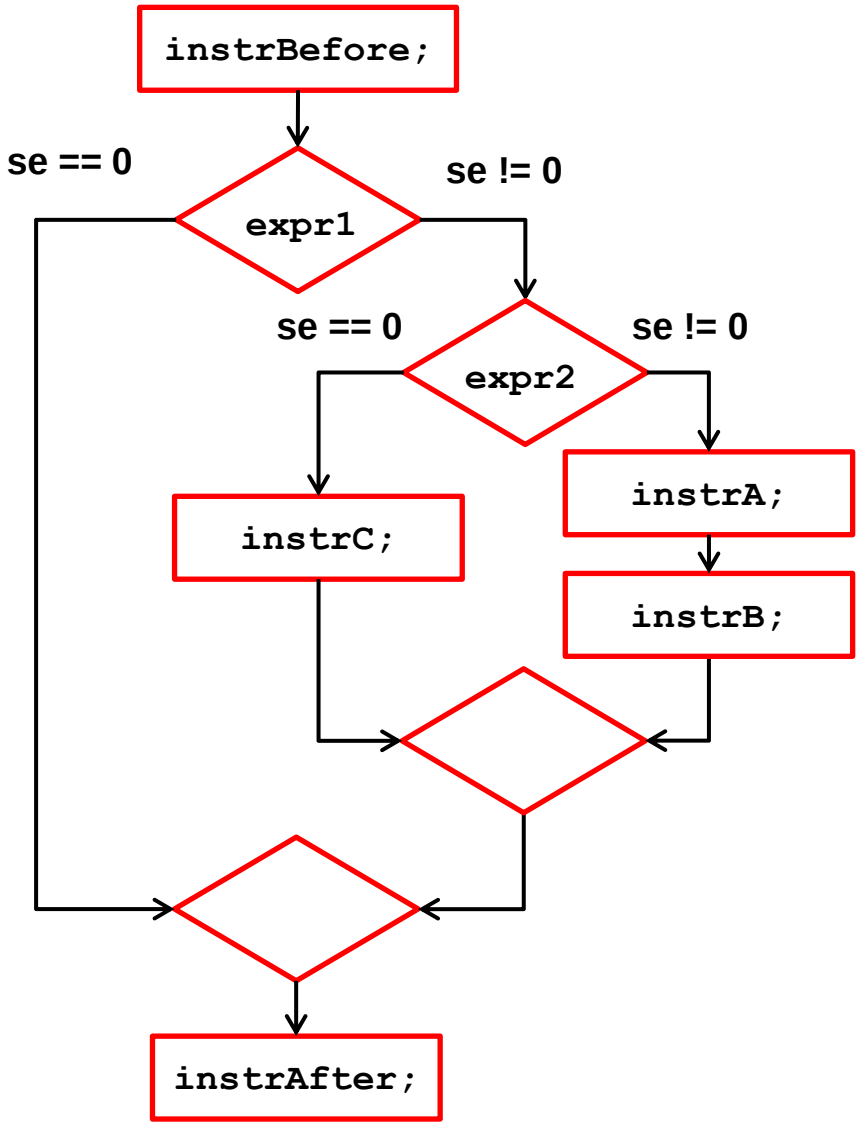
L'uso delle parentesi serve per determinare quale **`else`** associare a quale **`if`**.

```
instrBefore;
if(expr1)
{  if(expr2)
       {instrA;
        instrB;}
   else
        instrC;
}
instrAfter;
```

`if` Annidati

L'uso delle parentesi serve per determinare quale **`else`** associare a quale **`if`**.

```
instrBefore;
if(expr1)
{  if(expr2)
       {instrA;
        instrB;}
   else
        instrC;
}
instrAfter;
```



if - else if - else

Nel caso le condizioni da verificare siano più di una è possibile specificare catene di **if**

```
if(expr1)
      instr1;
else if(expr2)
      instr2;
else if(expr3)
      instr3;
else
      instr4;
```

```
if(expr1)
      instr1;
else {
      if(expr2)
            instr2;
      else {
            if(expr3)
                  instr3;
            else
                  instr4;
      }
}
```

Esempio

Scrivere un programma che, inserito un intero positivo, determina se corrisponde ad un anno bisestile

- Un anno è bisestile se
  - è multiplo di 4 ma non di 100
  - oppure se è multiplo di 400

Soluzione1: if annidati

```c
#include<stdio.h>
void main()
{
    int n; // anno
    int bis = 0;
    printf("inserire anno: ");
    scanf("%d", &n);
    if(n % 4 == 0) {
        bis = 1;
        if(n % 100 == 0)
                bis = 0;
        if(n % 400 == 0)
                bis = 1;
    }
    printf("\n%d ", n);
    if(bis == 0)
        printf("NON ");
    printf("e' bisestile!");
}
```

Soluzione1: if annidati

```c
#include<stdio.h>
void main()
{
int n; // anno
int bis = 0;
printf("inserire anno: ");
scanf("%d", &n);
if(n % 4 == 0)
{
        bis = 1;
        if(n % 100 == 0)
                bis = 0;
        if(n % 400 == 0)
                bis = 1;
}
printf("\n%d ", n);
if(bis == 0)
        printf("NON ");
printf("e' bisestile!");
}
```

Osservazioni:

1. bis è una variabile che vale 1 quando una data condizione si verifica, in questo caso l'anno è bisestile
2. Le parentesi inutili sono state omesse (non è possibile togliere quella del primo if perché il corpo contiene più istruzioni

Soluzione2: condizioni composte e predicati

```c
#include<stdio.h>
void main()
{
    int n; // anno
    int bis = 0;
    int d4, d100, d400;
    printf("inserire anno: ");
    scanf("%d", &n);
    d4 = (n % 4 == 0);
    d100 = (n % 100 != 0);
    d400 = (n % 400 == 0);

    if(d4 && (d100 || d400))
        bis = 1;

    printf("\n%d ", n);
    if(bis == 0)
        printf("NON ");
    printf("e' bisestile!");
}
```

Osservazioni:

1. Le variabili d4,d100 e d400 contengono il risultato di un'operazione logica (0/1)

Esempio

Scrivere un programma che determina il massimo tra tre numeri inseriti da tastiera

Soluzione 1: If Annidati

```
#include<stdio.h>
void main()
{
   int a,b,c;
   printf("\ninserire a: ");
   scanf("%d", &a);
   printf("\ninserire b: ");
   scanf("%d", &b);
   printf("\ninserire c: ");
   scanf("%d", &c);
   if(a > b)
       if(a > c) // b non può essere il max
              printf("\nmax = %d", a);
       else
              printf("\nmax = %d", c);
   else
       if(b > c)
              printf("\nmax = %d", b);
       else
              printf("\nmax = %d", c);
}
```

Soluzione 2: Condizioni Composte

```c
#include<stdio.h>
void main()
{
   int a,b,c;
   printf("\ninserire a: ");
   scanf("%d", &a);
   printf("\ninserire b: ");
   scanf("%d", &b);
   printf("\ninserire c: ");
   scanf("%d", &c);

   if(a >= b && a >= c)
       printf("\nmax = %d", a);
   if(b >= c && b >= a)
       printf("\nmax = %d", b);
   if(c >= a && c >= b)
       printf("\nmax = %d", c)

}
```

E’ necessario mettere ≥ altrimenti non gestisce correttamente il caso in cui almeno due numeri sono uguali

Soluzione 3: if in sequenza

```c
#include<stdio.h>
void main()
{
   int a,b,c,max;
   printf("\ninserire a: ");
   scanf("%d", &a);
   printf("\ninserire b: ");
   scanf("%d", &b);
   printf("\ninserire c: ");
   scanf("%d", &c);

   max = a;
   if(max < b)
        max = b;
   if(max < c)
        max = c;

   printf("\nmax = %d", max);
}
```

Osservazioni:

1. L'uso della variabile ausiliaria facilita le cose
2. Non ricorda niente questa soluzione?

Vi ricordate?
Algoritmo per ricercare il prodotto migliore

1. Prendi in mano il primo prodotto: assumi che sia il migliore
2. Procedi fino al prossimo prodotto
3. Confrontalo con quello che hai in mano
4. **Se** il prodotto davanti a te è migliore: abbandona il prodotto che hai in mano e prendi quello sullo scaffale
5. **Ripeti** i passi **2 - 4 fino a** raggiungere la fine della corsia
6. Hai in mano il prodotto migliore.

Algoritmo per trovare il massimo di una sequenza numerica

Linguaggio C: Costrutti Iterativi

Istruzioni composte: **`while, do while, for`**

Costrutto Iterativo: `while`, la sintassi

- Il costrutto iterativo permette di ripetere l'esecuzione di istruzioni finché una condizione è valida
- **`while`** è una keyword
- **`expression`** espressione booleana, condizione che determina la **permanenza** nel ciclo
- **`statement`** sequenza di istruzioni da eseguire (corpo del ciclo)
- **NB**: come per **`if`**, se **`statement`** contiene più istruzioni, va delimitato tra **`{ }`**

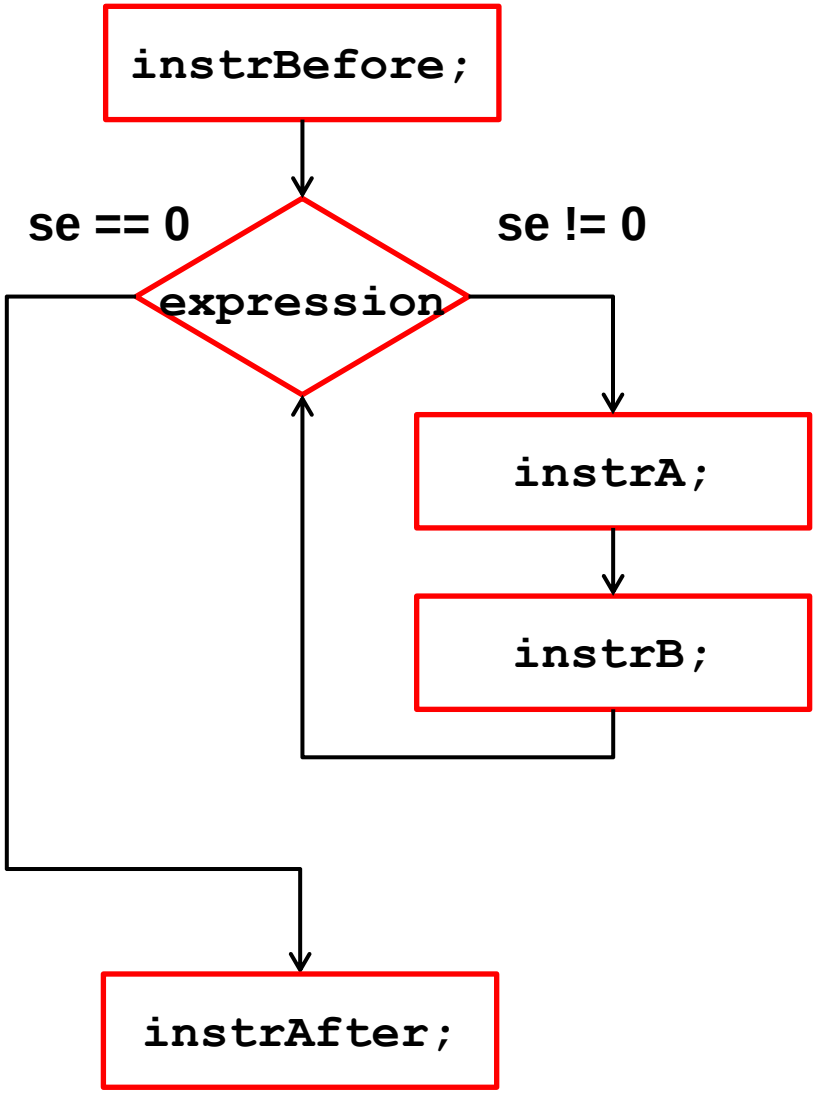
```
while (expression)
    statement
```

Costrutto Iterativo: `while`, l'esecuzione

1. Terminata **`instrBefore`** viene valutata **`expression`**
2. Se **`expression`** è vera viene eseguito **`statement`**
3. Al termine, viene valutata nuovamente **`expression`** e la procedura continua finché **`expression`** è falsa
4. Uscito dal ciclo, eseguo **`instrAfter`**

```
instrBefore;
while(expression)
        statement;
instrAfter;
```

Costrutto Iterativo: `while`, l'esecuzione




```
instrBefore;
while(expression)  {
      instrA;
      instrB;
}
instrAfter;
```

Esempio

```
/* stampa i primi 100 numeri naturali */
```

Esempio

```
/* stampa i primi 100 numeri naturali */
# include<stdio.h>
void main()
{
      int a = 1;
      while(a <= 100)
      {
           printf("\n%d" , a);
           a++;
      }
}
```

Esempio

```
/* stampa i primi 100 numeri naturali pari*/
```

Esempio

```
/* stampa i primi 100 numeri pari */
# include<stdio.h>
void main()
{
      int a = 1;
      while(a <= 100)
      {
          printf("\n%d" , 2*a);
          a++;
      }
}
```

Costrutto Iterativo: `while`, Avvertenze

- Il corpo del **`while`** non viene mai eseguito quando **`expression`** risulta falsa al primo controllo

```
/* Esempio: stampa i primi 100 numeri pari */
# include<stdio.h>
void main()
{
      int a = 101;
      while(a <= 100)
      {
          printf("\n%d" , 2*a);
          a++;
      }
}
```

Costrutto Iterativo: `while`, Avvertenze

- Se **`expression`** è vera ed il corpo non ne modifica mai il valore, allora abbiamo un loop infinito (l'esecuzione del programma **non** termina)

```
/* Esempio: stampa i primi 100 numeri pari */
# include<stdio.h>
void main()
{
        int a = 1;
        while(a < 100)
        {
            printf("\n%d" , 2*a);
        }
}
```

Costrutto Iterativo: `while`, Avvertenze

- Se **`expression`** è vera ma è sbagliata potremmo avere un loop infinito (l'esecuzione del programma **non** termina)

```
/* Esempio: stampa i primi 100 numeri pari */
# include<stdio.h>
void main()
{
        int a = 1;
        while(a > 0)
        {
            printf("\n%d" , 2*a);
            a++;
        }
}
```

Costrutto Iterativo: `while`

```
/* eseguire la somma di una sequenza di numeri
naturali inseriti dall'utente (continuare fino a
quando l'utente inserisce 0)*/

# include<stdio.h>
void main()
{









}
```

Costrutto Iterativo: while

```
/* eseguire la somma di una sequenza di numeri
naturali inseriti dall'utente (continuare fino a
quando l'utente inserisce 0)*/

# include<stdio.h>
void main()
{
        int a , somma;
        somma = 0;
        printf("\nInserire a:");
        scanf("%d" , &a);
        while (a != 0)
        {
                somma += a; //somma = somma + a;
                printf("\nInserire a:");
                scanf("%d" , &a);
        }
        printf("\nSomma = %d" ,somma);
}
```

Costrutto Iterativo: `while`

```
/* eseguire la somma e la media di una sequenza di numeri
naturali inseriti dall'utente (continuare fino a quando
l'utente inserisce 0)*/

# include<stdio.h>
void main()
{









}
```

Costrutto Iterativo: while

```
/* eseguire la somma e la media di una sequenza di numeri
naturali inseriti dall'utente (continuare fino a quando
l'utente inserisce 0)*/

# include<stdio.h>
void main()
{
        int a , somma , n; float media;
        somma = 0; n = 0;
        printf("\nInserire a:");
        scanf("%d" , &a);
        while (a != 0)
        {
                somma += a;
                n++; //n = n + 1;
                printf("\nInserire a:");
                scanf("%d" , &a);
        }
        media = (1.0 * somma) / n;
        printf("\nSomma = %d , media  = %f", somma , media);
}
```

Esercizio per casa

Preparare un programma C per giocare in due a Carta / Sasso / Forbice, richiedendo a ciascun giocatore di inserire uno fra i caratteri ‘c’, ‘s’, ‘f’, controllando anche che il carattere inserito sia ammissibile. Il programma termina quando uno dei due giocatori inserisce ‘x’

Costrutto Iterativo: `do-while`, l'esecuzione

1. Viene eseguito **`statement`**
2. Viene valutata **`expression`** se è vera viene eseguito **`statement`** e la procedura continua finché **`expression`** diventa falsa (o == 0)
3. Viene eseguita l'istruzione successiva al ciclo

```
do
   statement
while
(expression);
```

do-while

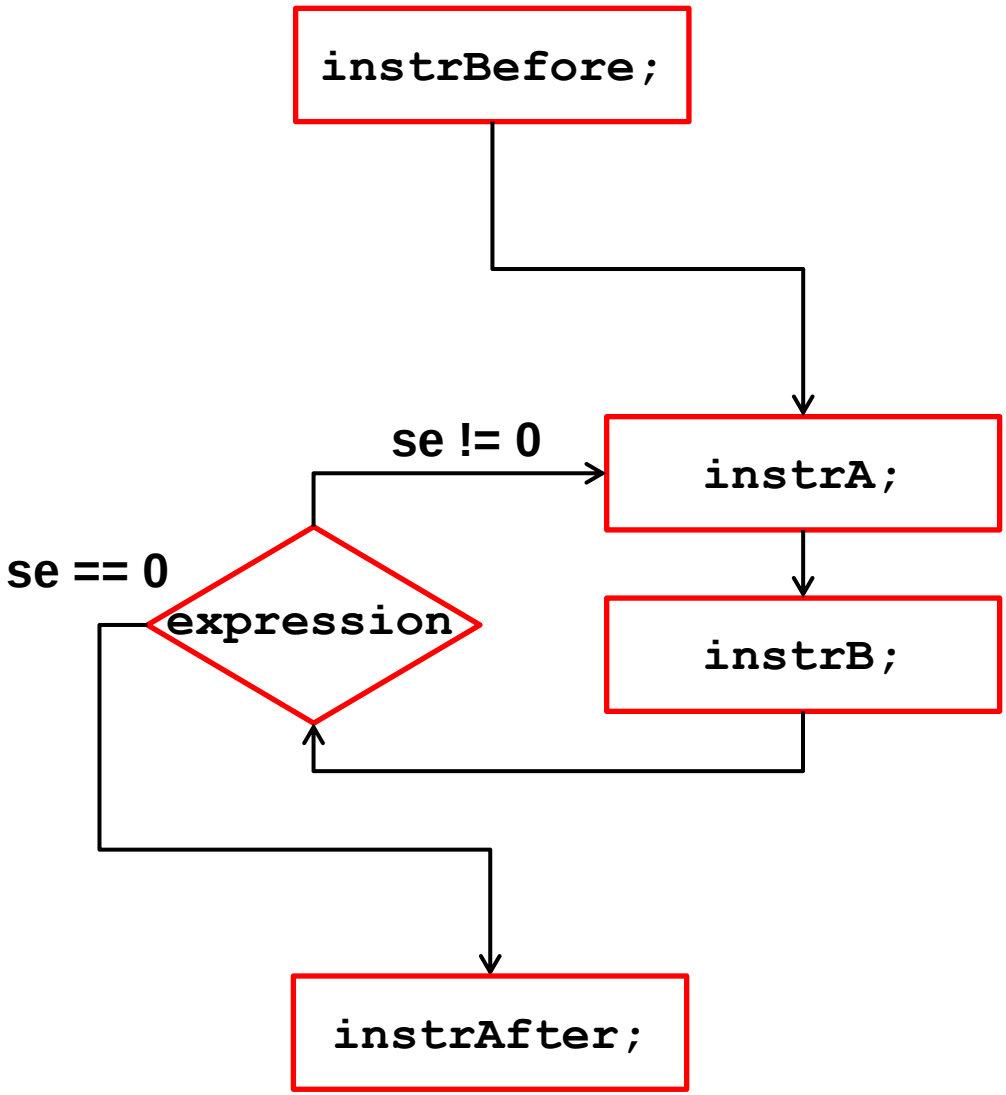
- Il costrutto **do-while** garantisce l'esecuzione del corpo del **while** almeno una volta.

```
do
   statement
while (expression);
```

```
statement
while (expression)
   statement
```

- Utile per garantire che valori acquisiti con **scanf** soddisfino certi prerequisiti
- **NB:** **do-while** richiede il **;** in **while(expression);** il **while** no
- **NB**: come per **if**, se **statement** contiene più istruzioni, va delimitato tra **{}**

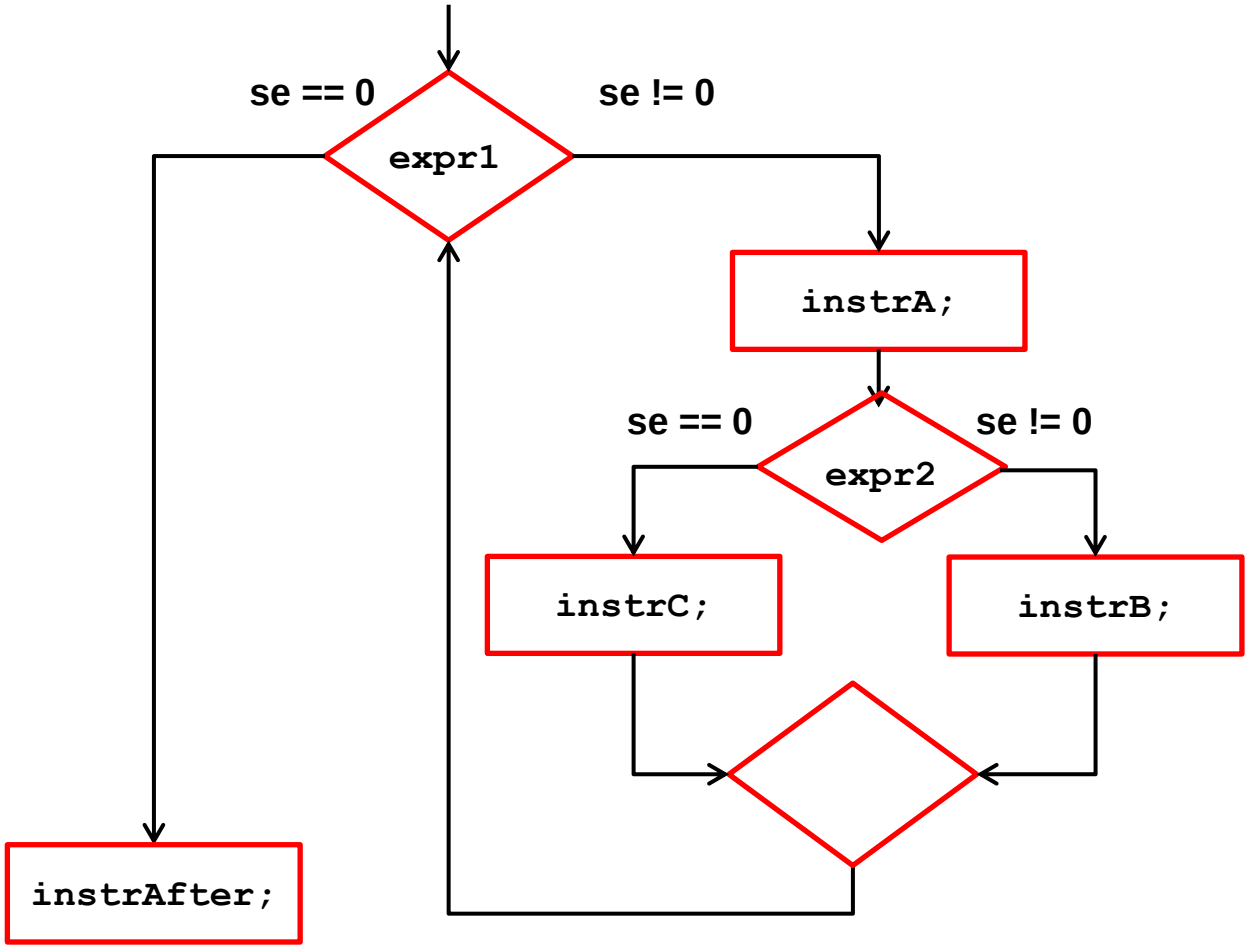
do-while




```
instrBefore;
do {
   instrA;
   instrB;
   }
while (expression);
instrAfter;
```

Cicli Annidati

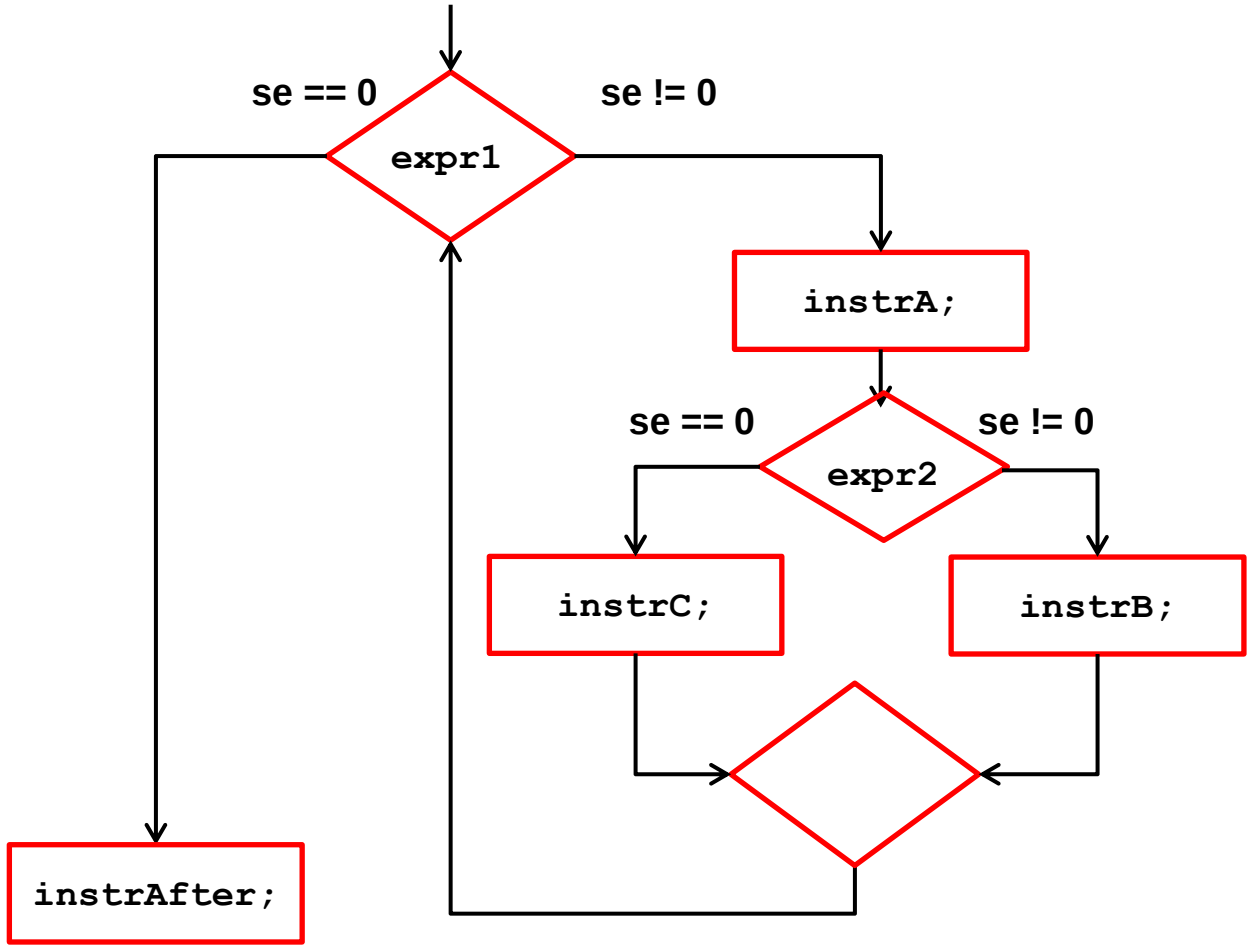
Ovviamente anche il corpo del **`while`** può contenere altri costrutti (**`while`** / **`if`** o altri che vedremo poi)



Cicli Annidati

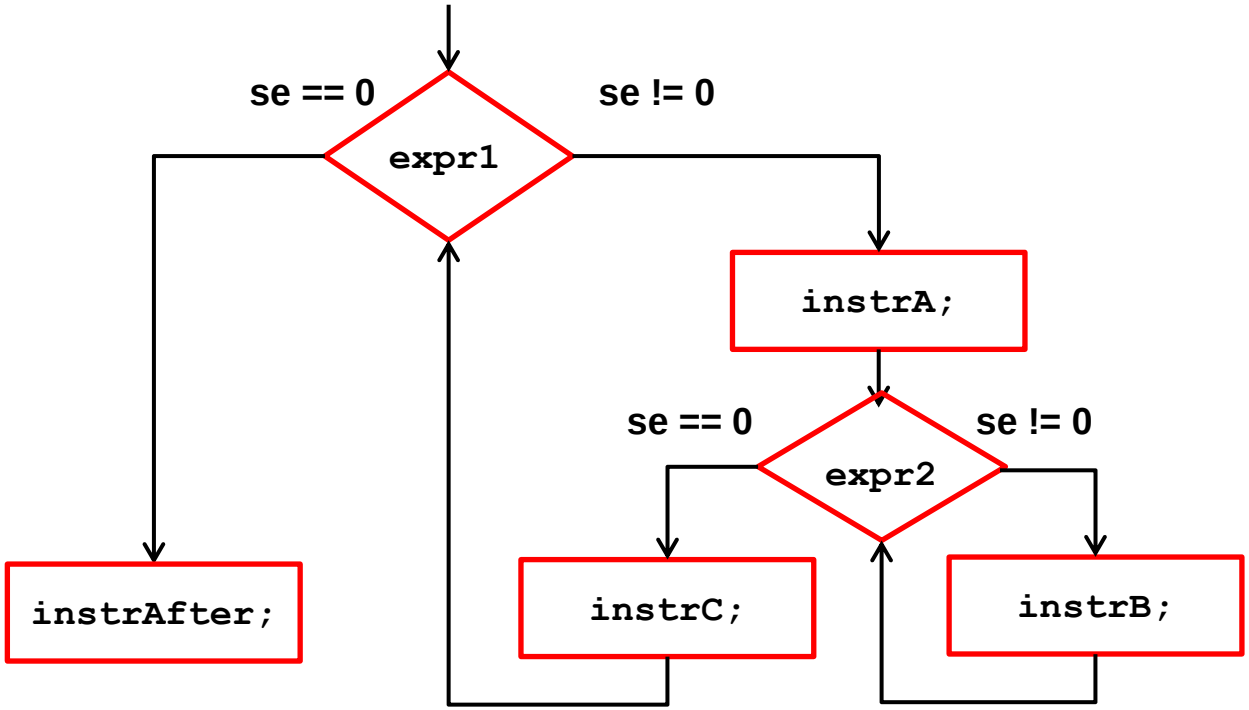
Ovviamente anche il corpo del **while** può contenere altri costrutti (**while** / **if** o altri che vedremo poi)

```
while(expr1)
{
   instrA;
   if (expr2)
        instrB;
   else
        instrC;
}
instrAfter;
```



Cicli Annidati

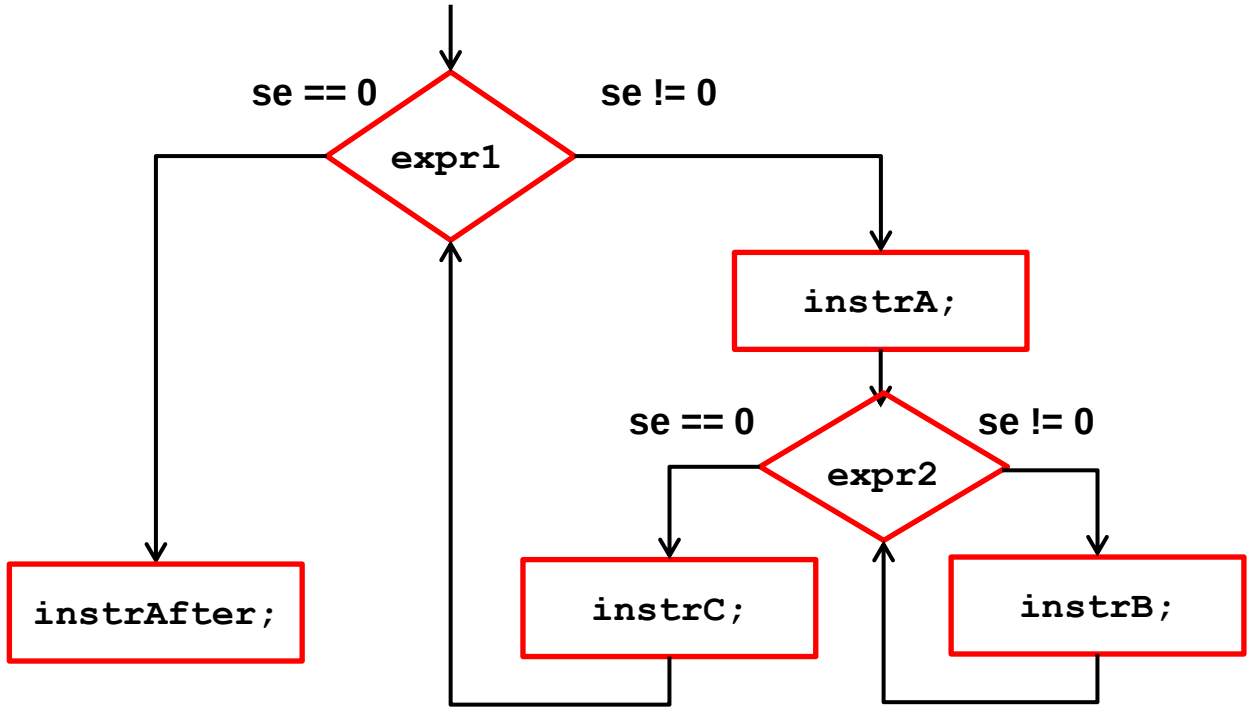
Ovviamente anche il corpo del **`while`** può contenere altri costrutti (**`while`** / **`if`** o altri che vedremo poi)



Cicli Annidati

Ovviamente anche il corpo del **`while`** può contenere altri costrutti (**`while`** / **`if`** o altri che vedremo poi)

```
while(expr1)
{
   instrA;
   while(expr2)
        instrB;
   instrC;
}
instrAfter;
```



Esercizi per casa

- Scrivere un programma che richiede all'utente una sequenza di caratteri minuscoli e ne stampa il corrispettivo maiuscolo (fino a quando l'utente non inserisce '#')

- Suggerimento: 'a' = 97 e 'A' = 65 ….. 'z' = 122 e 'Z' = 90…la differenza è sempre 32!!!

Esercizi per casa

- Scrivere un programma che richieda all'utente di inserire due interi e ne calcola il massimo comune divisore.

- Suggerimento: x è divisore di y se e solo se y % x == 0

Esercizi per casa

- Scrivere un programma che stampa la tabella pitagorica
  - **Modificarlo per stampare solo la parte triangolare alta/ solo la parte triangolare bassa / solo la diagonale**

TABELLINE

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
3	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
6	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60
7	0	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70
8	0	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
9	0	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90
10	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100

Costrutto Iterativo: `for` sintassi

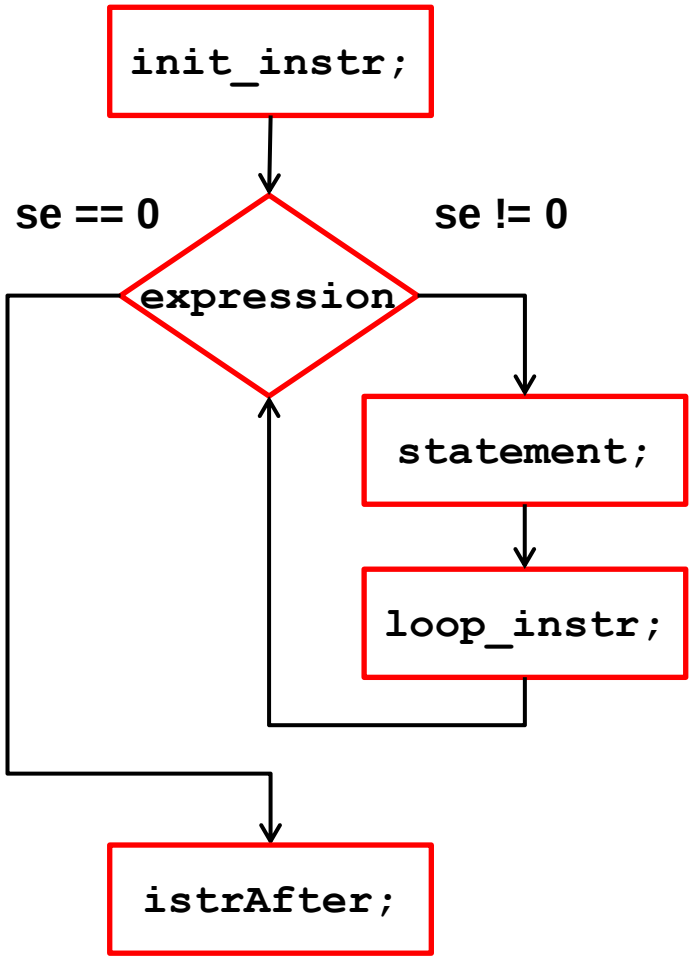
```
for(init_instr; expression; loop_instr)
      statement
```

- **`for`** è un costrutto iterativo, equivalente al **`while`**
  - **`for`** keyword
  - **`init_instr`** istruzione (di inizializzazione)
  - **`expression`** espressione booleana
  - **`loop_instr`** istruzione (di loop)
  - **`statement`** corpo del ciclo
- **NB**: se **`statement`** contiene più istruzioni, richiede **`{}`**

Costrutto Iterativo: `for` esecuzione

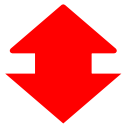
```
for(init_instr; expression; loop_instr)
    statement
```

1. Esegue **`init_instr`**
2. Valuta **`expression`**
3. Se vera, esegue **`statement`**, se falsa, termina il loop.
4. Al termine di **`statement`** esegue **`loop_instr`**
5. Valuta **`expression`**



for vs while

```
for(init_instr; expression; loop_instr)
      statement
```



```
init_instr;
while(expression)
      {
      statement;
      loop_instr;
      }
```

Utile per cicli regolati da una «variabile di loop»

- inizializzata con **`init_instr`**
- Incremento regolato da **`loop_instr`**

for vs while

```
…
i = 0;
while (i < 100) {
      //statement
      i++;
}
…
```

for vs while

```
…
i = 0;
while (i < 100) {
      //statement
      i++;
}
…
```

```
…
for(i=0; i<100; i++)
      //statement

…
```

Il **for**, nei cicli regolati da variabile di loop

- ha una stesura più compatta
- mette in evidenza la variabile di loop e come questa evolve

for vs while

```
…
scanf("%d", &a);
while (a < 0)
      scanf("%d", &a);
…
```

for vs while

```
…
scanf("%d", &a);
while (a < 0)
      scanf("%d", &a);
…
```

```
…
scanf("%d", &a);
for( ; a < 0; )
      scanf("%d", &a);
…
```

Nei cicli senza variabile di loop è comunque possibile usare il **for**, lasciando vuote **loop_instr** e **init_instr**

for vs while

```
…
scanf("%d", &a);
while (a < 0)
      scanf("%d", &a);
…
```

```
…
scanf("%d", &a);
for( ; a < 0; )
      scanf("%d", &a);
…
```

Nei cicli senza variabile di loop è comunque possibile usare il **for**, lasciando vuote **loop_instr** e **init_instr**

Altra soluzione (tecnicamente possibile ma inusuale)

```
…
for(scanf("%d", &a); a < 0; scanf("%d", &a))
…
```

Esempio `for`

- Stampare i primi 100 numeri

Esempio `for`

- Stampare i primi 100 numeri

```
for ( j = 0;  j < 100;  j++)
    printf( "%d", j );
```

Esempio `for`

- Stampare i primi 100 numeri

```
for ( j = 0;  j < 100;  j++)
    printf( "%d", j );
```

- Stampare i quadrati perfetti minori di L

Esempio `for`

- Stampare i primi 100 numeri

```
for ( j = 0;  j < 100;  j++)
    printf( "%d", j );
```

- Stampare i quadrati perfetti minori di L

```
for( n = 1; n*n < L; n++ )
        printf("%d", n*n);
```

Esempio `for`

- Stampare i primi 100 numeri

```
for ( j = 0;  j < 100;  j++)
    printf( "%d", j );
```

- Stampare i quadrati perfetti minori di L

```
for( n = 1; n*n < L; n++ )
        printf("%d", n*n);
```

- Scrivere una soluzione basata su **`for`** per gli esercizi
  - Le tabelline,
  - Le tabelline il triangolo inferiore

Costrutto `switch-case` sintassi

- **`switch`**,**`case`**,**`default`** keywords
- **`int_expr`** espressione a valori integral (char o int)
- **`constant-expr1`** numero o carattere
- **`default`** opzionale

```
switch (int_expr) {
  case constant-expr1:
     statement1
  case constant-expr2:
     statement2
     …
  case constant-exprN:
     statementN
  default : statement
}
```

Costrutto `switch-case` sintassi

- **NB**: **`int_expr`** può contenere variabili
- **NB**: **`constant-expr1`** non può contenere una variabile,
- **NB:** a differenza di **`if`**, **`while`** e **`for`**,
  - **`int_expr`** non è un espressione booleana
  - Non occorre delimitare gli **`statement`** tra **`{}`**, anche nel caso contengano più istruzioni. Questi sono delimitati dal case seguente

```
switch (int_expr) {
   case constant-expr1:
      statement1
   case constant-expr2:
      statement2
      …
   case constant-exprN:
      statementN
   default : statement
}
```

Costrutto `switch-case` esecuzione

1. Viene valutata **`int_expr`**
2. Si controlla se **`int_expr`** è **uguale** a **`constant-expr1`**
3. Se sono **uguali** eseguo **`statement1`**, ed in **cascata, tutti gli statement** dei **`case`** seguenti (senza verifiche, incluso lo statement di **`default`**)
4. Altrimenti controllo se **`expression`** è **uguale** a **`constant-expr2`** …
5. Eseguo lo statement di **`default`** [se presente]

```
switch (int_expr) {
  case constant-expr1:
     statement1
  case constant-expr2:
     statement2
     …
  case constant-exprN:
     statementN
  default : statement
}
```

Note `switch-case`

Esempio di utilizzo di **`switch`**

```
.....
scanf("%c" , &a);
switch (a){
    case 'A': nA++;
    case 'E': nE++;
    case 'O': nO++;
    default : nCons++;
}
.....
```

- Se **`a=='A'`**, verranno incrementate **`nA,nE,nO,nCons;`**
- Se **`a=='E'`**, verranno incrementate **`nE,nO,nCons;`**
- Se **`a=='O'`**, verranno incrementate **`nO,nCons;`**
- Se **`a=='K'`**, verranno incrementa n**`Cons;`**

Note `switch-case`

Per evitare **l'esecuzione in cascata** alla prima corrispondenza trovata, occorre inserire negli statements opportuni la keyword **`break`**

```
scanf("%c" , &a);
switch (a) {
    case 'A': nA++; break;
    case 'E': nE++; break;
    case 'O': nO++; break;
    default : nCons++;

}
```

- Se **`a=='A'`** , verrà incrementata **`nA;`**
- Se **`a=='E'`** , verrà incrementata **`nE;`**
- Se **`a=='O'`** , verrà incrementata **`nO;`**
- Se **`a=='K'`** , verrà incrementa n**`Cons;`**

Esercizi per casa

- Scrivere un programma che opera come una calcolatrice: richiede due operandi ed un operatore + - * / % e restituisce il risultato a schermo

`break` e `continue`

- L'istruzione **`break`** termina l'esecuzione dei seguenti costrutti
  - **`while`**, **`do while`** e **`for`** (costrutti iterativi)
  - **`switch`** (evita l'esecuzione di tutti i casi in cascata)
- L'istruzione **`continue`** all'interno di un costrutto iterativo passa direttamente all'iterazione seguente, interrompendo quella corrente.
  - **`continue`** può essere utilizzato solo nei cicli iterativi, i.e.: **`while`**, **`do while`**, **`for`**.

Cosa fa?

```
for(i=0; i<10; i++) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            break;
      printf("%d", x);
}
```

Cosa fa?

```
for(i=0; i<10; i++) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            break;
      printf("%d", x);
}
```

Richiede **al massimo** 10 numeri e ne stampa il valore inserito. Le acquisizioni terminano anticipatamente se viene inserito un valore negativo. Il valore negativo non viene stampato a schermo.

N.B il **`break`** interrompe comunque il costrutto iterativo (**`for`**) anche se si trova all'interno dell' **`if`**

Cosa fa?

```
i = 0;
while(i<10) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            continue;
      printf("%d", x);
      i++;
}
```

Cosa fa?

```
i = 0;
while(i<10) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            continue;
      printf("%d", x);
      i++;
}
```

Richiede numeri **(anche all'infinito)** fino a quando non ne vengono inseriti 10 positivi. Stampa a schermo il valore inserito di ogni positivo. Per i valori negativi non viene stampato il valore inserito e nemmeno incrementata `i` (il `continue` fa saltare tutte le successive istruzioni)

Cosa fa?

```
for(i=0; i<10; i++) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            continue;
      printf("%d", x);
}
```

Cosa fa?

```
for(i=0; i<10; i++) {
      scanf("%d",&x);
      if(x < 0)
            continue;
      printf("%d", x);
}
```

Richiede **esattamente** 10 numeri e ne stampa il valore inserito. Le acquisizioni **non** terminano se viene inserito un valore negativo, però non viene stampato il valore inserito (il `continue` fa saltare alla successiva esecuzione)

La `loop_expr` non viene saltata dal `continue`.
È una particolarità del `for`

Alternative a `break` e `continue`

- Utilizzo di cicli con variabili **flag (o sentinella)** per terminare anticipatamente l'esecuzione del ciclo
  - Una variabile che assume un valore 0 / 1 a seconda che si verifichino o meno alcune condizioni durante l'esecuzione

ESEMPIO: Alternative a `break` e `continue`

Es: Scrivere un ciclo che richiede una serie di valori interi e li associa alla variabile intera **`a`** e stampa a schermo

- non più di N richieste
- saltando i valori negativi inseriti
- interrompendo l'elaborazione al primo valore nullo incontrato

ESEMPIO: soluzione con `break` e `continue`

```
for (i = 0 ; i < N ; i++ ) {
 printf("immetti un intero > 0 ");
 scanf("%d",&n);
 if (n < 0)
   continue;
 if (n == 0)
   break;
 printf("%d",n);
 .. /*elabora i positivi */
}
```

ESEMPIO: soluzione con variabile di flag

```
int n, i, flag;
flag = 0//diventa 1 quando inserisco un neg.
for(i =0; i <= N && flag == 0; i++)
{
    printf("\ninserire n: ");
    scanf("%d", &n);
    if(n==0)
        flag = 1;
    else
        if(n > 0) {// se n<0 il progr. non fa
nulla
            printf(" %d", n);
            .. /*elabora i positivi */
         }
}
```

Importanza delle variabili di flag

Es: Scrivere un ciclo che richiede una serie di valori interi e li associa alla variabile intera **`a`** e stampa a schermo

- non più di 10 richieste
- saltando i valori negativi inseriti
- interrompendo l'elaborazione al primo valore nullo incontrato
- **Al termine, stampare un messaggio qualora fossero stati inseriti 10 numeri positivi**

Importanza delle variabili di flag

```
int n, i, flag;
flag = 0;//diventa 1 quando inserisco un neg.
for(i =0; i <= 10 && flag == 0; i++)
{
    printf("\ninserire n: ");
    scanf("%d", &n);
    if(n==0)
        flag = 1;
    else
        if(n > 0)
            printf(" %d", n);
/*eventuali altre istruzioni per i positivi*/
}
if(flag == 0)
    printf("\n tutti non nulli");
```

Importanza delle variabili di flag

```
int n, i, flag;
flag = 0;//diventa 1 quando inserisco un neg.
for(i =0; i <= 10 && flag == 0; i++)
{
    printf("\ninserire n: ");
    scanf("%d", &n);
    if(n==0)
        flag = 1;
    else
        if(n > 0)
            printf(" %d", n);
/*eventuali altre istruzioni per i positivi*/
}
if(flag == 0)
    printf("\n tutti non nulli");
```

se flag è rimasto zero vuol dire che nel ciclo sopra non è mai stato inserito un valore nullo, altrimenti sarebbe diventato 1

Importanza delle variabili di flag

```
int n, i, flag;
flag = 0;//diventa 1 quando inserisco un neg.
for(i =0; i <= 10 && flag == 0; i++)
{
    printf("\ninserire n: ");
    scanf("%d", &n);
    if(n==0)
        flag = 1;
    else
        if(n > 0)
            printf(" %d", n);
/*eventuali altre istruzioni per i positivi*/
}
if(flag == 0)
    printf("\n tutti non nulli");
```

Se avessi usato il break al posto della variabile di flag non avrei potuto determinare se il ciclo sopra si fosse interrotto per via del break o se fosse terminato normalmente

Le costanti in C

Le Costanti

- Dichiarando una costante viene associato **stabilmente** un valore ad un identificatore
- *Esempi*:

```
const float PiGreco = 3.14;
const float PiGreco = 3.1415, e = 2.718;
const int N = 100,   M = 1000;
const char CAR1 = 'A', CAR2 = 'B';
```

- Note:
  - Il compilatore segnala come errore ogni assegnamento a una costante nella parte eseguibile
    - Perché il valore di una costante DEVE ESSERE COSTANTE

Le Costanti (cnt)

- Usare le costanti è utile perché:
  - Il nome della costante suggerisce il significato del suo valore
  - Permette di parametrizzare i programmi
    - riutilizzabili al cambiare di circostanze esterne

- *Es:* in un programma dichiaro:

```
const float PiGreco = 3.14;
```

poi uso **`PiGreco`** più volte nella parte esecutiva;

Se viene richiesto una precisione diversa devo solo modificare la dichiarazione

```
const float PiGreco = 3.1415;
```

Alcune precisazioni…

Riprendiamo dei dettagli e vediamo gli errori più frequenti

Nota sugli Identificatori

Gli identificatori sono unici: non è possibile associare due identificatori diversi alla stessa variabile o lo stesso identificatore a due variabili diverse.

> In un programma, ogni riferimento alla variabile **`a`** rimanda alla stessa cella di memoria. Non esistono altri identificatori per quella cella.

Nota sugli Identificatori

Non si possono usare alcune espressioni come identificatori perché fanno riferimento a parole **riservate, le keywords**.

- Es: `if`, `for`, `switch`, `while`, `main`, `printf`, `scanf`, `int`, `float`, etc…

Note: Dichiarazione di Variabili

- Solo le variabili dichiarate possono essere utilizzate!
- Ogni sequenza di caratteri in un codice di un programma C può essere:
  - Un nome di variabile
  - Un nome di funzione
  - Una Keyword
- Provare ad usare una variabile **`a`** senza averla dichiarata. Il compilatore risponde:

```
'a' undeclared (first use in this function)
```

Note: Dichiarazione di Variabili

- Sintassi per la dichiarazione

  `nomeTipo nomeVariabile;`

  Es int a;

- Le celle di memoria **non sono «vuote»**, ma tipicamente contengono valori non sensati. La dichiarazione **non modifica** tali valori iniziali, sarà il primo assegnamento a farlo.

- Provare per credere ..

```
int N;
printf("%d",N);
scanf("%d",&N);
printf("%d",N);
```

Note: Abbreviazioni nell'Assegnamento

- Istruzioni della forma

  variabile = *variabile* ***operatore*** *espressione*

  si possono scrivere come

  variabile ***operatore*** = *espressione*

- `b = b + 7;` ⟹ `b +=7`; (Idem con altri operatori)
- Incrementare o decrementare una variabile di 1 è molto frequente, quindi c'è una notazione apposita
- `a = a + 1;` ⟹ `a++;`
- `b = b - 1;` ⟹ `b--;`

Errori più comuni

Gli Errori

Gli errori possono essere di due tipi:

- Errori di sintassi, rilevabili a **compile-time**.
- Errori logici rilevabili a **run-time**.

Gli errori rilevabili a **compile-time** contengono **istruzioni che il compilatore non è in grado di risolvere**, per questo manda dei segnali di errore.

- Controllate sempre il log del compilatore!

Gli errori **a run-time** si **manifestano durante l'esecuzione** e possono causare:

- L'interruzione del programma
- Comportamenti inaspettati
- Sono più difficili da rilevare

Errori Frequenti Rilevabili a Compile-Time

- Dimenticare un ; manda l'errore alla riga seguente (trova due istruzioni in una sola riga)

error: expected ';' before 'printf'

- Variabile non inizializzata?

error: 'iniz_nome' undeclared (first use in this function)

- typo?

error: 'prinf' undeclared (first use in this function)

Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time

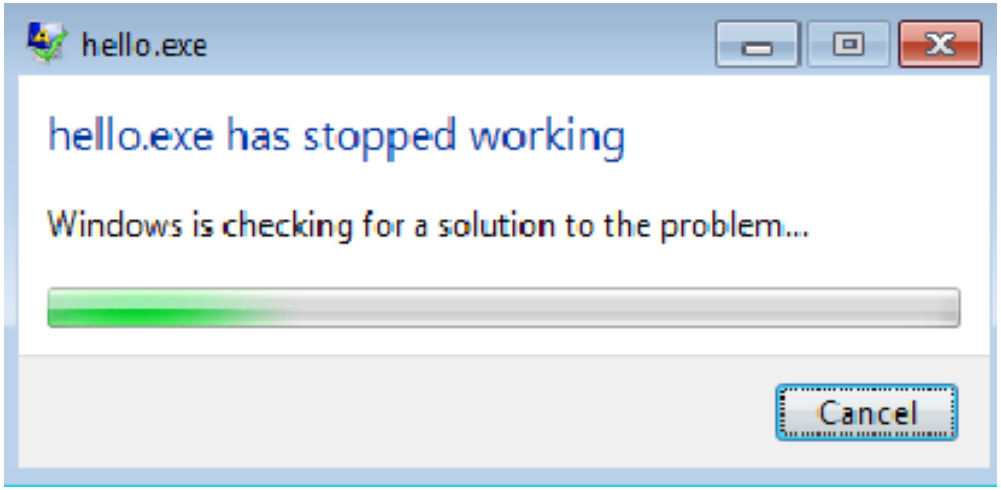
Dimenticare **`&`** nelle variabili della **`scanf`** :

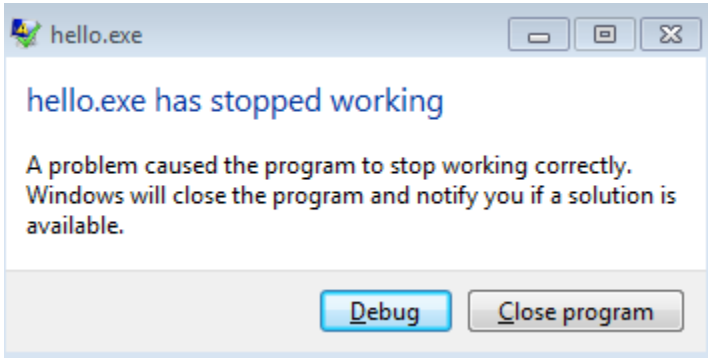
il compilatore non lo rileva! Errore rilevabile a **run-time**, quando il valore dallo stdInput viene scritto in una cella di indirizzo «sbagliato»

```
int a = 7;
```

`scanf("%d",a);` scrive nella cella all'indirizzo **`7`**.

Tipicamente se ne accorge Microsoft appena ci provate.





Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time

Confondere l'assegnamento con il confronto

```
int a = 10;
    if(a = 7)
        printf("Vero");
    else
        printf("Falso");
```

Stampa sempre **Vero** perché **(a = 7)** è un assegnamento e l'operazione diventa **1** cioè, assegnamento eseguito con successo!

Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time

Sbagliare lo specificatore di formato in una scanf o printf

```
void main(){
int x;
  printf("inserire x: ");
  scanf("%f", &x);
  printf("\nx = %d",x);
}
```

```
inserire x: 4

x = 1082130432
Process returned 15 (0xF)   execution time : 5.226 s
Press any key to continue.
```

Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time

Sbagliare lo specificatore di formato in una scanf o printf

```
void main(){
float x;
  printf("inserire x: ");
  scanf("%f", &x);
  printf("\nx = %d",x);
}
```

```
inserire x: 4.98

x = 536870912
Process returned 14 (0xE)   execution time : 9.780 s
Press any key to continue.
```

E’ invece possibile…

E’ invece possibile stampare i char come interi

```
void main(){
char x;
  printf("inserire x: ");
  scanf("%c", &x);
  printf("\nx = ‘%c’ = %d", x, x);
}
```

```
inserire x: a

x = ‘a’ = 97
Process returned 13 (0xD)   execution time : 3.579 s
Press any key to continue.
```

Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time: il `;` nelle strutture di controllo.

Il `;` termina un'istruzione e quindi non va messo dopo **`if, while, for, switch,`**

- Se presente, il `;` specifica che il costrutto non ha corpo e l'istruzione successiva viene eseguita
- *Es*

```
int a = 10;
if(a == 7);
        printf("Vero");
```

  - Stampa vero perché `printf("Vero";` è fuori dall' **`if`**

- Il `;` viene usato nel **`do while`** perché il costrutto termina con il **`while(expression);`**

Errori Frequenti Rilevabili a Run-Time: il ; nelle strutture di controllo.

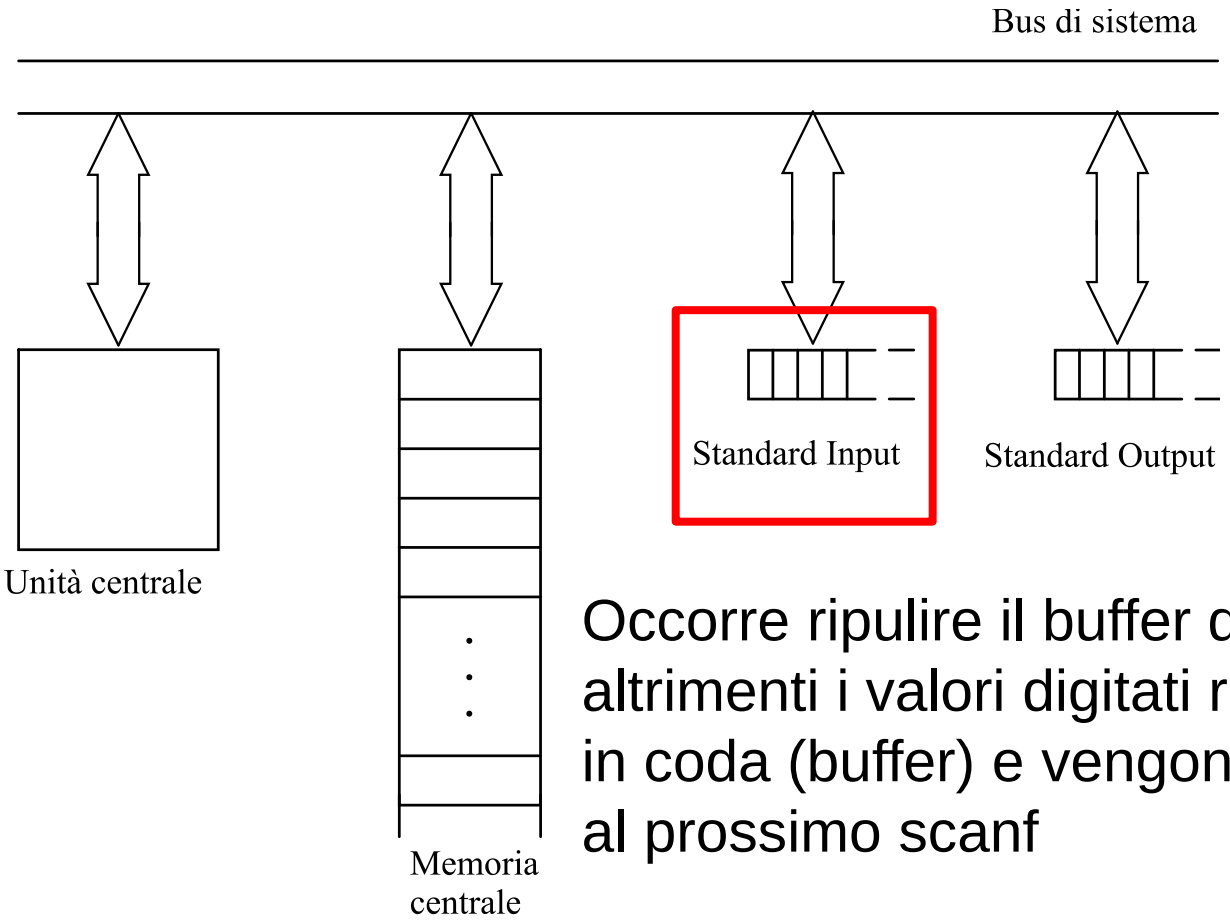
- Se ci fosse stato un **else** il compilatore avrebbe dato errore: esiste un **else** non associato ad un **if**

  - *Es*

```
int a = 10;
if(a == 7);
      printf("Vero");
else
      printf("Sono nell'else");
```

Note sull'acquisizione di caratteri da tastiera

Descrizione del linguaggio C mediante la macchina C che esegue i programmi codificati.



Occorre ripulire il buffer di ingresso altrimenti i valori digitati rimangono in coda (buffer) e vengono acquisiti al prossimo scanf

Note sull'acquisizione di caratteri da tastiera

- Le acquisizioni di caratteri consecutivi danno problemi. In particolare:
  - eventuali caratteri in eccesso vengono tenuti in buffer e potrebbero rappresentare letture non desiderate
  - dopo uno **`scanf`**, l'invio di conferma rimane in buffer e viene acquisto dal primo **`scanf`** che segue.

Note sull'acquisizione di caratteri da tastiera

- Le acquisizioni di caratteri consecutivi danno problemi. In particolare:
  - eventuali caratteri in eccesso vengono tenuti in buffer e potrebbero rappresentare letture non desiderate
  - dopo uno **`scanf`**, l'invio di conferma rimane in buffer e viene acquisto dal primo **`scanf`** che segue.
- Soluzioni, da mettere dopo il primo **`scanf`**
  - **`fflush(stdin);`** pulisce il buffer stdin (per windows)
  - **`scanf("%*c");`** acquisisce un secondo carattere che viene buttato via (non viene precisata la variabile di destinazione)

Lettura da Standard Input: `scanf`

Acquisizione di caratteri: richiede un ulteriore comando

```
char x;

scanf("%c", &x); fflush(stdin);
```

Altrimenti l'invio inserito per terminare l'acquisizione di **`x`** rimane in un buffer (**`stdin`**) e viene acquisito nella successiva acquisizione di caratteri, i.e., in eventuali **`scanf("%c", &altraVariabile)`** che seguono!

Lettura da Standard Input: `scanf`

Acquisizione di caratteri: richiede un ulteriore comando

```
char x;
scanf("%c", &x); fflush(stdin);
```

Altrimenti l'invio inserito per terminare l'acquisizione di **x** rimane in un buffer (**stdin**) e viene acquisito nella successiva acquisizione di caratteri, i.e., in eventuali **scanf("%c", &altraVariabile)** che seguono!

```
int main(void)
{ char a,b;
scanf("%c", &a);
fflush(stdin);// elimina tutto il buffer
scanf("%c", &b);// acquisisce da zero
printf("%c %c", a, b); }
```

fflush(stdin) e scanf("%*c");

Un'alternativa a **`fflush(stdin)`** è aggiungere un'acquisizione di un carattere "a vuoto"

```
scanf("%*c")
```

il `%*c` indica che verrà acquisito un carattere e buttato via

fflush(stdin) e scanf("%*c");

Un'alternativa a **`fflush(stdin)`** è aggiungere un'acquisizione di un carattere "a vuoto"

`scanf("%*c")`

il **`%*c`** indica che verrà acquisito un carattere e buttato via

```
int main(void)
{ char a,b;
scanf("%c", &a);
scanf("%*c");// acquisisce ed elimina l'invio
scanf("%c", &b);// acquisisce da zero
printf("%c %c", a, b); }
```

Confronto e Assegnamento

- L'operatore di confronto `==` non va confuso con l'operatore di assegnamento `=`
- Le loro sintassi sono simili

```
nomeVariabile == Espressione;

nomeVariabile = Espressione;
```

Confronto e Assegnamento

- L'operatore di confronto **==** non va confuso con l'operatore di assegnamento **=**
- Le loro sintassi sono simili

```
nomeVariabile == Espressione;

nomeVariabile = Espressione;
```

in entrambi i casi **Espressione** è una variabile/una costante/un valore fissato o un'espressione che coinvolge gli elementi sopra.

- Il risultato del confronto **nomeVariabile == Espressione** è **1** se **nomeVariabile** ed **Espressione** coincidono.
- Il risultato di **nomeVariabile = Espressione** è sempre 1