Gli algoritmi e i programmi

Mattia Cozzi
cozzimattia@gmail.com

a.s. 2024/2025

Contenuti

Modello del problema

Il modello del problema è una rappresentazione schematica di un particolare aspetto della realtà.

Vengono individuate:

- le entità, cioè gli oggetti importanti ai fini della descrizione;
- le proprietà delle entità;
- le variabili, dati che possono variare;
- le costanti, dati che non cambiano.

Definizione di algoritmo

Il termine viene dall'algebrista persiano del IX secolo Muhammad ibn Musa al-Khuwarizmi.

Definizione

Un algoritmo è la descrizione di un insieme finito di istruzioni che devono essere eseguite per portare a termine un dato compito.

Esempi: istruzioni di montaggio di un mobile, ricetta di cucina, somme in colonna.

Esempio: la sequenza di Fibonacci

La famosissima sequenza di Fibonacci è costituita da numeri che vengono ottenuti sommando i due numeri precedenti della sequenza stessa. I primi due numeri sono 1:

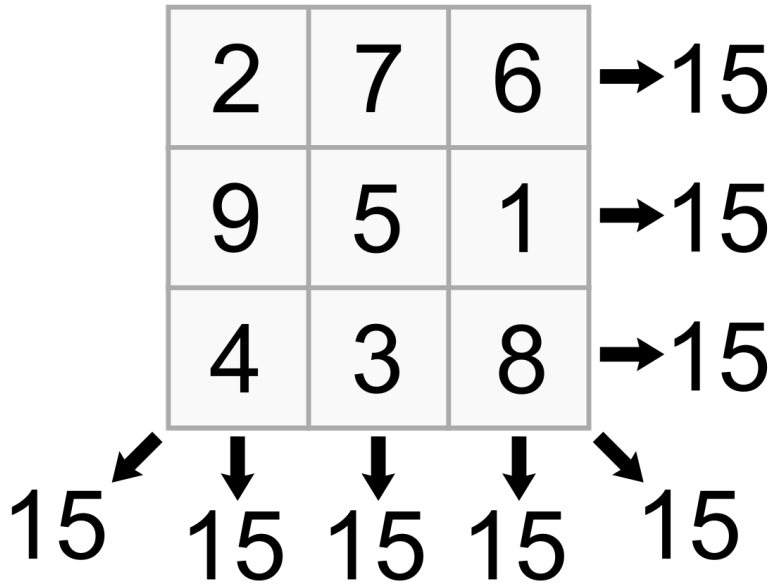
$$1 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 5 \quad 8 \quad 13 \quad 21 \quad \ldots$$

Possiamo operare con il seguente algoritmo:

- inizia con 1 e 1;
- per ottenere l'n-esimo numero F_n della sequenza, calcola $F_{n-1} + F_{n-2}$.

Il quadrato magico

Un quadrato magico è un quadrato con n numeri per lato, in cui la somma delle cifre di qualsiasi riga, colonna o diagonale fornisce lo stesso risultato.



Quadrato magico 3×3

Algoritmo per un quadrato magico, n dispari (1)

Per compilare un quadrato magico con lato dispari, possiamo usare il seguente algoritmo (esempio con $n = 5$).

1. Scrivere 1 nella riga superiore, al centro.

$$\begin{bmatrix} ? & ? & 1 & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \end{bmatrix}$$

Algoritmo per un quadrato magico, n dispari (2)

2. Spostarsi a destra di una colonna e in su di una riga (ripartire dal basso se si è nella riga più alta, e da sinistra se si è già all'estrema destra) e scrivere il numero intero successivo.

$$\begin{bmatrix} ? & ? & 1 & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & 2 & ? \end{bmatrix}$$

3. Ripetere l'operazione precedente. Se la casella di destinazione è già occupata, scrivere il nuovo numero nella posizione immediatamente sotto a quella di partenza.

Algoritmo per un quadrato magico, n dispari (3)

$$\begin{bmatrix} ? & ? & 1 & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & 3 \\ ? & ? & ? & 2 & ? \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} ? & ? & 1 & ? & ? \\ ? & 5 & ? & ? & ? \\ 4 & 6 & ? & ? & ? \\ ? & ? & ? & ? & 3 \\ ? & ? & ? & 2 & ? \end{bmatrix}$$

Algoritmo per un quadrato magico, n dispari (4)

$$\begin{bmatrix} ? & ? & 1 & 8 & ? \\ ? & 5 & 7 & ? & ? \\ 4 & 6 & ? & ? & ? \\ 10 & ? & ? & ? & 3 \\ 11 & ? & ? & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} 17 & 24 & 1 & 8 & 15 \\ 23 & 5 & 7 & 14 & 16 \\ 4 & 6 & 13 & 20 & 22 \\ 10 & 12 & 19 & 21 & 3 \\ 11 & 18 & 25 & 2 & 9 \end{bmatrix}$$

Pseudocodifica

È la descrizione di un algoritmo utilizzando il linguaggio comune secondo una serie di regole rigorose e un vocabolario ristretto.

Caratteristiche:

- Un algoritmo viene aperto e chiuso dalle parole `inizio` e `fine`.
- Operazioni di *input*: `immetti`, `leggi`, `acquisisci`, `read`.
- Operazioni di *output*: `scrivi`, `mostra`, `comunica`, `write`.

Operatori

Nel linguaggio di pseudocodifica possiamo utilizzare diversi operatori:

- assegnazione di un valore ad una variabile:

```
assegna x = 9;
calcola y = x + 3;
```

- operatori matematici;
- operatori di confronto;
- operatori logici (`AND`, `OR`, `NOT`, `XOR`).

Parole chiave

In pseudocodifica si usano alcune parole speciali che permettono di strutturare logicamente l'algoritmo.

- `se`;
- `allora`;
- `altrimenti`;
- `fine se`;
- `esegui`;
- `finché`;
- `mentre`;
- `ripeti`.

Esempio 1

Algoritmo in pseudocodifica per il calcolo dell'area di un triangolo:

```
1 inizio
2   immetti base;
3   immetti altezza;
4   calcola area = .5 * base * altezza;
5   scrivi area;
6 fine
```

Esempio 2

Algoritmo in pseudocodifica per salutare in base all'ora del giorno:

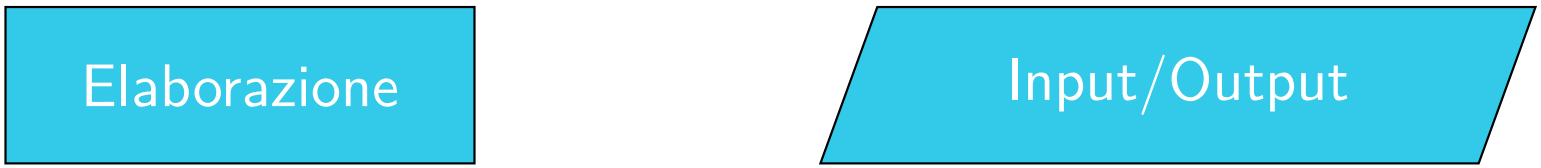
```
1  inizio
2    acquisisci ora;
3    se ora < 12:00:
4    allora
5      scrivi 'Buongiorno';
6    se ora < 18:00:
7    allora
8      scrivi 'Buon pomeriggio';
9    altrimenti:
10     scrivi 'Buonasera';
11   fine se;
12 fine
```

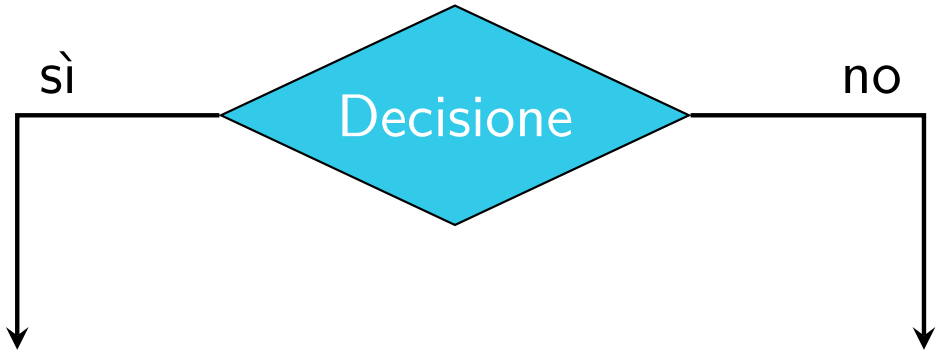
Diagrammi a blocchi (*flowchart*)

I diagrammi a blocchi permettono di rappresentare graficamente l'algoritmo.

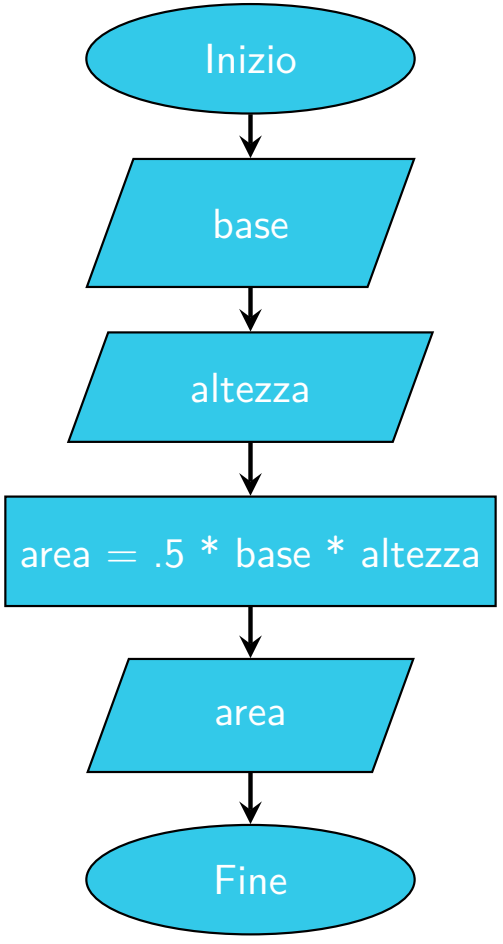
In questi schemi, blocchi di forme diverse hanno significati diversi.

Tipi di blocchi

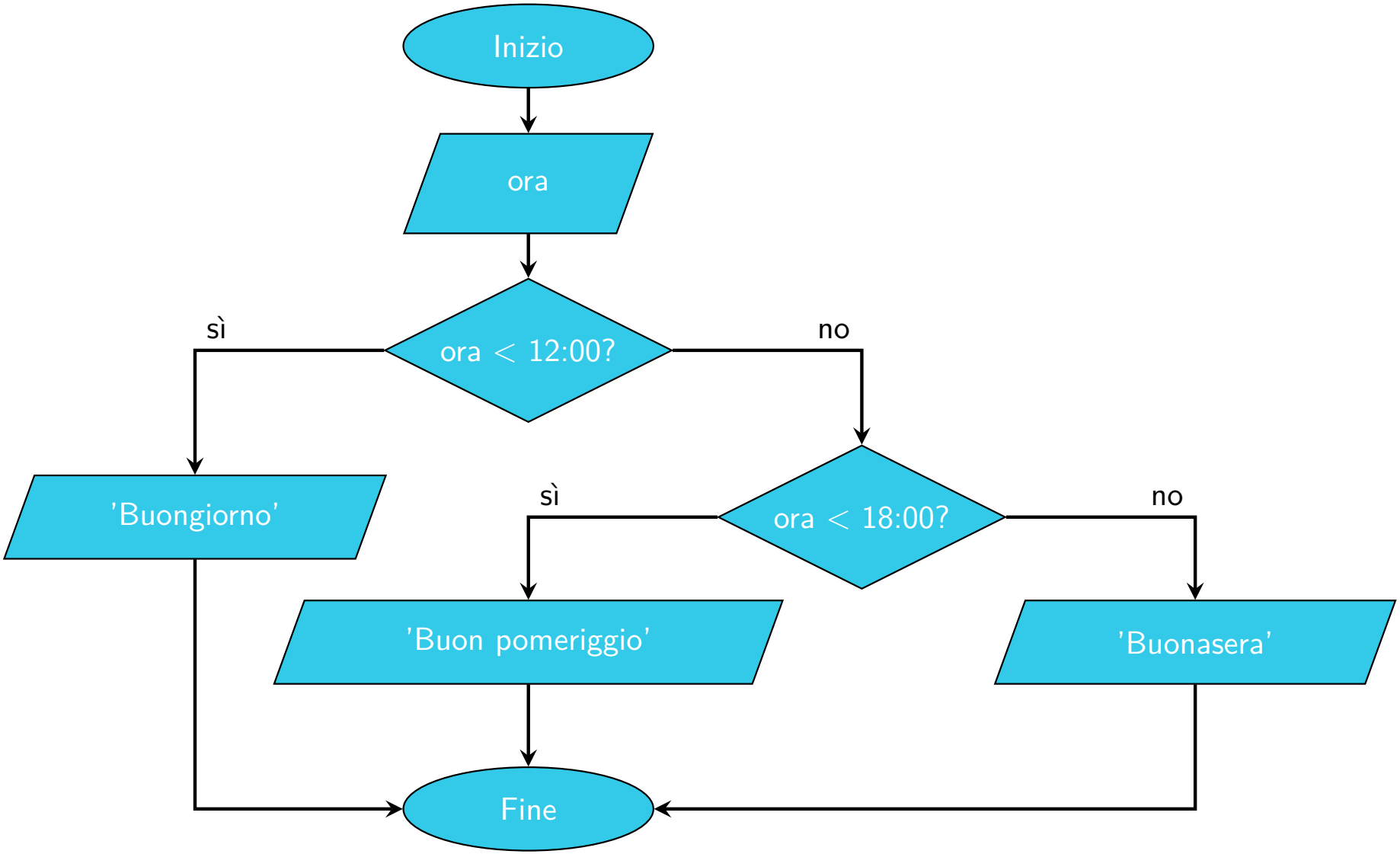




Esempio 1 a blocchi



Esempio 2 a blocchi



Strutture di controllo

Le istruzioni di un algoritmo possono:

- essere organizzate in sequenza;
- presentare delle alternative (struttura condizionale);
- essere ripetute un certo numero di volte o finché si verifica una certa condizione (struttura iterativa).

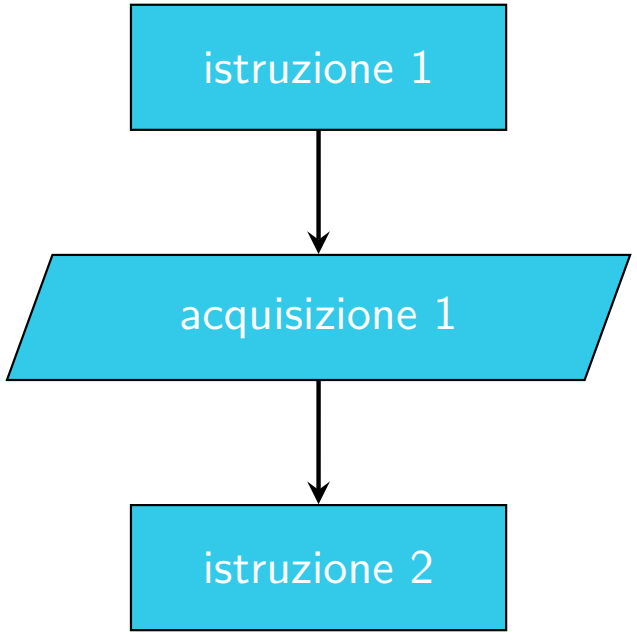
Ogni algoritmo può essere scritto con una combinazione di queste tre strutture fondamentali.

Sequenza

Pseudocodifica

```
1 istruzione 1;
2 acquisizione 1;
3 istruzione 2;
```

Blocchi

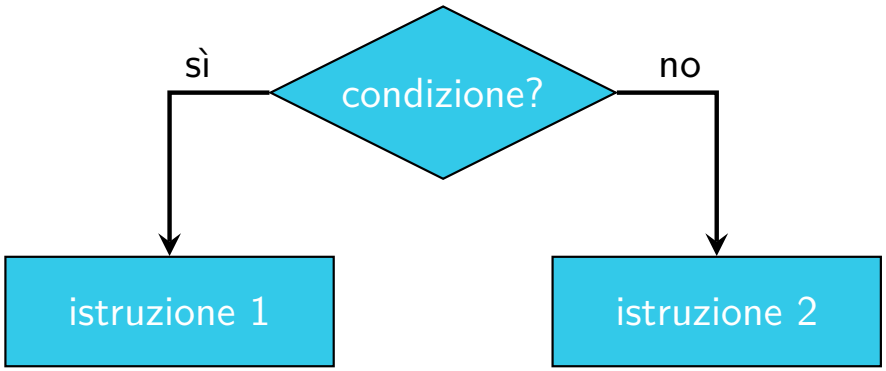


Struttura condizionale

Pseudocodifica

```
1  se condizione:
2  allora
3    istruzione 1;
4  altrimenti
5    istruzione 2;
6  fine se
```

Blocchi

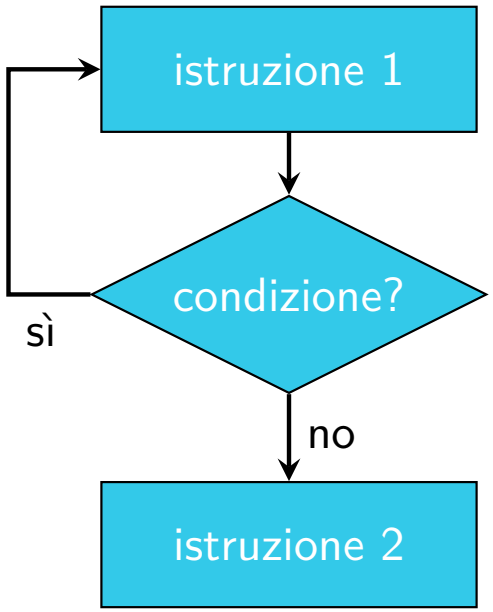


Iterazione

Pseudocodifica

```
1  esegui
2    istruzione 1;
3  ripeti mentre condizione;
4  istruzione 2;
```

Blocchi

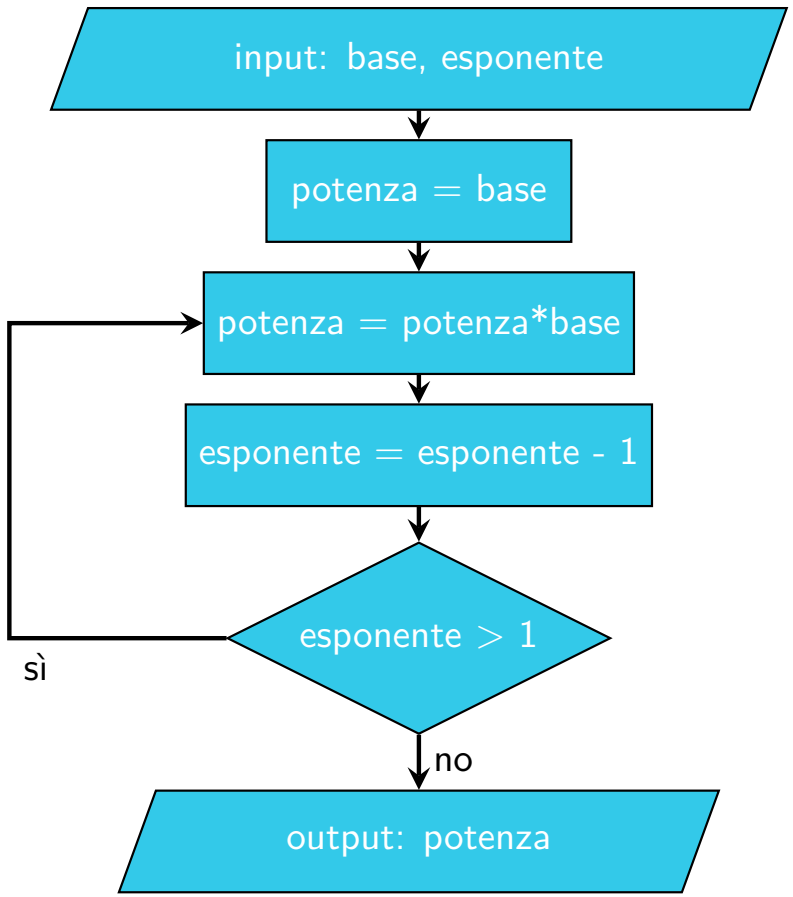


Esempio: calcolo di una potenza

Pseudocodifica

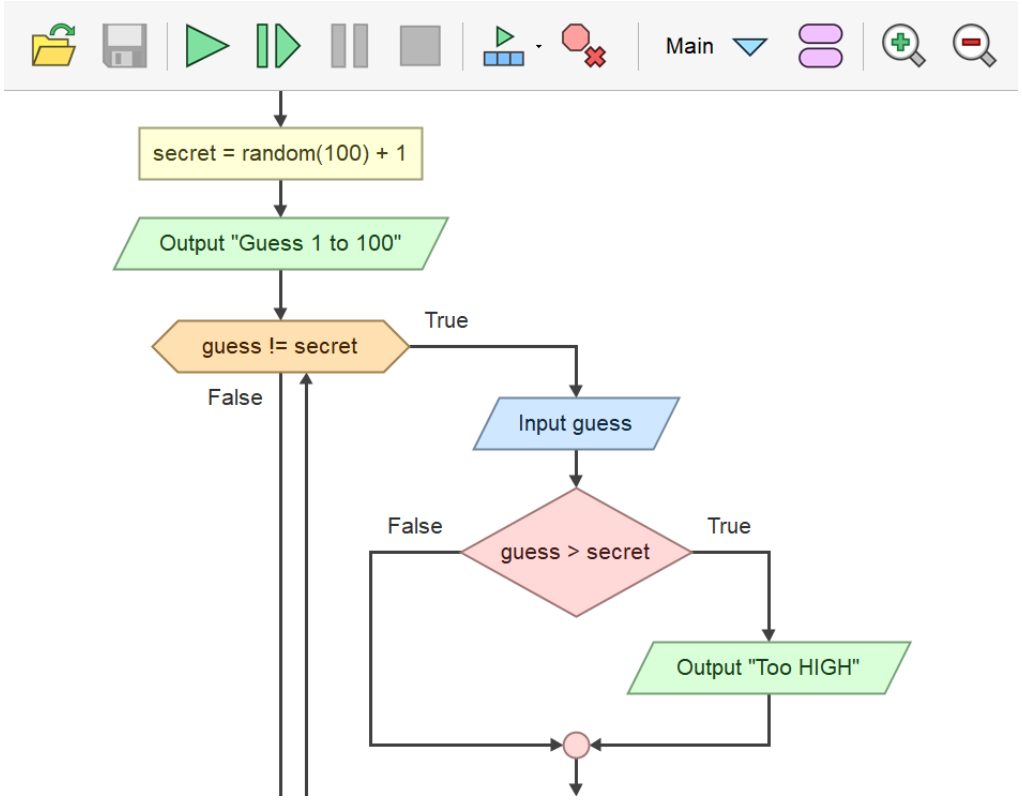
```
1  input: base
2  input: esponente
3  potenza = base
4  esegui
5    potenza = potenza*base
6    esponente = esponente - 1
7  ripeti mentre (esponente > 1)
8  output: potenza
```

Blocchi



Flowgorithm e flow.io

Flowgorithm è un programma gratuito, disponibile per Windows, per la creazione di diagrammi di flusso.



▸ Homepage Flowgorithm

▸ Homepage flow.io (tool online)

Esercizi

1. Realizza la pseudocodifica e il diagramma a blocchi di un algoritmo che riceva in input un numero e ne calcoli il fattoriale.
2. Realizza la pseudocodifica e il diagramma a blocchi di un algoritmo che riceva in input due numeri e calcoli se il primo è divisibile per il secondo.
3. Realizza la pseudocodifica e il diagramma a blocchi di un algoritmo che riceva in input due numeri e dica quale dei due è il maggiore.
4. Realizza la pseudocodifica e il diagramma a blocchi di un algoritmo che riceva in input un numero e che abbia come output la sequenza di Fibonacci con un numero di termini pari al valore ricevuto in input.

Dai codici ai linguaggi

La scrittura binaria è molto comoda e semplice da gestire per una macchina (0 = circuito chiuso, 1 = circuito aperto).

Un programma (ovvero un insieme di algoritmi) per poter essere eseguito da una macchina deve essere scritto in linguaggio binario.

Intuiamo tuttavia che scrivere un programma in codice binario è molto complesso per un essere umano, ed è per questo motivo che sono stati inventati i linguaggi di programmazione.

I linguaggi di programmazione permettono di scrivere algoritmi con un linguaggio più "vicino" a quello che parliamo.

Linguaggi di programmazione

I LDP sono particolari linguaggi artificiali che vengono utilizzati nella comunicazione umano-computer.

Le caratteristiche di un linguaggio di programmazione sono:

- un vocabolario ristretto (si utilizzano poche parole semplici);
- regole di costruzione delle istruzioni molto semplici e rigide;
- l'utilizzo di strutture predeterminate (come quelle viste).

Esempi di linguaggi di programmazione tra i circa 2500 esistenti: Fortran (1957), Pascal (1970), C++ (1986), Python (1991), JavaScript (1995, usato nel 98% dei siti web).

Linguaggi di basso livello

Il linguaggio macchina è quello direttamente compreso e utilizzato dalla CPU ed è formato solo da 0 e 1.

Un linguaggio di basso livello è più semplice del linguaggio macchina, ma è comunque molto lontano dai linguaggi che usiamo oggi per programmare, perché è difficile da comprendere per un umano.

Un esempio di linguaggio di basso livello è assembly, che usa istruzioni come:

```
05 id ADD EAX, imm3
```

Linguaggi di alto livello

I linguaggi di alto livello utilizzano un linguaggio pseudo-umano, che rende più facile la scrittura e la verifica del loro corretto funzionamento.

I linguaggi di programmazione di alto livello utilizzano come base la lingua inglese.

Esempio di codice in C++:

```
1  int num1, num2, differenza;      //variabili intere
2  cout << "Scrivi due numeri: ";  //output a schermo
3  cin >> num1 >> num2;            //input valori delle variabili
4  differenza = num1 - num2;       //istruzione di calcolo
5  cout << "Risultato = " << differenza << endl; //output a schermo
```

Traduzione in linguaggio macchina

La macchina non può eseguire direttamente le istruzioni scritte in un linguaggio di alto livello.

È dunque necessario un "interprete" (detto compilatore) che traduca il codice sorgente (in linguaggio di alto livello) in istruzioni di macchina (cioè a basso livello).

Il codice ottenuto, che la macchina può eseguire direttamente, è detto eseguibile o programma oggetto (su Windows gli eseguibili hanno estensione .exe).

Cos'è un programma

Un programma è un insieme di istruzioni, codificate come linee di codice scritte in un certo linguaggio di programmazione.

La programmazione è la scrittura, da parte di un programmatore umano, di queste linee di codice.

L'insieme delle linee di codice costituisce il codice sorgente del programma.

Il codice sorgente può essere proprietario (*closed source*) oppure libero (*open source*).

Esempio di codice sorgente (Arduino)

Il codice sorgente di un programma ha una forma simile a questa:

```
1  void setup() {
2    Serial.begin(9600);  //inizio trasmissione seriale per debug
3    for (int i = 0; i < notesButtRows; i++) {
4      pinMode(rowsPins[i], INPUT_PULLUP);  //pullup per note
5      notesButtPState[i] = analogRead(rowsPins[i]);
6    }
7    for (int i = 0; i < encoders; i++) {       //attiva pin encoders
8      pinMode(encAPins[i], INPUT_PULLUP);      //output A
9      pinMode(encBPins[i], INPUT_PULLUP);      //output B
10     pinMode(encButtPins[i], INPUT_PULLUP);   //clic encoders
11     encPState[i] = digitalRead(encAPins[i]);
12   }
13   welcome();
14 }
```

Bug e debug

Il debugging (o debug) è l'individuazione e correzione da parte del programmatore di uno o più errori (bug, in italiano "baco") rilevati nel software, direttamente in fase di programmazione oppure a seguito della fase di testing o dell'utilizzo finale del programma stesso.

I bug sono tipicamente dovuti ad errori nella scrittura del codice sorgente di un programma.

I bug possono essere corretti con una nuova versione del programma o attraverso una patch.