

*Dove sono le difficoltà?*

*gpani*

A,B,C,....

(A,  $\neg A$ )

A o B ; A e B

$A \vee B$        $A \wedge B$

Segue-Allora

$C \rightarrow D$

**se piove allora ci sono nuvole in cielo**

in un dato momento piova ma NON ci siano nuvole in cielo

C falso e D vero.

A vero  
 $\neg A$  falso

A o B ; A e B

$A \vee B$  (o) Falso? Falsi entrambi

$A \wedge B$  falso (e)? Uno dei due.

$C \rightarrow D$  Falso?

C falso e D vero.

A o B segue A e B  
 $A \vee B \rightarrow A \wedge B$

A e B segue A o B  
 $A \wedge B \rightarrow A \vee B$

$\neg A \vee \neg B \rightarrow \neg A \wedge \neg B$

▶  $\neg A \vee \neg B \rightarrow \neg A \wedge \neg B$  **falsa**

$\neg A \vee \neg B$  ▶  $\neg A \wedge \neg B$

1.  $\neg A$  ▶  $\neg A \wedge \neg B$

oppure

2.  $\neg B$  ▶  $\neg A \wedge \neg B$

osserviamo la 2

$\neg A$  ▶  $\neg A, \neg B$

$A$  ▶  $A, \neg B$

assurdo!

$P(x)$

$\forall xP(x) \rightarrow \exists xP(x)$  vera

$\exists xP(x) \rightarrow \forall xP(x)$  falsa

$\neg\exists x\neg P(x) \rightarrow \neg\forall x\neg P(x)?$

$$\begin{aligned}
& \blacktriangleright \neg \exists x \neg P(x) \rightarrow \neg \forall x \neg P(x) \\
& \neg \exists x \neg P(x) \blacktriangleright \neg \forall x \neg P(x) \\
& \forall x \neg P(x), \neg \exists x \neg P(x) \blacktriangleright \\
& \quad \forall x \neg P(x) \blacktriangleright \exists x \neg P(x) \\
& \forall x \neg P(x), \neg P(a) \blacktriangleright \exists x \neg P(x) \\
& \forall x \neg P(x), \neg P(a) \blacktriangleright \exists x \neg P(x), \neg P(a)
\end{aligned}$$

# Problemi di decisione e loro soluzione

Formule del primo ordine

Formula:  $\forall f \forall x \exists y P(x, y) \rightarrow P(f(x), f(y))$



## The Entscheidungsproblem

” Entscheidungsproblem è risolto se una procedura è definita che permette di decidere, usando un numero finito di operazione, la validità di una data espressione logica del primo ordine” (Hilbert)

Chi ci dice che non sia possibile una  
innovazione?

(Turing ci mostrerà come)



# Babbage-Menabrea



$$1111+111=1111111$$

1111+111

Stato uno  
salta tutti 1 Fino a +  
e vai Stato due

1111111

Stato due  
cancella + metti 1 e vai Stato tre

1111111b

Stato tre  
Salta tutti gli uno e vai Stato quattro

1111111bb

Stato quattro  
Torna indietro di uno e cancella 1 stop

## "Computer" (Gandy)

"Il calcolo procede per step discreti e produce un record che consiste da un numero finito (ma illimitato) di celle, ognuna delle quali contiene un blank o contiene un simbolo di un alfabeto finito. Ad ogni step l'azione è locale ed è localmente determinata, in accordo a una tavola finita di istruzioni" (Gandy-1987)



Babbage e Turing (1940)

Turing mostra come il  
comportamento del computer può  
essere simulato da una macchina di  
Turing



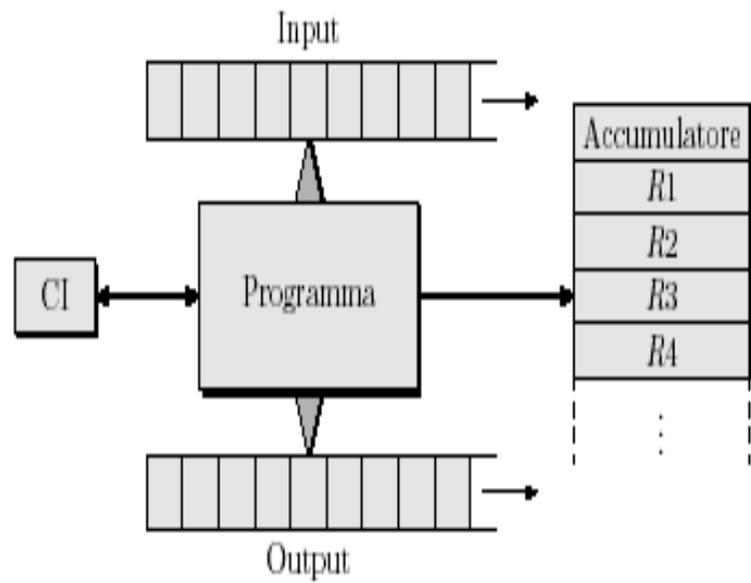
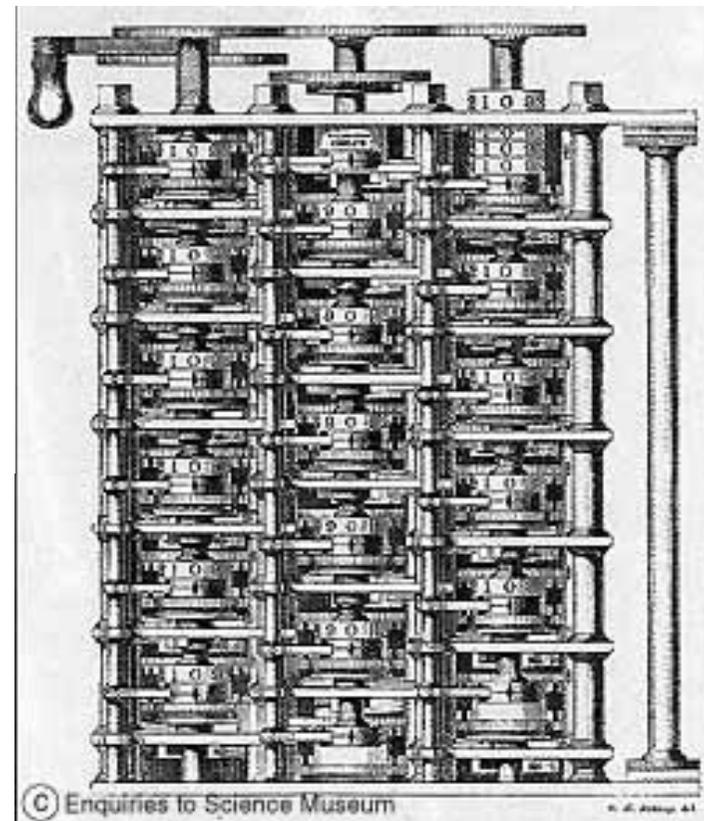


FIGURA 6.1 Rappresentazione fisica di una macchina a registri.

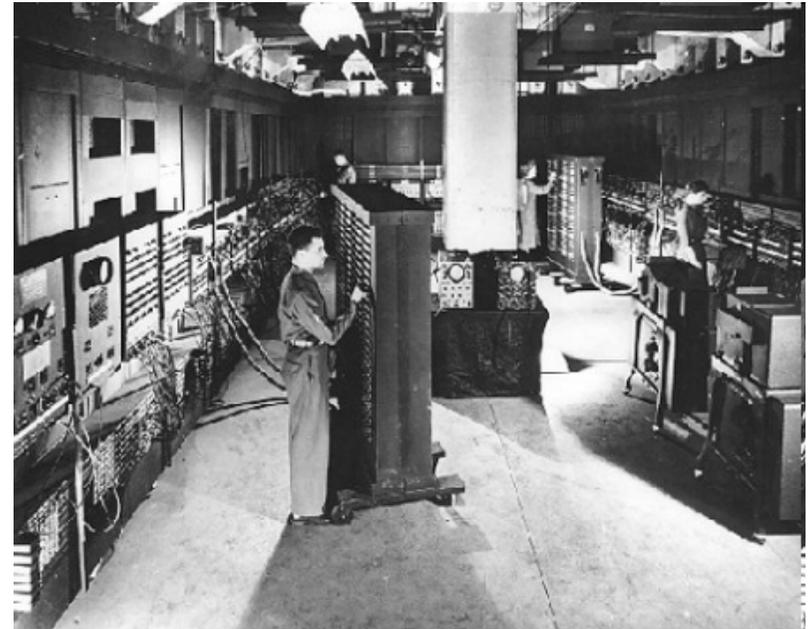


## Operazioni

1. Funzioni aritmetiche (+, -, ×)
2. Ogni sequenza di operazioni è una operazione
3. Iterazione:  $n$ -iterazioni di una operazione  $P$  è una operazione  
  
( $n$  è memorizzato in un registro e non può essere cambiato da  $P$ )
4. Iterazione condizionale: Se  $P$  è un'operazione e  $T$  un test su un registro, allora il risultato di iterare  $P$  finché  $T$  è vero è un'operazione

## Teorema di Turing (Gandy 1987)

Ogni funzione che è effettivamente calcolabile da un astratto essere umano seguendo una routine fissata è effettivamente calcolabile da una macchina di Turing .



Chiaramente vale il contrario.

Una parte grande dell'intelligenza umana può essere simulata da una macchina, dove le macchine usano metodi probabilistici e sono costruiti in modo tale da riconoscere i loro errori.

(conversazione tra Gandy e Turing riportate da me)

## Conclusion

The gap between human and artificial intelligence is still immense.

Gödel and Post believed that a satisfactory theory of intelligence must take in account of nonfinitary and creative reasoning.

Should we hope for another Turing to produce such a theory?

(R.O. Gandy)

