

intelligenza artificiale



Alan Turing
(1912-1954)

da calcolare
a “ragionare”

Le radici del calcolatore universale

fonti

Ottima storia del **pensiero calcolante**:

**““Let us Calculate!”: Leibniz, Llull,
and the Computational Imagination””**

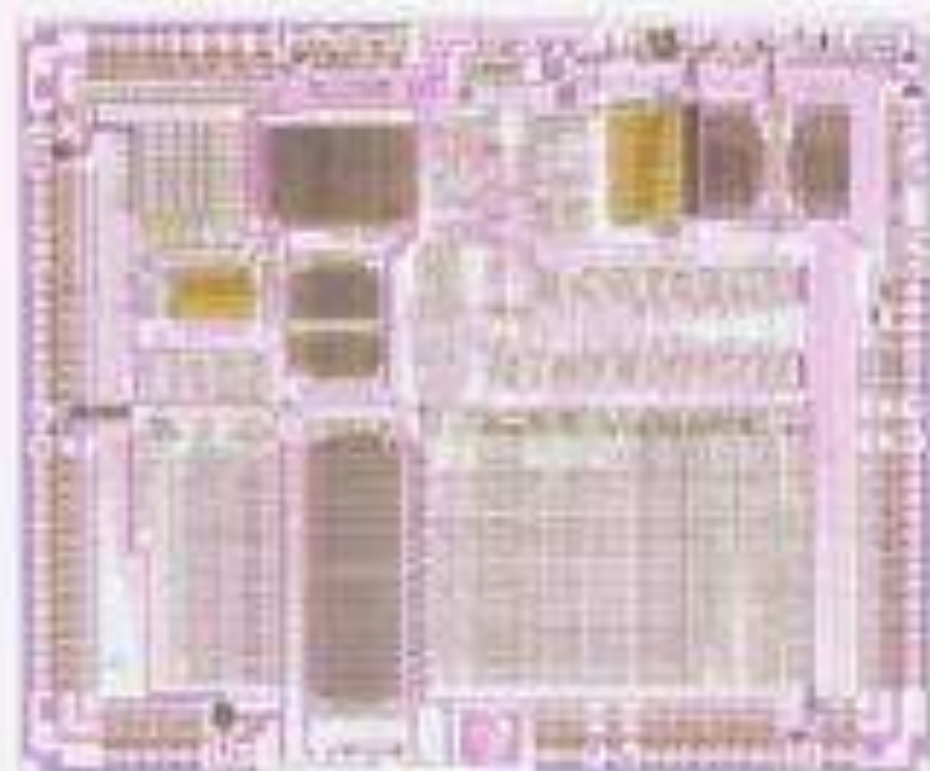
di Jonathan Gray

<http://publicdomainreview.org/2016/11/10/let-us-calculate-leibniz-llull-and-computational-imagination/>

GLI ADELPHI

Martin Davis

Il calcolatore universale





Raimondo Lullo
1232-1316

“L'arte di Llull serve a risolvere ogni problema, attraverso la scomposizione di ogni quesito in parti più piccole e successivamente la riduzione in lettere dell'alfabeto. Queste lettere fanno parte di ruote che saranno in grado di fornire infinite combinazioni.”

(wikipedia)

PRIMA FIGVRA

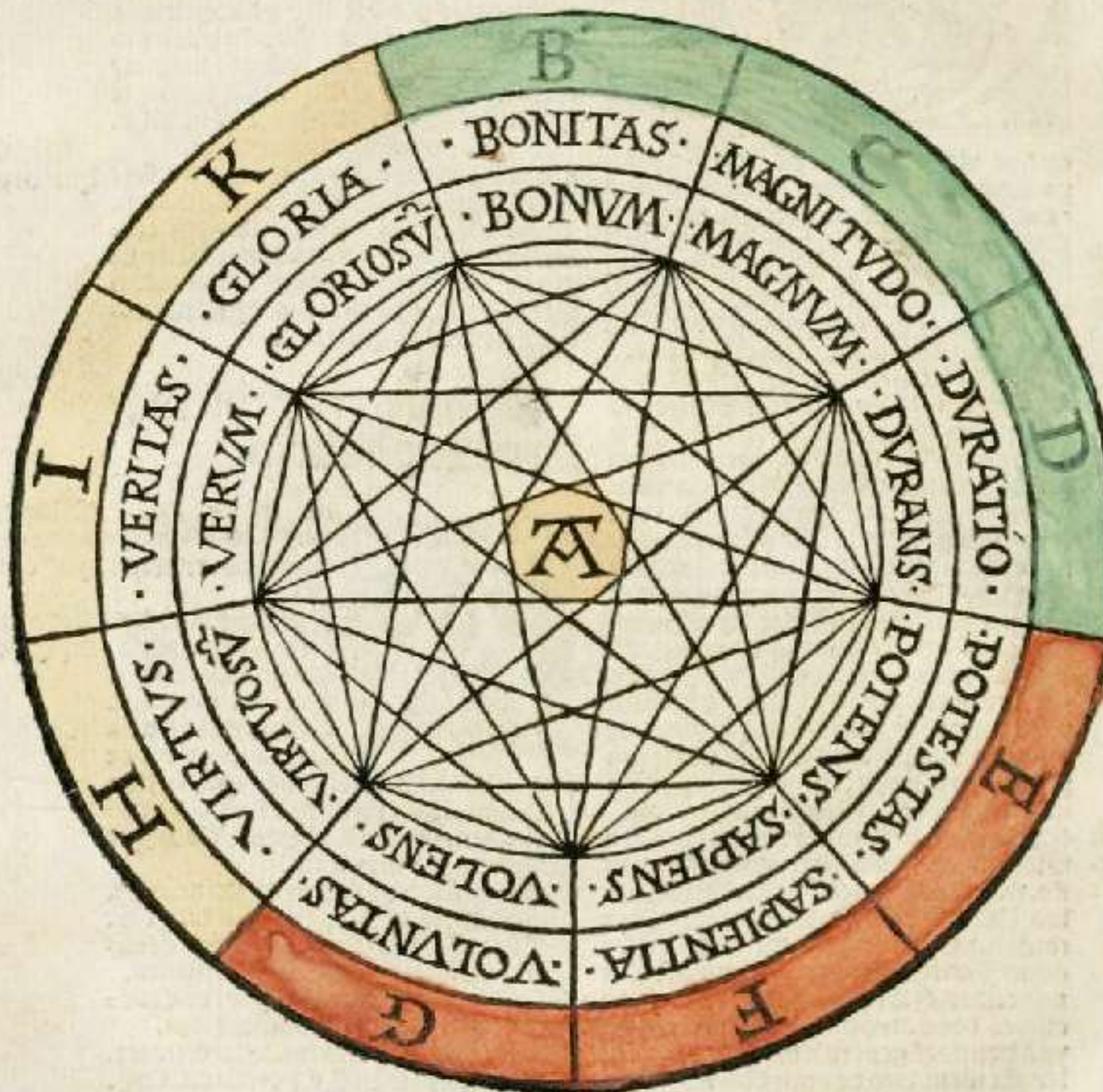


Diagramma contenuto in un'edizione del 16° secolo dell'"Ars Magna" di Lullo (1517)

Tabula.

[illegible]



René Descartes
(1596-1650)

Il corpo è un puro “insieme di organi”
(Discorso sul metodo, 1634)

**Il corpo è una “macchina”,
paragonabile a un orologio
o a un automa, con le sue ruote e
ingragaggi**
(Trattato sull’Uomo, 1664)

separabilità tra “corpo” e “mente”

Peraltro contraddetta dalla scienza moderna che sta dimostrando **quanto la “mente” sia intrecciata col/nel corpo (con tanti saluti a chi pensa che la mente sia un software che si potrebbe spostare altrove, o che sia legata a un solo organo, il cervello)**



Thomas Hobbes
(1588-1679)

Life is but a motion of limbs.... For what is the heart, but a spring; and the nerves, but so many strings; and the joints but so many wheels, giving motion to the whole body.

(Hobbes, *Leviathan*, 1650)

**Ma il vero salto di qualità avviene
col filosofo Leibniz**

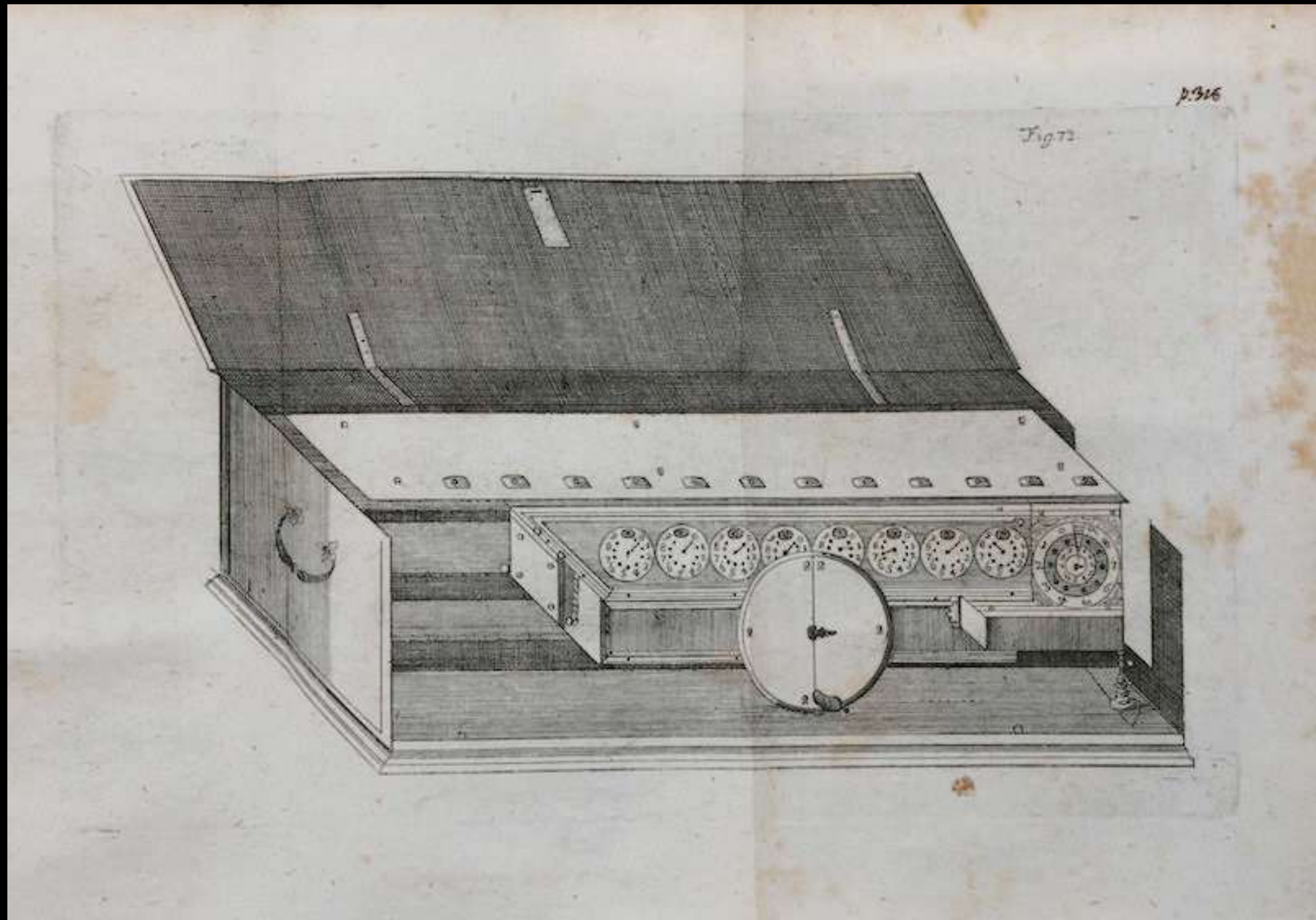


**Gottfried
Wilhelm
von
Leibniz**
(1646-1716)

ARITMETICA BINARIA

0 e 1

Intuizione che **2 soli livelli** (invece di 10) possano facilitare la costruzione di **macchine calcolatrici**
(di cui Leibniz si intendeva, avendone costruita una lui stesso, capace di eseguire le 4 operazioni)



Drawing of Leibniz's calculating machine, featured as a folding plate in *Miscellanea Berolensia ad incrementum scientiarum* (1710), the volume in which he first describes his invention



Giovanni Poleni
(Venezia, 1683 – Padova, 1761)
*matematico, fisico e ingegnere
italiano*



[http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo_collezioni/
schedaoggetto.asp?
idk_in=ST120-00190&arg=Calcolo%20e%20Informatica](http://www.museoscienza.org/dipartimenti/catalogo_collezioni/schedaoggetto.asp?idk_in=ST120-00190&arg=Calcolo%20e%20Informatica)

il “sogno di Leibniz”

“Idea meravigliosa, affacciata alla sua mente fin da ragazzo, di un alfabeto che rappresentasse *tutti* i concetti fondamentali”

(Martin Davis, op.cit., p. 27)

un passaggio cruciale:
da **calcolare** a **ragionare**

il **calculus ratiocinator** (l'algebra della logica)

“uomini seri e di buona volontà”

“Calcolemus!”

primo tentativo di
matematizzare la logica classica
(quella di Aristotele)

le radici dell'**utopia tecnocratica**

Ancora per tutto l'illuminismo, il **calcolo** viene visto come parte integrante dell'**intelligenza**

dal '600, infatti, il “calcolo” viene visto
positivamente come mezzo per
tenere sotto controllo le emozioni

Saggi Universale Economica Feltrinelli

ALBERT O. HIRSCHMAN

Le passioni e gli interessi

Argomenti politici in favore del capitalismo
prima del suo trionfo





Albert O. Hirschman
(1915-2012)

**Col romanticismo, si cambia:
l'intelligenza è soprattutto
creatività e ispirazione.**

Inoltre il metodo da “fabbrica” usato dal governo rivoluzionario francese per calcolare tabelle logaritmiche e trigonometriche di inedita precisione contribuisce a caratterizzare il **calcolo come una attività meccanica**, “stupida”, aprendo la strada alle macchine di Charles Babbage

(v. Gigerenzer e Schaffer, “Mind as Computer: Birth of a Metaphor”, 1996, e Daston, “Enlightenment Calculations”, 1994)



George Boole
(1815-1864)

di famiglia poverissima,
George Boole da piccolo si
appassiona alla **matematica** perché i
libri di matematica erano
l'investimento migliore (duravano di
più degli altri)

fedele leibniziana nella possibilità di
algebrizzare i ragionamenti logici

algebra booleana

classi

**l'algebra della logica è esattamente
ciò che sarebbe l'algebra ordinaria
se fosse limitata a due soli valori,
0 e 1**

solo che per dare senso a questa conclusione dobbiamo reinterpretare i simboli 0 e 1 come **classi**:

0 è la classe a cui non appartiene nulla

1 è la classe che contiene tutti gli oggetti che si considerano (l'”universo del discorso”)

il sillogismo classico:

a. Tutti gli uomini sono mortali

b. Socrate è un uomo

c. Socrate è mortale

la grande conquista di Boole fu quella di dimostrare, una volta per tutte, che **la deduzione logica poteva essere trattata come un ramo della matematica.**

Tuttavia, **Boole non innovò rispetto alla logica di 2.000 anni prima e non arrivò a sfiorare il sogno di Leibniz.** Dopo di lui, invece, moltissimo sarebbe cambiato.

Negli anni '30 del '900
due ricercatori (uno russo, Victor Shestakov
nel 1935, e uno USA, Claude Shannon nel
1938) utilizzeranno l'**algebra booleana**
per progettare
commutatori elettromeccanici
(relay, che sono o aperti o chiusi)

Nota bene: **la logica** (incluso il lavoro di Boole) fino allo sviluppo dei calcolatori a metà '900 fu considerata **una disciplina** altamente “inutile”

Claude Shannon viene a conoscenza del lavoro di Boole **solo per caso**, solo perché da tipico 'undergraduate' americano decide di seguire anche un corso di filosofia.

serendipità

serendipità s. f. [dall'ingl. serendipity, coniato (1754) dallo scrittore ingl. Horace Walpole che lo trasse dal titolo della fiaba The three princes of Serendip: era questo l'antico nome dell'isola di Ceylon, l'odierno Srī Lanka], letter. – La capacità o fortuna di fare per caso inattese e felici scoperte, spec. in campo scientifico, mentre si sta cercando altro.

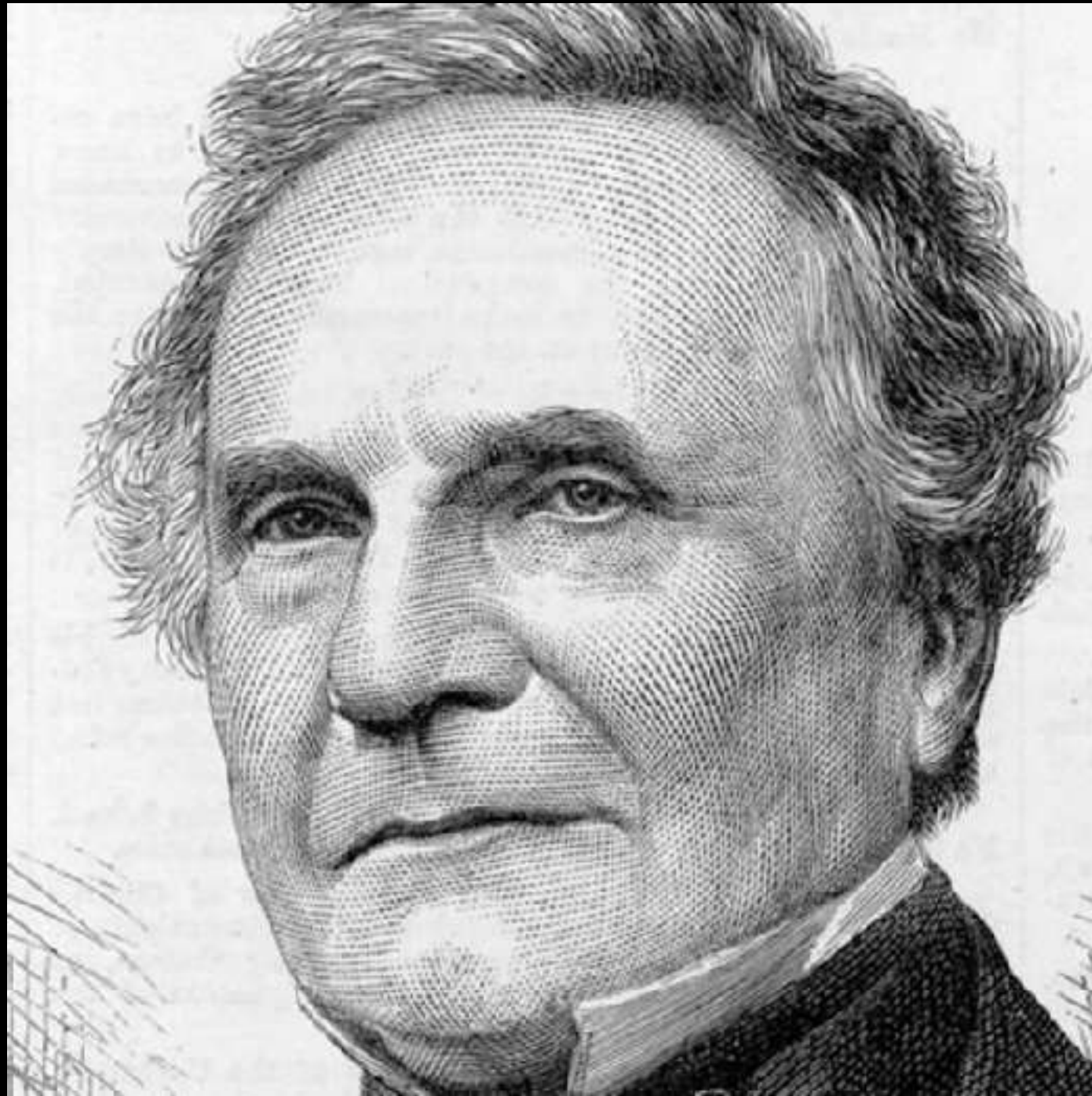
<http://www.treccani.it/vocabolario/serendipita/>

Robert K. Merton
Elinor G. Barber

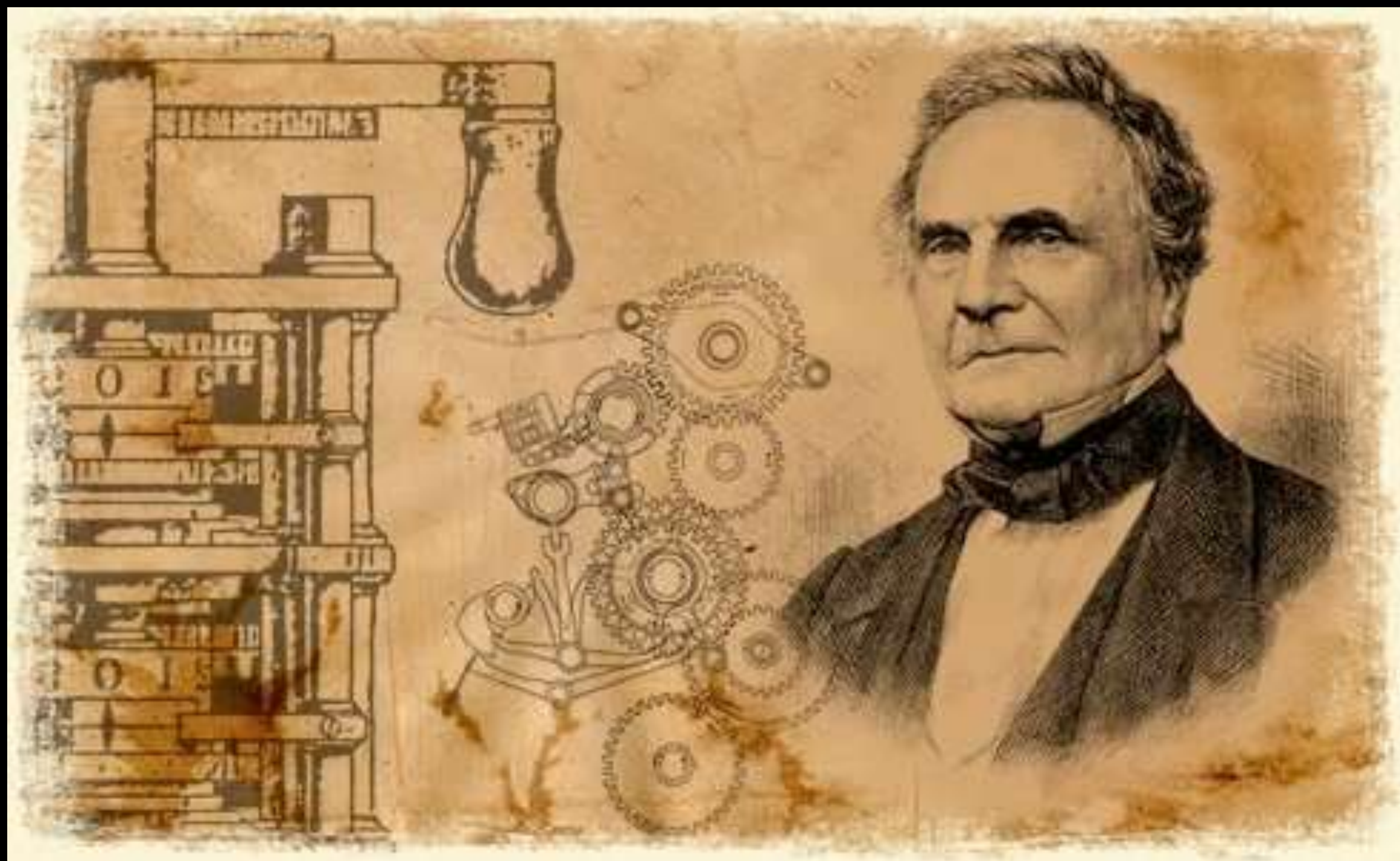
Viaggi e avventure della Serendipity



il Mulino



Charles Babbage
(1791-1871)



Macchina Differenziale

(Difference Engine, 1823-1833, parzialmente realizzata)

Il suo scopo era quello di **creare tabelle di polinomi** utilizzando un metodo numerico chiamato il "metodo delle differenze".

Realizzata solo in parte a causa degli elevati costi dovuti a una meccanica di precisione che all'epoca non esisteva.

Realizzata poi nel 1855 da due svedesi,
Georg e Edvard Scheutz.

(wikipedia italia)

Macchina Analitica

(Analytical Engine, 1833-1842, mai realizzata)

una macchina programmabile per eseguire ogni genere di calcolo, non solo quelli relativi alle equazioni polinomiali. Il progetto era basato sul telaio di Jacquard, che usava schede perforate per determinare come dovesse essere la trama del tessuto. Babbage adattò questo progetto in modo che generasse operazioni matematiche.

(wikipedia italia)

La Macchina Analitica aveva **dispositivi di ingresso** basati sulle schede perforate, come nel progetto di Jacquard, **un processore aritmetico** che calcolava numeri, una **unità di controllo** che determinava che fosse eseguito il compito corretto, un **meccanismo di uscita** e una **memoria** dove i numeri potevano essere mantenuti in attesa del loro turno di elaborazione. Questo dispositivo fu il primo computer al mondo.

(wikipedia italia)

Babbage e l'Italia

La **macchina analitica**, nella cui costruzione era impegnato dal 1834, **venne presentata per la prima volta al Secondo Congresso degli Scienziati Italiani, svoltosi a Torino nel settembre del 1840**. I suoi legami con il Regno di Sardegna rimasero stretti. Nel 1864 dedicò la sua autobiografia a Vittorio Emanuele II, ormai Re d'Italia. Al volume sono allegati sia il testo originale di **Luigi Menabrea** in cui, per la prima volta, vengono trattati i problemi legati alla programmazione della macchina analitica, sia la sua più nota e ampliata traduzione inglese, fattane da Ada Lovelace.

(wikipedia italia)

Incidentalmente, Menabrea aveva una certa familiarità con 'macchine calcolatrici'.

A Torino infatti era stato allievo del grande astronomo **Giovanni Plana**, che tra il 1831 (nove anni prima che proprio Plana invitasse Babbage a Torino) e il 1835 aveva costruito il **Calendario Meccanico Universale**.

(wikipedia italia)

Il **Calendario Meccanico Universale**, grazie ad un ingegnoso sistema di ruote dentate, catene e viti, è in grado di fornire informazioni (luna, festività, maree, ecc.) su un giorno qualunque dall'anno 1 fino al 4.000.

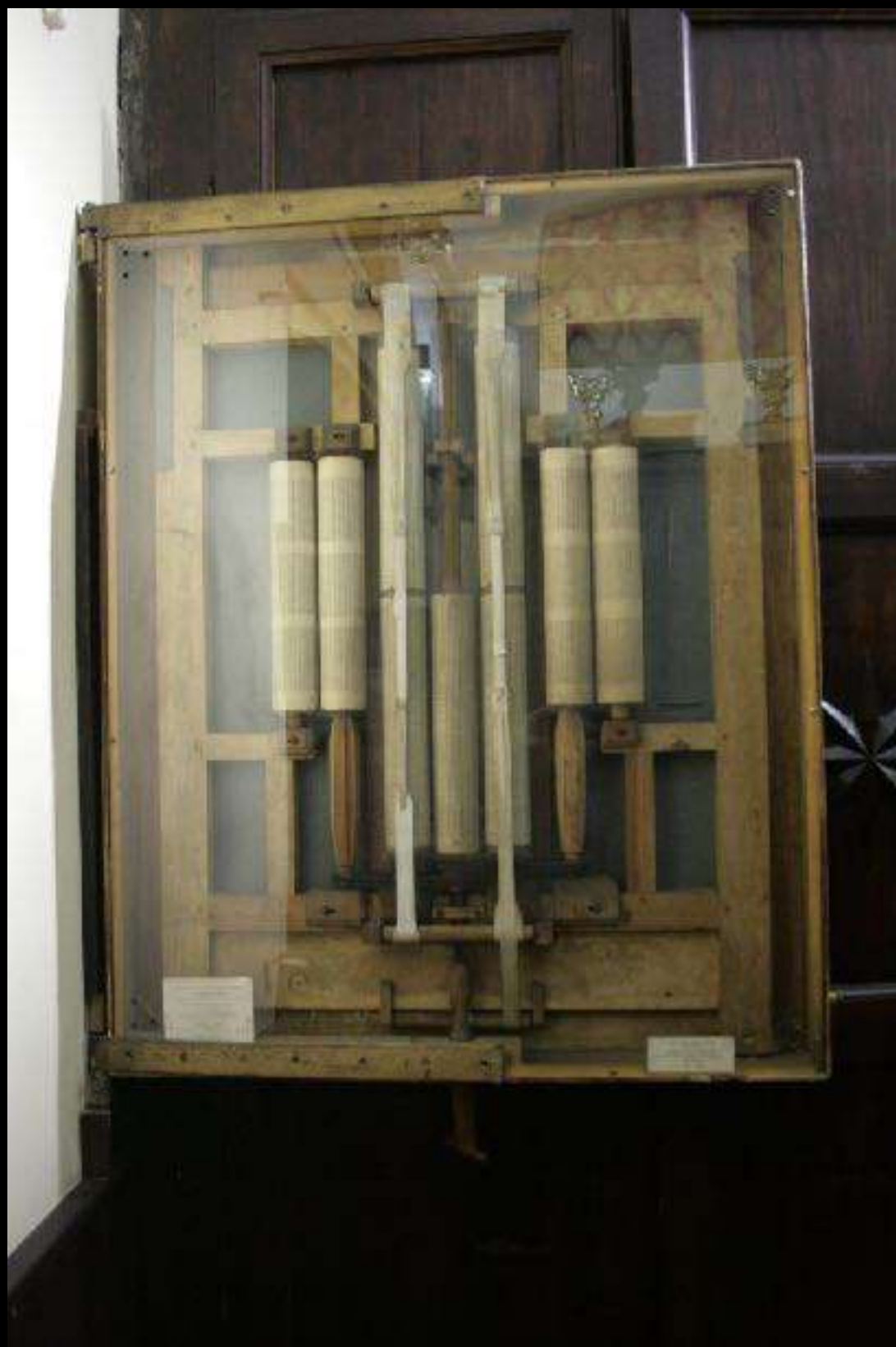
(wikipedia italia)

Le informazioni sono scritte su dei rulli girevoli ad altissima precisione che nel complesso contengono **circa 46.000 dati**. La complessità del calendario e la mole di dato memorizzati fa sì che **molti considerino questo oggetto il primo computer al mondo.**

(wikipedia italia)



1916. La prima guerra mondiale. Il calendario per il 1916, con i mesi da gennaio a dicembre, i giorni della settimana, e le festività. In alto a destra c'è un'immagine di Papa Gregorio XVI. In basso a sinistra c'è un'immagine di un orologio. In basso a destra c'è un'immagine di un orologio.



Il retro del calendario, funzionando come un vero e proprio computer, è composto da nove memorie a tamburo (cilindri su cui sono scritti dati in forma numerica), a disco e a nastro in grado di memorizzare oltre 46.000 dati.

Riscoperto nel 2015 grazie a un team di studenti del Politecnico di Torino e ora visitabile nella sagrestia della **Cappella dei Mercanti**, via Garibaldi 25 (riaperta nel gennaio 2017 dopo un attento restauro).

Simulatore del Calendario di Plana
disponibile online:

[http://www.cappelladeimercanti.it/
calendariouniversale/](http://www.cappelladeimercanti.it/calendariouniversale/)



Ada Lovelace
(1815-1852)

Figlia naturale di Lord Byron

Prima studiosa di matematica

Protettrice di Charles Babbage

**Prima “programmatrice” della
macchina analitica di Babbage,
ergo, **prima programmatrice** tout court**

Ada Lovelace Day

Celebrating women in STEM



QUANDO

14-15 ottobre

Ingresso gratuito



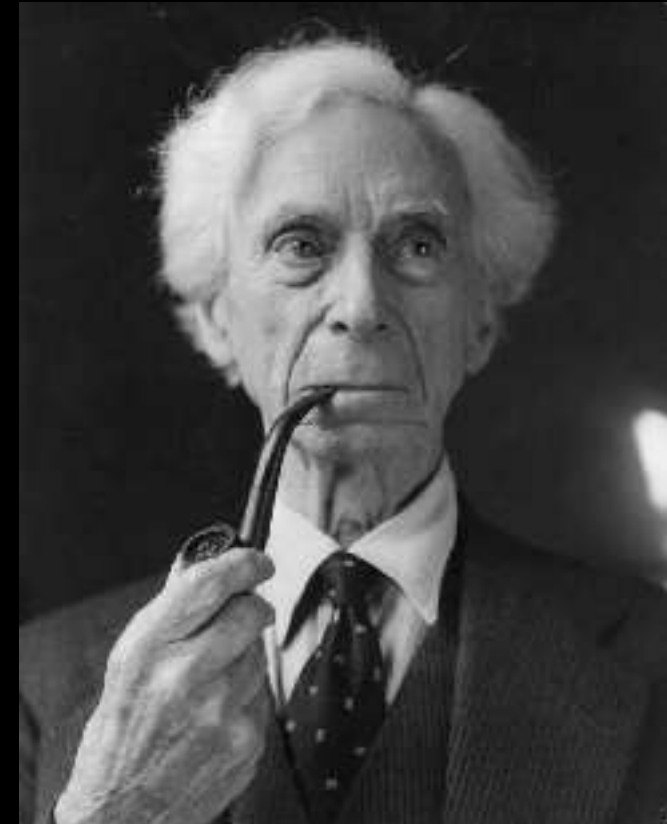
DOVE

Torino - Italy

Campus Luigi Einaudi



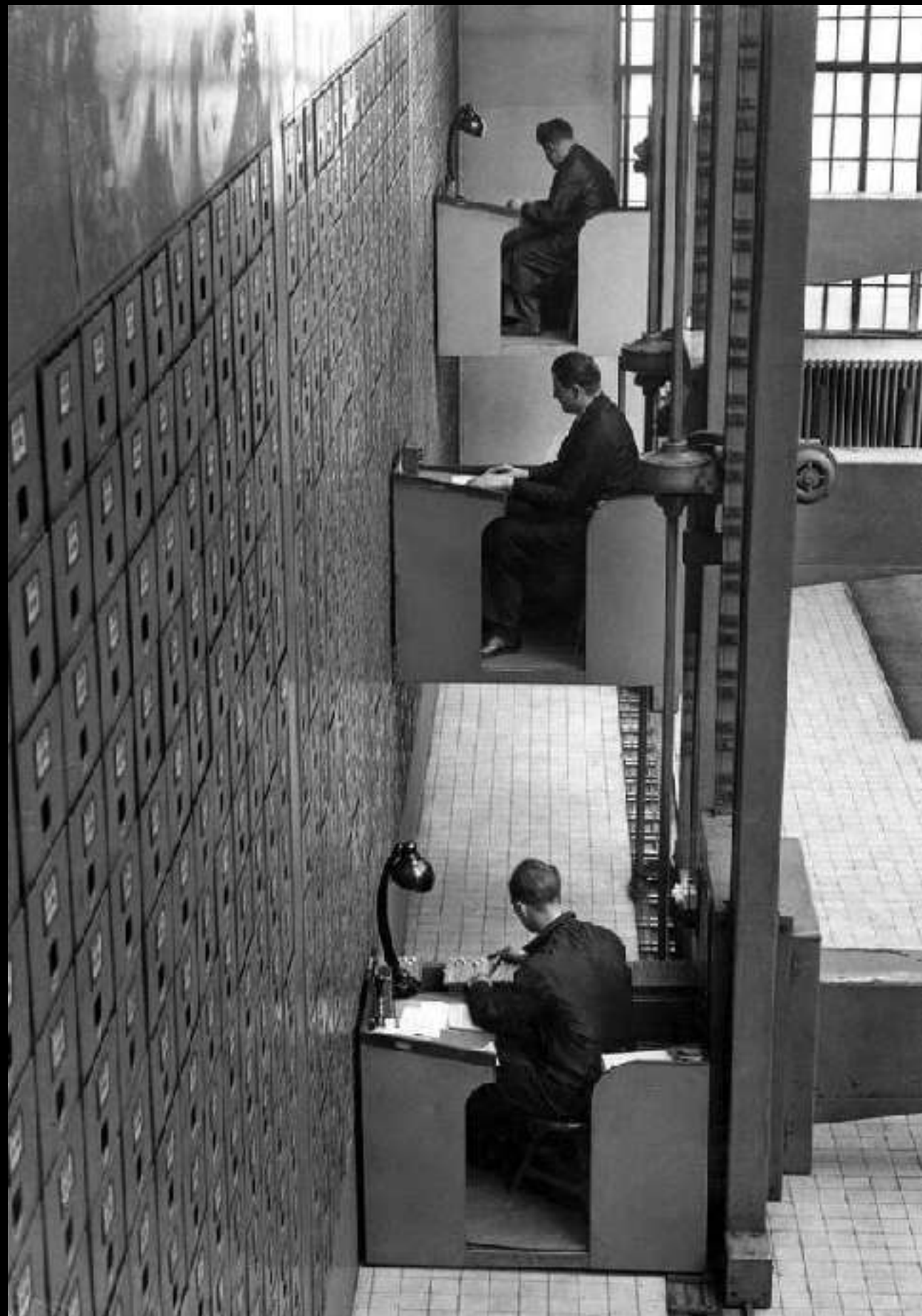
Gottlob Frege
(1848-1925)



Bertrand Russell
(1872-1970)



A proposito: “**computing**” a metà anni 1920
(Ministero del Tesoro USA)



Archivisti
(Francia, 1937)



David Hilbert
(1862-1953)

Hilbert voleva dimostrare **algoritmicamente**
la coerenza dell'aritmetica di Peano,
da cui sarebbe automaticamente seguita
la coerenza dell'aritmetica
dei numeri interi (molto potente).

Che cosa è un **algoritmo**?

algoritmo (ant. algorismo) s. m. [dal lat. mediev. algorithmus o algorismus, dal nome d'origine, al-Khuwārizmī, del matematico arabo Muḥammad ibn Mūsā del 9° sec. (così chiamato perché nativo di Khwarizm, regione dell'Asia Centrale)]

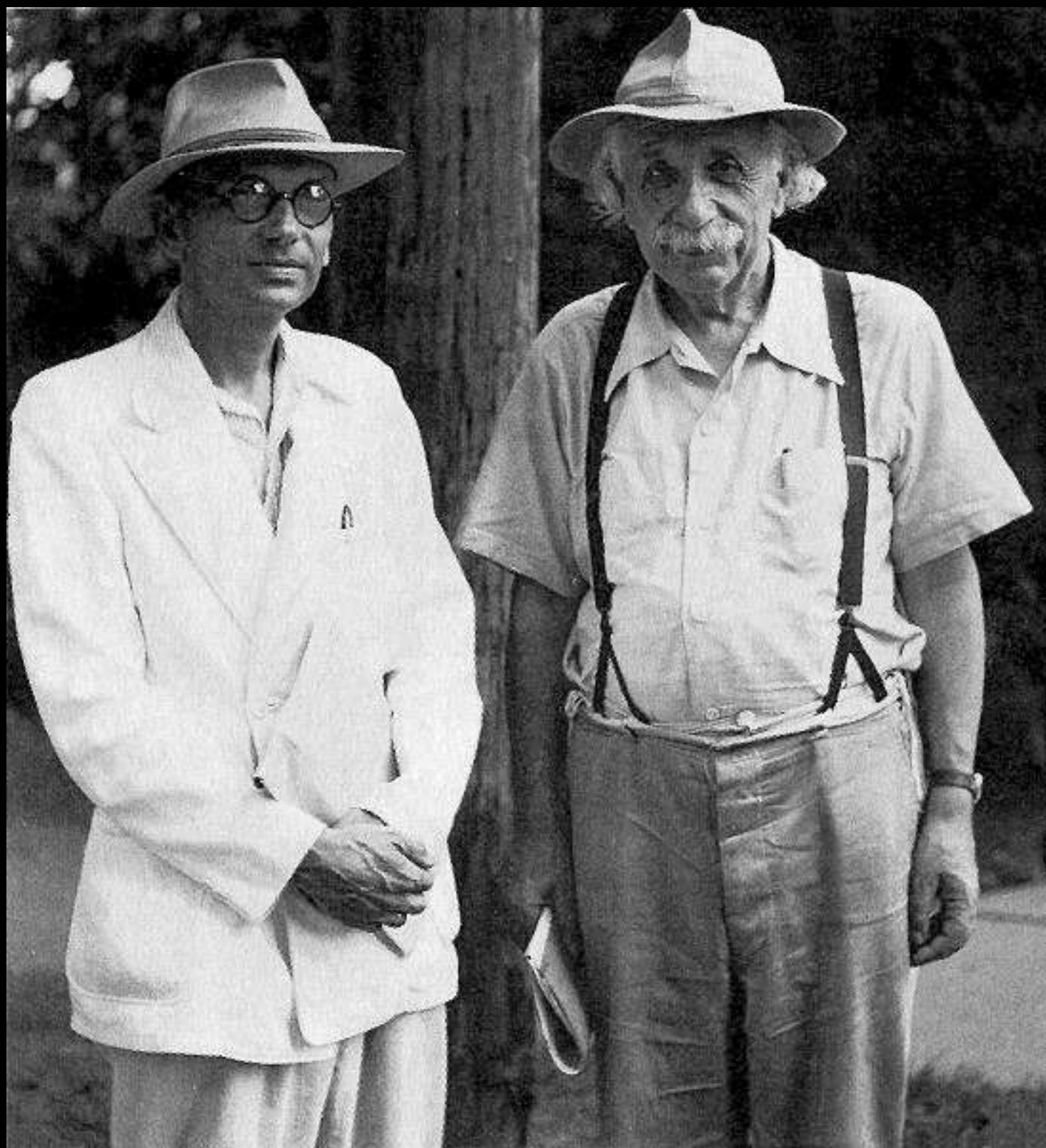
1. Termine che indicò nel medioevo i procedimenti di calcolo numerico fondati sopra l'uso delle cifre arabiche. Nell'uso odierno, anche con riferimento all'uso dei calcolatori, qualunque schema o procedimento matematico di calcolo; più precisamente, **un procedimento di calcolo esplicito e descrivibile con un numero finito di regole che conduce al risultato dopo un numero finito di operazioni, cioè di applicazioni delle regole.** In partic., a. euclideo, metodo per determinare il massimo comune divisore di due numeri interi a e b , basato su divisioni successive.

2. In informatica, insieme di istruzioni che deve essere applicato per eseguire un'elaborazione o risolvere un problema.

3. In logica matematica, qualsiasi procedimento «effettivo» di computo di una funzione o di decisione di un insieme (o predicato), cioè qualsiasi procedimento che consenta, con un numero finito di passi eseguiti secondo un insieme finito di regole esplicite, di ottenere il valore della funzione per un dato argomento, o di decidere se un dato individuo appartiene all'insieme (o soddisfa il predicato).



Kurt Gödel
(1906-1968)



1931

*“Su alcune proposizioni formalmente indecidibili
dei “Principia Mathematica” e di sistemi affini”*

Gödel **dimostra** che Principia Mathematica
non poteva dimostrare la propria **coerenza**
nemmeno facendo ricorso
a tutta la propria potenza.

la pura e semplice coerenza di un sistema
non garantisce che ciò che in esso
viene dimostrato sia vero.

ci possono essere proposizioni vere
ma **non dimostrabili** all'interno del sistema

v. **“Crisi dei fondamenti della
matematica”**,

[https://it.wikipedia.org/wiki/
Crisi_dei_fondamenti_della_matematica](https://it.wikipedia.org/wiki/Crisi_dei_fondamenti_della_matematica)



John von Neumann
(1903-1957)



Alan Turing
(1912-1954)

1936

*"On Computable Numbers, with an Application
to the Entscheidungsproblem"*

Turing riprende i risultati di Gödel del
1931 e rimpiazza il suo linguaggio
matematico
con delle macchine ipotetiche capaci
di fare qualsiasi calcolo matematico
rappresentabile come un algoritmo.

Le macchine di Turing

**Ideate pensando al modo in cui
calcolano gli esseri umani**

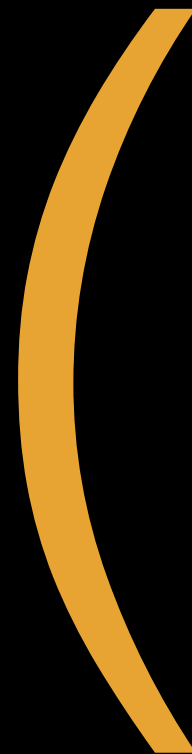
Una macchina (universale)

**Ci sono problemi per cui la
macchina di Turing non si ferma,
ovvero, Hilbert aveva torto**

La macchina universale di Turing:
una macchina capace, in linea di
principio, di calcolare tutto il
calcolabile

**v. articolo del “Scientific
American” del Maggio 1984 di
John E. Hopcroft che illustra la
Macchina di Turing
(oltre al già citato libro di Davis)**

fine



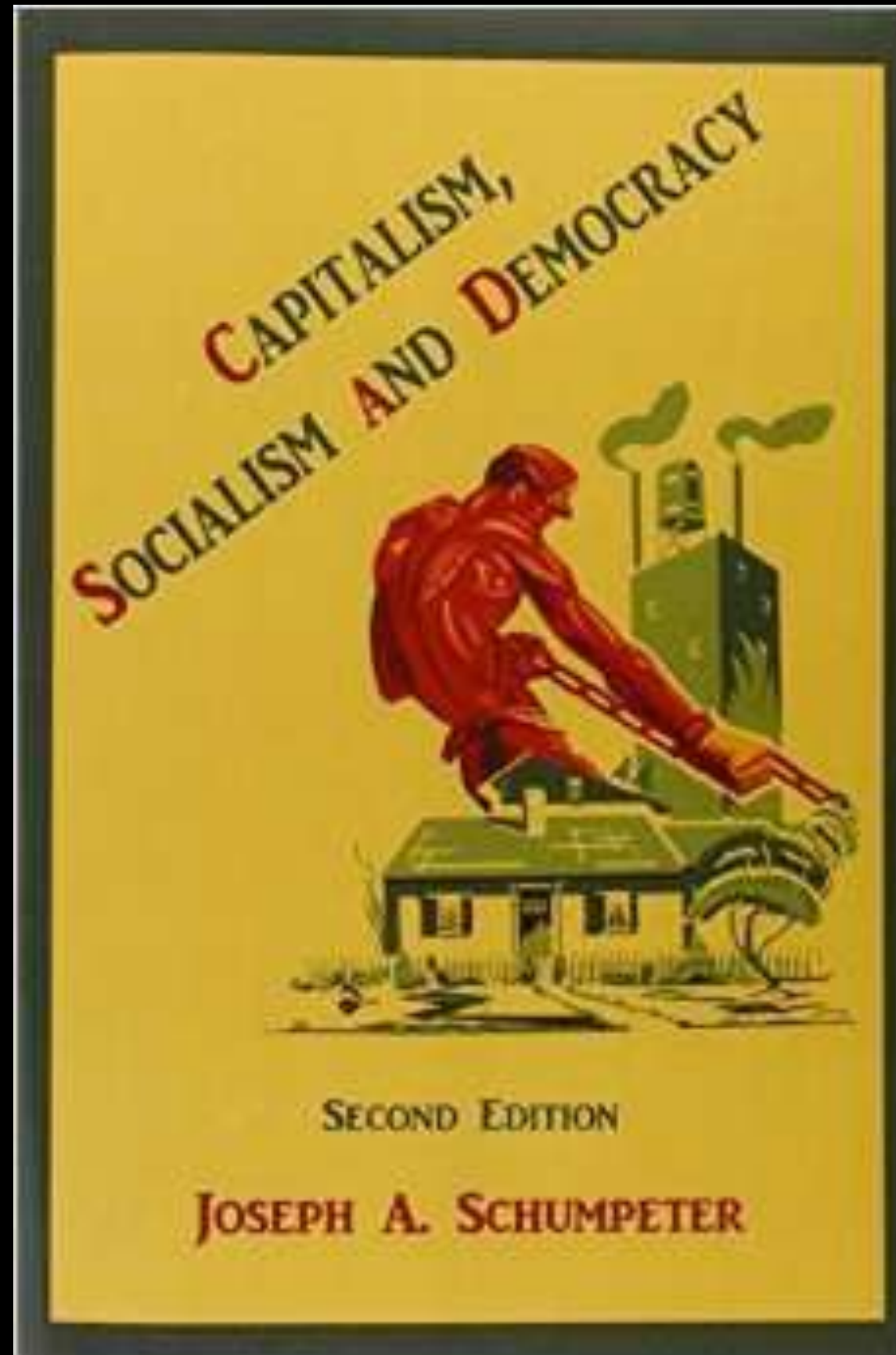
**Quanto era importante
in pratica
la possibilità di avere
macchine calcolatrici potenti?**

**Esattamente negli stessi anni,
enorme dibattito in corso
a causa
della Grande Depressione
e dell'esperienza dell'URSS**

Socialismo vs Capitalismo



**Joseph
Schumpeter
(1883-1950)**



1942



**Arthur Cecil
Pigou
(1877-1959)**

SOCIALISM
versus
CAPITALISM

by

A. C. PIGOU

*Emeritus Professor of Political Economy in
The University of Cambridge*

1937

**La pianificazione centralizzata
del socialismo possibile in linea
di principio ma richiederebbe la
risoluzione di migliaia di
equazioni simultanee**

dunque, impraticabile

**quindi, sì, potenziale
interesse pratico
di computer potenti
negli anni '30 del '900**



Prossimo passo:

**LA COSTRUZIONE DEI PRIMI
CALCOLATORI UNIVERSALI**