

Le origini del calcolo digitale – 5

Epistemologia, Deontologia ed Etica dell'Informatica
Storia dell'Informatica e della Comunicazione Digitale

Federico Gobbo

federico.gobbo@uninsubria.it

CRII – Centro di Ricerca “Informatica Interattiva”

Università dell'Insubria, Varese–Como

© Alcuni diritti riservati.

A.A. 2010-11

Macchine da calcolo del primo Novecento

Dopo aver visto gli straordinari risultati della ricerca matematica che permettono il fondamento teorico dell'informatica, in questa sezione vediamo parallelamente l'evoluzione delle prime macchine da calcolo funzionanti, anteriori all'ENIAC (1946).

Notiamo fin d'ora che fino a quando l'apparato teorico non è pronto non è stato possibile fare il salto dalle macchine da calcolo al calcolatore moderno, e dunque – seguendo la periodizzazione di Paul E. Ceruzzi – consideriamo tutte le macchine che presentiamo appartenenti ancora alla **fase zero** dell'informatica, le origini del calcolo digitale.

Le Comptometer

L'ultima macchina da calcolo erede delle macchine automatiche seicentesche prende il nome di **Comptometer**, il cui progetto originale risale al 1887, ma cominciano ad aver fortuna commerciale negli Usa a partire dal 1934, con il Modello K, la prima azionata elettricamente.

La Comptometer è una sorta di addizionatrice *non* programmabile, dove alla pressione di ogni tasto il valore corrispondente viene sommato nella posizione decimale corretta direttamente. I vari modelli si differenziavano per il numero di colonne disponibili (e dunque di cifre decimali). Esistevano Comptometer specifiche per il sistema imperiale.

I comptometristi

Alcune Comptometer piú semplici venivano usate per addestrare i **comptometristi**, professione legata all'uso delle Comptometer.

Le Comptometer venivano ancora usate negli anni 1950 negli studi commercialisti di Milano (comunicazione personale di Gaetano A. Lanzarone).

Il termine viene usato per tutti i modelli di calcolatrici automatiche, anche dalla concorrenza, a seguito dello scadere del brevetto originale americano del 1912. In Italia, vengono prodotte le Addicalco a Milano dalla ACCA.

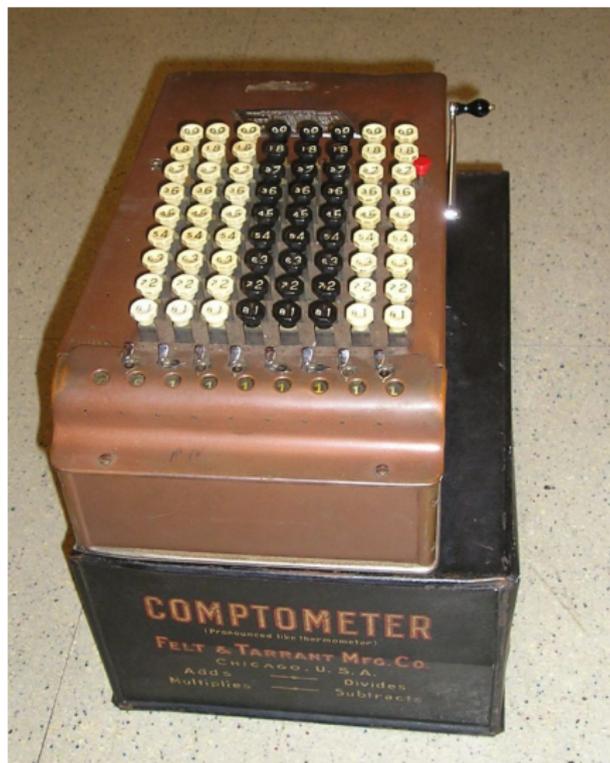


Figura: Una Comptometer Modello F (1915)



Figura: Esterno di una Comptometer Modello J (archivio del prof. G.A.L.)

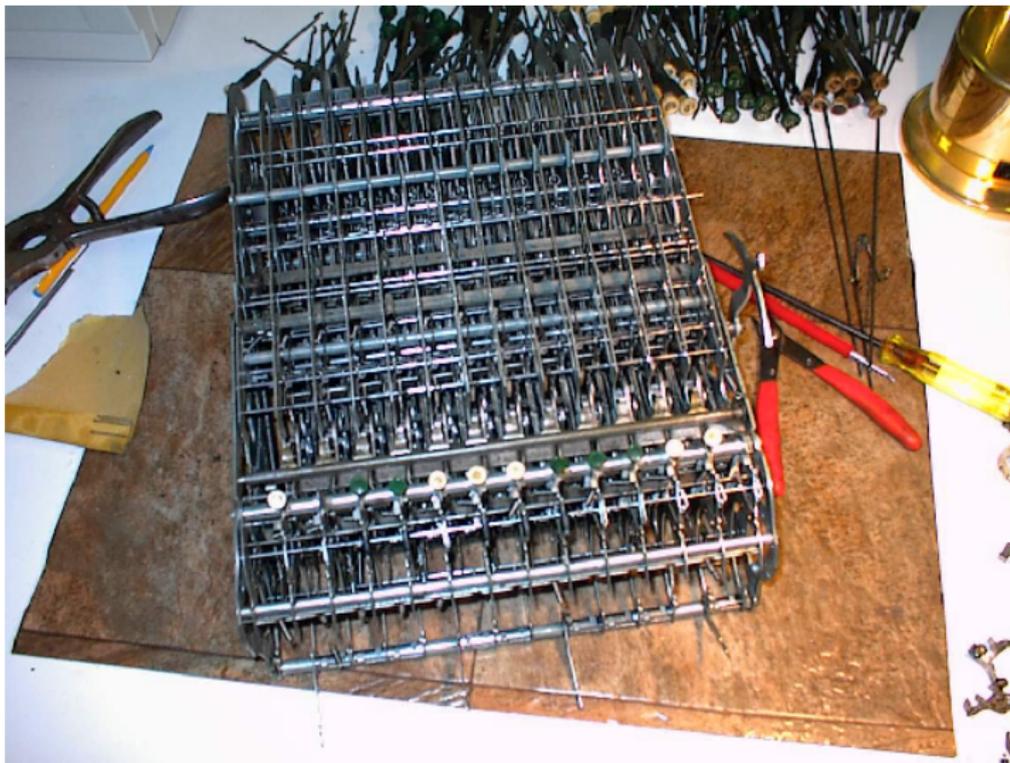
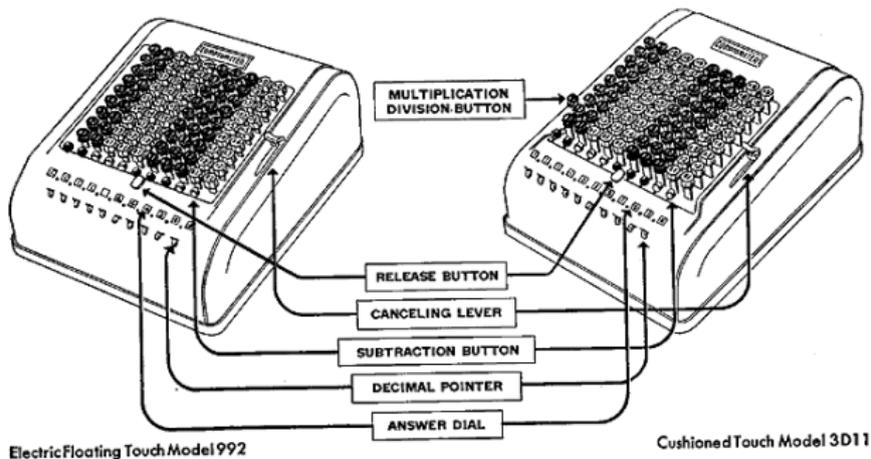


Figura: Interno di una Comptometer Modello J (archivio del prof. G.A.L.)

INTRODUCTION

THE COMPTOMETER is a key-driven adding and calculating machine which performs quickly and easily all forms of arithmetical figuring involving addition, multiplication, division, and subtraction.

green. On each key top is a large and small figure. The large figures are used for addition and multiplication; the small figures for division and subtraction. The answer dials show the result of the calculation. The lever at the right, called the canceling lever,



Method of operation is the same for Models J, K, and M.

Figura: Manuale della Comptometer (1927)



Figura: Comptometristi in un centro contabile (Smau 1988:70)



Figura: Comptometristi alla Rinascente di Milano (manuale d'epoca)

I pionieri della traduzione automatica

L'idea seicentesca di Wilkins di fornire un'ontologia del sapere tramite un dizionario a priori espandibile (i Caratteri Reali) viene ripresa nel Novecento da due pionieri della traduzione automatica, Artsouni e Trojanskij, la cui opera è stata riscoperta solo negli anni 1950 e divulgata dopo il Duemila da John Hutchins, la memoria storica vivente delle ricerche in questo campo (in particolare, Hutchins-Lovtskii 2000).

Sebbene non abbiano influenzato direttamente le ricerche successive, soprattutto di Weaver (1949) e Turing (1950), le loro idee ingegneristiche e tecnologiche erano più avanti dei media di supporto a loro disposizione, ancora di tipo meccanico.

Georges B. Artsouni

Georges B. Artsouni è un ingegnere francese di origine armena, che aveva studiato a San Pietroburgo. Poco si sa sulla sua vita. Artsouni costruisce una macchina da calcolo chiamata *cerveau mécanique*, cervello meccanico: possiamo considerarlo a buon diritto un pioniere dell'Intelligenza Artificiale.

Brevettato nel 1933, il cervello meccanico viene presentato come prototipo all'Esposizione Universale di Parigi nel 1937, dove riceve il *diplôme de grand prix* nella sezione *mécanographie* (data processing). Le poste e l'esercito francese gli commissionano due macchine, ma non vanno a compimento a causa dell'occupazione nazista del 1940. Due prototipi sopravvivono alla guerra, secondo la testimonianza diretta di Michael Corbé (1960), un americano che lavorava all'Unesco in Francia. Poco dopo la pubblicazione dell'articolo del 1960 Artsouni muore.

Come funziona il cervello meccanico

Il cervello meccanico viene programmato mediante l'inserimento manuale di fogli appositi a cinque colonne, larghi 40 cm: ogni colonna rappresenta una parola in una data lingua, e ogni riga rappresenta la traduzione da una lingua all'altra. Le prime quattro colonne sono le quattro lingue di input, mentre la quinta colonna rappresenta il francese, la lingua di output.

La traduzione viene effettuata parola per parola, senza alcuna analisi del linguaggio (**paradigma diretto**). Artsouni pensava all'uso tra operatori del telegrafo, e aveva indicato come 'parola' anche espressioni di più parole, per una maggior flessibilità.

Un cervello meccanico con memoria di traduzione

Il cervello è composto da quattro memorie:

1. una memoria delle lingue di input (*bande de réponse*),
2. un'interfaccia per immettere le parole da tradurre con una testina di lettura (*mécanisme de repérage*),
3. un meccanismo di ricerca (*sélecteur*),
4. una testina di output, che provvede alla stampa della traduzione (*mécanisme de sortie*).

Il tutto viene regolato da un motore elettrico, contenuto in una scatola di 20x40x21 cm.

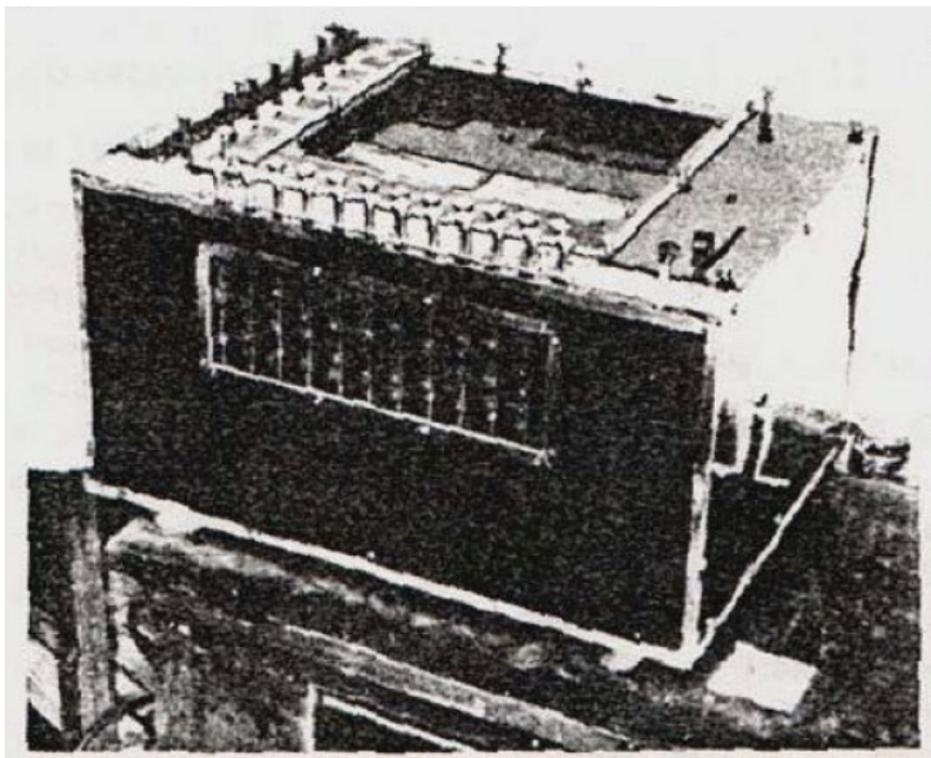


Figura: Il *cerveau mécanique* di Artsouni (1932)

Come funziona la traduzione nel cervello di Artsouni

Le parole di ricerca vengono scritte con una Varsityper: ogni nastro di carta può contenere fino a 40.000 linee, raddoppiate se scritto da entrambi i lati.

A fianco di ogni riga c'è una codifica mediante perforazione (buco sí, buco no) che blocca il meccanismo quando i caratteri corrispondono alla parola cercata, che viene mostrata all'operatore mediante un vetrino con un filtro rosso e blu. L'operatore può battere sulla Varsityper stampando il risultato di volta in volta. Secondo Corbé (1960), il dispositivo di lettura, un disco fotoscopico, è molto simile alle macchine di traduzione automatica Mark I e Mark II, costruite da Gilbert King negli anni 1950.

Petr Trojanskij (o Troyanski)

Petr Petrovič Trojanskij (1894–1950) nasce a Orenburg, nel sud degli Urali, da una famiglia di operai ferroviari. Riesce a studiare all' Università di San Pietroburgo fino allo scoppio della prima guerra mondiale. Dopo la rivoluzione del 1917 prosegue gli studi nell' *Institut krasnoj professory*, Istituto dei professori rossi, aperto da Lenin nel 1921, dove collabora alla stesura della Grande Enciclopedia Sovietica.

Trojanskij è il “Charles Babbage della traduzione automatica” (Bar-Hillel 1960): nel 1933 registra un brevetto sovietico di una macchina elettromeccanica per traduzione automatica, dove troviamo molte idee della linguistica computazionale e dell'Intelligenza Artificiale moderne.



Figura: Petr Petrovič Trojanskij

Funzionamento della macchina di Trojanskij 1/2

La macchina è un tavolo con un cassetto contenente le memorie di traduzione organizzate in colonne, ma a differenza di Artsouni Trojanskij inserisce non le parole dal dizionario ma le forme base delle radici, con il loro carattere grammaticale nominale o verbale.

Il testo in input (per esempio, francese) deve essere codificato come segue (**fase di pre-editing $A \rightarrow A'$**): i morfemi derivazionali e le finali vengono sostituiti da “connettori logici” analoghi in principio alle Particelle Trascendentali di Wilkins, presi di peso dalla lingua ausiliaria internazionale esperanto.

Funzionamento della macchina di Trojanskij 2/2

La macchina cerca nelle tabelle le *radici* corrispondenti e le fotografa (**fase di traduzione A' → B'**), restituendo in output un testo avente le radici corrispondenti e 200–300 connettori presi dall'esperanto: nella **fase di post-editing B' → B** il monolingue russo deve solo sostituire i connettori logici con le particelle morfologiche del russo e ottiene il testo tradotto.

L'importanza di Trojanskij

La macchina di Trojanskij utilizza idee di Wilkins e Zamenhof (il glottoteta dell'esperanto) prefigurando il **paradigma interlinguistico** della traduzione automatica: sia le lingue di input che quelle di output vengono codificate in un linguaggio a priori organizzato come un'ontologia, il che permette un grande risparmio nel dizionario.

Con questo sistema la macchina riesce a codificare 80.000 radici russe (Lev Tolstoj ne usa circa 12.000; l'intero vocabolario del russo, parole obsolete comprese, è di circa 180.000). Trojanskij si occupa anche del problema dei sinonimi e degli omografi. La conoscenza linguistica viene espressa dunque in un sistema pseudologico.

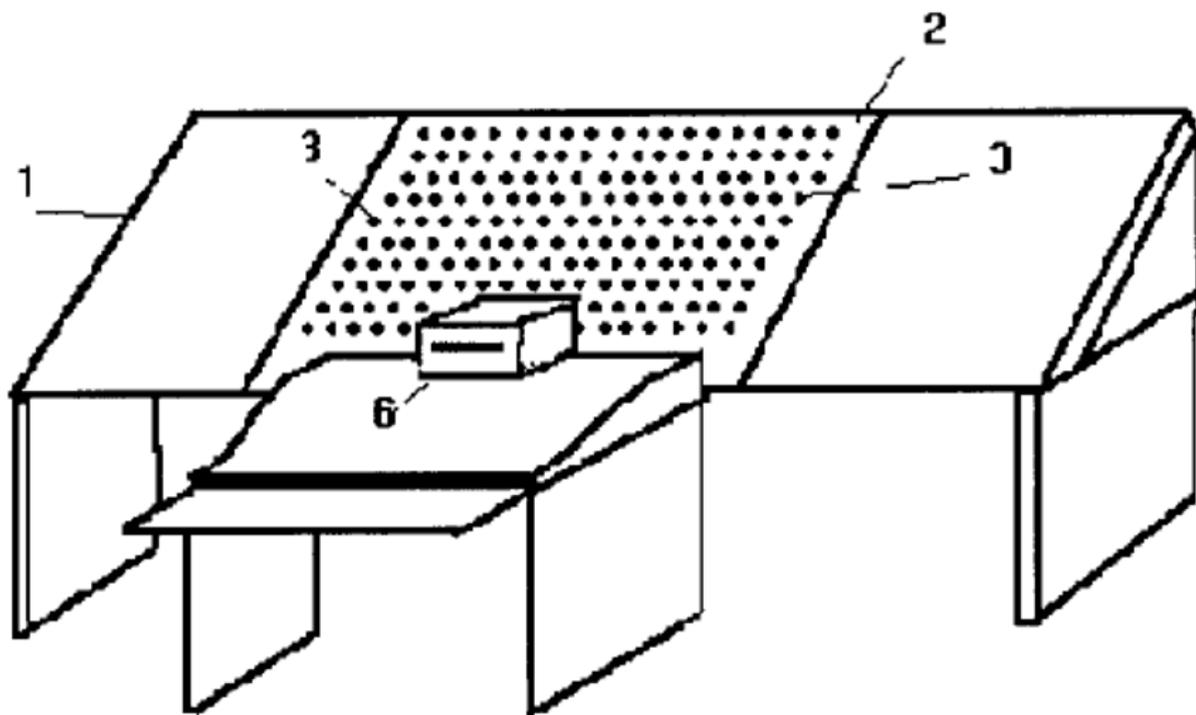


Figura: Disegno del brevetto sovietico (Hutchins-Lovtskii 2000:192)

Manipulation field	Glossary field	[English] ¹⁷
освободить (дать свободу)	<i>freigeben</i>	'liberate'
освободить (отпустить)	<i>freilassen</i>	'let go'
освободить (избавить)	<i>erlösen</i>	'redeem'
освободить (от тяжести)	<i>entlasten</i>	'ease, relieve'
освободить (от слова, от обещания)	<i>entbinden</i>	'release'
освободить (очистить)	<i>räumen</i>	'clear'
освободить (место и тому подоб)	<i>freimachen</i>	'vacate'
коса (девичья)	<i>der Zopf</i>	'plait'
коса (для косьбы)	<i>die Sense</i>	'scythe'
коса (песчаная)	<i>die Nehrung</i>	'spit of land'

Figura: Il problema degli omografi (Hutchins-Lovtskii 2000:208)

A	A'	B'		B
<i>Le parti</i>	le parti-o	партия-о	<i>Партия</i>	'the part'
<i>périt</i>	périr-as	погибать-as	<i>погибает</i>	'perishes'
<i>s'</i>	si	если	<i>если</i>	'if'
<i>il</i>	il	он	<i>он</i>	'it'
<i>commence</i>	commencer-as	начинать-as	<i>начинает</i>	'begins'
<i>à cacher</i>	cacher-i	скрывать-i	<i>скрывать</i>	'to conceal'
<i>ses</i>	son-ajn	свой-ajn	<i>свои</i>	'its'
<i>erreurs</i>	l'erreur-ojn	ошибка-ojn	<i>ошибки</i>	'errors'

Figura: Esempio 1 di traduzione (Hutchins-Lovtskii 2000:209)

A	A'	B' + C'		B + C		[English]
<i>Das Bild der Welt</i>	das Bild-o die Welt-de-o	картина-o мир-de-o	le tableau-o le monde- de-o	<i>Картина мира</i>	<i>Le tableau du monde</i>	'the map' 'of the world'
<i>zeigt,</i>	zeigen-as	показывать- as	montrer-as	<i>показывает</i>	<i>montre,</i>	'shows'
<i>wie die Materie sich bewegt</i>	wie die Materie-o sich bewegen- as	как материя-o двигаться-as	comment la matière-o se mouvoir- as	<i>как материя движется</i>	<i>comment la matière se meut</i>	'how' 'matter' 'moves'
<i>wie die Materie denkt.</i>	wie die Materie-o denken-as	как материя-o мыслить-as	comment la matière-o penser-as	<i>как материя мыслит</i>	<i>comment la matière pense.</i>	'as' 'matter' 'thinks'

Figura: Esempio 2 tedesco-russo-francese (Hutchins-Lovtskii 2000:209)

La fortuna di Trojanskij

Con il passaggio del potere a Stalin, l'esperanto comincia ad essere perseguitato, e il lavoro di Trojanskij viene visto con sospetto. Nel 1939 cerca allora aiuto dai linguisti nell'Accademia delle Scienze dell'URSS, ma senza ottenere risultati concreti. Dopo il 1944 Trojanskij cessa di lavorare, gravemente malato di stenocardia. Non valorizzando le idee di

Trojanskij, l'Unione Sovietica rimane indietro rispetto agli Stati Uniti, nel campo della traduzione automatica: nel 1955 l'Accademia pubblica un breve report sull'esperimento dell'IBM effettuato all'Università di Georgetown (vediamo oltre). Nel 1959 l'Accademia pubblica uno studio scientifico sulle idee di Trojanskij, a cura di Izabella K. Bel'skaya.

Leonardo Torres y Quevedo

Leonardo Torres y Quevedo (1852-1936), ingegnere e matematico spagnolo, originario di Bilbao, si laurea in ingegneria ferroviaria a Madrid nel 1876. Dopo aver lavorato nella compagnia ferroviaria con il padre, decide di fare un viaggio in Europa, per conoscere le nuove scoperte scientifiche e ingegneristiche.

Tornato a Madrid nel 1899, entra nella Accademia Reale di Scienze Fisiche e Naturali, di cui diventa presidente nel 1910: in quegli anni progetta e realizza i dirigibili spagnoli, noti con il nome di Astra-Torres, e una funicolare - la piú nota è la Spanish Aerocar, tuttora in uso. Progetta un sistema di radio controllo chiamato *Telekino* (dal greco, 'movimento a distanza'), che ottiene un riconoscimento della IEEE nel 2007. Attivo sostenitore dell'esperanto come lingua di pace, Quevedo si spegne nel 1936, durante la guerra civile spagnola.

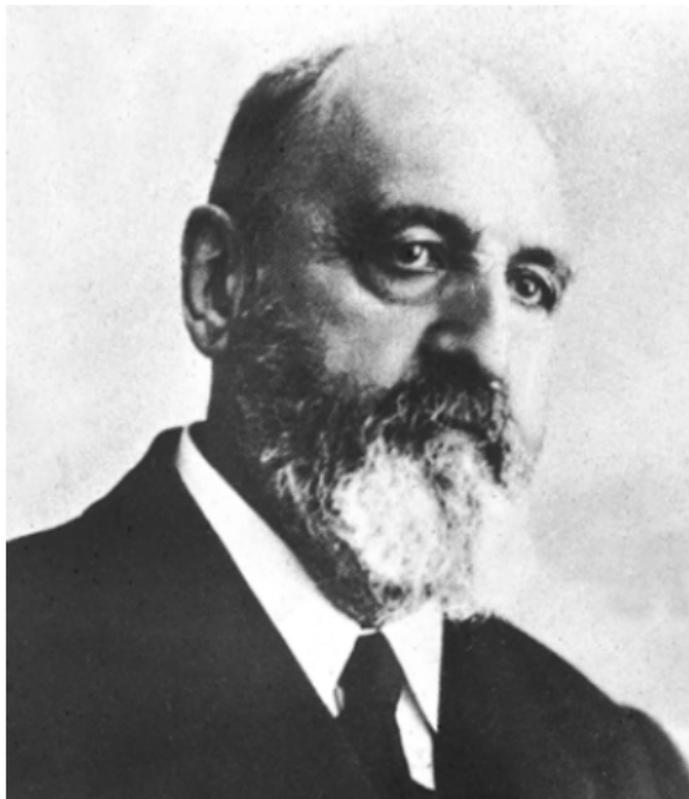


Figura: Leonardo Torres y Quevedo



Figura: Astra-Torres (1911)



Figura: Spanish Aerocar on Niagara River Whirlpool (2007, ©Tiacade)

L'automa giocatore di scacchi di Quevedo

Quevedo costruisce dei calcolatori analogici simili alla macchina analitica di Babbage, tra cui ricordiamo l'*Arithmometer*. Ma il salto avviene con l'introduzione dell'elettricità, conosciuta nel suo viaggio in Europa.

Nel 1910 costruisce un automa che gioca a scacchi, *El Ajedrecista*: era in grado di giocare automaticamente il finale di Re e Torre bianchi contro Re nero solo fino allo scacco matto, mediante degli elettromagneti posti sotto la scacchiera. Con un sistema di placche e leve l'automa percepisce i movimenti del Re nero e sposta opportunamente i bianchi.

La macchina non implementa un algoritmo ottimizzato e dunque ci mette piú tempo del necessario ad arrivare al matto. Il figlio Gonzalo costruisce una versione ottimizzata nel 1920.

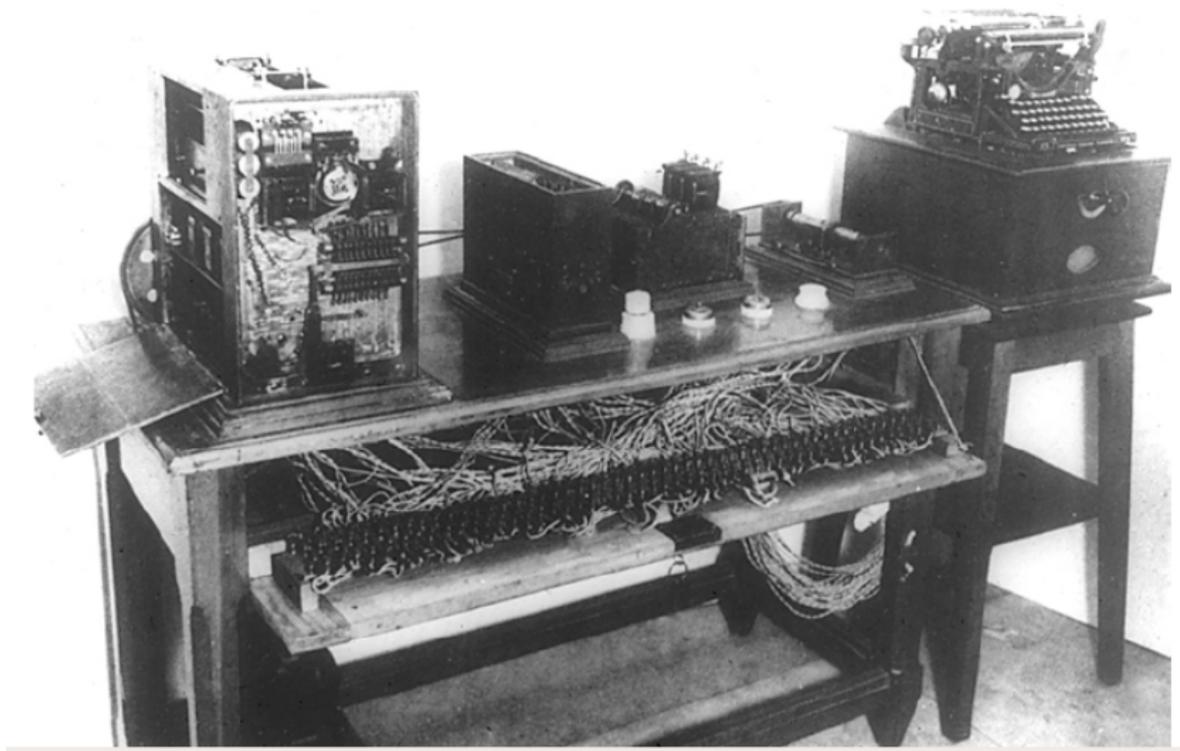


Figura: Arithmometer di Quevedo (1920; in Randell 1982)

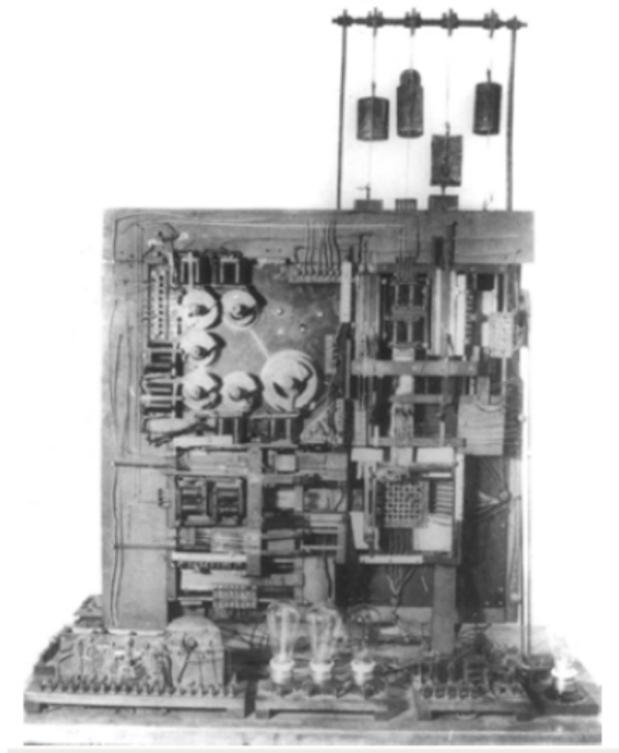


Figura: Interno dell'automata scacchista di Quevedo (Randell 1982)

L'automatica di Quevedo

Nel 1915 Quevedo pubblica l'*Essais sur l'automatique*, saggio sull' **automatica**, termine da lui inventato (Randell 1975). Si tratta di della nuova scienza degli automi elettromeccanici, che incorporano la nozione di **stato finito** nella tecnologia dei relé, che sono binari. Quevedo considera il ragionamento in maniera modulare: per descrivere leggi complesse il costruttore semplicemente aggiunge dei relé – in termini moderni, il costruttore è il programmatore.

Forte del successo di simulazione dell'intelligenza da parte dell'automa scacchista, Quevedo discute il dualismo di Cartesio: anche la *res extensa* è in grado di *cogitare*, cioè di ragionare.

Da l'Essais del 1915:87–91

[...] Vi è un altro tipo di automi di grande interesse: quelli che imitano non i gesti semplici, ma le azioni intellettive di un uomo, e che qualche volta possono sostituirlo [...]. È essenziale – essendo l'obiettivo principale dell'Automatica - che gli automi siano capaci di discernimento; che essi possano ad ogni momento prendere in considerazione l'informazione che ricevono, persino l'informazione che hanno ricevuto precedentemente, nel controllare l'operazione richiesta [...] è sempre possibile costruire un automa le cui azioni dipendono da un maggiore o minore numero di circostanze [...]. Si può aumentare a piacere il numero di relé e il numero di contatti associati a ogni relé [...]

Da l'Essais del 1915:87–91

quando le leggi sono complicate, quando è necessario fare deduzioni complicate dalle leggi per compiere le corrispondenti azioni, la macchina che esegue queste operazioni apparirà come se stesse facendo il ragionamento essa stessa [...] La differenza che Cartesio ha visto tra i due casi non esiste. Egli è stato fuorviato dall'argomentazione che per dare una risposta ragionata l'automa sarà obbligato a svolgere esso stesso il ragionamento, mentre di fatto in questo caso, come in tutti gli altri, è il costruttore che farà il ragionamento per esso.

L'importanza dell'automata di Quevedo

Secondo Quevedo, automi sufficientemente complessi sono in grado in linea di principio di rispondere per iscritto a qualsiasi domanda, o di giocare una partita a scacchi completa con un umano. Quevedo in questo senso anticipa il gioco dell'imitazione di Turing del 1950, e si può considerare a buon diritto precursore dell'Intelligenza Artificiale (I.A.).

Le idee di Quevedo verranno raccolte e sviluppate nel corso della seconda guerra mondiale da Norbert Wiener, il fondatore della cibernetica.

I primi elaboratori digitali vengono costruiti prima e durante la seconda guerra mondiale con la tecnologia dei relé come voleva Quevedo e vengono detti **calcolatori elettromagnetici**. Vediamo i principali.

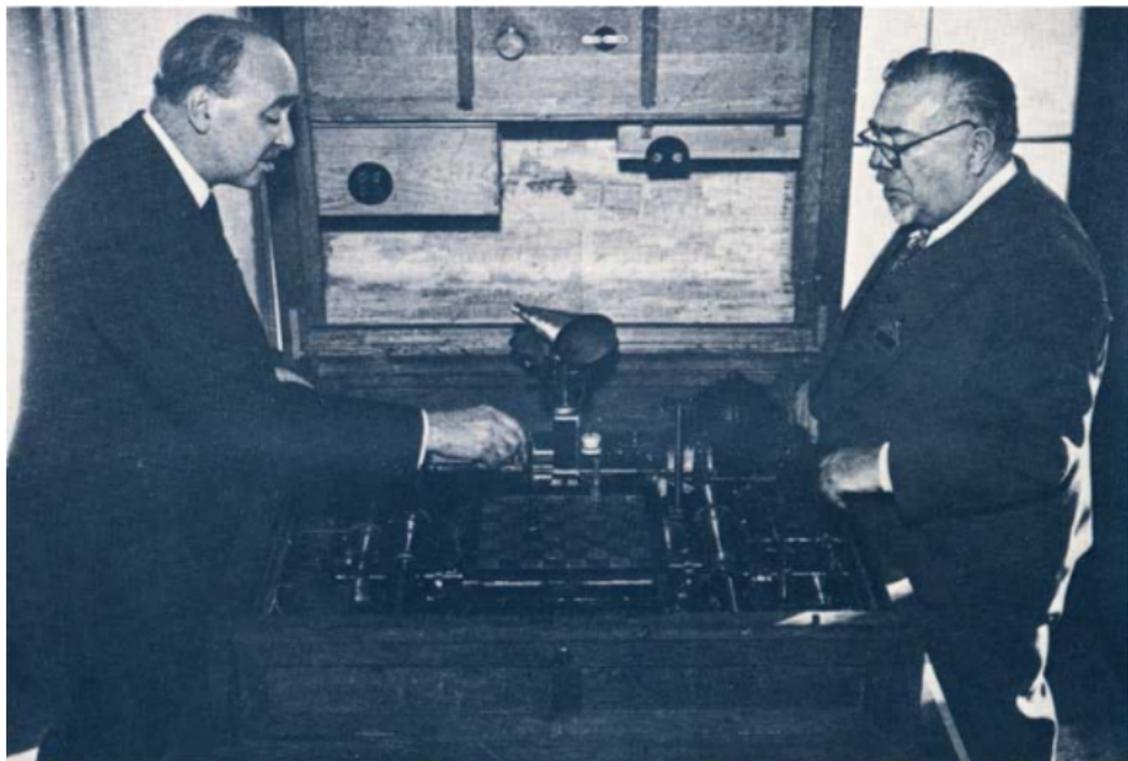


Figura: Quevedo e Norbert Wiener giocano a scacchi (Randell 1982)

Konrad Zuse

Il primo calcolatore digitale funzionante della storia, lo **Z1**, è stato costruito nella casa di Konrad Zuse (1910–1995) a Berlino, nel 1938, solo due anni dopo i risultati di Church e Turing, in maniera completamente indipendente.

Mantenutosi gli studi in ingegneria aeronautica vendendo i suoi quadri futuristi con lo pseudonimo Kuno See, Zuse intende costruire una macchina per effettuare i calcoli di progettazione dei velivoli – la Germania nazista investe molto nell'aviazione.

Nel 1949 fonda la Zuse KG, una casa di produzione di calcolatori che avrà fortuna fino al 1966, quando viene acquisita dalla Siemens AG.



Figura: Kuno See, *Ohne Titel*, 1976



Figura: Konrad Zuse nel 1992

Lo Z1 e il *Plankalkül*

Zuse chiama la sua macchina **Z1**, fatta con ruote dentate, levette, e fili elettrici (Zuse usa la tecnologia dei relé dal 1939–41, per costruire lo Z2 e lo Z3): per evitare di costruire un oggetto enorme – come molti dei calcolatori digitali che vedremo – Zuse usa l'aritmetica binaria.

Un motorino elettrico gestisce il ciclo di clock, l'unità di calcolo in virgola mobile è distinta dall'unità di memoria. Lo Z1 è programmabile: le istruzioni vengono scritte su un nastro di celluloido, che serve anche da dispositivo di output per i risultati dei calcoli.

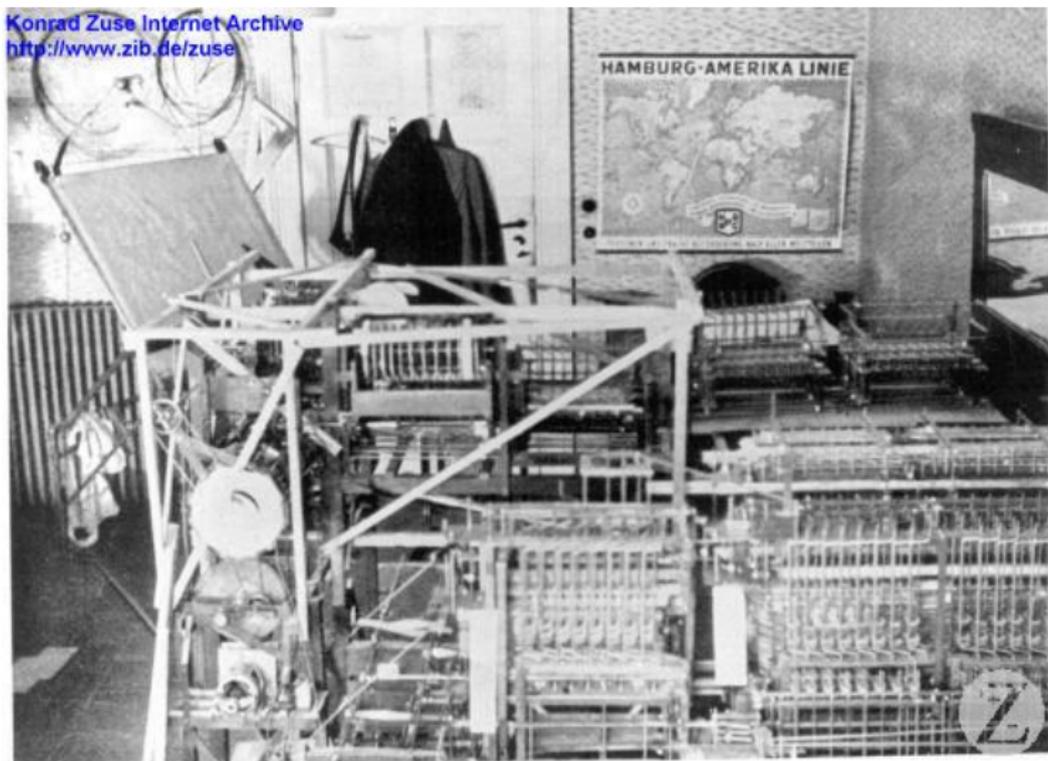


Figura: Lo Z1 in casa di Zuse, 1936

Il primo linguaggio di programmazione della storia

Zuse inventa il primo linguaggio di programmazione della storia, scritto per usare lo Z1, e lo chiama **Plankalkül**, letteralmente ‘calcolo pianificato’, che contiene principi di programmazione logica, ripubblicato dallo ZIB (Konrad-Zuse-Zentrum für Informationstechnik Berlin), vedi <http://www.zib.de/Publications/Reports/TR-90-13.pdf>.

Da visitare anche il museo virtuale curato dal figlio Horst Zuse: http://user.cs.tu-berlin.de/~zuse/Konrad_Zuse/.

Il nazismo sottovaluta l'importanza dell'opera di Zuse, e per questo la storia della computazione moderna parla inglese e non tedesco.

BITKETTE: $A_9 A_8 A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0$

DEFINITIONEN:

$A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0 = \text{Alter}, \quad 0 \leq \text{Alter} \leq 127$

$A_7 = \text{Geschlecht}, \quad A_7 = 0: \text{ weiblich}$
 $1: \text{ männlich}$

$A_9 A_8 = \text{Familienstand}, \quad A_9 A_8 = 00: \text{ ledig}$
 $01: \text{ verheiratet}$
 $10: \text{ verwitwet}$
 $11: \text{ geschieden}$

Figura: Esempio di calcolo logico in Plankalkül 1/2

PRÄDIKAT:

$$\text{Präd}(x) \equiv \bar{A}_7(x) \wedge A_9(x) \vee \bar{A}_8(x) \wedge \bar{A}_6(x) \wedge \bar{A}_5(x) \wedge A_4(x)$$

\equiv "alle unverheirateten weiblichen Personen
im Alter zwischen 16 und 31 Jahren"

Stattdessen könnte man den obigen Booleschen Ausdruck auch als Suchschlüssel für ein assoziatives Suchen durch eine Liste interpretieren.

Figura: Esempio di calcolo logico in Plankalkül 2/2

Traduzione dell'esempio originale

- Catena di bit = A_0, \dots, A_9 .
- piú vecchio = A_0, \dots, A_6 con $0 < \text{piú vecchio} < 127$.
- sesso = A_7 con $A_7 = 0$ femminile, $A_7 = 1$ maschile.
- stato civile = A_8, A_9 con $00 = \text{celibe}$, $01 = \text{maschio sposato}$, ecc.
- $P(x)$ = tutte le nubili tra 16 e 31 anni di età.

Con il potere espressivo della logica booleana, si possono effettuare ricerche associative con chiavi di ricerca mediante interpretazioni di liste.

Aiken e Harvard Mark I

Il primo calcolatore digitale automatico americano è l'**Harvard Mark I**, il cui progettista principale è Howard Hathaway Aiken (1900–1973), del Dipartimento di Fisica di Harvard (Cambridge, MA).

Nel 1939 Aiken ottiene i fondi dal settore di ricerca e sviluppo dal governo e dall'**IBM (International Business Machines Corporation)** per la costruzione di Mark I, ultimata nel 1943 e costata 250.000 dollari dell'epoca.

L'**architettura Harvard** prevedeva la distinzione tra dati e istruzioni, che dovevano essere eseguite rigidamente da capo a fondo (Hodges 2006:190). Inoltre Mark I si basava sulla notazione decimale.



Figura: Howard Hathaway Aiken

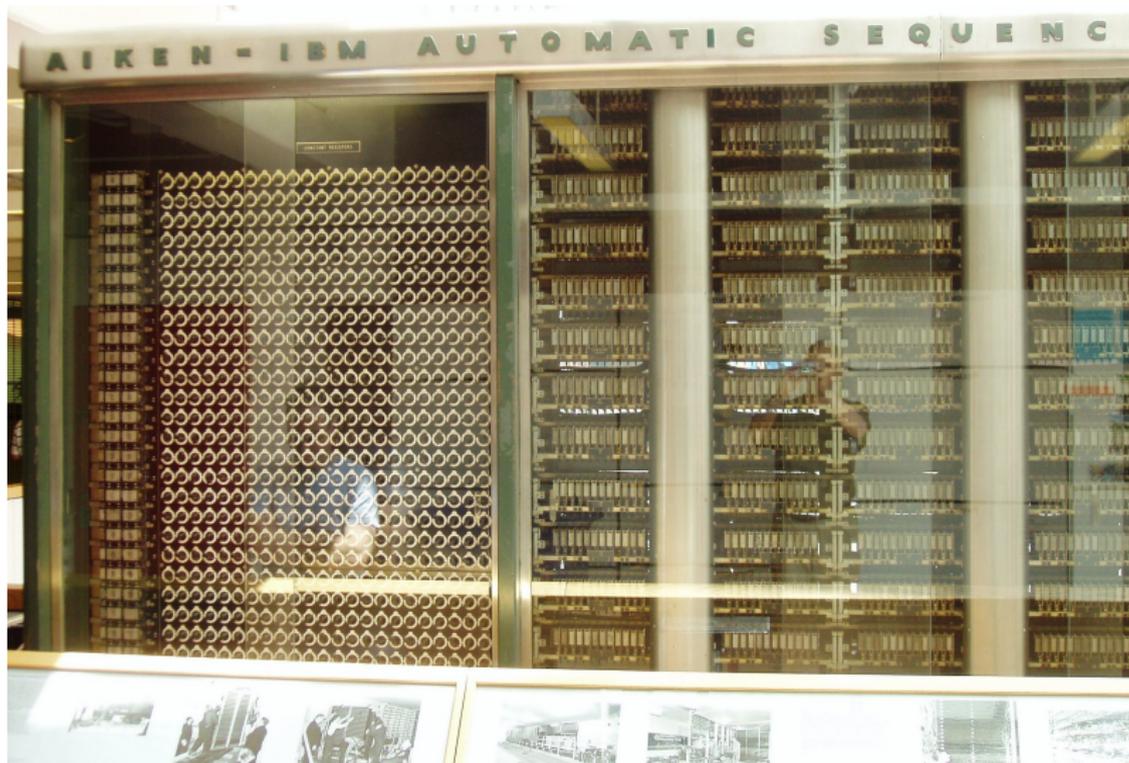


Figura: Porzione del Mark I

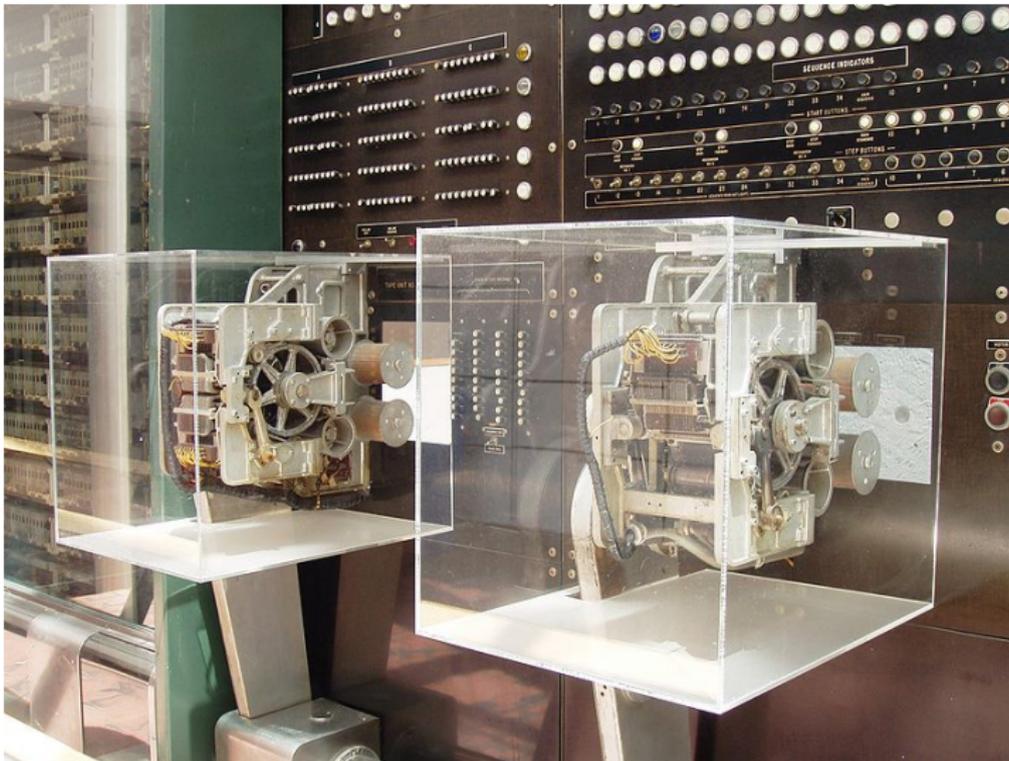


Figura: Dettaglio dell'I/O del Mark I

Il destino di Mark I

Consegnato alla marina militare statunitense nel 1944 via mare, Mark I alla fine della guerra viene consegnato, come da accordi, all'Università di Harvard.

Dopo la comparsa dell'ENIAC nel 1946, il Mark I diventa obsoleto, ma rimane in funzione ad Harvard fino al 1959.

Il destino di Mark I

Consegnato alla marina militare statunitense nel 1944 via mare, Mark I alla fine della guerra viene consegnato, come da accordi, all'Università di Harvard.

Dopo la comparsa dell'ENIAC nel 1946, il Mark I diventa obsoleto, ma rimane in funzione ad Harvard fino al 1959.

Il sito di Donald Knuth riporta il manuale di istruzioni di Mark I e altre chicche: <http://www-cs-faculty.stanford.edu/~knuth/transcode-manual.pdf>.

George Stibitz

George Robert Stibitz (1904–1995) lavora al secondo calcolatore digitale americano ai Bell Telephone Laboratories negli anni 1930, lavorando per esprimere la logica booleana attraverso la tecnologia dei relé. In una dimostrazione alla conferenza dell'**American Mathematical Society (AMS)** al Dartmouth College, in data 11 settembre 1940, Stibitz usa una telescrivente per mandare dei comandi remoti al suo *Model I Complex Number Calculator* ubicato a New York, attraverso la linea telefonica: si tratta del primo **messaggio digitale remoto** della storia. Nel 1990 scrive una lettera al direttore del Dipartimento di Informatica alla Denison University, dove parla del suo uso dell'Amiga:

I have turned to non-verbal uses of the computer, and have made a display of computer "art". The quotes are obligatory, for the result of my efforts is not to create important art but to show that this activity is fun, much as the creation of computers was fifty years ago.



Figura: George Robert Stibitz

Model V

Stibitz negli anni 1930 pensa l'elaboratore come una macchina a relé in grado di eseguire aritmetica decimale sui numeri complessi, ma allo scoppio della guerra (1939) i fondi giungono dai militari, così Stibitz aggiunge un accessorio per l'esecuzione di una sequenza fissa di operazioni aritmetiche. Nonostante Turing fosse passato a New York in quel periodo, non c'è stato alcun contatto con Stibitz.

La macchina piú famosa di Stibitz forse è il **Model V (1946)**, che conteneva oltre 9.000 relé, compiva una addizione o sottrazione in 0,3 secondi, una moltiplicazione in 0,8 secondi e una divisione in 2,2 secondi (Allan 2001:xvii).

Model V

Stibitz negli anni 1930 pensa l'elaboratore come una macchina a relé in grado di eseguire aritmetica decimale sui numeri complessi, ma allo scoppio della guerra (1939) i fondi giungono dai militari, così Stibitz aggiunge un accessorio per l'esecuzione di una sequenza fissa di operazioni aritmetiche. Nonostante Turing fosse passato a New York in quel periodo, non c'è stato alcun contatto con Stibitz.

La macchina piú famosa di Stibitz forse è il **Model V (1946)**, che conteneva oltre 9.000 relé, compiva una addizione o sottrazione in 0,3 secondi, una moltiplicazione in 0,8 secondi e una divisione in 2,2 secondi (Allan 2001:xvii).

Le idee di Stibitz influenzano direttamente John von Neumann e Warren Weaver, come vedremo.



Figura: Stibitz accanto al K-model ('K' sta per *kitchen*)

Una valutazione dei calcolatori digitali Usa pre-1946

Né Aiken né Stibitz implementano il concetto di Babbage (1837!) del **conditional branching**, che permette di saltare delle istruzioni ed effettuare dei cicli – il che è equivalente al concetto di **libertà di configurazione** delle MdT (1937, un secolo dopo!), a differenza del lavoro di Zuse, che per motivi storici non viene recepito fuori dalla Germania.

Una valutazione dei calcolatori digitali Usa pre-1946

Né Aiken né Stibitz implementano il concetto di Babbage (1837!) del **conditional branching**, che permette di saltare delle istruzioni ed effettuare dei cicli – il che è equivalente al concetto di **libertà di configurazione** delle MdT (1937, un secolo dopo!), a differenza del lavoro di Zuse, che per motivi storici non viene recepito fuori dalla Germania.

Dobbiamo aspettare Turing prima e von Neumann dopo per vedere realizzato concretamente il primo calcolatore digitale moderno.

La rivoluzione dei tubi a vuoto

Negli anni 1950 i tubi a vuoto o valvole termoioniche sostituiscono i relé come apparato hardware per costruire calcolatori, così come per amplificatori, radio e apparecchi televisivi, su un'intuizione originariamente di **Guglielmo Marconi**.

A differenza dei relé, le valvole termoioniche non hanno parti mobili e quindi è molto più semplice “programmarle”, specie se in gran numero. Rese obsolete dai transistor, vengono comunque usate tuttora dove sia necessario produrre alte temperature con l'elettricità, come nei forni a microonde.



Figura: Valvole da un mainframe IBM (collezione RCS/RI)

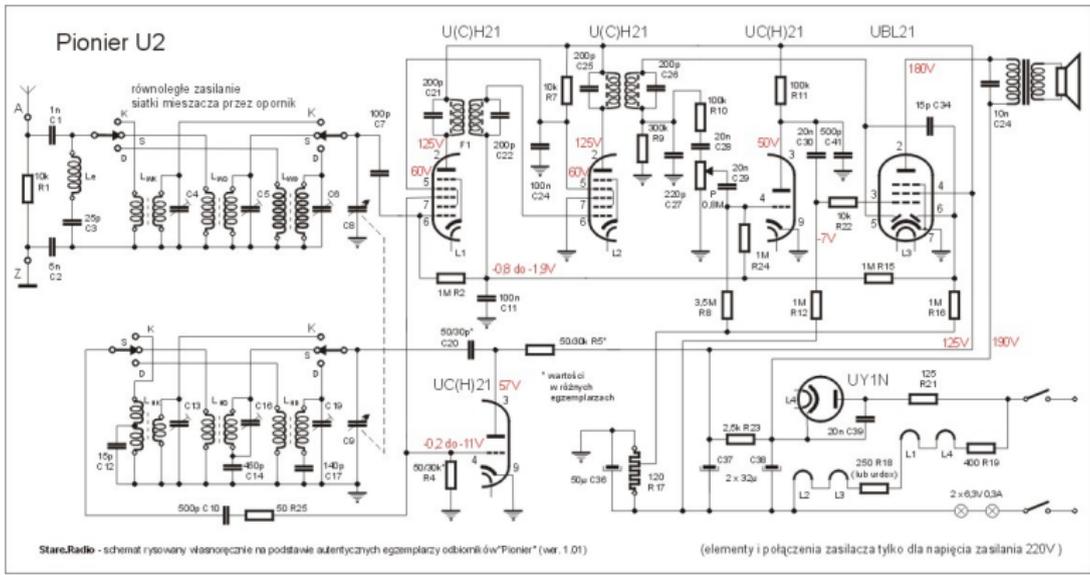


Figura: Schema di una radio polacca a valvole termoioniche (1948)

Flowers, il pioniere dei tubi a vuoto

Il primo uso estensivo dei tubi a vuoto è attribuito a **Thomas Harold Flowers**, ingegnere del *British Post Office Research Station* di Londra (London Science Museum 1976). Flowers pensa di sostituire i relé nelle centraline telefoniche per controllare gli switch già nel 1934 in maniera molto più veloce ed efficiente, ma il suo progetto diventa operativo solo nel 1939 (circa 3-4 mila tubi che lavorano di continuo).

Flowers non pensa però di applicare la sua innovazione tecnologia al medium del calcolo, finché non viene coinvolto durante la guerra nella costruzione delle macchine decrittatrici.



Figura: Thomas Harold Flowers detto Tommy

Il Colossus I

Il Colossus è il primo calcolatore digitale funzionante britannico: viene costruito nel 1943 al Bletchley Park e impiegato dai crittoanalisti fin dal 1944, in seguito ai primi risultati di Max H. Newman con una macchina decrittatrice di nome Heath Robinson. Newman contatta Turing, il quale gli consiglia di rivolgersi a Flowers, che ne permette una rapida ed efficiente realizzazione (Anderson 2007).

Funzionamento del Colossus I

Il dispositivo di I/O del Colossus era la trasmittitrice Lorenz SZ 40/42, programmabile con l'aritmetica booleana. L'input rappresenta il messaggio da decodificare, il Colossus prova a trovare la chiave confrontando risultati diversi secondo dei benchmark, poi stampa in output il messaggio migliore, sperabilmente leggibile, come fosse una traduzione automatica.

Funzionamento del Colossus I

Il dispositivo di I/O del Colossus era la trasmittitrice Lorenz SZ 40/42, programmabile con l'aritmetica booleana. L'input rappresenta il messaggio da decodificare, il Colossus prova a trovare la chiave confrontando risultati diversi secondo dei benchmark, poi stampa in output il messaggio migliore, sperabilmente leggibile, come fosse una traduzione automatica.

Vedremo che questa intuizione di considerare la traduzione come una decrittazione verrà esplicitata da Warren Weaver.

Valutazione dei Colossi

Gli inglesi costruiscono in tutto dieci Colossi, il primo con circa 1.600 tubi a vuoto, l'ultimo circa 2.400. Per ordine dei servizi segreti, al termine della guerra viene distrutto tutto, macchine e progetti.

Nonostante fossero tecnologicamente evoluti, i Colossi non sono dei veri calcolatori in senso moderno per due motivi.

(quali?)

Valutazione dei Colossi

Gli inglesi costruiscono in tutto dieci Colossi, il primo con circa 1.600 tubi a vuoto, l'ultimo circa 2.400. Per ordine dei servizi segreti, al termine della guerra viene distrutto tutto, macchine e progetti.

Nonostante fossero tecnologicamente evoluti, i Colossi non sono dei veri calcolatori in senso moderno per due motivi.

(quali?)

1. sono special-purpose, perché decrittano e basta;
2. non hanno memoria: per programmarli bisogna staccare e attaccare i cavi a mano.

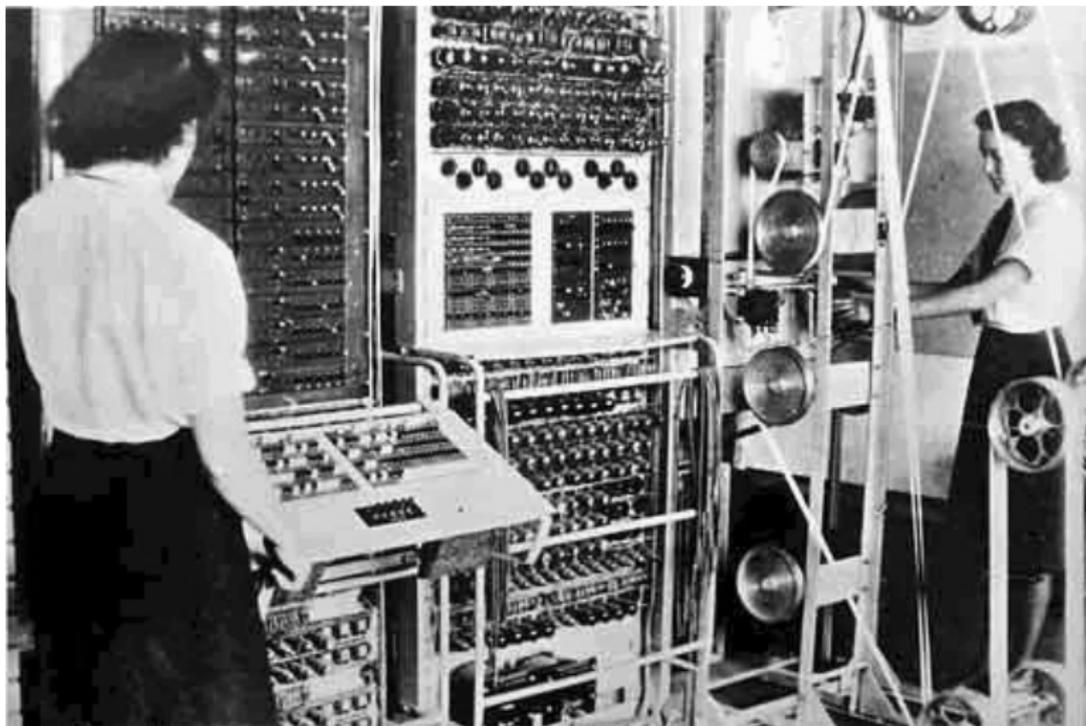


Figura: Colossus II

Newman dopo la guerra

Finita la guerra, Newman apre all'Università di Manchester il *Royal Society Computing Machine Laboratory* (non 'machinery'!) per fare degli elaboratori universali con i tubi a vuoto di Flowers. Pochi mesi dopo l'apertura, Newman scrive a von Neumann, a Princeton (febbraio 1946):

I am [...] hoping to embark on a computing machine section here, having got very interested in electronic devices of this kind during the last two or three years. By about eighteen months ago I had decided to try my hand at starting up a machine unit when I got out. [...] I am of course in close touch with Turing.

Newman dopo la guerra

Finita la guerra, Newman apre all'Università di Manchester il *Royal Society Computing Machine Laboratory* (non 'machinery'!) per fare degli elaboratori universali con i tubi a vuoto di Flowers. Pochi mesi dopo l'apertura, Newman scrive a von Neumann, a Princeton (febbraio 1946):

I am [...] hoping to embark on a computing machine section here, having got very interested in electronic devices of this kind during the last two or three years. By about eighteen months ago I had decided to try my hand at starting up a machine unit when I got out. [...] I am of course in close touch with Turing.

Anche Turing infatti stava lavorando a un progetto molto simile.

La macchina ACE di Turing

Al termine della guerra (1945) Turing entra nel *National Physical Laboratory (NPL)* a Londra, dove si intende costruire il primo computer per scopi scientifici e non militari, il cui nome è **Automatic Computing Engine (ACE)**, in omaggio alla *Difference Engine* e alla *Analytical Engine* di Babbage.

Il documento dell'ACE, scritto da Turing, è considerato il primo documento di specifiche di un computer moderno, completo di disegni dei circuiti, unità hardware, e pezzi di codice scritto in linguaggio macchina, e addirittura una stima dei costi, 11.200 sterline – pochissimo! Una sola macchina funzionante, il **Pilot Model ACE**, viene completata nel 1950 da Newman e altri – dopo la fuoriuscita di Turing. Aveva un clock di 1MHz e un'architettura simile al RISC.

La macchina ABC

Nel 1937–1942 John Atanasoff, docente allo Iowa State College (oggi Università) e il suo studente Clifford Berry costruiscono l'**ABC**, (Atanasoff-Berry Computer, che ricorda la parola 'abaco'), una macchina calcolatrice per risolvere le equazioni lineari algebriche, fatta con circa 300 tubi a vuoto.

Il dispositivo di memoria dell'ABC era un **tamburo rotante** con 1600 condensatori, idea che viene ripresa piú avanti. Purtroppo il lettore delle schede perforate era poco preciso e produceva troppi errori, cosí l'ABC viene considerato inaffidabile e il suo sviluppo abbandonato dopo il 1942, quando Atanasoff viene arruolato dalla marina militare: le sue ricerche successive sono meno avanzate di quelle di von Neumann, e quindi Atanasoff rimane senza fondi.

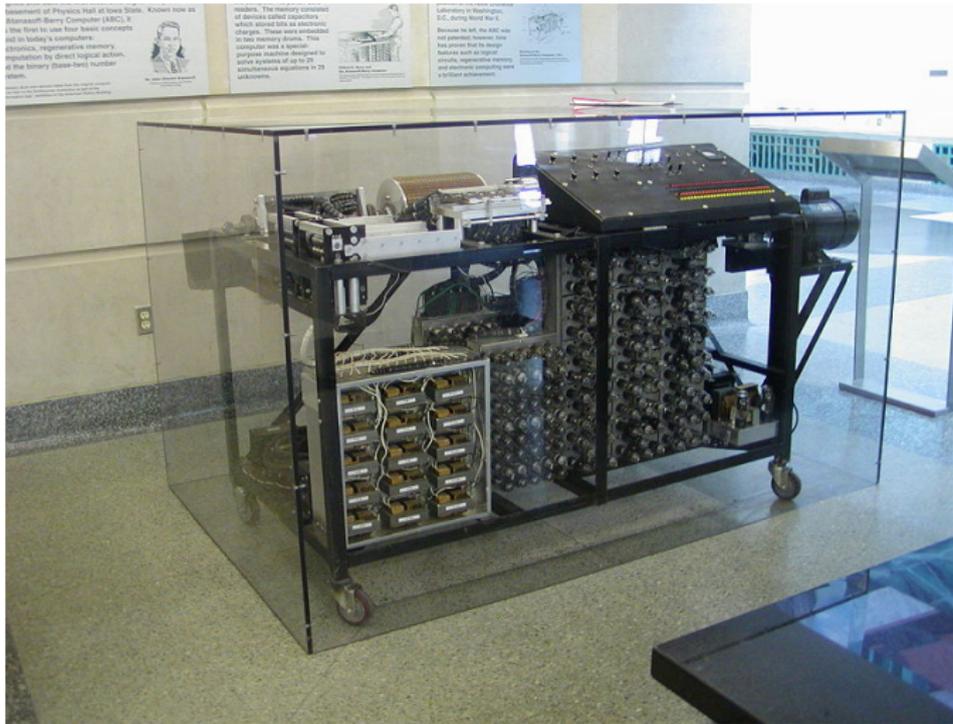


Figura: Replica dell'ABC presso la Iowa State University (1997)

Vannevar Bush

Vannevar Bush (1890–1974) consegue il Ph.D. nel 1916 congiunto Harvard e MIT. Lavora alla General Electric e alla marina militare, poi dal 1919 insegna matematica al MIT, fino al 1938.

Nel 1927 costruisce la prima macchina elettromeccanica per il calcolo delle equazioni differenziali, chiamate *differential analyzers*, che avranno fortuna durante la guerra per i calcoli balistici. Una di queste viene costruita nel 1934 all'Università di Manchester, sulle indicazioni del report tecnico di Bush (oggi vengono costruite con il Meccano per hobby).

Durante la seconda guerra mondiale diventa consigliere personale del presidente Roosevelt, lavorando per i militari, e diventa figura di primo piano nel Progetto Manhattan (che porta alla costruzione della bomba atomica).



Figura: Vannevar Bush (anni 1940)



Figura: Un *differential analyzer* in funzione (NASA, 1951)

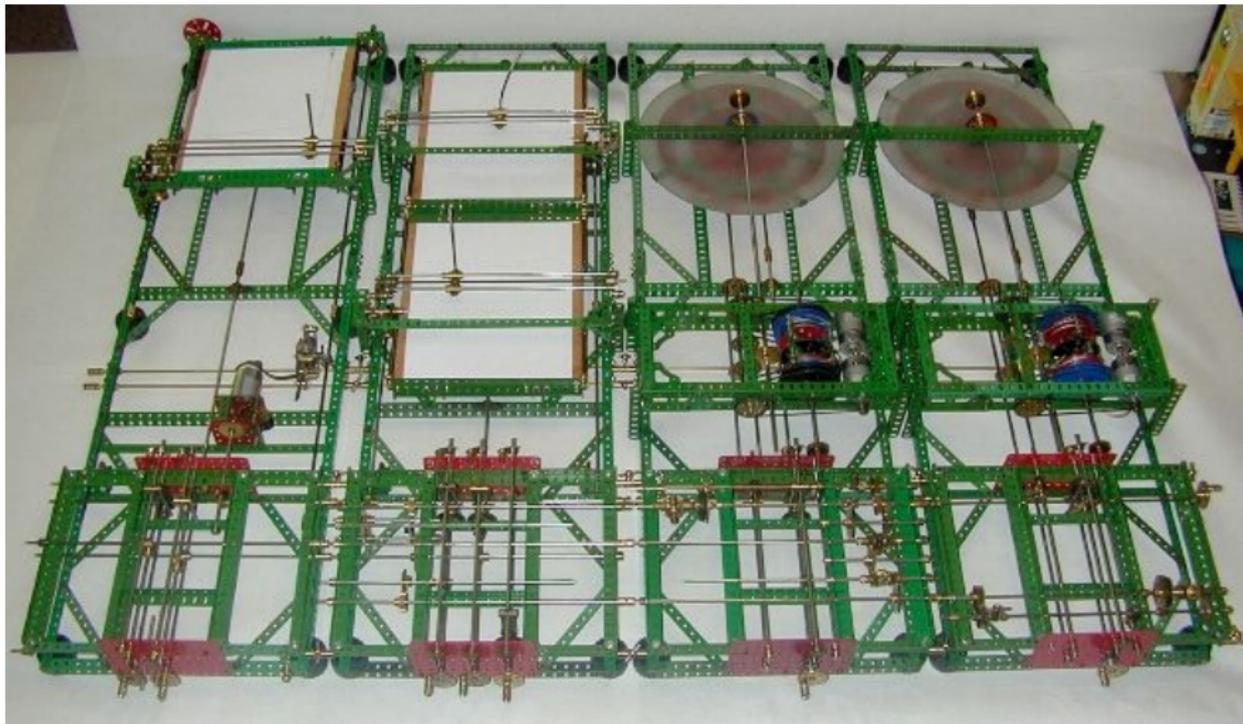


Figura: Un *differential analyzer* in Meccano (Tim Robinson, CA)

Bush, il padre spirituale dell'ipertesto

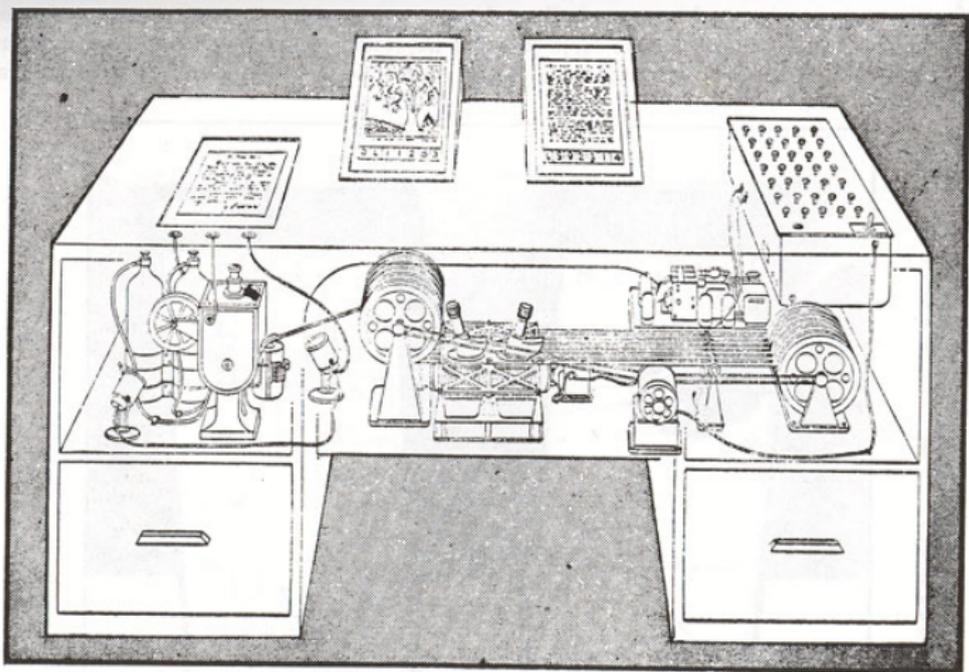
Bush ritiene possibile una **tecnocrazia democratica**, dove i detentori delle tecnologie rendono accessibile il loro uso al grande pubblico: le tecnologie devono diffondere e promuovere la conoscenza per far progredire l'umanità. Nel 1945 pubblica un articolo dal titolo *As we may think*, Come possiamo pensare (in italiano in Nelson, 1992:1/38-53), in cui affronta il problema della rappresentabilità del pensiero umano mediante tecnologie.

Per Bush tutti i sistemi di indicizzazione e le classificazioni sono **a priori** e perciò artificiali e limitanti: un item non è mai classificabile sotto una sola rubrica e le gerarchie delle classi sono limitate – il problema che aveva affrontato Wilkins. La mente umana non funziona in questo modo, bensì per **libere associazioni**, che devono essere catturate dalla tecnologia.

Il memex di Bush

Se le informazioni sono rappresentabili mediante una struttura a **mappa** o a **rete**, il problema diventa il reperimento dell'informazione, che per Bush avviene mediante la *traccia di piste biforcanti*.

Pensato già negli anni 1930, Bush introduce il **memex** (parola macedonia per 'memory + index'), un dispositivo per visualizzare in contemporanea due microfilm, annotarli mediante una penna speciale, e fotografare a secco il proprio lavoro derivato. L'intento è meccanizzare l'archiviazione dei documenti e permetterne il reperimento sia sotto forma di indicizzazione classica che di mediante associazioni, tenendo memoria delle piste di lettura e dei collegamenti, resi in maniera visiva.



Memex in the form of a desk would instantly bring files and material on any subject to the operator's fingertips. Slanted translucent viewing screens magnify supermicrofilm filed by code numbers. At left is a mechanism which automatically photographs longhand notes, pictures and letters, then files them in the desk for future reference (*LIFE* 19(11), p. 123).

Figura: Un'immagine del Memex (da *Life magazine*, 1945)

Le idee portanti del Memex

l'esteriorizzazione dei flussi associativi di pensiero L'idea che le tassonomie tradizionali (leggi: a stampa) sono necessarie ma insufficienti.

la memorizzabilità dei percorsi di lettura e la possibilità di dividerli, in una sorta di enciclopedia del sapere condiviso.

il lettore attivo «Nascerà la nuova professione di *battitore di piste*, persone che si ingegneranno a tracciare piste significative attraverso l'immane mole dell'esperienza umana. L'eredità del maestro ai suoi discepoli non saranno più solo i suoi contributi alla conoscenza comune, ma l'intera impalcatura di conoscenze sulla quale essi sono stati costruiti.» (Bush in Nelson, 1992:1/52)

Come funzionava il Memex? Esempio 1/2

Il proprietario del memex, diciamo, è interessato alle origini e alle proprietà dell'arco. In particolare, egli sta indagando sul perché, nelle battaglie delle Crociate, l'arco corto turco fosse superiore all'arco lungo inglese. Egli ha a disposizione dozzine di libri e articoli pertinenti sul suo memex. Dapprima fa scorrere un'enciclopedia, trova un articolo interessante ma sommario, lo lascia proiettato. Poi, in un resoconto storico, trova un argomento pertinente, e lo congiunge al precedente.

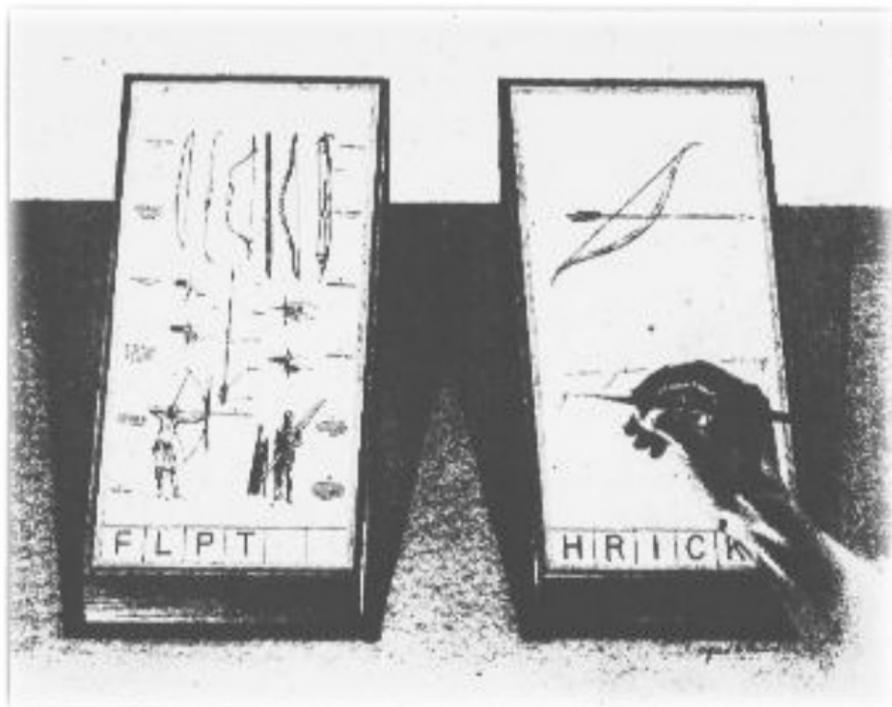


Figura: Il memex in azione

Come funzionava Il Memex? Esempio (fine)

[...] Di quando in quando inserisce un proprio commento, sia congiungendolo alla pista principale sia congiungendolo come pista laterale a un elemento particolare. Quando diventa evidente che le proprietà elastiche dei materiali disponibili erano fondamentali per il rendimento dell'arco, egli devia su una pista laterale che lo porta attraverso libri di testo sull'elasticità e tavole di costanti fisiche. Inserisce una pagina di analisi scritta di suo pugno.

Bush introduce l'information overflow

Secondo Bush, il problema principale del mondo moderno è quello di reperire le informazioni perché esse crescono in maniera esponenziale (**information overflow**) i dispositivi di memorizzazione, disposizione e catalogazione sono inadeguati (Landow 1993:18).

Non c'è nulla di sbagliato nella categorizzazione. Ma essa è comunque, per sua natura, transitoria: i sistemi a categorie hanno vita breve e le categorizzazioni dopo qualche anno cominciano a sembrare stupide (Nelson 1990:2/45).

Il memex non fu mai costruito perché la sua base tecnologica nel 1945 stava diventando obsoleta, ma le idee di Bush, che raffinano quelle di Wilkins, verranno realizzate solo negli ipertesti degli anni 1980 prima e nel progetto Wikipedia poi.

Norbert Wiener

Norbert Wiener (1894–1964), bambino prodigio di famiglia ebrea americana, a 12 anni si iscrive all'università si laurea a 15 anni in matematica e a 19 prende il PhD in filosofia a Harvard. Vince una borsa di specializzazione e studia al Trinity College con Russell e G.H. Hardy (matematico) e a Gottinga con Hilbert. Allo scoppio della guerra, torna negli Usa (1915) con una seconda borsa post-doc alla Columbia, con John Dewey (filosofo).

Nel 1919 Wiener entra nel MIT, nello stesso anno di Bush: le sue ricerche matematiche gli valgono il Bôcher Prize (1933), dove diventa professore, e dove rimarrà tutta la vita. Durante la seconda guerra mondiale viene arruolato sugli studi per costruire i calcolatori, mentre esprime forti critiche sull'uso militare dell'energia nucleare.

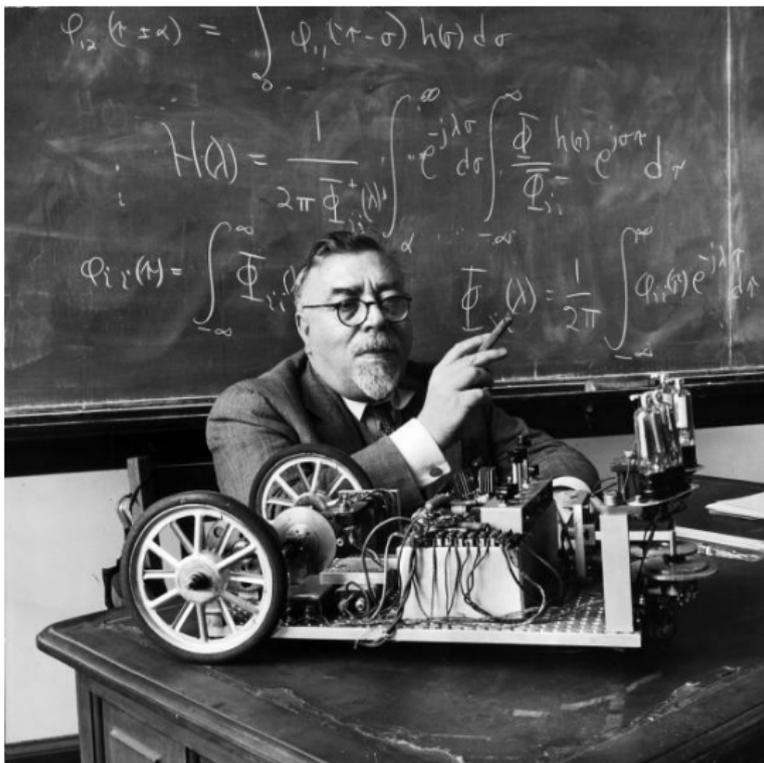


Figura: Norbert Wiener

La cibernetica

Nel 1945 Wiener e von Neumann organizzano un congresso a Princeton che segna la nascita di una nuova disciplina, la **cibernetica** (neologismo originariamente di Ampère, dal greco *kybernetes*, timoniere). La cibernetica mette insieme le macchine di Bush, le reti elettriche di Yuk Wing Lee, e i lavori di McCulloch e Pitts sul neurone artificiale: Wiener sviluppa una disciplina dove la nozione di **controllo** vale per sistemi sia biologici che meccanici, e si basa sulla nozione di **feedback** (**retroazione**), che a sua volta richiede una comunicazione intrasistemica (Wiener 1961, 14, 26):

the ultra-rapid computing machine, depending as it does on consecutive switching devices, must represent an ideal model of the problems arising in the nervous system [and conversely] was in principle an ideal central nervous system to an apparatus for automatic control.

L'importanza della cibernetica

L'importanza della cibernetica è indiretta, perché si basa su un concetto analogico dell'informazione, che viene superato da Shannon, l'allievo più importante di Wiener.

Molte delle idee sull'imitazione meccanica della *res cogitans* di Cartesio confluiscono nell'Intelligenza Artificiale prima e nelle scienze cognitive poi: la cibernetica è la progenitrice dell'approccio subsimbolico, usato nelle reti neurali, nella logica fuzzy, etc.

In Italia si forma un gruppo di cibernetica attorno alla figura di Eduardo Caianiello, pioniere delle reti neurali (v. sotto) a Napoli e Pozzuoli e a Silvio Ceccato a Milano (Scuola Operativa Italiana), linguista computazionale.

Since Leibniz there has perhaps been no man who has had a full command of all the intellectual activity of his day. Since that time, science has been increasingly the task of specialists, in fields which show a tendency to grow progressively narrower. A century ago there may have been no Leibniz, but there was a Gauss, a Faraday, and a Darwin. Today there are few scholars who can call themselves mathematicians or physicists or biologists without restriction.

A man may be a topologist or an acoustician or a coleopterist. He will be filled with the jargon of his field, and will know all its literature and all its ramifications, but, more frequently than not, he will regard the next subject as something belonging to his colleague three doors down the corridor, and will consider any interest in it on his own part as an unwarrantable breach of privacy (Wiener 1948).

Claude Shannon

Claude Elwood Shannon (1916–2001) studia all'Università del Michigan e si laurea due volte in ingegneria elettrica e in matematica nel **1936** con una tesi in cui mostra come si possa rendere la logica booleana mediante circuiti elettrici, semplificando di molto la costruzione delle centraline telefoniche a relé e dando un rigoroso metodo di costruzione dell'aritmetica del calcolatore moderno: Shannon è il fondatore dell'**ingegneria informatica**.

Prosegue gli studi al MIT, lavorando ai calcolatori analogici di Vannevar Bush, e nel 1940 ottiene il PhD con una dissertazione sui modelli matematici della genetica (un po' il problema dei conigli di Fibonacci).

Viene invitato a Princeton, dove lavora soprattutto con Hermann Weyl e John von Neumann.



Figura: Claude Shannon

Shannon fonda le scienze della comunicazione

Negli anni 1940 lavora ai Bell Labs in progetti militari dedicati alla trasmissione dell'informazione e alla crittoanalisi. Nel 1943 lavora tutti i giorni con Turing al bar su questi problemi: impressionato dalla *Universal Machine*, sviluppa un modello matematico che sia complementare alle MdT, lavorando insieme a Warren Weaver (v. sotto). Il risultato di queste collaborazioni

è un paper del 1948, *A Mathematical Theory of Communication*, la fondazione delle **scienze della comunicazione**. Potete scaricarlo qui: <http://cm.bell-labs.com/cm/ms/what/shannonday/paper.html>

La teoria matematica della comunicazione

Shannon considera la comunicazione una trasmissione di dati digitali su un canale da un emittente a un ricevente, che può essere ostacolata dal rumore sul canale: la misura dell'incertezza della trasmissione viene detta **entropia informativa**. Shannon dimostra che è possibile trasmettere l'informazione con un margine minimo di errore sotto una certa soglia di rumore (**teorema di Shannon**).

Il teorema di Shannon, per esempio, permette di ascoltare un cd musicale anche se moderatamente graffiato. Il fondamento matematico è un'evoluzione dei modelli markoviani, come definiti dalla teoria della probabilità sviluppata da Norbert Wiener, suo maestro.

La teoria matematica della comunicazione

Shannon considera la comunicazione una trasmissione di dati digitali su un canale da un emittente a un ricevente, che può essere ostacolata dal rumore sul canale: la misura dell'incertezza della trasmissione viene detta **entropia informativa**. Shannon dimostra che è possibile trasmettere l'informazione con un margine minimo di errore sotto una certa soglia di rumore (**teorema di Shannon**).

Il teorema di Shannon, per esempio, permette di ascoltare un cd musicale anche se moderatamente graffiato. Il fondamento matematico è un'evoluzione dei modelli markoviani, come definiti dalla teoria della probabilità sviluppata da Norbert Wiener, suo maestro.

Emanuele Angelieri, insegne professore all'Insubria, ha diffuso per primo la teoria di Shannon in Italia.

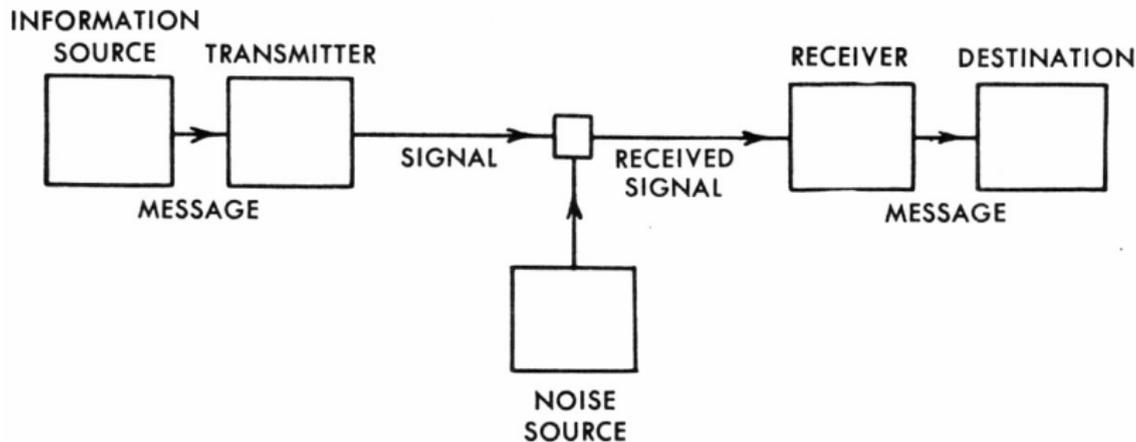


Fig. 1. — Schematic diagram of a general communication system.

Figura: Il modello della comunicazione di Shannon–Weaver

Shannon e l'Intelligenza Artificiale

Nel **1950** Shannon costruisce *Theseus*, un topo magneto-meccanico a relé in grado di ricordare i percorsi attraversati dentro un labirinto e di adattare il proprio comportamento: uno dei primi esperimenti robotici di I.A.

Sempre nel 1950, pubblica il paper *Programming a Computer for Playing Chess*, in cui descrive una procedura minimax per giocare automaticamente a scacchi.

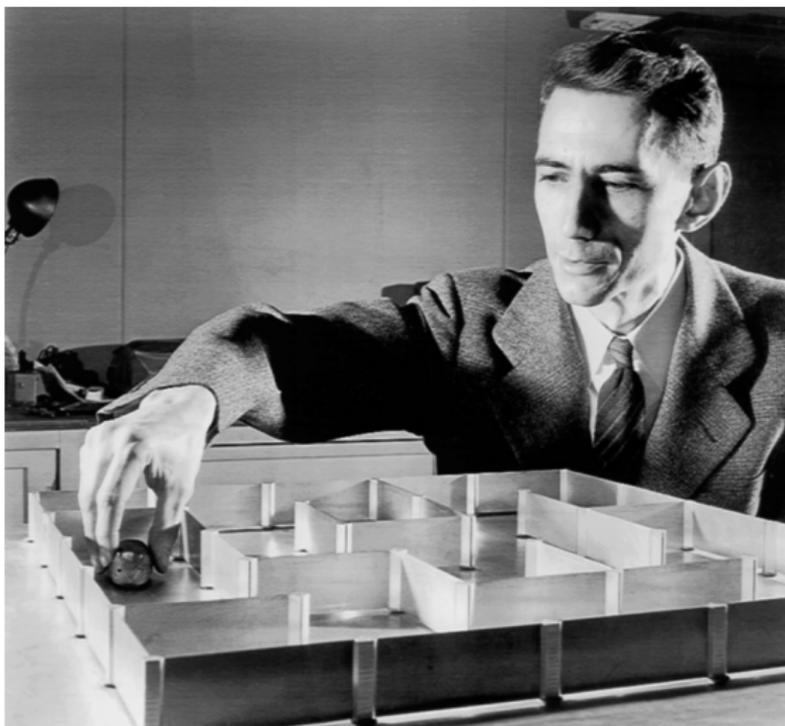


Figura: Shannon con il suo Theseus

La fortuna (letteralmente) di Shannon

Negli anni 1960 va a giocare a Las Vegas con la moglie e il matematico del MIT Ed Thorp, vincendo a blackjack una fortuna grazie alla teoria dell'informazione (avventura descritta nel libro *Fortune's formula*).

In seguito applicheranno le stesse procedure al gioco in borsa, diventando ancora piú ricchi.

La Ultimate Machine

Basandosi su un'idea di Marvin Minsky (v. sotto), negli anni 1960 costruisce la *Ultimate Machine*, così descritta da Arthur C. Clarke:

Nothing could be simpler. It is merely a small wooden casket, the size and shape of a cigar box, with a single switch on one face. When you throw the switch, there is an angry, purposeful buzzing. The lid slowly rises, and from beneath it emerges a hand. The hand reaches down, turns the switch off and retreats into the box. With the finality of a closing coffin, the lid snaps shut, the buzzing ceases and peace reigns once more. The psychological effect, if you do not know what to expect, is devastating. There is something unspeakably sinister about a machine that does nothing – absolutely nothing – except switch itself off.



Figura: Shannon's Ultimate Machine

L'importanza di Shannon

Shannon entra nel MIT nel 1956 dove lavora fino al 1978. L'importanza della teoria matematica dell'informazione è enorme: dalla linguistica computazionale all'apprendimento automatico ancora oggi ci si basa sulle idee di Shannon.

Dal 1972 l'**Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)** conferisce ogni anno il Claude Shannon Award.

A Shannon dobbiamo la nozione di (e la parola stessa) **bit**, unità minima di informazione.

Warren Weaver

Warren Weaver (1894–1978) studia nel Wisconsin, dove è nato, dove insegna matematica. Diventa direttore della Rockefeller Foundation nel 1932, dove si occupa di ingegneria molecolare applicata all'agricoltura (otterrà il Nobel per questi studi). Durante la guerra si occupa di crittoanalisi e della costruzione di macchine da calcolo.

Lavora con Shannon alla teoria matematica dell'informazione, in particolare sulle possibilità applicative per la cognizione umana. Si batte per la divulgazione del sapere scientifico nella società americana.



Warren Weaver

Figura: Warren Weaver negli anni 1960

Il memorandum sulla traduzione

Weaver è affascinato dal problema della traduzione (colleziona 42 versioni diverse di Alice nel Paese delle Meraviglie, cercando delle misure di qualità, interrogando gli studiosi piú diversi). In seguito a una lettera a Marvin Minsky, nel 1949 scrive un memorandum intitolato *translation* in cui vede la traduzione come un problema di decrittazione:

I have a text in front of me which is written in Russian but I am going to pretend that is really written in English and that it has been coded in some strange symbols. All I need to do is strip off the code in order to retrieve the information contained in the text.

Il memorandum sulla traduzione

Weaver è affascinato dal problema della traduzione (colleziona 42 versioni diverse di Alice nel Paese delle Meraviglie, cercando delle misure di qualità, interrogando gli studiosi piú diversi). In seguito a una lettera a Marvin Minsky, nel 1949 scrive un memorandum intitolato *translation* in cui vede la traduzione come un problema di decrittazione:

I have a text in front of me which is written in Russian but I am going to pretend that is really written in English and that it has been coded in some strange symbols. All I need to do is strip off the code in order to retrieve the information contained in the text.

Questa idea verrà ripresa solo negli anni 1990.

Lewis Carroll: Mathematician

Many people who have read "Alice's Adventures in Wonderland" and "Through the Looking-Glass" are aware that the author was a mathematician. Exactly what was his work in mathematics?

by Warren Weaver

Lewis Carroll wasn't he a first-class mathematician too? This is a typical remark when the name of the author of *Alice in Wonderland* comes up. That Carroll's real name was Charles Lutwidge Dodgson and that his main lifelong interest was mathematics is fairly common knowledge. In fact, among his literary admirers there has long been current a completely false but unstopable story that Queen Victoria

read *Alice*, liked it, asked for another book by the same author and was sent Dodgson's very special and dry little book on algebraic determinants.

Lewis Carroll was so great a literary genius that we are naturally curious to know the caliber of his work in mathematics. There is a common tendency to consider mathematics so strange, subtle, rigorous, difficult and deep a subject that if a person is a mathematician he is of

course a "great mathematician"—there being, so to speak, no small giants. This is very complimentary, but unfortunately not necessarily true. Carroll possessed a considerable volume of writing on many mathematical subjects, from which we may judge the quality of his contributions. What sort of a mathematician, in fact, was he?

The story of his academic career is quickly told. C. L. Dodgson was born in



CARROLL AND ALICE appear in these photographs from the Morris E. Parrish Collection in the Princeton University Library. Alice was Alice Liddell, whom Carroll had in mind when he wrote *Alice's Adventures in Wonderland*. Later she became Mrs. Reg-

inald Hargreaves. Alice was photographed by Carroll himself in 1858, when she was seven years old. Carroll was photographed, probably by Reginald Searby, in 1856, when he was 24. In 1855 he had been made a dea and a lecturer in mathematics at Oxford.

Figura: Paper di Weaver su Lewis Carroll

Grazie. Domande?



Potete scaricare questa presentazione qui:

<http://www.slideshare.net/goberiko/>

© CC BY-NC-ND Federico Gobbo 2010 di tutti i testi. Pubblicato in Italia.
Attribuzione – Non commerciale – Condividi allo stesso modo 2.5

© delle figure degli aventi diritto. In caso di violazione, scrivere a:
federico.gobbo@uninsubria.it.