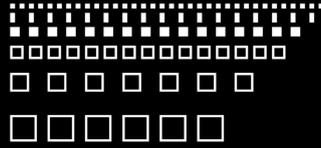




Museo



degli Strumenti per il Calcolo

# Il linguaggio delle macchine

*Lezioni al Museo*



Giovanni A. Cignoni – [hmr.di.unipi.it](http://hmr.di.unipi.it)

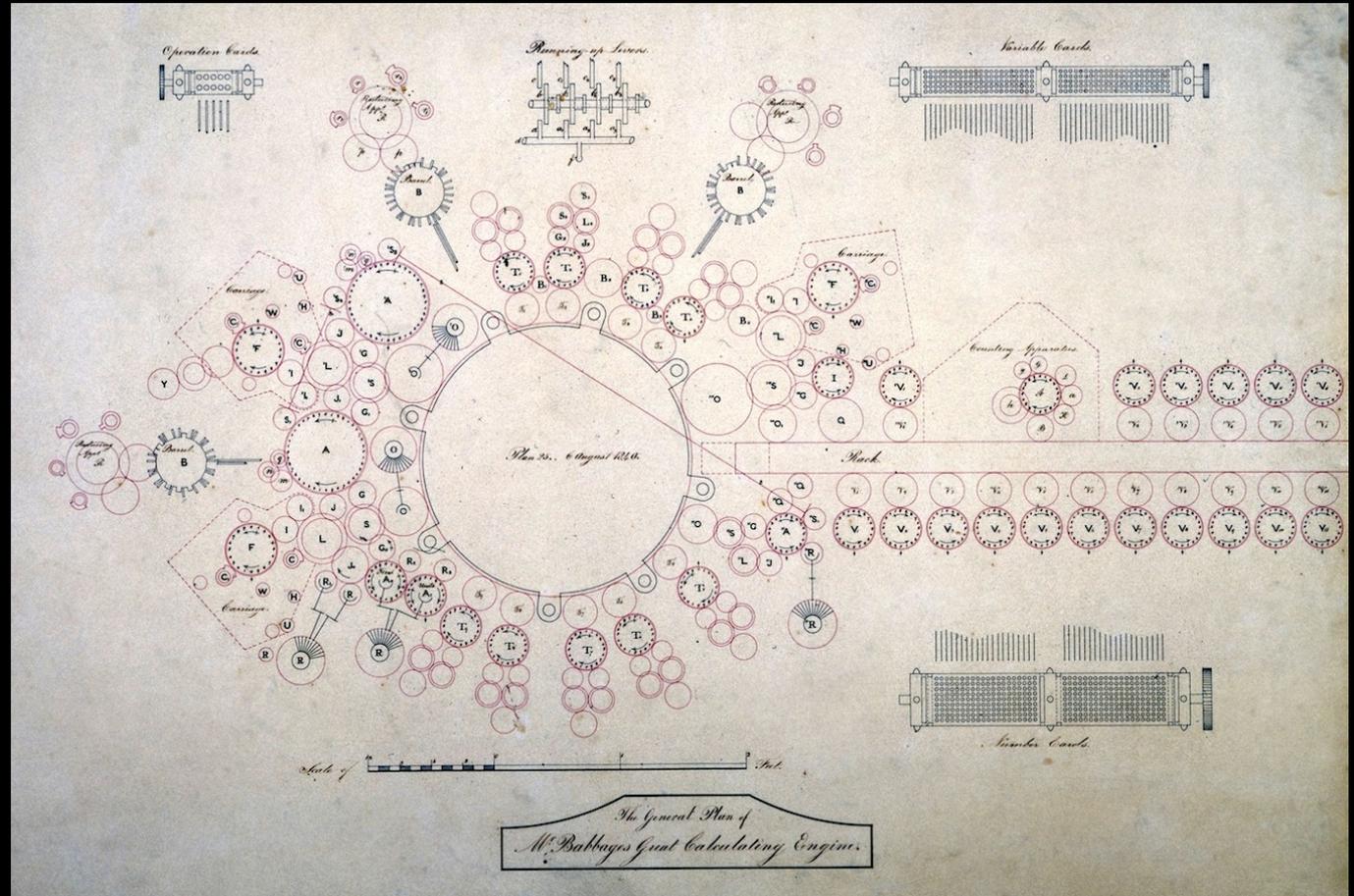
1/26



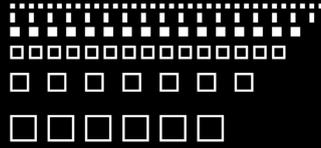
- Dalle prime intuizioni alle prime macchine
  - Babbage & Lovelace
  - I risultati scientifici e le conquiste tecnologiche
- Dai primi strumenti ai linguaggi
  - Ad alto livello, prima
  - Architetture e processori standard
- La prima CEP, la Macchina Ridotta
  - Interfaccia utente
  - Linguaggio macchina

# Charles Babbage

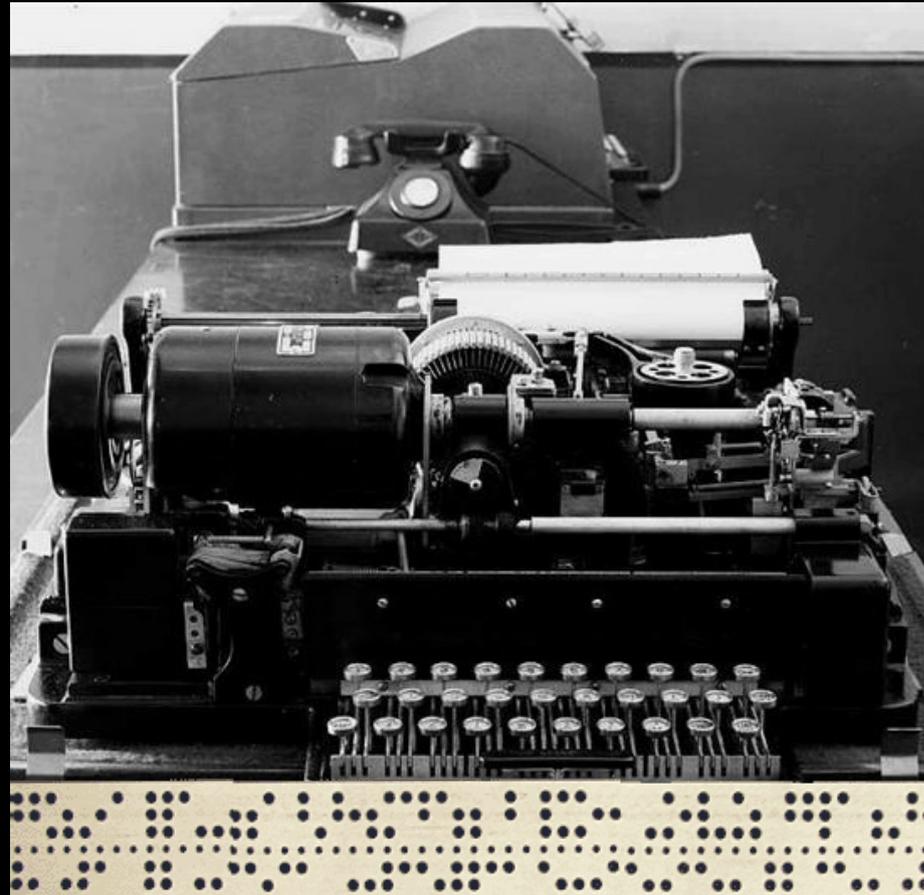
- 1837-71
  - Analytical Engine
  - Store & Mill
  - Schede per costanti, variabili, operazioni

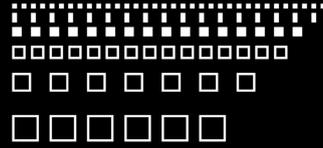






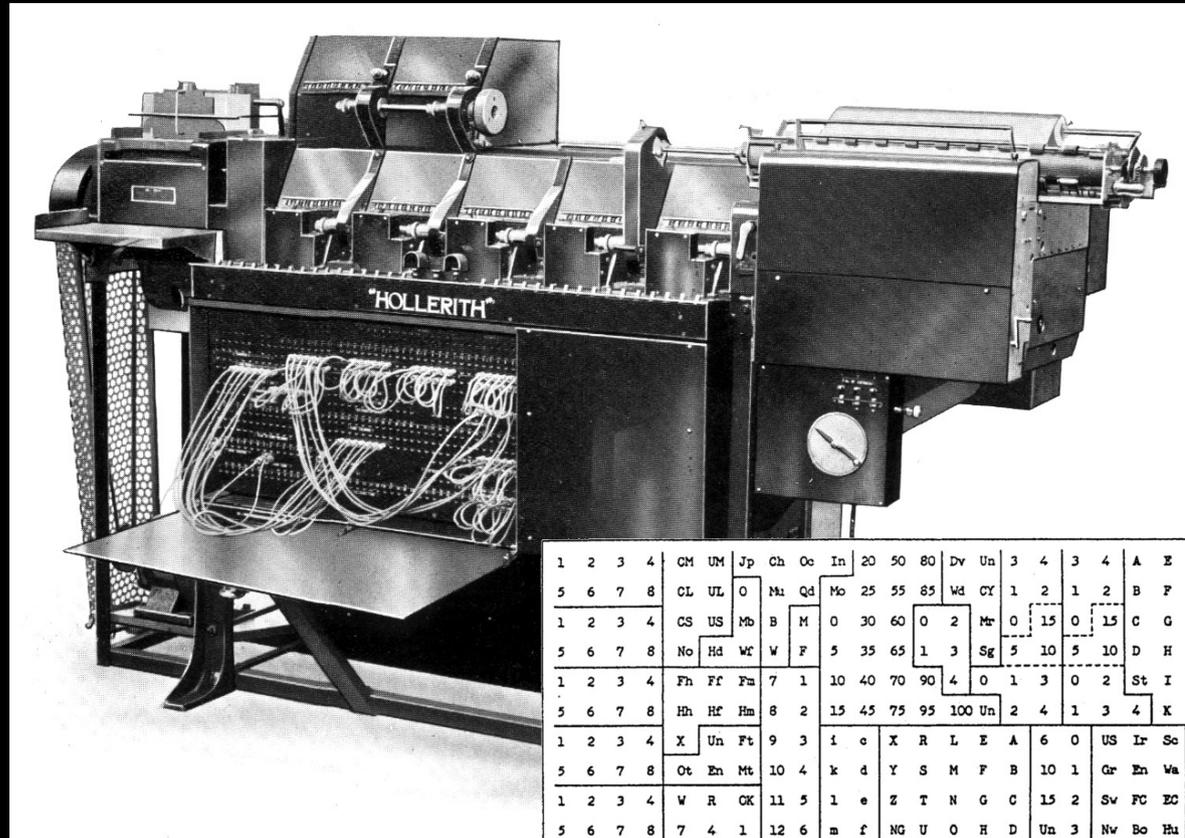
- Telescriventi
  - 1901, Murray
- Standard
  - 1930ca
  - CCITT ITA2





# Tabulatrici

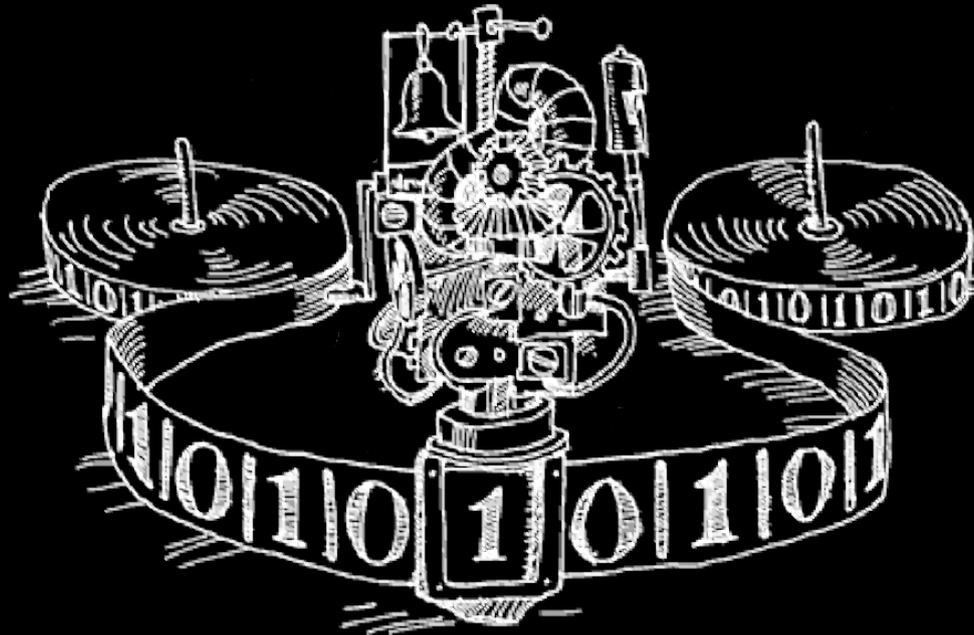
- Dal 1890
  - Hollerith
  - Dal 1924 IBM
  
- Plugboard
  - Presto
  - Quasi programmi



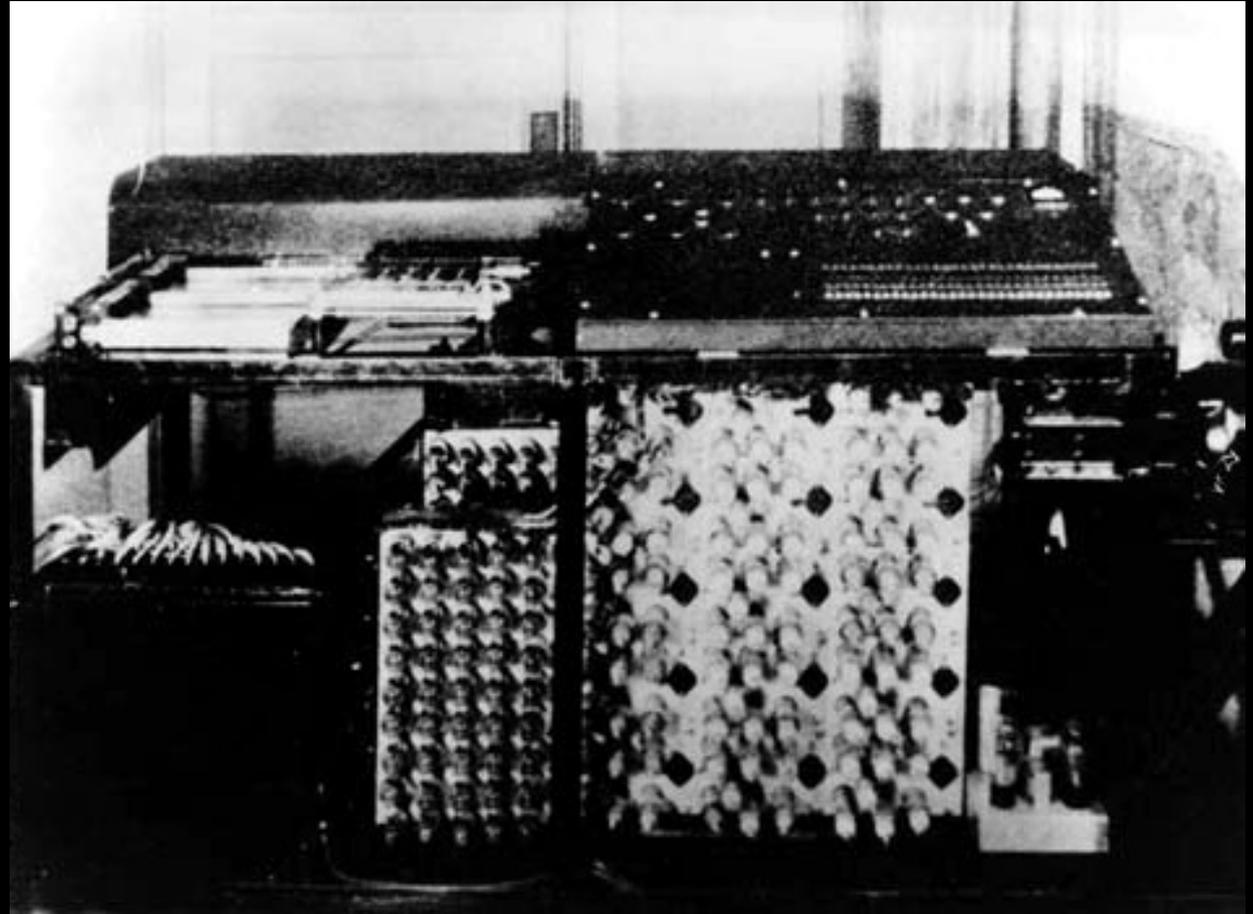
1	2	3	4	CM	UM	Jp	Ch	Oc	In	20	50	80	Dv	Un	3	4	3	4	A	E	L	a	g
5	6	7	8	CL	UL	O	Mi	Qd	Mo	25	55	85	Wd	CY	1	2	1	2	B	F	M	b	h
1	2	3	4	CS	US	Mb	B	M	0	30	60	0	2	Mr	0	15	0	15	C	G	N	c	i
5	6	7	8	No	Hd	Wf	W	F	5	35	65	1	3	Sg	5	10	5	10	D	H	O	d	k
1	2	3	4	Fh	Ff	Fm	7	1	10	40	70	90	4	0	1	3	0	2	St	I	P	e	l
5	6	7	8	Hh	Hf	Hm	8	2	15	45	75	95	100	Un	2	4	1	3	4	K	Un	f	m
1	2	3	4	X	Un	Ft	9	3	i	e	X	R	L	E	A	6	0	US	Ir	Sc	US	Ir	Sc
5	6	7	8	Ot	En	Mt	10	4	k	d	Y	S	M	F	B	10	1	Gr	En	Wa	Gr	En	Wa
1	2	3	4	W	R	CK	11	5	l	e	Z	T	N	G	C	15	2	Sv	FC	EC	Sv	FC	EC
5	6	7	8	7	4	1	12	6	m	f	NG	U	O	H	D	Un	3	Nv	Bo	Hu	Nv	Bo	Hu
1	2	3	4	8	5	2	Oc	O	n	g	a	V	P	I	Al	Na	4	Dk	Fr	It	Dk	Fr	It
5	6	7	8	9	6	3	0	p	o	h	b	W	Q	K	Un	Pa	5	Ru	Ot	Un	Ru	Ot	Un

# Risultati importanti

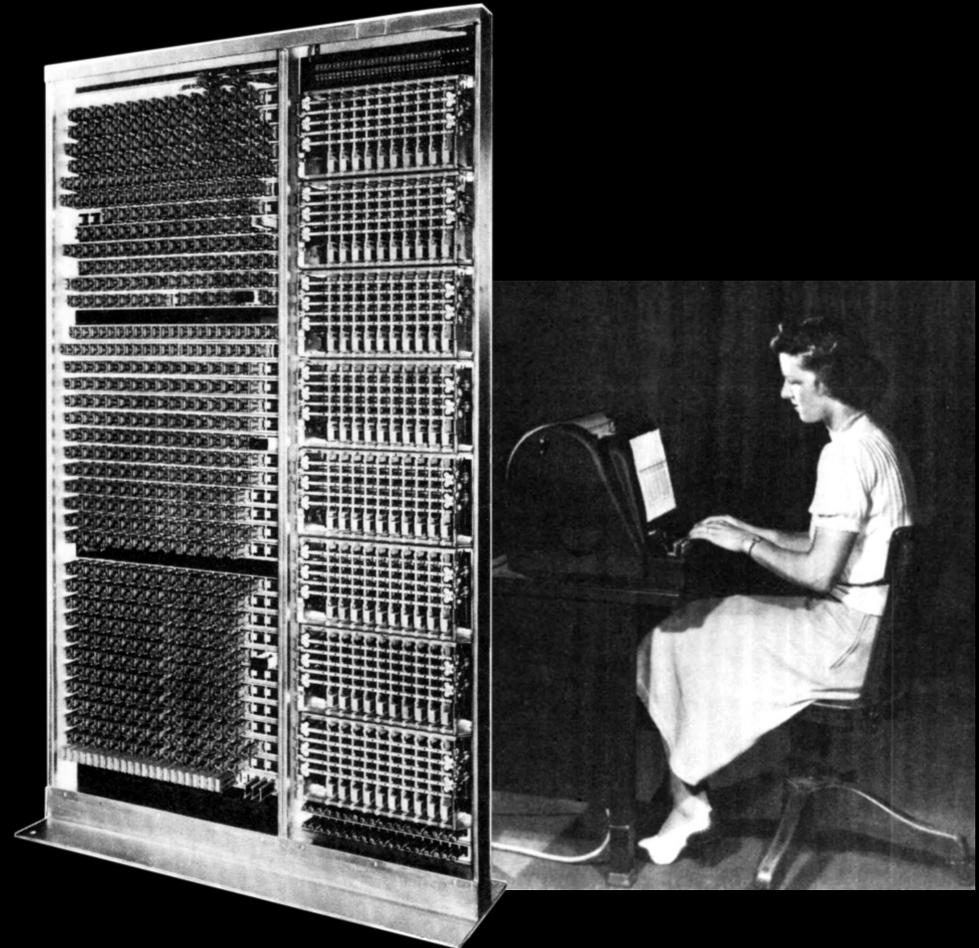
- 1936, Macchina Universale di Turing
  - Definisce l'insieme dei problemi calcolabili
  - L'alfabeto è influente



- 1939
  - Iowa College
  - Atanasoff & Berry

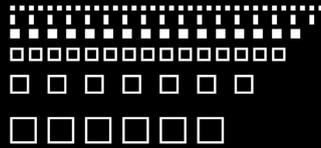


- CNC
  - 1940, Bell Labs
  - George Stibitz
- Comandi remoti
  - Ancora non sono programmi
  - Rete geografica





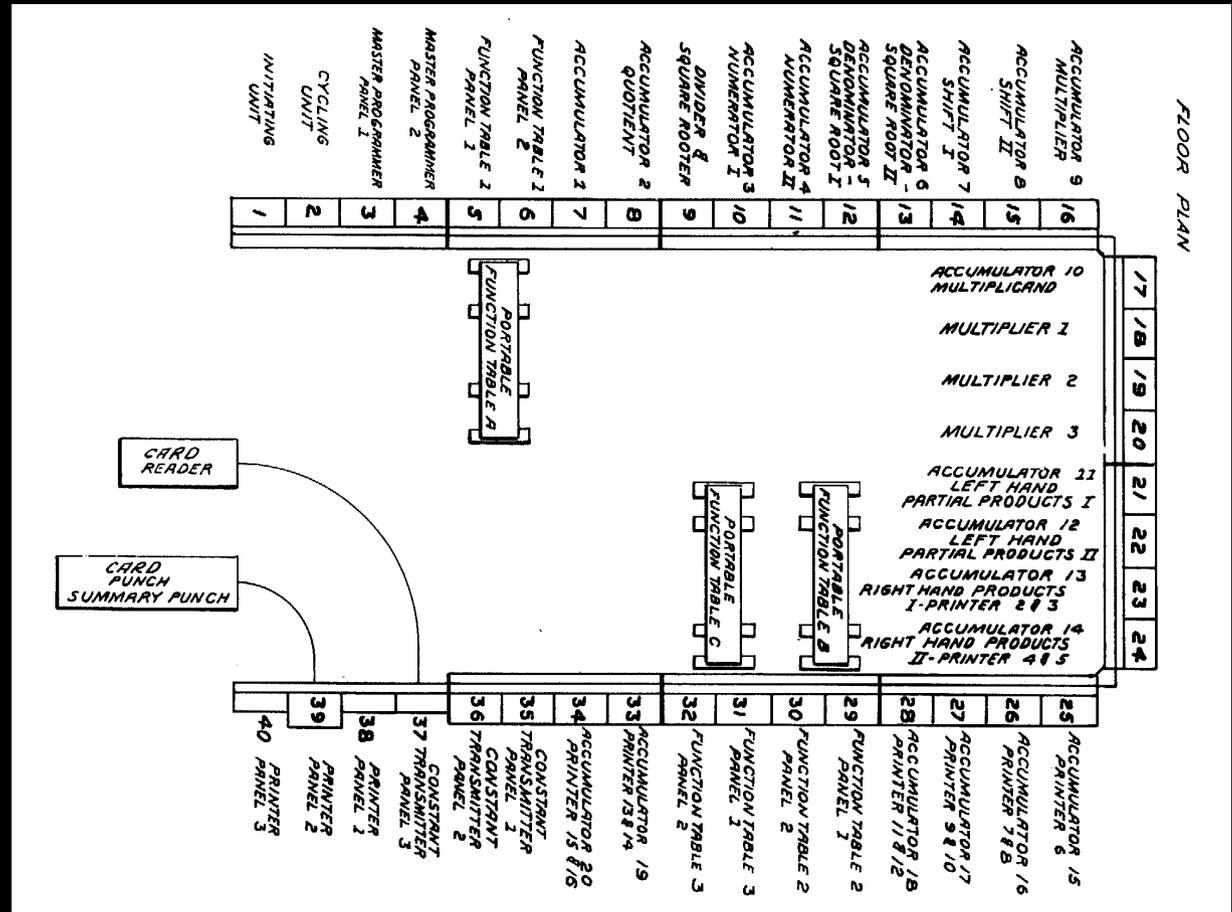
Museo



degli Strumenti per il Calcolo

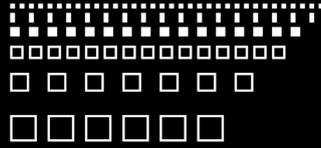
# Software che è hardware

- 1946 ENIAC
  - Mauchly & Eckert
  - Turing equivalente ma...



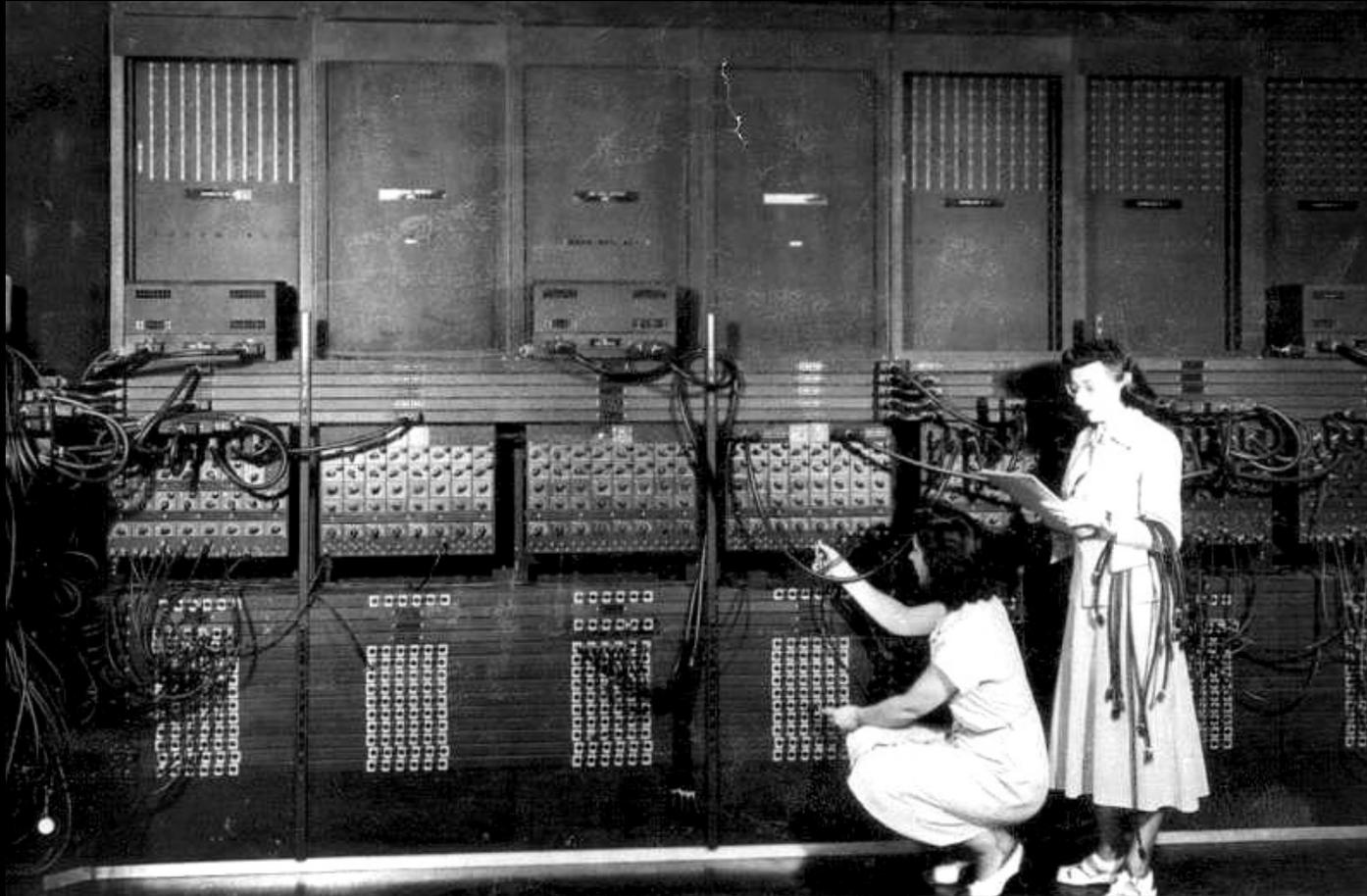


Museo



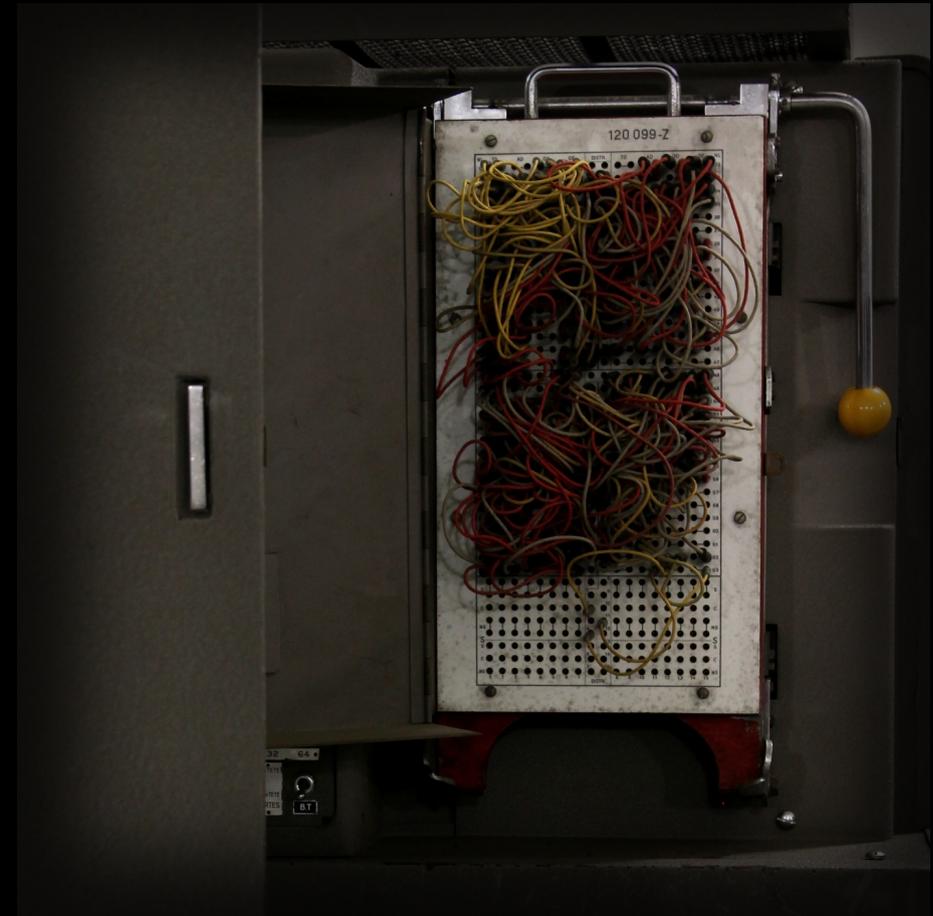
degli Strumenti per il Calcolo

# Programmare, che fatica

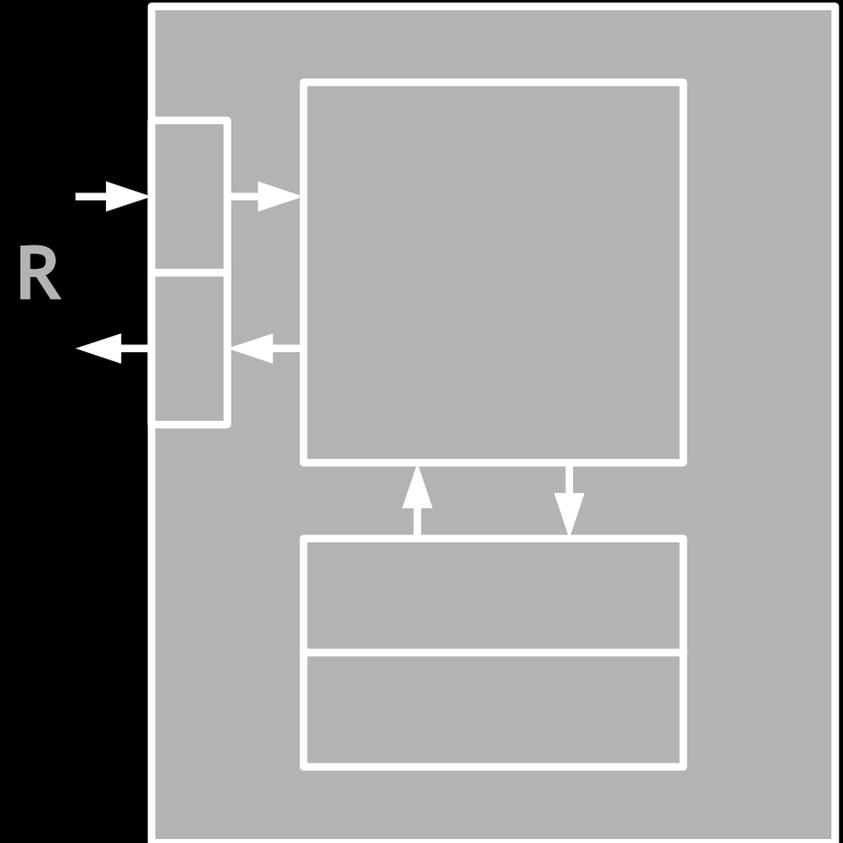


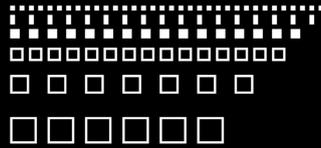
# Formati per le istruzioni

- Bull Gamma 3
  - 1953 (!)
  - Elettronico, ma ancora più una tabulatrice
  
- Formato istruzioni
  - Codice
  - Campo
  - Inizio e fine campo
  - 0-15, ma segnali



- Architettura EDVAC
  - 1945, descritta
- 5 parti + un supporto
  - CA, central arithmetic
  - CC, central control
  - M, memory
  - I, input, da R in M
  - O, output, da M su R
  - R, recording media





# Il primo programma

- Manchester Baby
  - 1948, Small Scale Experimental Machine
  - Newman, Kilburn & Williams

1917/48  
Kilburn Highest Factor Routine (amended)

function	C	26	26 <sup>2</sup>	27	Line	012348	1348
-24 C	-b <sub>1</sub>	-	-	-	1	00011	010
+ 26			-b <sub>1</sub>		2	01011	110
-26 C	b <sub>1</sub>				3	01011	010
+ 27			-b <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	4	11011	110
-25 C	a	T <sub>21</sub>	-b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	5	11101	010
Subr. 27	a-b <sub>2</sub>				6	11011	001
Subr. 26					7	-	011
add 20 to b <sub>1</sub>					8	00101	100
Subr. 26	r <sub>2</sub>				9	01011	001
+ 25	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>			10	10011	110
-25 C					11	10011	010
Subr. 26					12	-	011
Stop	0	0	-b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	13		111
-26 C	r <sub>2</sub>	r <sub>2</sub>	-b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	14	01011	010
Subr. 21	b <sub>2</sub>				15	10101	001
+ 27	b <sub>2</sub>			b <sub>2</sub>	16	11011	110
-27 C	-b <sub>2</sub>				17	11011	010
+ 26			-b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	18	01011	110
22 to b <sub>1</sub>	r <sub>2</sub>	-b <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>		19	01101	000

20	-3	10111 etc
21	1	10000
22	4	00100

23	-2
24	b <sub>1</sub>

25	-	r <sub>2</sub> b <sub>2</sub>
26	-	-b <sub>2</sub>
27	-	b <sub>2</sub>

or 10100



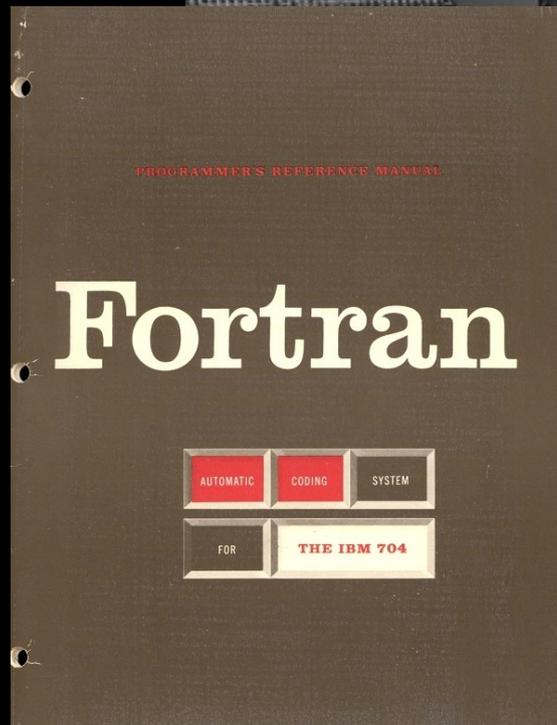
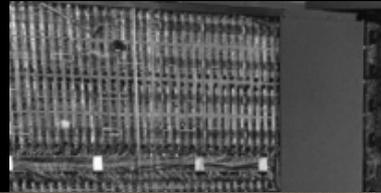
# Il primo compilatore

- A-0
  - Loader/linker
  - 1951, UNIVAC  
Grace Hopper
- A-1, A-2,
  - A-3 ArithMatic
  - AT-3 MathMatic
  - B-0 FlowMatic



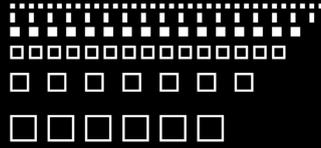
# I primi linguaggi

- IBM 704
  - Dal 1954
  - Musica, sintesi vocale, output video
- Linguaggi
  - Fortran dal 1956
  - LISP dal 1958





Museo



degli Strumenti per il Calcolo

# In Italia

## □ Primi calcolatori

- 1954/55, CRC 102A  
Politecnico Milano  
Luigi Dadda
- 1955, Ferranti MK1\*  
Ist. Naz. App. Calcolo  
Mauro Picone

## □ 1954/55 Progetto CEP

- Università di Pisa
- Olivetti

POLITECNICO DI MILANO  
CENTRO DI CALCOLI NUMERICI

CALCOLATRICE ELETTRONICA CRC102A  
Modulo per Programma

N. \_\_\_\_\_ Pos. \_\_\_\_\_ Data: 28.10.52 Pag. 1/11  
Nastro N. \_\_\_\_\_ Pos. \_\_\_\_\_  
Titolo: Simulazione delle equazioni per la somma f.p.  
Compilatore: Dadda

INDIRIZZO	ISTR.	m <sub>1</sub>	m <sub>2</sub>	m <sub>3</sub>	NOTE
10.00	34	3000	2100	1400	
01	11	0162	f	f	
02	06	0045	0050	0300	
03	6	0200	1450	0200	$A_5 A_2 O_1 = a_1$
04	6	0046	0050	0201	
05	6	0201	1450	0201	$A_6 A_2 O_1 = a_2$
06	6	0045	0146	0202	
07	6	0145	0046	0203	
10	5	0202	0203	0204	
11	6	0204	1451	0205	$(A_5 A_5' + A_5' A_6) O_0 = a_3$
12	6	f	0101	0206	$E_5 F_2'$
13	6	0206	1444	0207	$E_5 F_2 G_2$
14	6	0100	0001	0210	$E_5' F_2$
15	6	0210	1443	0211	$E_5' F_2 S_2$
16	5	0207	0211	0212	$E_5 F_2 G_2 + E_5' F_2 S_2 = a_4$
17	6	0210	1444	0213	
20	6	0206	1443	0214	
21	5	0213	0214	0215	$E_5' F_2 G_2 + E_5' F_2 S_2 = a_4$
22	5	0206	0210	0216	
23	6	0216	1445	0217	$(E_5' F_2 + E_5' F_2') T_{E_5} = k$
24	4	0200	2100	0042	$\rightarrow A_1$
25	4	0201	2100	0042	$\rightarrow A_2$

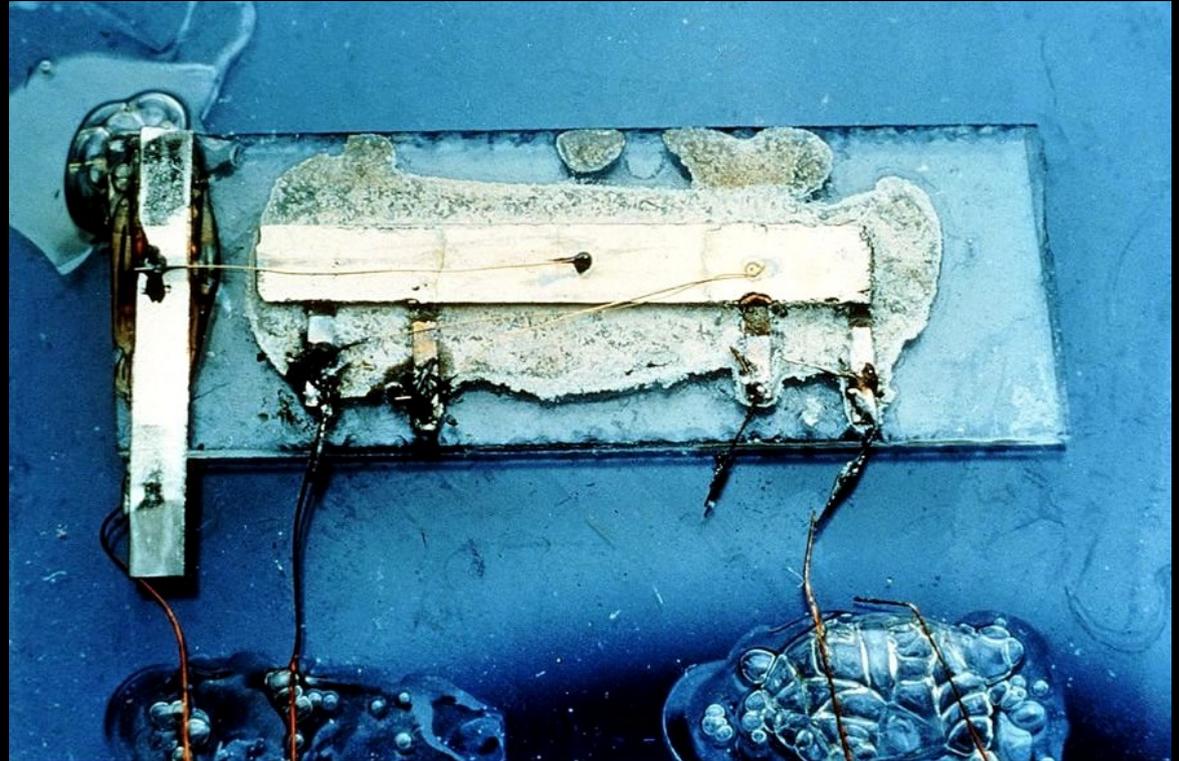


- Ricerca e impresa
  - 1948, Teal, Shockley, Bardeen, Brattain
  - 1956, la Silicon Valley
  - 1957, i “Traitorous 8” & Fairchild



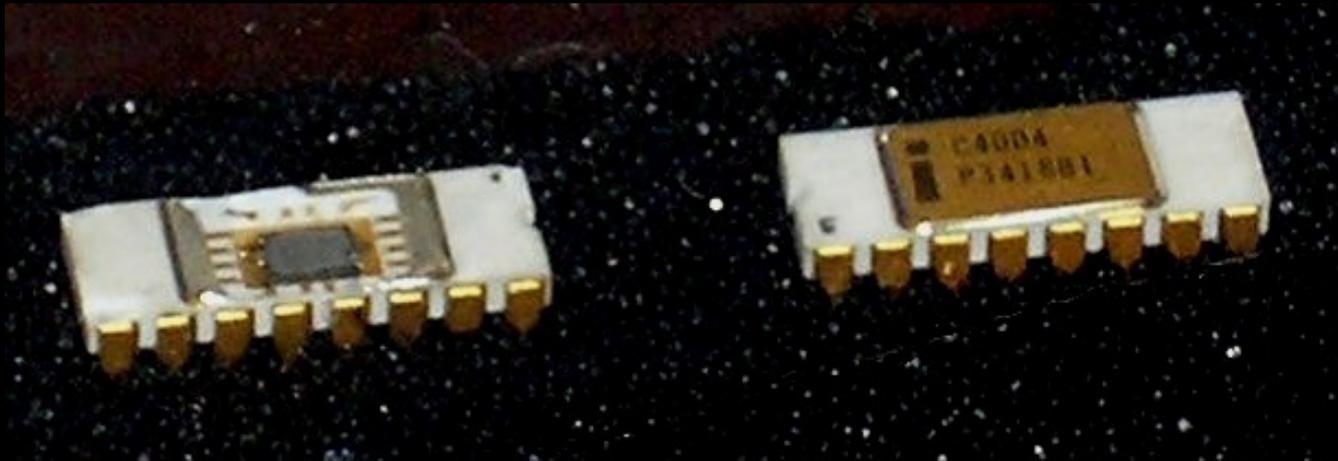
# Il circuito integrato

- Molti padri
  - 1949, Jacobi Siemens (D)
  - 1952, Dummer RRE (UK)
  - 1958, Kilby TI (USA)
  - 1959, Noyce Fairchild (USA)



# Il microprocessore

- 1971, Intel 4004
  - Specifica Busicom, Masatoschi Shima
  - Progetto Faggin, Hoff & Mazor per Intel



- Alcuni, standard, più o meno di mercato
  - 1966 Apollo Guidance Computer, 16 bit
  - 1970 DEC PDP11, 16 bit
  - 1970 Central Air Data Computer MP944, 20 bit
  - 1971/72 Intel 4004 e 8008, 4 e 8 bit
  - 1975 MOS Tech 6502, 8 bit
  - 1976 Zilog Z80, 8 bit (compatibile Intel 8080)
  - 1978 Intel x86, 16-32-64 bit
  - 1979 Motorola 68000, 32 bit
  - 1985 ARM (Acorn/Advanced), 32 bit

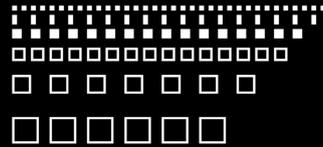
# La Macchina Ridotta

- 1957/58
  - Caracciolo, Fabri, Sibani, Cecchini
- Caratteristiche
  - 1024x18 bit
  - 4 o 8  $\mu$ s clock
  - Microprogrammi
  - Nuclei di ferrite
  - Parallela





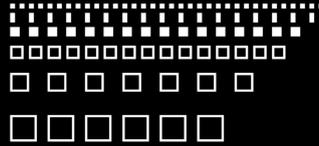
Museo



degli Strumenti per il Calcolo

# L'interfaccia utente





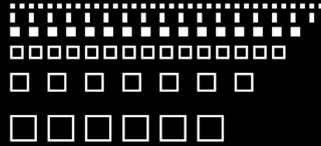
# Formato delle istruzioni

## □ Fisso, su una parola

Quanto alle parole usate per rappresentare istruzioni

3	5	10
---	---	----

- i primi 3 bit non hanno importanza per quello che ci interessa qui.
- i 5 bit seguenti sono la rappresentazione binaria di uno degli interi (da 0 a 31) associati alle varie istruzioni.
- gli ultimi 10 bit sono la rappresentazione binaria di uno degli interi (da 0 a 1023) associati alle diverse celle della memoria, danno, nella maggior parte delle istruzioni, l'indirizzo della cella interessata nell'esecuzione dell'istruzione.



## □ Esempi di istruzioni

- 00 QM  $x$   $M[x] = TM$
- 04 nM  $x$   $M[x] = 0$
- 05 AM  $x$   $M[x] = A$
- 07 A+M  $x$   $M[x] = M[x] + A$
- 23 A+A  $x$   $A = A + M[x]$
- 24 A-A  $x$   $A = A - M[x]$
- 27 n+A  $x$   $A = M[x]$
- 28 n-A  $x$   $A = -M[x]$
- 16 Z  $x$   $N = x$
- 18 Z+A  $x$   $N = x$  se  $A > 0$

Sottoprogramma M: tavola II

$0_1$	814	n+A	37	$0_5$	830	A+A	38
$D_1$	815	Z+A	818		831	Wa	---
	816	n+A	842		832	AM	38
$0_2$	817	Z	819		833	EM	37
$0_3$	818	n+A	843		834	n+A	32
	819	AM	839		835	A+A	29
$0_4$	820	n+B	37		836	AM	32
	821	nM	38		837	A-A	17
	822	nM	32	$D_2$	838	Z-A	823
	823	n+A	37	$0_6$	839	---	---
	824	LpA	29		840	A+A	38
	825	A+A	844	u	841	---	---
	826	AM	827		842	n-A	36
	827	---	---		843	Z	840
	828	AM	829	cost.	844	n+A	845
	829	---	---		845	Z	830
					846	n+A	36

## □ Strumenti

- Caricatore da nastro  
un carattere per il codice  
tre cifre per l'argomento
- Programma di sistema
- Come l'EDSAC

## □ Problema

- Nell'EDSAC era in ROM
- Chi lo carica?

