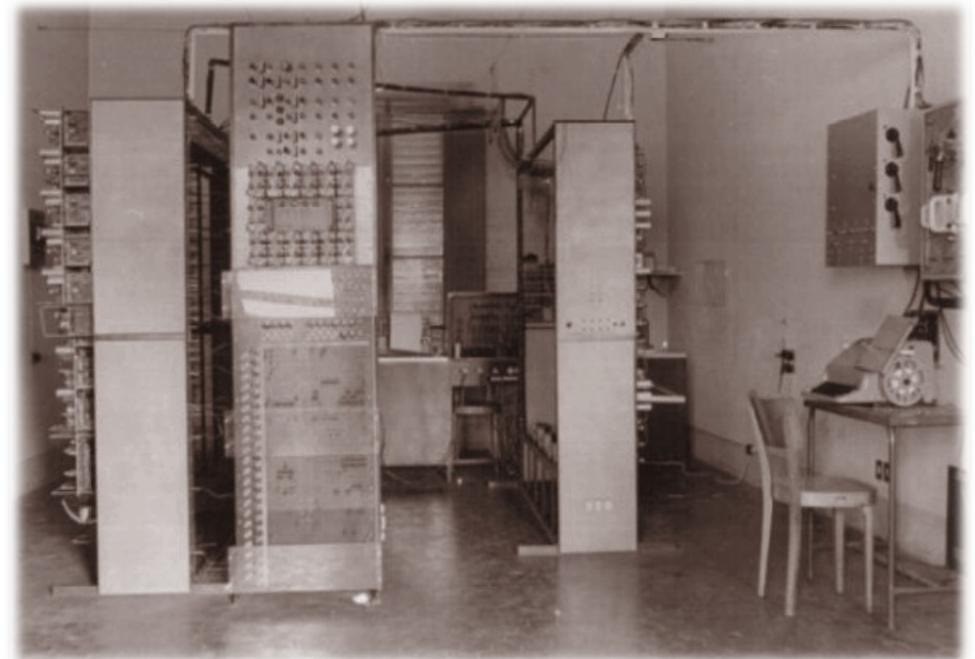


Prima della CEP: la macchina ridotta

Giovanni A. Cignoni
Diego Ceccarelli
Claudio Imbrenda

Dipartimento di Informatica
Università di Pisa
Marzo 2009



- Fra curiosità e ricerca
 - Archeologia sperimentale dell'informatica

- Un po' di storia
 - La Calcolatrice Elettronica Pisana e il suo prototipo

- Un po' di tecnologia
 - Dentro la Macchina Ridotta: dettagli e curiosità

- Un giro sulla Macchina Ridotta
 - Una sessione d'uso con il simulatore

Archeologia sperimentale

- Archeologia
 - Studio del passato attraverso la ricerca, il recupero e l'analisi di resti materiali e dati ambientali

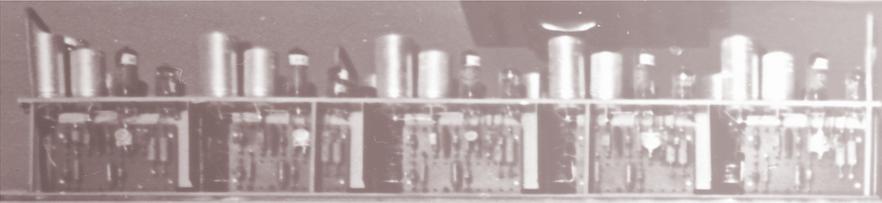
- Archeologia industriale
 - La ricerca, la documentazione e la preservazione dei resti che testimoniano la storia dell'industrializzazione

- Archeologia sperimentale
 - Lo studio, mediante tentativi sperimentali di ricreare o usare antichi manufatti, finalizzato a ricostruire o conoscere meglio le tecnologie del passato



L'acciaio di Damasco

- Tecnologia usata fra il X e XVI secolo, poi persa
 - Citata nei resoconti dei crociati, testimoniata da reperti
 - Lame formidabili per elasticità, durezza e aspetto
 - Diverso dagli acciai *pattern welded* o *wootz* ?
- Recupero della tecnologia
 - Analisi microscopiche e spettrografiche
 - Sperimentazione di tecniche metallurgiche compatibili
- Pubblicazioni
 - G. Juleff, “An ancient wind powered iron smelting technology in Sri Lanka”, Nature 379, 1996
 - Reibold et al. “Materials: carbon nanotubes in an ancient Damascus sabre”, Nature 444, 2006

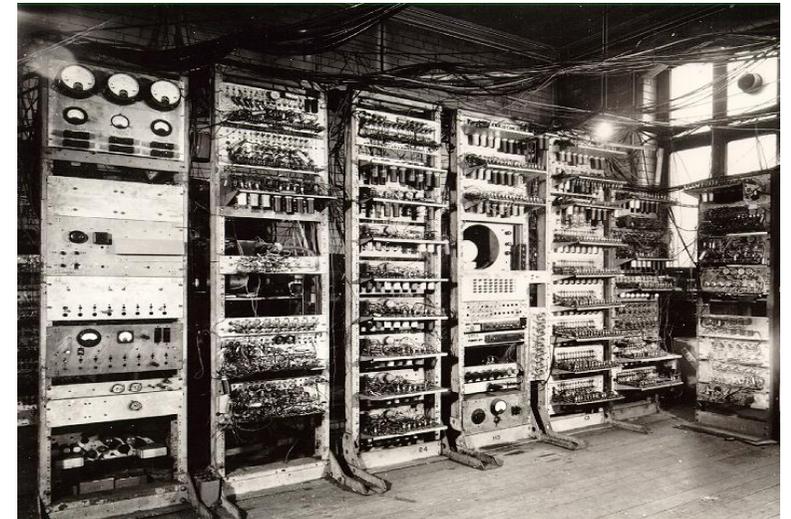


Curiosità o ricerca?

- Perché tanto interesse per l'acciaio di Damasco?
 - È ancora una lega insuperata?
 - Conviene produrlo oggi con le tecniche di allora?
 - L'industria bellica ha ancora interesse nelle lame?
- Interesse storico
- Sperimentazione di metodi di analisi e di studio
- Personalmente stimolante
 - Il fascino delle tecnologie ancora a dimensione d'uomo
 - Il divertimento del *re-enactment*
- Ci sono casi di archeologia sperimentale informatica?

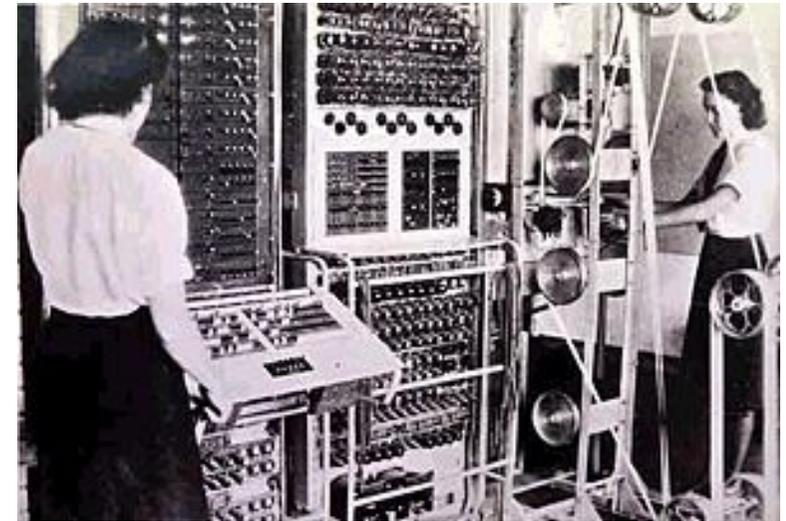
La Baby di Manchester

- Primo vero calcolatore inglese
 - Small Scale Experimental Machine
 - Funzionante dal 21 giugno '48
 - Manchester Mk I
 - Ferranti Mk I
- Tecnologia
 - Memoria CRT, 32x32
 - 1.2 ms per operazione
- Ricostruzione e manifestazioni
 - Completata nel '98
 - Simulatore disponibile
 - Sfida al miglior programma



I Colossi di Bletchley Park

- ❑ Colossus vs Lorenz sz40/42
 - Funzionale dal 5 febbraio '44
 - Migliorato nel '44, 10 costruiti
 - Distrutti dopo la guerra
- ❑ Tecnologia
 - Valvole termoioniche
 - Digitale e programmabile
 - Ma dedicato
- ❑ Ricostruzione e manifestazioni
 - Completata nel 2007
 - Sfida su 3 messaggi radio
 - Colossus ha perso, ma ...



- Didattica e ricerca
 - Corsi di storia dell'informatica, promossi dall'AICA
 - Lavori di Maestrini, Andronico, Di Marco, Salmoria (MAME)
- Mostre e musei
 - *Per fili e per segni*, Genova 2004, AICA
 - *Bit@Byte*, Roma, 2005, SOGEI
 - Museo degli strumenti per il calcolo (Pisa)
 - Museo Didattico di Storia dell'Informatica (Padova)
- Retrocomputing
 - Rifugi per vecchi computer, www.retrocomputing.net
 - Informatica funzionante, museo.freaknet.org
- Progetti

- Un progetto nato per caso ... di studio
 - GeneSim, generatore di codice per simulatori di sistemi
 - Caso non troppo piccolo, non troppo grande, interessante
 - La Macchina Ridotta

- Un caso di studio troppo curioso
 - Per il valore storico (forse trascurato) della Macchina Ridotta
 - Per i problemi nelle lacune della documentazione
 - L'idea originale si è fermata all'addizionatore (per ora)

- Contagioso
 - V. Ambriola, P. Maestrini, L. Azzarelli
 - F. Gadducci, F. Monaci, D. Ceccarelli, C. Imbrenda
 - E. Fabri

La CEP: gli antefatti

- Soldi da spendere
 - CIU: Pisa, Lucca, Livorno
 - Progetto per un sincrotrone
 - Lire 150 000 000
 - Battuti da UniRoma-Frascati
- L'ultimo dono di Fermi
 - Scuola Internazionale di Fisica
 - Ultima lezione in Italia
 - Conversi e Salvini chiedono idee
- 1954, 4 ottobre
 - Il CIU conferma il finanziamento e approva la destinazione

Pera di Fassa (Trento) 11 Agosto 1954

Prof. Avanzi
Magnifico Rettore
Università di Pisa

Caro Professore,

in occasione del mio soggiorno alla Scuola di Varenna i professori Conversi e Salvini mi hanno accennato la possibilità che l'Università di Pisa possa disporre di una somma veramente ingente destinata a favorire il progresso e lo sviluppo della ricerca in Italia.

Interrogato circa le varie possibilità di impiego di tale somma, quella di costruire in Pisa una macchina calcolatrice elettronica mi è sembrata, fra le altre, di gran lunga la migliore.

Essa costituirebbe un mezzo di ricerca di cui si avvantaggerebbero in modo, oggi quasi inestimabile, tutte le scienze e tutti gli indirizzi di ricerca.

Mi consta che l'Istituto per le Applicazioni del Calcolo, diretta dal prof. Picone, ha in corso di acquisto una macchina del genere. Non mi sembra però che questa circostanza diminuisca il bisogno che di tale macchina verrà ad avere un centro di studi come l'Università di Pisa. L'esperienza dimostra che la possibilità di eseguire con estrema speditezza e precisione calcoli elaborati crea ben presto una sì grande domanda di tali servizi che una macchina sola viene presto saturata. A questo si aggiungono i vantaggi che ne verrebbero agli studenti e agli studiosi che avrebbero modo di conoscere e di addestrarsi nell'uso di questi nuovi mezzi di calcolo.

Con molti cordiali e distinti saluti.

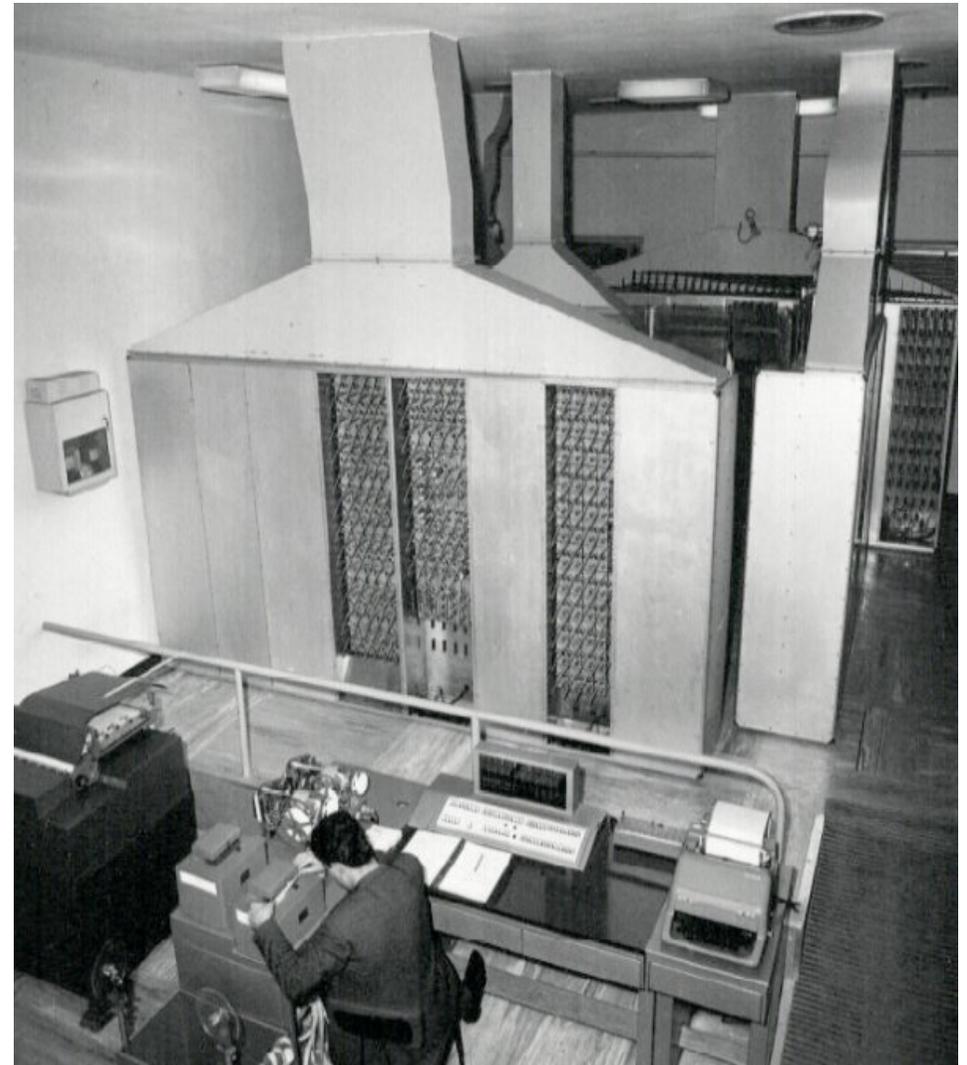
(Enrico Fermi)

La CEP: il progetto

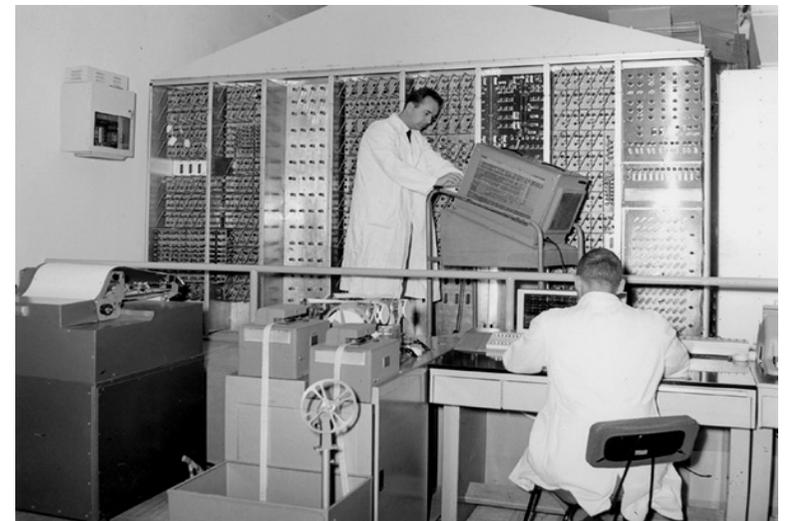
- Il dibattito: costruire o comprare?
 - '54, Milano, Politecnico, CRC 102 A
 - '55, Roma, Ist. Naz. Applicazioni del Calcolo, Ferranti Mk I
- Altri sponsor
 - Olivetti, istituisce a Pisa il proprio Centro Studi
 - Ist. Naz. Fisica Nucleare, partecipa con un contributo
- L'organizzazione
 - Commissione Consultiva Mista, marzo 1955
 - Centro Studi Calcolatrici Elettroniche, aprile 1955
 - Gruppo Esecutore, personale dell'Università e di Olivetti
 - Il progetto del GE fu approvato dalla CCM il 22 dicembre '55
 - 120 000 000, 2/3 personale, da 5 a 16 persone

La CEP: la macchina

- **Caratteristiche**
 - Parola di 36 bit, 8k RAM
 - Virgola fissa e mobile, singola e doppia precisione
 - 128 istruzioni, lung. fissa
 - 70 000 addizioni/sec
 - Lettore fotoelettrico
 - Telescrivente
 - Tamburo magnetico
 - 25 Kw
- **Tecnologie**
 - Nuclei magnetici
 - Tubi (3k), diodi (12k)
 - Transistor (2k)



- Conclusione del progetto
 - Inizio '61, un anno di ritardo
 - Inaugurata il 13 novembre 1961
- Attività
 - 7 anni di onorato servizio
 - 2000-4000 ore all'anno
 - 1966: 1333+2836
- Strumenti
 - Programmi esterni
 - Compilatore CEP Fortran
- Utenti esterni
 - INFN
 - Istituti di Chimica Fisica



La CEP: vita e pensione

- **Aggiornamenti**
 - Memoria ausiliaria su nastro magnetico (6 unità)
 - Controllo parallelo di I/O e unità centrale
 - Strumenti di scansione

- **Verso il pensionamento**
 - Insufficiente per la ricerca
 - 1964, CNUCE, IBM 7090

- **Smantellata nel 1968**
 - Smembrata
 - Domus Galileana
 - M. degli strumenti per il calcolo



A chi il primato?

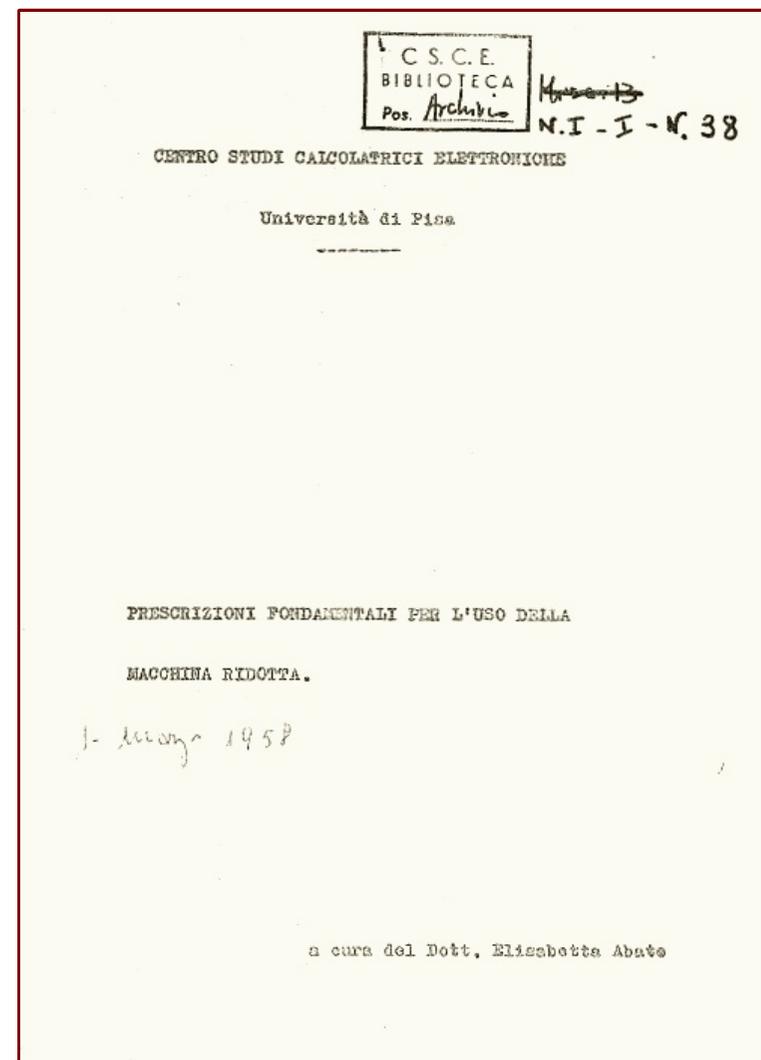
- Al completamento della CEP
 - 22-50 calcolatori installati
 - Nel '59 lanciato ELEA 9003
 - A listino ELEA 6001
 - Oggetti di design
 - Sottsass: Compasso d'Oro '59
- Nuove tecnologie: i transistor
 - Già adottati in ELEA 9003
 - Sulla CEP adottati solo per le componenti più recenti
- Ma, prima della CEP ...



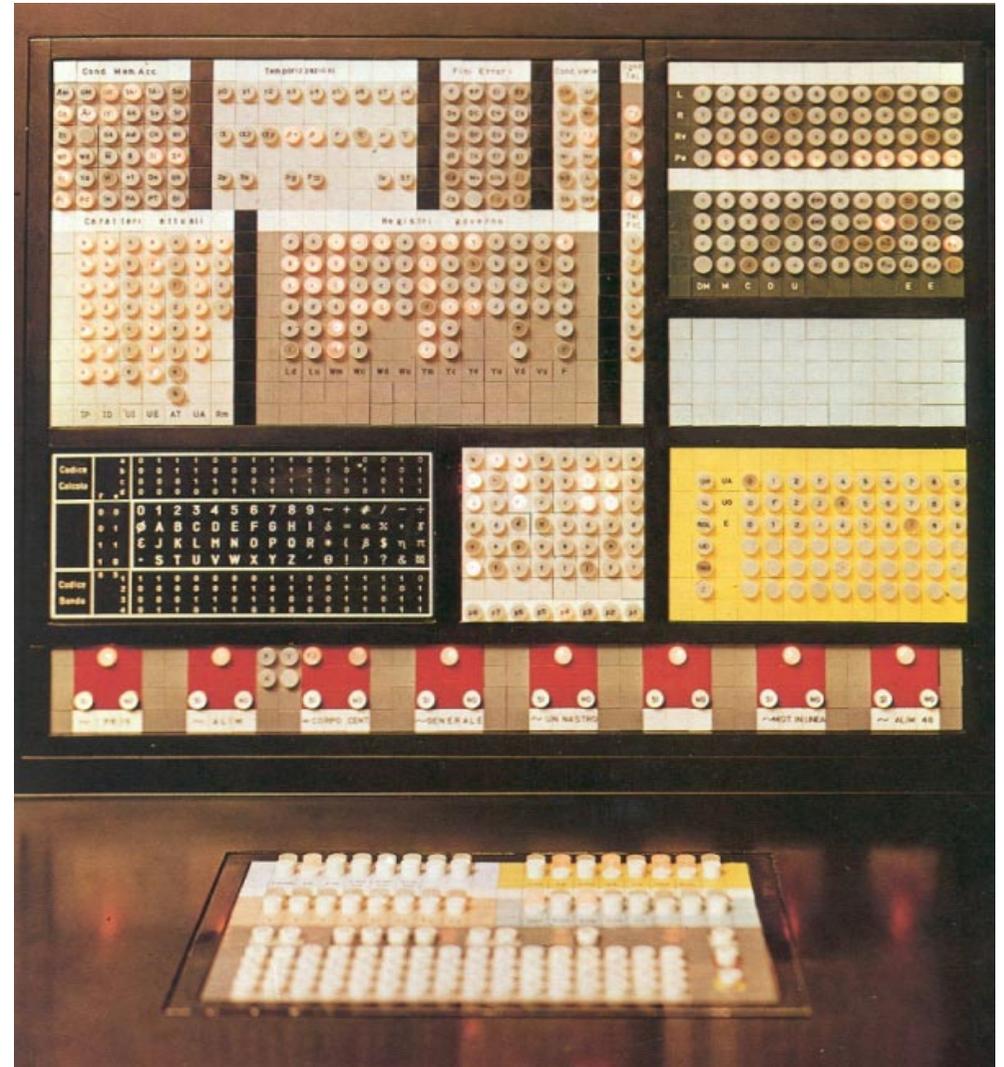
La macchina ridotta

- Prototipo sperimentale
 - Parola di 18 bit, memoria 1K
 - 2 + 3 registri
 - Aritmetica in virgola fissa
 - 32 istruzioni di macchina
 - 70 000 addizioni al secondo
 - Lettore fotoelettrico
 - Telescrivente

- Completamento e uso
 - '57: fine della costruzione
 - '58: uso, anche scientifico
 - '59: pubblicazioni



Epoche a confronto



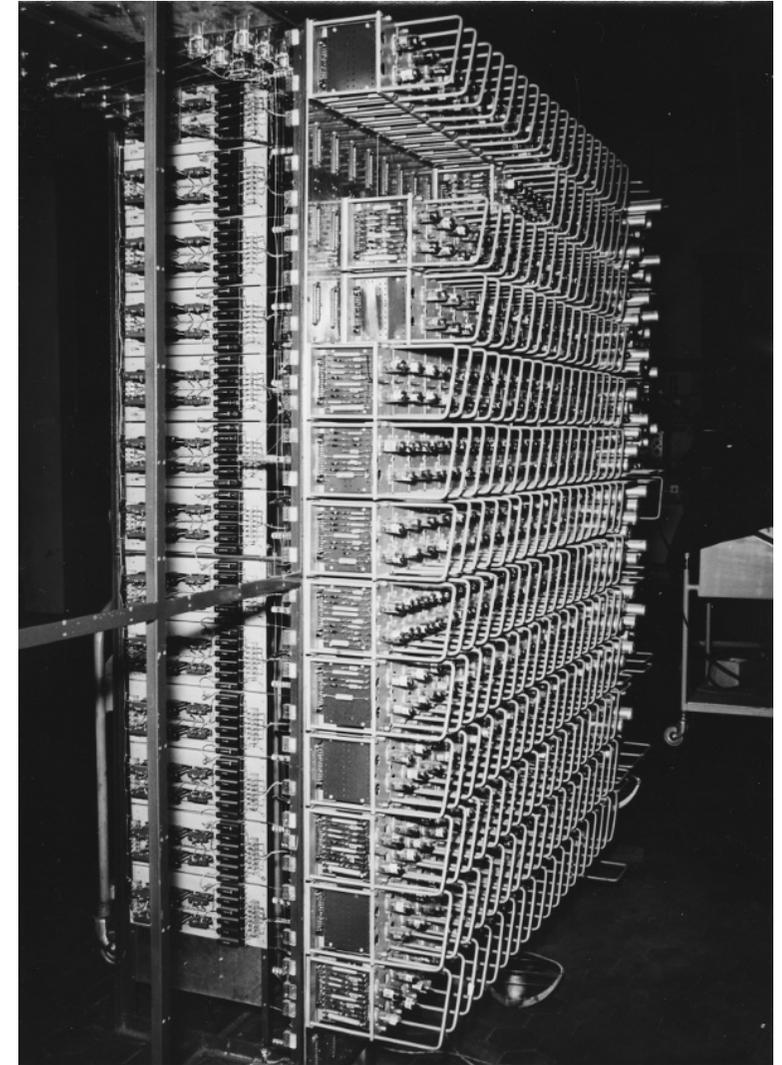
Dentro la Macchina Ridotta

- Documentazione
 - Biblioteca ISTI
 - Archivio dell'Università
 - Archivi privati
- Quante Macchine Ridotte?
- Prima versione, progetto, circa luglio del '56
 - Nota 26, schema generale
 - Disegni degli schemi logici e degli schemi elettrici
 - Istruzioni, sottoprogrammi
- Seconda versione, realizzata (?)
 - Nota 36, schema generale
 - Nota 38, manuale (parziale)
 - Istruzioni

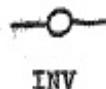
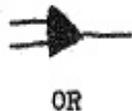
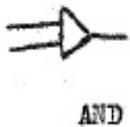
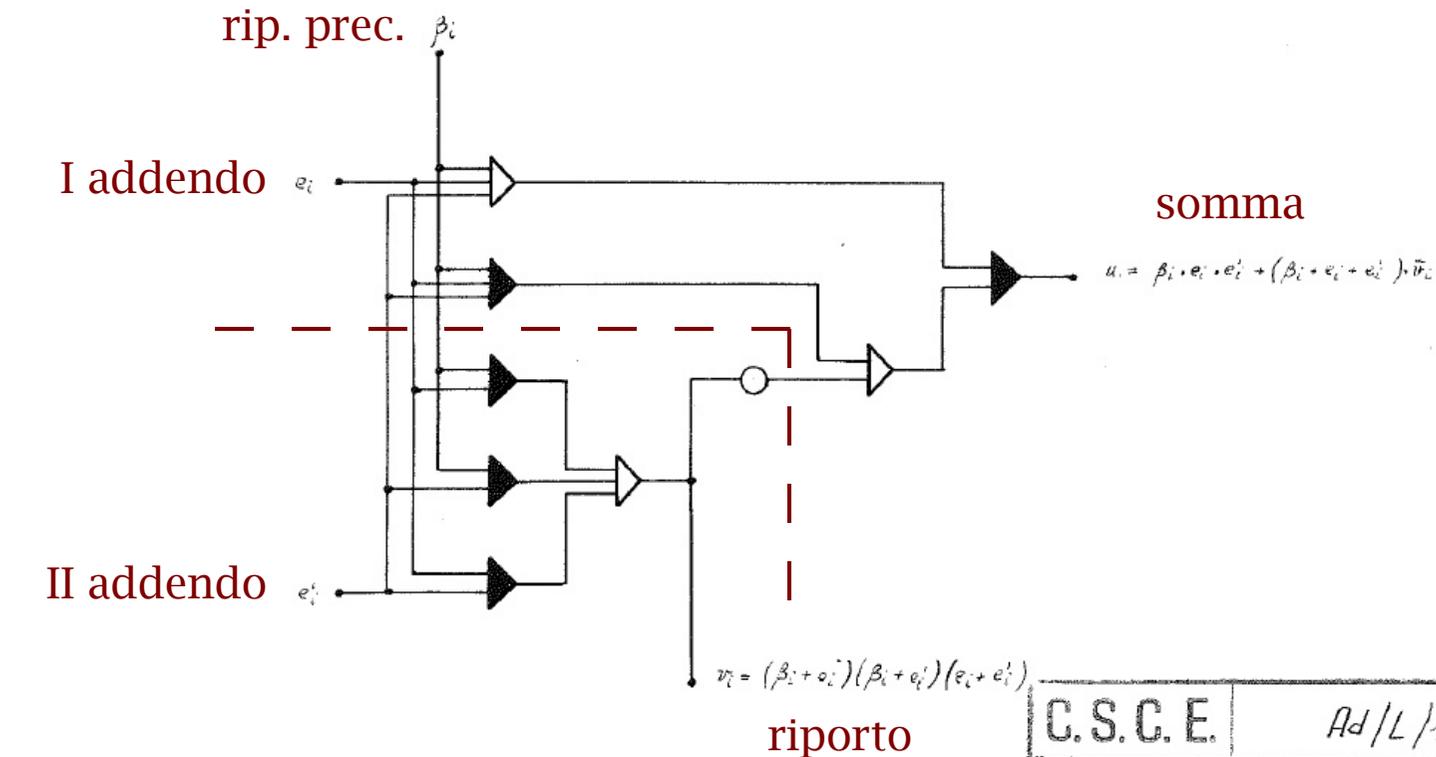
- Logica a diodi
 - Con diodi e resistenze
 - Algebra booleana incompleta
 - Livelli di tensione degradati
 - Semplice e tracciabile

- Tubi a vuoto
 - Per ristabilire le tensioni
 - Per invertire il segnale

- Modularità
 - Tubi, diodi, tubi
 - Telaietti standard

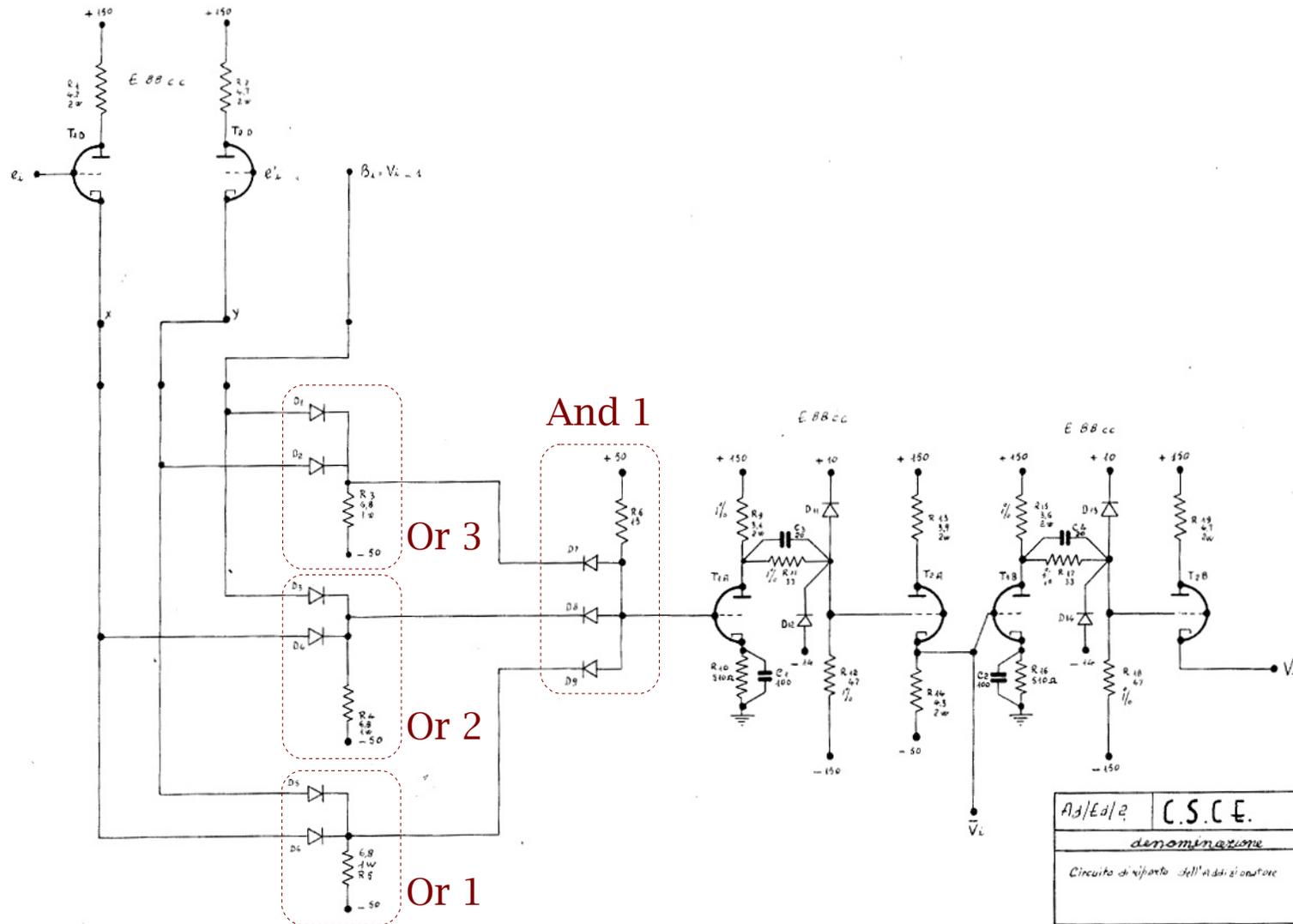


Addizionatore, uno stadio



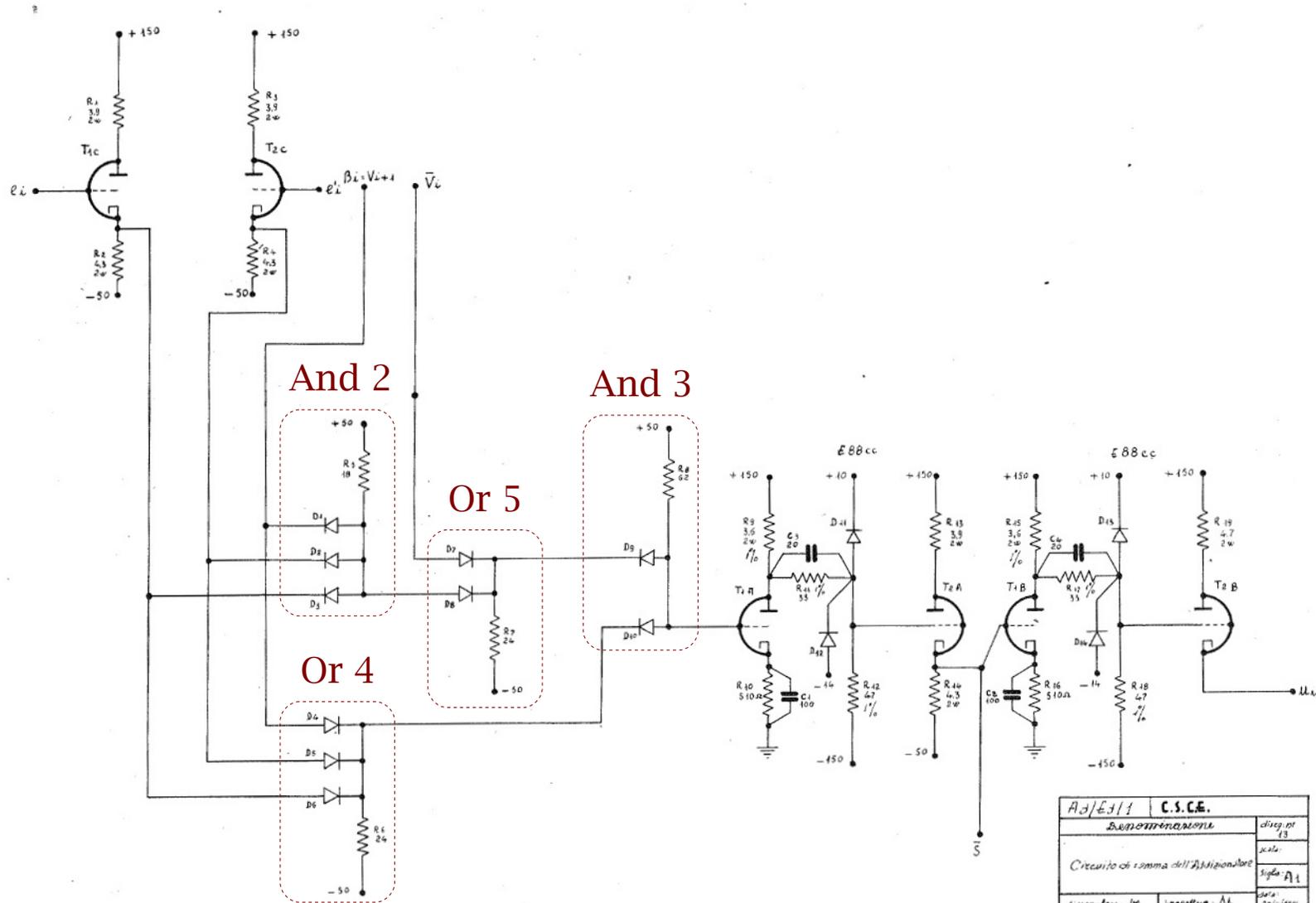
C.S.C.E.	Ad/L/1	disegno
=	DESCRIZIONE	=
	Addizionatore	N. 21
		scala
		data
		11.7.56
Il Disegnatore	Il Progettista	

Circuito di riporto

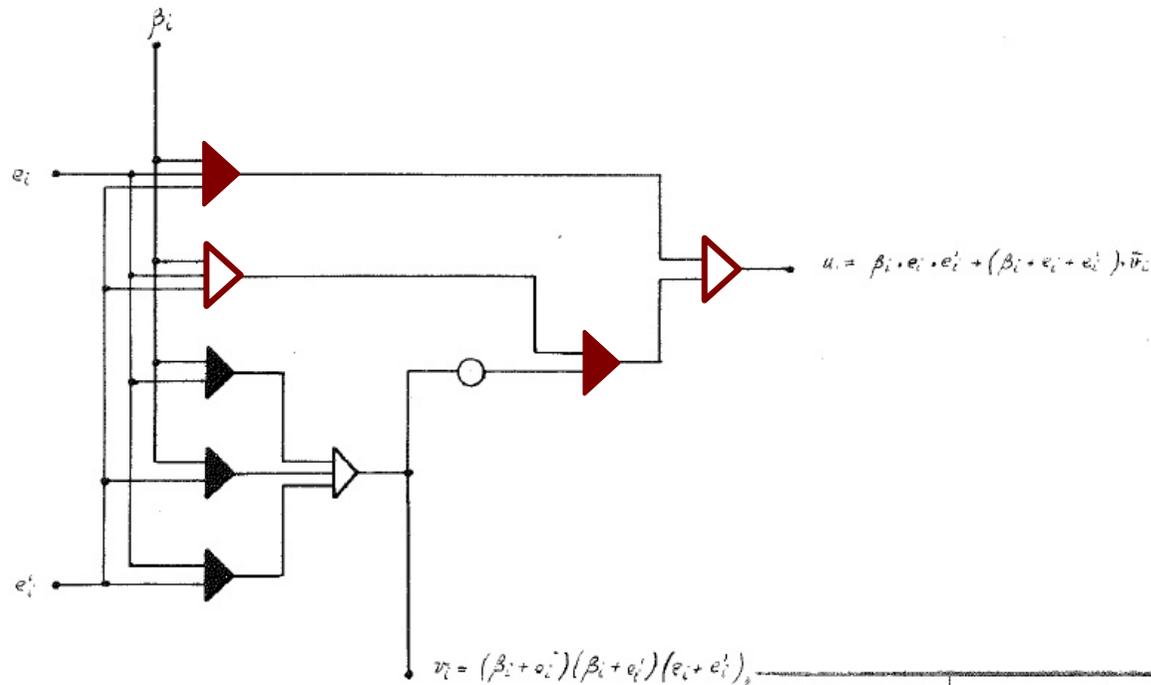


A1/Ea/2	C.S.C.E.
denominazione	
Circuito di riporto dell'addizionatore	disegni n° 43
	sigla A2
	data: 22/11/66
disegnatore: M.R.	assegnato: M.R.

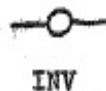
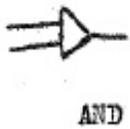
Circuito di somma



La rete secondo i circuiti



$$v_i = (\beta_i + e_i)(\beta_i + e_i')(e_i + e_i')$$



C.S.C.E.	Ad/L/1	disegno
=	DESCRIZIONE	=
Addizionatore		N. 21
		scala
		data
		11.7.56
Il Disegnatore		Il Progettista

- Periferiche (adattate) e codici
 - Ferranti Mk2-Tr2, Olivetti T2-Cn
 - CCITT ITA2, Baudot per tradizione, 5 bit, 56 simboli utili
- Simboli e numeri
 - Il codice numerico ufficiale, alfabetico (+ o -)
 - Il valore numerico ufficiale, bit meno significativo a sinistra
 - Il “codice esterno” della MR, bit meno significativo a destra
 - Il “codice interno” della MR, corrispondenza cifre-valore
 - Esempio ‘1’: 17, ●●●○●, 23, 29, 01
- Tabella di conversione
 - Parte del “sistema operativo” della MR
 - Necessaria per i sottoprogrammi di ingresso/uscita

Il “sistema operativo”

- Si può parlare di sistema operativo?
 - Dipende dalle definizioni
 - Programmi necessari per rendere usabile la macchina
- Librerie di base
 - Moltiplicazione in virgola fissa (e intera, nella MR v2)
 - Divisione in virgola fissa
 - Radice quadrata, nella MR v2
- Ingresso/uscita e “file system”
 - Tabella di conversione
 - Stampa in decimale di valori in virgola fissa
 - Lettura e caricamento di programmi e dati
- E il bootstrap?

Mappa della memoria

- Ricostruzione in corso
 - Dalla documentazione, NT 26, progetto del '56
 - Correzioni limitate al necessario
 - C'è spazio per divertirsi

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0000	13 / NUL	5 / T / 5	25 / CR	9 / O / 9	10 / SP	29 / H / nd	21 / N / ,	28 / M / .	12 / LF	16 / L /)	4 / R / 4	11 / G / %	8 / I / 8	0 / P / 0	14 / C / :	15 / V / =
0016	3 / E / 3	17 / Z / +	18 / D / W	19 / B / ?	20 / S / '	6 / Y / 6	22 / F / °	23 / X / /	24 / A / -	2 / W / 2	26 / J / B	27 / FIGS	7 / U / 7	1 / Q / 1	30 / K / (31 / LTRS
0032	Idx 1	Idx 2	Idx 3	Idx 4	Prm 1	Prm 2	Wrk 1									
...																
0800															n+A 37	Z+A 818
0816	n+A 842	Z 819	n+A 843	AM 839	n+B 37	nM 38	nM 32	n+A 37	LpA 29	A+A 844	AM 827		AM 829		A+A 38	Wd
0832	AM 38	BM 37	n+A 32	A+A 29	AM 32	A-A 17	Z-A 823		A+A 38		n+A 36	Z 840	n+A 845	n+A 13	n+A 36	n-A 36
0848	Z+A 851	n+A 864	Z 853	AM 36	n+A 847	AM 878	AM 883	n-A 37	Z+A 859	n+A 29	Z 861	AM 37	n+A 885	A+M 883	n+B 29	nM 32
0864	n+A 36	Vs	A-A 37	AM 36	Z+A 872	n+A 37	A+M 36	n-A 29	Ws	n+A 32	A+A 29	AM 32	A-A 17	Z-A 864	n+B 36	AM 36
0880	BM 37	LnA 37	AM 37	n+B 37		2049	n-A 36	Z-A 891	AM 36	n+B 24	Z 892	n+B 17	BU	nM 32	n+a 36	Vd
0896	Vd	A+A 36	n+B 13	Ws	Ws	Ws	Ws	Vd	LpA 927	AM 36	BM 37	N+A 926	AM 910	n+A 37		Z-A 915
0912	AM 38	n-A 38	Z+A 918	n+A 29	A+M 910	Z 909	n+B 910	BU	n+A 32	A+A 29	AM 32	A-A 1	Z-A 894		A-A 0	131071
0928																
0944																
0960																
0976																
0992																
1008																

- **Simulatore della MR v1**
 - Interfaccia storica
 - Procedura per l'esecuzione di un programma utente

- **Semplificazioni**
 - La macchina è già accesa
 - Il sistema operativo è già caricato
 - Il programma è già caricato

- **Il programma**
 - Calcolo della radice quadrata
 - Variazione del metodo di Newton/Erone (O. Menchi)
 - Sperimentare le qualità numeriche della MR
 - Anticipo di MR v2