

# Hackerando la Macchina Ridotta

**Giovanni A. Cignoni**

**Dipartimento di Informatica, Università di Pisa**



**Pisa, 5-8 maggio 2011**

**Museo degli Strumenti per il Calcolo**

**Realizzato con il cofinanziamento dalla Fondazione CariPisa  
e il patrocinio dell'Associazione Italiana per l'Informatica e il Calcolo Automatico**



- **Un po' di storia**
  - **Uno sguardo alla storia dell'informatica**
  - **Date e primati della Macchina Ridotta**
  - **Archeologia sperimentale dell'informatica**
- **Visita alla CEP**
  - **Il cimelio del progetto CEP**
  - **Dentro un calcolatore**
  - **Analogie e differenze con la MR**
- **Clickiamo sulla MR**
  - **Come parte un programma?**
  - **Stampa di stringhe**
  - **Radice quadrata**

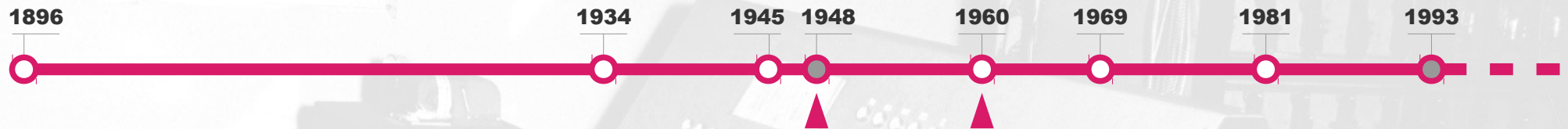
# un po' di storia

# una lunga storia ...



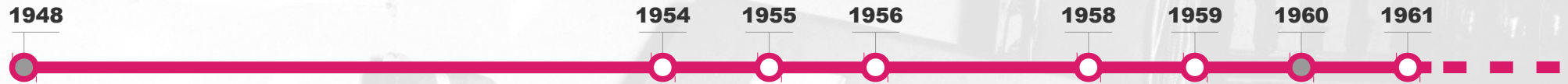
- **Strumenti per trattare le informazioni**
- **Alcune delle tappe più significative**
  - ~ 4000 aC, scrittura, simboli per informazioni
  - 54 aC, cifrario di Cesare, trattare i simboli
  - 1643, la Pascaline, trattarli meccanicamente
  - 1849, la Macchina Analitica, l'idea di programma
  - 1948, la Baby Machine, il calcolatore moderno
  - 1993, NCSA Mosaic, internet come la vediamo oggi





## ○ Tutto il secolo scorso

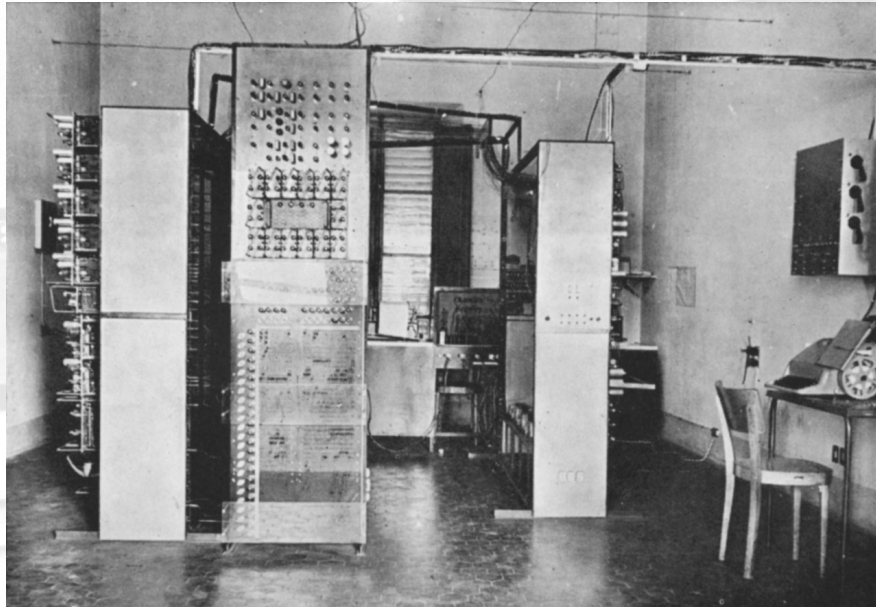
- 1896, le macchine di Hollerit (TMC, CTR e poi IBM)
- 1934, le macchine di Zuse, programmi in memoria
- 1945, Von Neumann, l'idea di programmi come dati
- 1948, la Baby Machine, il calcolatore Von Neumann
- 1960, DEC PDP-1, video e tastiera
- 1969, ARPAnet, un mondo di calcolatori collegati
- 1981, il PC, un calcolatore su ogni tavolo
- 1993, NCSA Mosaic



## ◦ I primi acquisti e il progetto CEP

- 1948, la Baby Machine
- 1954, i primi acquisti, CRC 102A e Ferranti MkI, i fondi del CIU, Fermi, il CSCE e il progetto CEP
- 1955, il Centro Studi di Olivetti a Barbaricina
- 1956, il progetto della MR 1
- 1958, la MR 2 usata per la ricerca scientifica
- 1959, Olivetti Elea 9003
- 1960, DEC PDP-1
- 1961, la CEP “definitiva”

# la MR in tre parole



**... è arrivata prima ...**



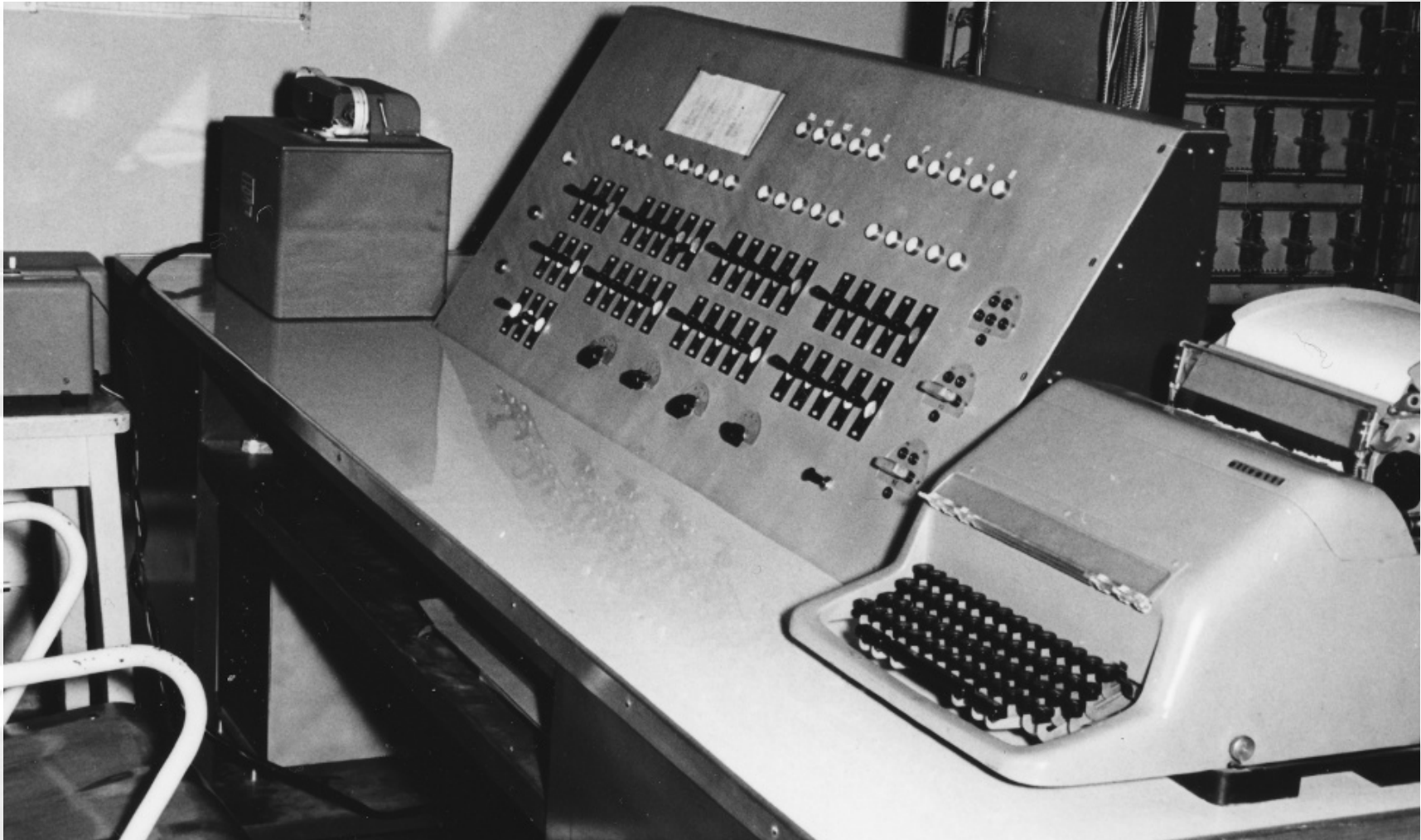
- **Le tappe**
  - **Progettata nel 1956**
  - **Realizzata nel 1957**
  - **Usata nel 1958, per servizi di calcolo e didattici**
  - **Precedette la CEP “definitiva” di oltre tre anni**
- **Non solo una questione di date**
  - **Controllo microprogrammato (a diodi), come ipotizzato da Wilkes nel '51**
  - **Macchina parallela, come l'IAS di Princeton del '52**
  - **Memoria centrale a nuclei di ferrite, come il Wirlwind del MIT del '52**



- **Un primato semisconosciuto**
  - **La MR come nucleo centrale della CEP**
  - **Impegno per l'obiettivo finale, pochi documenti**
  - **Cambiarono le persone del CSCE, cambiò il CSCE**
  - **Riscoprirlo aggiunge valore alla storia della CEP e dell'informatica italiana (pisana, in particolare)**
- **Hackerando?**
- **Archeologia sperimentale dell'informatica**
  - **Molta documentazione non è arrivata a noi**
  - **I ricordi dei testimoni non bastano**
  - **Occorre fare ipotesi e verificarle sperimentalmente**

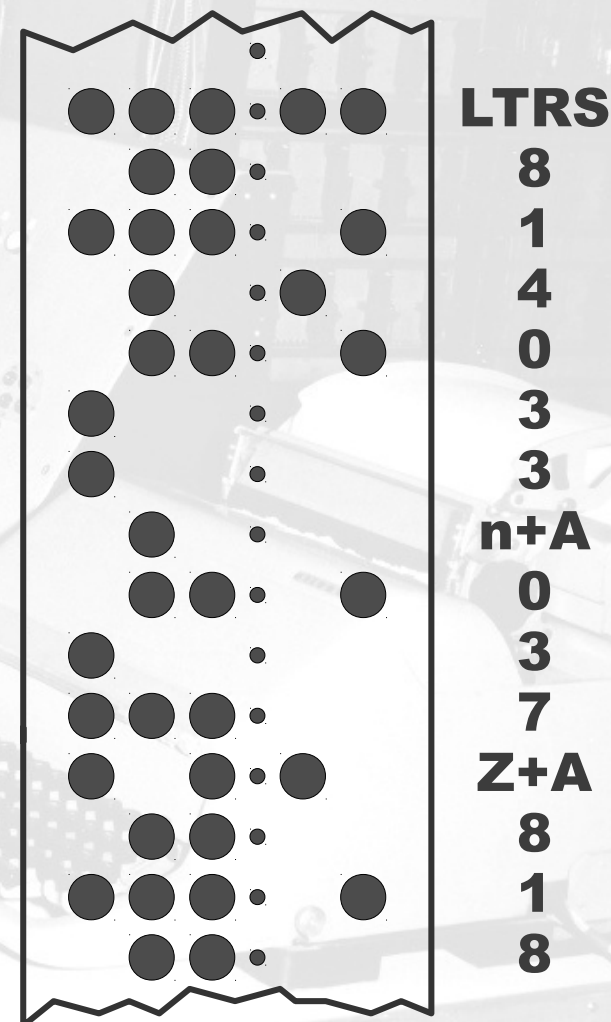
- **Recupero della documentazione**
  - **Verbali, documentazione amministrativa, articoli**
  - **Documentazione tecnica (riordinata)**
- **MR molto diversa dalla CEP definitiva**
  - **Nucleo centrale, macchina ridotta, pilot machine**
  - **Scelte: insieme di istruzioni, microprogrammi**
  - **Circuiti: 18 vs 36 bit, addizionatore “tirato”**
  - **Tecnologie: transistor, controllo a nuclei di ferrite**
- **Due versioni della MR**
  - **Primo progetto '56, documentazione completa**
  - **Realizzazione '57, diversa, documentazione parziale**

# interfaccia utente





- **Software di sistema**
  - **Aritmetica in virgola fissa:**  
**moltiplicazione**  
**e divisione**
  - **Stampa in decimale**
  - **Caricatore e “assemblatore”**  
**di programmi e dati**
- **Restaurato**
  - **Perché mai provato**
  - **Corretto e integrato**
  - **Preservando lo stile**



# la mappa della memoria

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0000																
0016																
0032	i1	i2	i3	i4	p1	p2	w1	w2								
...																
...																
0800															Me	
0816																
0832										Mu						De
0848																
0864																
0880					Du		Se									
0896																
0912													Su		Le	
0928																
0944																
0960							Lu									
0976																
0992	LDe															
1008			LDu													

libera

costanti

istruzioni

riservata

	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
0000																
0016																
0032	i1	i2	i3	i4	p1	p2	w1	w2								
...																
0784																
0800															Me	
0816																
0832										Mu						De
0848																
0864																
0880					Du		Se									
0896																
0912														Su	Le	
0928																
0944																
0960							Lu									
0976																
0992	LDe1		LDe2													
1008			LDu													

spostate

modificate

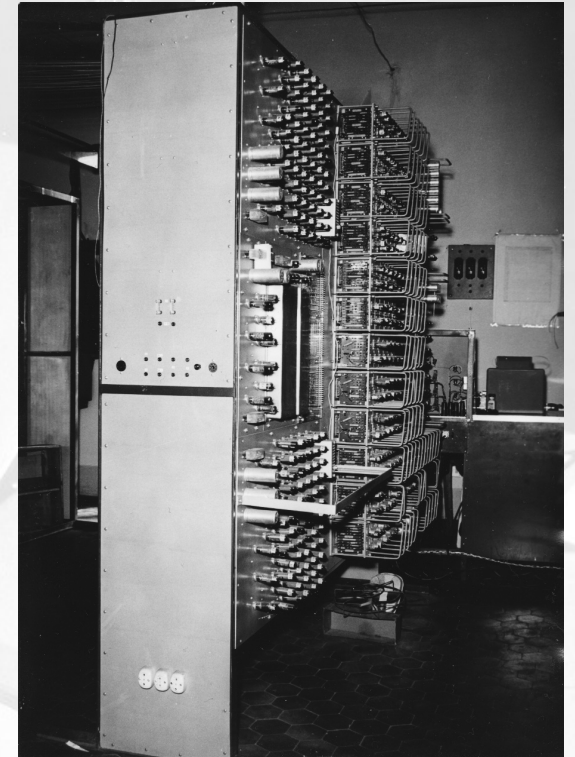
sostituite

aggiunte



# qualche considerazione

- **MR:  $1k \times 18bit = 2.25 \text{ Kb}$** 
  - **Notebook  $4 \text{ Gb} \approx 1\,864\,135 \times \text{MR}$**
  - **Da  $Te/Mc/2$ :  $135 \times 162 \times 244$**
  - **3000 Km, 540 campi di calcio**
- **Ohhh per l'hardware, ma**
  - **la RAM c'è perché serve, quindi**
  - **Ohhh per il software**
- **Musei dell'informatica**
  - **L'hardware è un cimelio, ma se è fermo**
  - **non si apprezza la complessità del software**
  - **né lo scopo dell'hardware**



# visita alla CEP

**clickiamo sulla MR**



- **Come parte un programma?**
  - Oggi, con un click (o due) su un'icona
  - Sì, ma, sul serio, come parte un programma?
  - Beh, caricamento in memoria, passaggio del controllo ed esecuzione
- **Automatismi e dati nascosti**
  - Gestione dell'interfaccia utente
  - Riferimenti a programma e dati, sul disco
- **I calcolatori sono come le cipolle ...**
  - Hw, kernel, FS, rete, GUI, librerie, servizi ...
  - Impossibile comprenderli fino in fondo



- **Come parte un programma?**
- **In sostanza nello stesso modo**
  - **Caricamento in memoria**
  - **Passaggio del controllo ed esecuzione**
  - **Interfaccia utente hardware**
  - **Programma e dati, su nastri**
- **Senza automatismi**
  - **Tutto esplicito e a mano**
  - **Due strati, hardware e quattro “sottoprogrammi”**
- **Una macchina comprensibile**

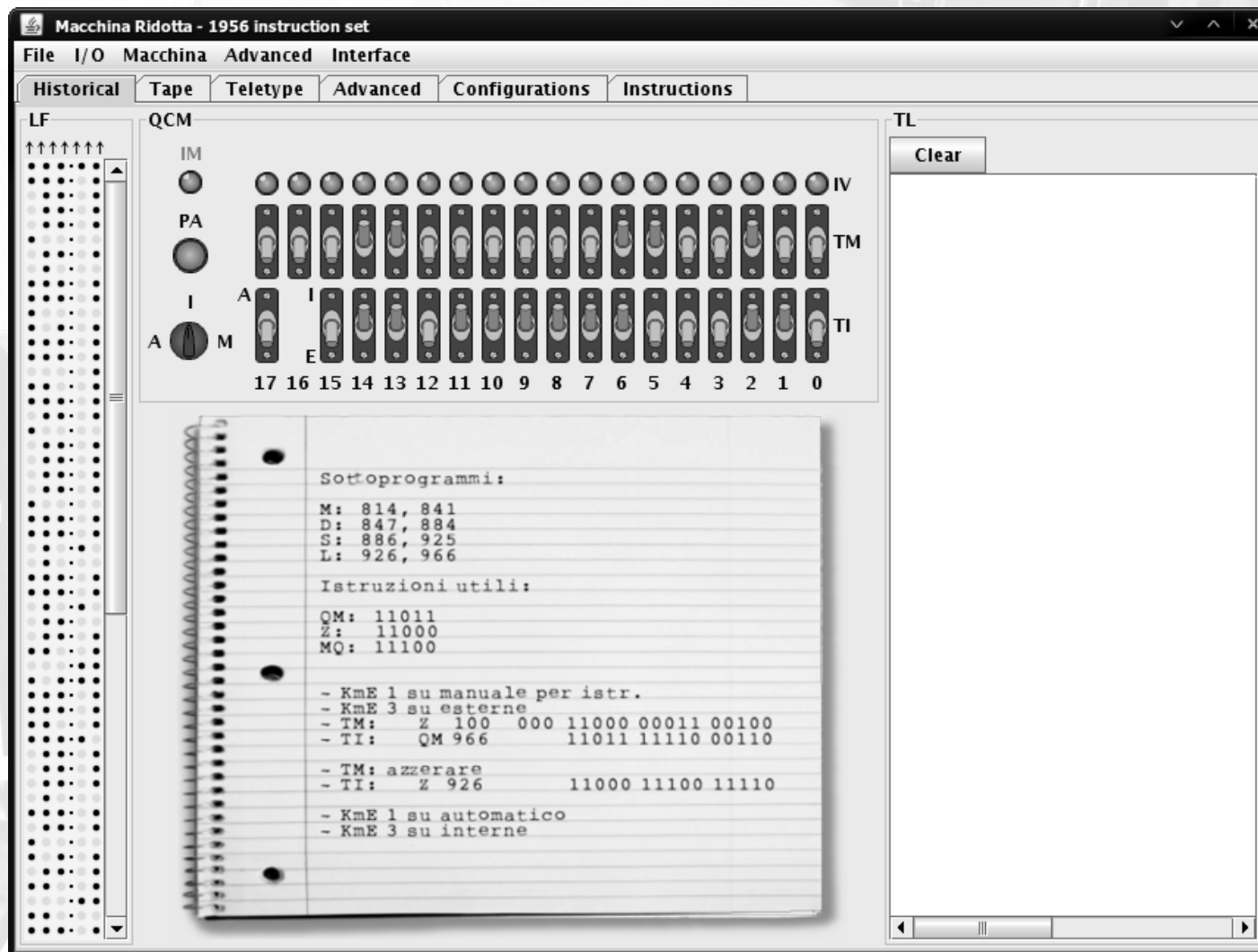
- **Stampa di stringhe**
  - Una stringa è una sequenza di caratteri
  - La prima prova per ogni calcolatore o linguaggio
  - Almeno dal primo “Hello world!” degli anni '70
  - Lettura ed esecuzione di programmi
- **Radice quadrata**
  - Perché tutti amiamo le radici quadrate
  - L'insieme (!) dei numeri rappresentabili sulla MR
  - Algoritmi convergenti
  - Stabilità numerica ed errori di macchina
  - Lettura ed esecuzione di programmi, lettura di dati



# ma prima ... pillole binarie

- Possiamo dividere le persone in 10 tipi:
  - quelli che leggono il binario ...
  - ... e quelli che non lo leggono :)
- L'interfaccia della MR è in binario, quindi ...
- Esempi (utili)
  - $10101 = 1 \times 2^4 + 1 \times 2^3 + 0 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 = 16 + 8 = 21$   
per caso, la codifica dell'istruzione di salto
  - $00011 \ 00100 = 100$ , indirizzo stampa stringhe
  - $00110 \ 01000 = 200$ , indirizzo radice quadrata
  - $11100 \ 11110 = 926$ , indirizzo sottoprogramma L

# adesso siamo pronti



- **Posizionare il nastro nel lettore**
  - HMR-PrStr\_100.mrtt, tape
  - KmE1 su **I**, KmE2 su **A**, KmE3 su **E**
  - **TI**: Z 926 (11000 11100 11110)
  - avviare con **PA**, salta all'inizio di L
  - KmE1 su **A**, KmE3 su **I**
  - avviare con **PA**, legge il nastro
- **Eseguire il programma**
  - KmE1 su **I**, KmE3 su **E**
  - **TI**: Z 100 (11000 00011 00100)
  - avviare con **PA**, salta all'inizio del programma
  - KmE1 su **A**, KmE3 su **I** interne
  - avviare con **PA**, esegue il programma



- **Una calcolatrice scientifica**
  - Numeri da -1 a 1, senza gli estremi
  - Precisione di 18 bit, circa 5 cifre decimali
  - Quindi da -0.99999 a +0.99999
  - Lo '0' e il '.' non stampati, per risparmiare tempo
- **Tre radici (ma se ne volete fare di più ...)**
  - Data1:  $\sqrt{1/16} = 1/4$ , in decimale  $\sqrt{0.06250} = 0.25000$
  - Data1:  $\sqrt{1/4} = 1/2$ , in decimale  $\sqrt{0.25000} = 0.50000$
  - Data1:  $\sqrt{4/25} = 2/5$ , in decimale  $\sqrt{0.16000} = 0.40000$

- **Posizionare il nastro nel lettore**
  - HMR-SqRoot\_200.mrtt, tape
  - KmE1 su **I**, KmE2 su **A**, KmE3 su **E**
  - **TI**: Z 926 (11000 11100 11110), **PA**
  - KmE1 su **A**, KmE3 su **I**, **PA**, legge il nastro
- **Leggere i dati, posizionare il nastro**
  - HMR-SqRootData1.mrtt, tape
  - basta PA e legge il nastro
- **Eseguire il programma**
  - KmE1 su 'I', KmE3 su 'E'
  - **TI**: Z 200 (11000 00110 01000), PA
  - KmE1 su 'A', KmE3 su 'I', PA, esegue il nastro

- **Patente HMR di I livello**
  - **Operatore della Macchina Ridotta**
- **Appuntamento a novembre**
  - **Il progetto continua**
  - **Una mostra per celebrare i 50 anni della CEP**
- **Laboratori**
  - **Il simulatore della MR '57 (?)**
  - **L'hardware della MR**
  - **La programmazione della MR**
  - **Una gara d'informatica**

