

# calcolatori digitali

## le radici toscane dell'informatica e la **Macchina Ridotta pisana**

**di Giovanni Cignoni  
e Fabio Gadducci**

*Docenti del Dipartimento  
di Informatica dell'Università di Pisa.  
Con un contributo di Stefano Del Furia,  
professore dell'ISIS Enrico Fermi  
di Bibbiena*

La nascita dei moderni calcolatori digitali si colloca negli anni a cavallo della Seconda guerra mondiale, spesso legati a specifiche richieste dell'apparato militare. Ma già nel dopoguerra cominciano a diffondersi le prime macchine costruite appositamente per una distribuzione commerciale, con il mercato anglosassone che riveste la parte del leone. Il mercato italiano è in netto ritardo, tanto che si può far risalire solo al 1954 quello che viene indicato come "anno zero" dell'informatica nel nostro Paese. In prima approssimazione, la comunità scientifica e industriale del periodo interessata al calcolo automatico si divideva tra i fautori del comprare (che sottolineavano l'esigenza di avere macchine immediatamen-

te disponibili sia per la ricerca sulle applicazioni del calcolo automatico, sia per l'esecuzione di calcoli per l'indagine in altri campi) e quelli del costruire (animati dalla volontà di appropriarsi completamente della nuova tecnologia, recuperando il tempo perduto rispetto alle altre nazioni). E proprio nel 1954 si verificano due avvenimenti che cristallizzano tali posizioni:

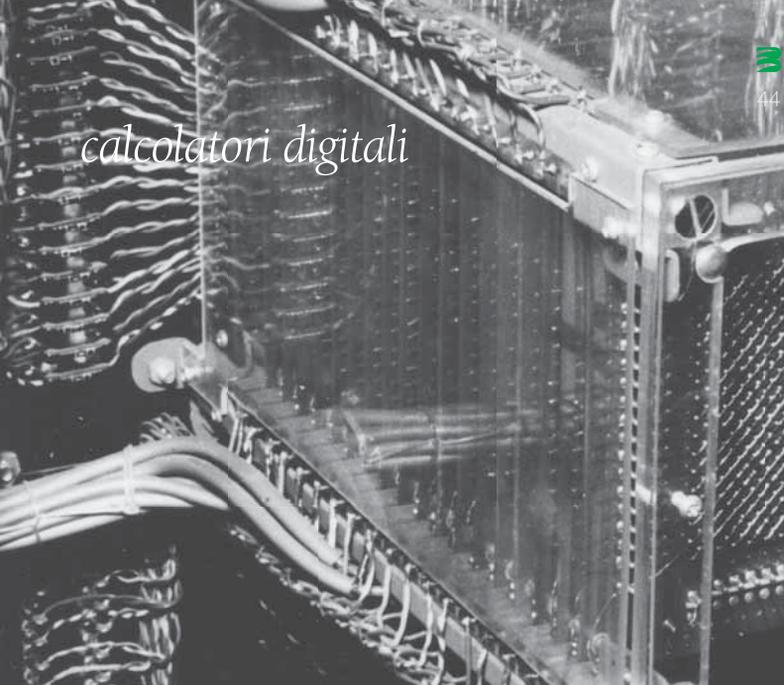
- il Politecnico di Milano attivò un Centro di Calcoli Numerici e decise l'acquisto di un CRC 102A prodotto dalla statunitense NCR; la macchina arrivò in Italia nell'ottobre del 1954, e fu il primo calcolatore digitale moderno a operare in Italia;
- il Consorzio Interprovinciale Universitario (CIU) di Pisa,

## Archeologia sperimentale dell'informatica

Con archeologia sperimentale si intende lo studio delle tecnologie del passato tramite la ricreazione di antichi manufatti, al fine di renderli nuovamente fruibili. La disciplina è nata intorno agli anni Cinquanta, e sono ormai numerosi i campi di ricerca che ne adottano i metodi. Fra questi, un posto privilegiato spetta alla storia dell'informatica. Per quanto i fatti di cui si occupa siano recenti, tanta documentazione è andata persa. Molti testimoni sono ancora in vita, ma la complessità delle tecnologie rende vano il ricorso alla loro memoria: un circuito o un programma non si ricordano neanche pochi giorni dopo averli ideati. Quindi, se si vuole riportare in vita l'*hardware* e il *software* del passato, bisogna sperimentare: studiare quanto è arrivato fino a noi e colmare le lacune formulando ipotesi e verificandole con esperimenti. Altrimenti dobbiamo rassegnarci alla tristezza dei musei di macchine spente e all'impossibilità di apprezzare il *software* che un tempo ci "girava" sopra. Costruire una replica fisica è affascinante, ma costoso. Riportare le macchine originali, quando disponibili, in condizioni di funzionamento potrebbe implicare una "manomissione" del cimelio e quindi essere contrario all'impostazione conservativa del restauro moderno. Il ricorso alla simulazione software è perciò una soluzione ampiamente percorsa. Più economico e facilmente distribuibile, un simulatore si presta a essere realizzato a diversi livelli di dettaglio e a sperimentare più ipotesi ricostruttive quando la documentazione è carente. L'archeologia sperimentale dell'informatica nasce con funzioni preminentemente storiche, ma serve anche ad altri scopi. La didattica può trarre vantaggio dalla disponibilità dei simulatori delle vecchie macchine come casi di studio semplici e comprensibili nella loro interezza. E il fascino dei vecchi calcolatori e del loro funzionamento è utile per incuriosire e per stimolare l'interesse a investire nello studio dell'informatica e dell'elettronica.

Qui e nella pagina successiva, alcune immagini storiche della Macchina Ridotta pisana.

La CEP era una macchina notevole e osservatori stranieri non mancarono di riconoscerne le interessanti caratteristiche.



## Hackerando la Macchina Ridotta (HMR)

HMR è un progetto per il recupero della storia e della tecnologia della Macchina Ridotta, il primo calcolatore digitale costruito in Italia. HMR ha obiettivi storici, di documentazione degli avvenimenti, informatici e di ricostruzione, per adesso virtuale, della MR. *Hacker*, nel gergo degli informatici, è il bambino curioso che smonta i giocattoli e li rimonta correttamente (solo per i mass media è sinonimo di «pirata»). In HMR *hackerando* indica che la tecnologia della MR va compresa fino in fondo. Quando, spesso, la documentazione non è arrivata fino a noi occorre integrarla formulando ipotesi e procedendo per esperimenti. È archeologia sperimentale dell'informatica. Una parte rilevante delle attività di HMR è dedicata al recupero delle fonti, in gran parte inedite, necessarie per ricostruire storia e tecnologia della MR. L'Archivio dell'Università di Pisa conserva atti del progetto CEP, soprattutto per gli aspetti amministrativi e gestionali. La Biblioteca dell'ISTI-CNR custodisce parte dei materiali tecnici del Centro Studi sulle Calcolatrici Elettroniche. Altra documentazione è stata recuperata da archivi privati, spesso di testimoni chiave quali Elio Fabri, uno dei progettisti della MR.

HMR ha realizzato un simulatore della MR progettata nel luglio 1956, documentata in un rapporto tecnico (la *Nota 26*) e nella corposa

Livorno e Lucca quello stesso ottobre approvò la realizzazione di una macchina calcolatrice elettronica, dando così il via al progetto della Calcolatrice Elettronica Pisana (CEP). Poco tempo dopo, l'Istituto Nazionale per le Applicazioni del Calcolo (INAC) di Roma, un istituto del CNR operante dal 1932, decise l'acquisto di un Ferranti Mk1 inglese, noto come FINAC, che arrivò a Roma nel dicembre 1954, divenendo operativo dal giugno successivo. Nel contempo l'Olivetti, che si stava affermando in quegli anni nel settore delle macchine da ufficio meccaniche, maturava la decisione di investire nell'elettronica, alla quale seguirà nel '55 l'istituzione a Barbaricina (Pisa) del Laboratorio per le Ricerche Elettroniche e la partecipazione con proprie risorse umane al progetto della CEP.

Il contesto del biennio 1954-55 era dunque vivace, caratterizzato da direzioni di ricerca di diversa impostazione e dalla partecipazione di intraprendenti interessi industriali. La realizzazione in meno di tre anni del prototipo della CEP, la Macchina Ridotta (MR), e il suo utilizzo per il calcolo scientifico rappresentano uno dei risultati di cui conservare la memoria.

### Il progetto per la CEP

La nascita del progetto CEP fa ormai parte del mito fondativo dell'informatica italiana. È noto come il CIU, nei primi anni Cinquanta, avesse stabilito un finanziamento di 150 milioni di lire per la realizzazione a Pisa di un acceleratore di particelle. Fallita l'iniziativa, per trovare una nuova destinazione ai fondi, nell'agosto del 1954 i professori Marcello Conversi e Giorgio Salvini chiesero consiglio a Enrico Fermi, approfittando della sua ultima visita in Italia alla Scuola Internazionale di Fisica di Varenna.

Lo scienziato consigliò di investire nella costruzione di una macchina calcolatrice e ne scrisse a Enrico Avanzi, allora rettore dell'Università di Pisa. Fermi era a conoscenza dell'acquisto del Ferranti in corso all'INAC, che cita nella lettera, ma invitava comunque i ricercatori pisani a cimentarsi nell'impresa.

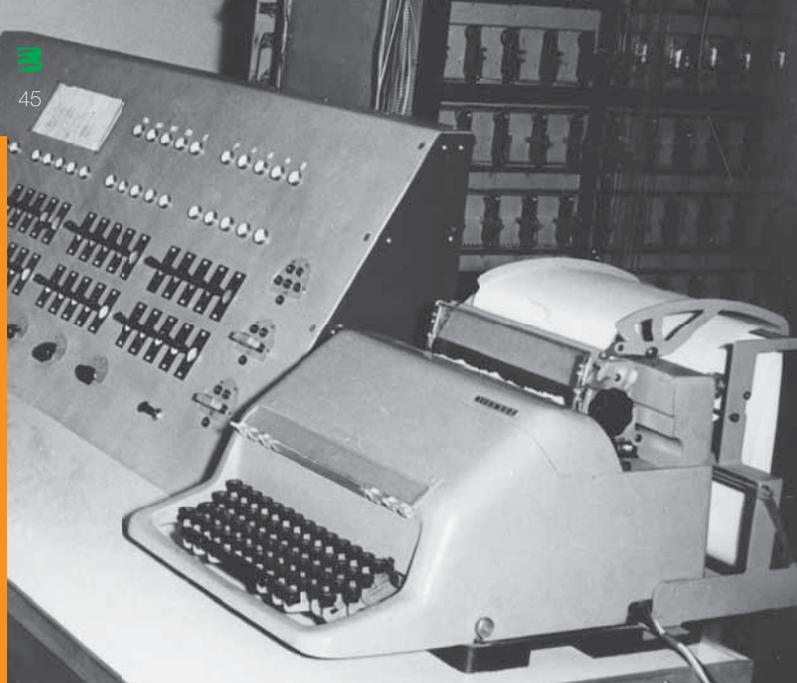
A ottobre 1954 fu approvata la nuova destinazione dei finanziamenti, e nel marzo successivo fu costituito il Centro Studi sulle Calcolatrici Elettroniche (CSCE), il quale, con personale assunto sia dall'Università che da Olivetti, iniziò a lavorare sul progetto della calcolatrice. Per realizzare la CEP furono previsti quattro anni, ma dopo il primo biennio venne messo in cantiere il completamento del «nucleo centrale». È questo il primo riferimento alla MR, pensata come parte dell'elaboratore finale e non come la macchina più semplice e sostanzialmente diversa che fu poi realizzata. La CEP fu terminata nei primi mesi del 1961, con circa un anno di ritardo rispetto al piano di lavoro previsto originariamente, e ufficialmente inaugurata il 13 novembre in una cerimonia cui partecipò l'allora presidente

collezione di allegati. Il simulatore riproduce accuratamente l'interfaccia utente (il cosiddetto «quadro di controllo») e il funzionamento della prima versione della MR. È interessante notare che la MR costruita nel '57 è una macchina diversa, non molto ma abbastanza da essere incompatibile, come *software* e come interfaccia utente, con la macchina dell'anno precedente. Della seconda MR, negli archivi di riferimento (Università e CNR) non è stata conservata sufficiente documentazione, anche se possiamo sperare che non sia andata perduta. L'esistenza di due versioni della MR è una scoperta di HMR; il simulatore prova che già il progetto del '56 era corretto e realizzabile. Al tempo stesso, le differenze fra le due macchine sono utili a comprendere i problemi che il gruppo di progetto dovette affrontare e come le soluzioni maturarono nel tempo. Ai tempi della MR scrivere *software* era un'attività resa ancor più difficile dall'assenza di strumenti di sviluppo. Per esempio, le etichette usate nei sottoprogrammi descritti nella *Nota 26* sono solo commenti: non offrono nessun concreto aiuto per la rilocalizzazione delle istruzioni o nell'espressione dei loro argomenti. Oggi invece HMR mette a disposizione un assemblatore moderno per migliorare la produttività dei programmatori della MR. L'uso però è consentito solo quando la mancanza di documentazione obbliga a formulare ipotesi diverse e a sperimentarle tutte: negli altri casi è barare!

della Repubblica, Giovanni Gronchi. Il calcolatore rimase operativo per circa sette anni e fu soggetto a successive estensioni. Furono realizzate periferiche dedicate a particolari attività di ricerca come, per esempio, un dispositivo di scansione di fotogrammi per l'analisi degli esperimenti nelle camere a tracce. Nel 1964 la CEP cominciò a subire in casa la concorrenza di un 7090 donato dall'IBM e per la cui gestione fu istituito il Centro Nazionale Universitario di Calcolo Elettronico (CNUCE).

### **Il primato della Macchina Ridotta**

La CEP era una macchina notevole. Osservatori stranieri come Nelson Blachman e Isaac Auerbach, molto attenti nel valutare i potenziali concorrenti della ricerca e dell'indu-



stria statunitensi, in articoli apparsi nel corso del 1961 non mancarono di riconoscerne le interessanti caratteristiche, fra le quali la micro-programmabilità, il meccanismo di modifica delle istruzioni per il passaggio dei parametri ai sottoprogrammi, la velocità di calcolo.

Tuttavia, quando la macchina fu completata, il mondo dell'informatica era radicalmente cambiato rispetto agli anni in cui l'impresa era stata concepita. Dal punto di vista tecnologico i transistor avevano ormai soppiantato i tubi. Soprattutto stava mutando il modo di usare i calcolatori, che non erano più solo macchine per il calcolo numerico. Ai Bell Labs sperimentavano la sintesi vocale facendo cantare *Daisy Bell* a un IBM 704, la stessa filastrocca che qualche anno più tardi "intonerà il calcolatore più famoso della storia del cinema. Mentre il PDP-1 proponeva un'interfaccia utente basata su terminale video e penna ottica, che subito furono utilizzate per programmare Spacewar, il primo videogioco della storia.

Anche in Italia le cose erano cambiate. Erano già installati numerosi calcolatori – sicuramente oltre una ventina secondo le stime – quasi tutti di produzione straniera. Inoltre Olivetti, che rappresentava un ottimo esempio di investimento in ricerca per l'industria, era già avanti nel raccogliere i frutti della sua partecipazione al gruppo di lavoro della CEP. Nel 1957 aveva realizzato la Macchina Zero, il primo prototipo della serie ELEA che iniziò a essere commercializzata due anni dopo con il modello ELEA 9003. Nel 1961 Olivetti aveva a listino ELEA 6001, un calcolatore scientifico diretto concorrente della CEP e già ordinato dall'Università di Padova e dal Politecnico di Torino. Entrambi i modelli ELEA erano inoltre completamente realizzati utilizzando i transistor. Sul fronte scientifico, altre università avevano iniziato a cimentarsi nella costruzione di macchine: a Milano il CRC 102 era stato modificato da ingegneri locali, mentre a Padova era stata costruita una macchina sul modello della calcolatrice APE dell'inglese Andrew Booth.

## calcolatori digitali

Alcune immagini dell'ELEA 9003 (Macchina 1T), acronimo di «Elaboratore Elettronico Aritmetico».

Ma il cambiamento culturalmente più rilevante è forse indicato dal fatto che ELEA 9003, “vestito” da Ettore Sottsass, fosse stato premiato nel 1959 con il Compasso d’Oro per il design industriale. In pochi anni il calcolatore, da oggetto di ricerca, era diventato un prodotto commerciale, accettato come componente dell’arredamento aziendale. È una coincidenza significativa che nello stesso anno il premio fu assegnato anche alla Nuova 500 della FIAT, un altro segno importante della diffusione delle tecnologie e della modernizzazione del Paese.

Enrico Fermi, nella sua lettera, aveva sottolineato che la nascente tecnologia del calcolo automatico sarebbe stata «un mezzo di ricerca di cui si avvantaggerebbero, in modo oggi quasi inestimabile, tutte le scienze e gli indirizzi di ricerca». A distanza di oltre mezzo secolo, non possiamo che concordare con le parole del fisico romano. Lo sviluppo della CEP ha fornito lo spunto per una serie di attività che saranno fondamentali nell’evoluzione dell’informatica in Italia, inclusa la crescita della Olivetti. Ha inoltre permesso di raccogliere a Pisa quel concentrato di competenze e di risorse umane che nel 1969 consentì l’istituzione del Corso di Laurea in Scienze dell’Informazione, allora l’unico in Italia e tra i primi in Europa. Fra tutte queste esperienze, l’uso della MR è la prima testimonianza di un calcolatore realizzato in Italia che conferma la previsione dello scienziato, e come tale ha un posto di primo piano nell’oltre mezzo secolo di storia dell’informatica italiana.





## Il recupero dell'ELEA 9003 all'ISIS di Bibbiena

La storia di questo straordinario calcolatore inizia nel 1959 con la versione definitiva che venne denominata ELEA 9003 (Macchina 1T), acronimo di «Elaboratore Elettronico Aritmetico». Le installazioni iniziali sono del 1960: la prima presso lo stabilimento Marzotto di Valdarno, mentre la seconda riguardava la macchina che all'inizio degli anni Settanta venne donata all'ISIS «Enrico Fermi» di Bibbiena. Il progetto di recupero si pone l'obiettivo di riportare alla piena funzionalità il maggior numero di componenti del calcolatore: e se ne consideriamo estensione e complessità, è immediato rendersi conto che non è un'impresa facile.

Dal punto di vista costruttivo la macchina, realizzata utilizzando i circuiti della classe DTL (*Diode-Transistor Logic*), non necessita di particolari tipi di strumentazione per la verifica dei guasti (sono sufficienti un voltmetro e un oscilloscopio). La sua architettura rende invece la riparazione estremamente difficoltosa: ogni funzione dell'ELEA è comandata da una serie sterminata di segnali che corrono attraverso le oltre 3500 piastrine distribuite nei 9 armadi del calcolatore, che occupano un totale di 120m<sup>2</sup>. Nel gergo in uso ai tempi dell'ELEA il «depannaggio» (dal francese *dépannage*: risoluzione dei problemi) è la verifica dell'eseguitività delle singole istruzioni della macchina e il loro eventuale ripristino. L'operazione deve essere effettuata per ciascuna delle 10 temporizzazioni che costituiscono la fase di caricamento dell'istruzione (detta «fase alfa», quella che oggi viene chiamata «fase di *fetch*») seguite da quelle che eseguono l'istruzione caricata in precedenza nella unità logico aritmetica («fase beta», oggi «fase di *execute*»).

Per dare un'idea della complessità, basti pensare al fatto che sono presenti più di 10 diagrammi logici (in formato 100 X 150 cm) ed oltre 300 pagine di documentazione (in formato 50 X 70 cm) che catalogano tutti i segnali, la loro provenienza e la destinazione (quale piastrina/piedino della macchina) e ne riportano le temporizzazioni.