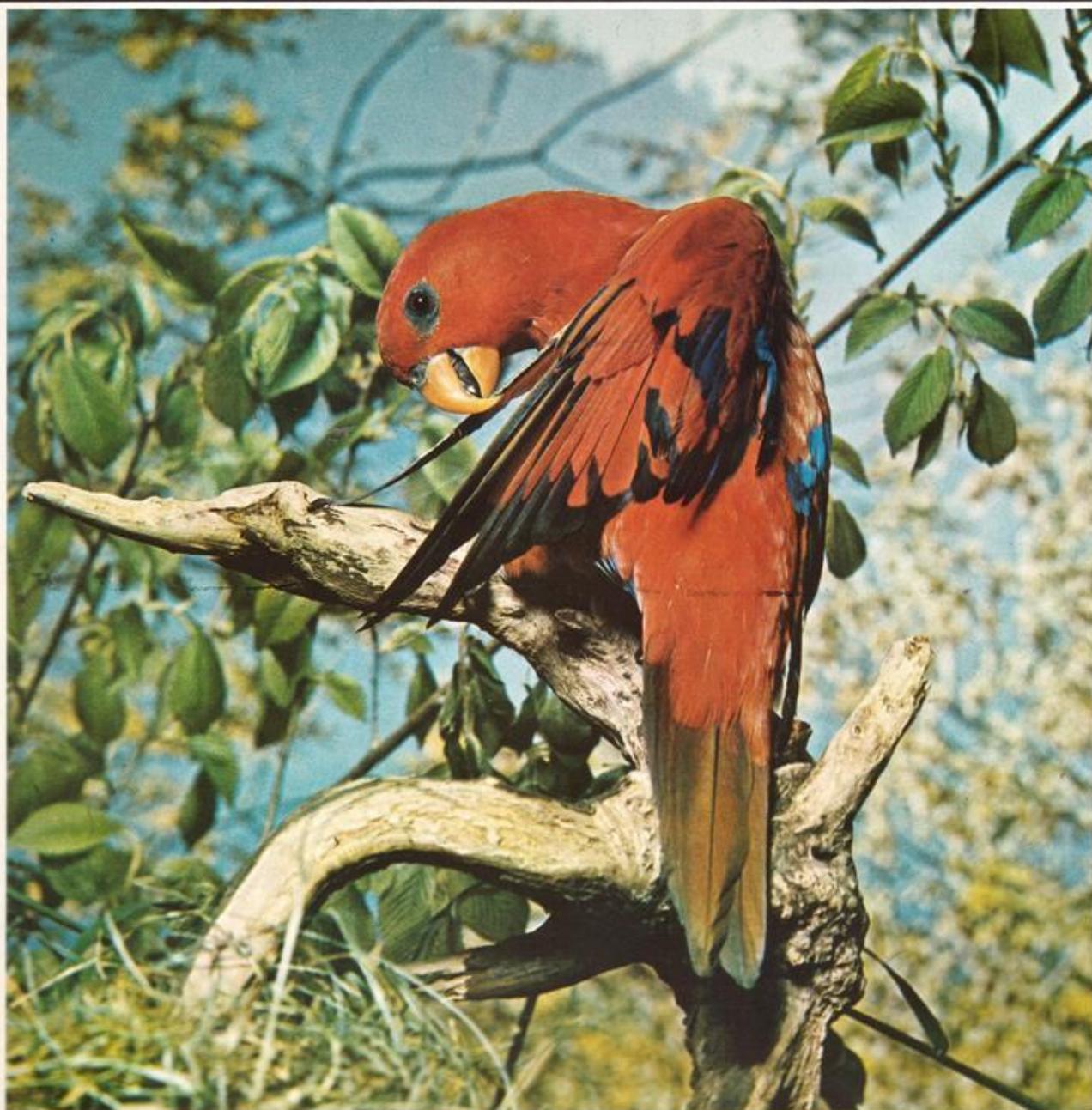


didattica delle scienze **113**

pubblicazione bimestrale
dell'Editrice La Scuola
25186 Brescia

ottobre
1984
anno XX



didattica delle scienze 113

Bimestrale per l'insegnamento delle scienze e della matematica

Direttore Mauro Laeng, docente di Pedagogia all'Università di Roma
Redattore Giuseppe Luciano

ottobre 1984

Sommario

- 3 ALVERO VALETTI, La determinazione della costante solare mediante pireliometro
- 9 PAOLA CANCELLIERI - PAOLO SARACINO - EUGENIO TORRACCA - ANDREA TURCHI, Definizioni operative di sistema omogeneo e di sostanza pura. Un esempio dell'uso del criterio di invarianza nella didattica della chimica
- 33 CARLO ANTONINO PRESTIPINO, Termodinamica e filosofia. Parte terza
- 37 GIUSEPPE FESTA, Introduzione alle funzioni
- 42 Notiziario
- 45 Recensioni

Fascicolo di 32 pagine più inserto redazionale

Ad ogni comunicazione o richiesta riguardante la rivista i sigg. abbonati sono pregati di allegare una copia del talloncino-indirizzo col quale la rivista stessa viene loro spedita.

Inserto

La serie degli inserti di questa annata ha come tema l'attualissimo argomento dell'informatica. Stiamo oggi vivendo la cosiddetta « rivoluzione informatica » e la scuola, in quanto generatrice di cultura e di modelli di comportamento sociale, non può rimanere estranea a questo processo che riguarda le future generazioni. Il primo di questi interventi, *L'informatica nella scuola d'oggi. Cos'è e come è fatto il microcomputer: l'hardware*, è affidato alla competenza di G. Corsi e G. Bleiner che sono tra i fondatori della MEGA Informatica e Didattica, un'associazione che opera nel settore del software per l'istruzione.

In copertina

Lori rosso (*Domicella rubra*). Originario della regione australo-papuana, è importato in Europa da lungo tempo. Come tutti gli psittaciformi ha becco robusto, stretto, con margini affilati e circondato alla base da cera molle; il ramo superiore del becco è curvo, quello inferiore è breve; la lingua è spessa e carnosa, ricca di papille tattili e gustative; le zampe hanno due dita unite alla base e rivolte in avanti e due dita rivolte indietro (piedi zigodattili). Il lori rosso ha una livrea smagliante, variopinta, in cui il colore fondamentale è il rosso scarlatto; vive bene in cattività, si nutre prevalentemente di frutta e di altri vegetali ed è loquacissimo, benché non impari a parlare così facilmente come i suoi congeneri.

Le tavole riprodotte in questo fascicolo sono tratte dall'*Encyclopedie* di Diderot e D'Alembert pubblicata dal 1762 al 1772.

Pubblicazione bimestrale - Anno XX - n. 6 fascicoli all'anno - Direttore Responsabile: Giusto Marchese - Autorizzazione del Tribunale di Brescia n. 228 del 31 marzo 1965 - Spedizione in abbonamento postale - Gruppo IV/70 - Direzione, Redazione, Amministrazione: Editrice La Scuola - S.p.A. - 25186 Brescia, Via Luigi Cadorna, 11 - Conto corrente postale n. 11353257 Tel. centr. (030) 29 93.1 - Tel. Ufficio Abbonamenti (030) 29 93.286 - Telex 300836 SCUOLA.

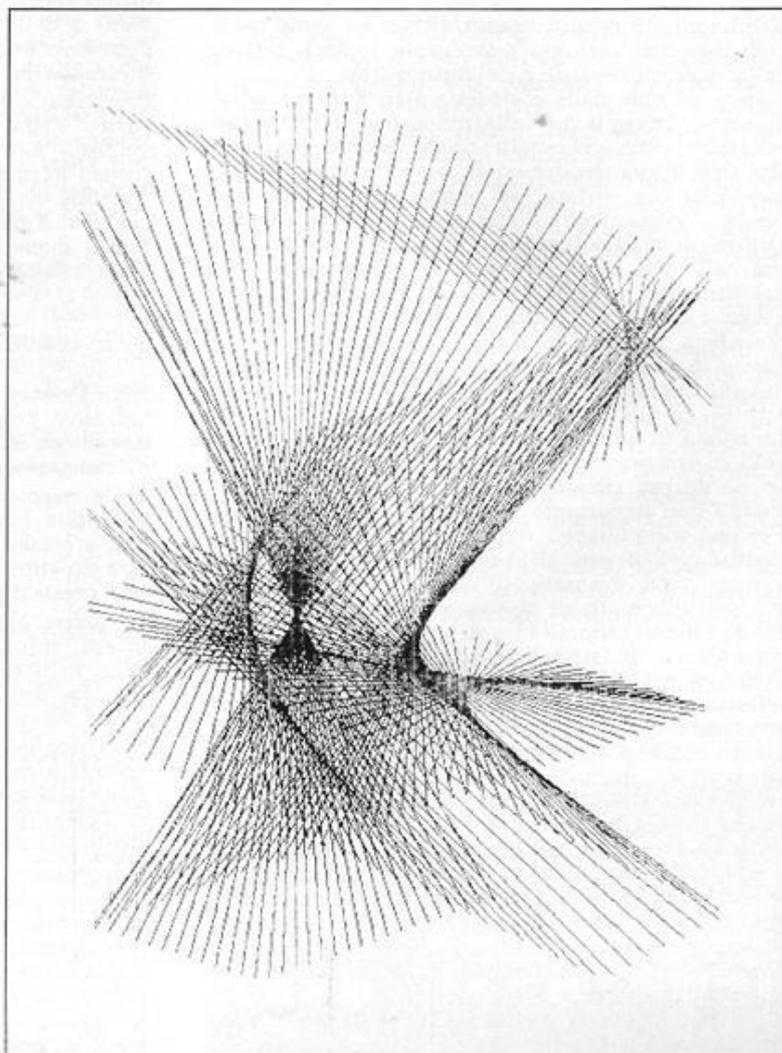
Filiali: 40131 Bologna (Via L. Cipriani, 5, tel. (051) 521090 - telex 531141 SCUOBO); 20136 Milano (Viale Bligny, 7, tel. (02) 8370271 - telex 331836 SCUOMI); 00193 Roma (Via Crescenzo, 23, tel. (06) 655179 - 6543989 - telex 614259 SCUORO); 80137 Napoli (Via S. Elia ai Miracoli, 19/21, tel. (081) 441.200-441.934 - telex 720399 SCUONA); 70124 Bari (Via Giulio Petroni, 21 A/E, tel. (080) 228647 - telex 810391 SCUOBA).

Abbonamento annuo 1984-85: L. 18.000 (estero L. 22.000). Un fascicolo L. 3.200 (arretrato il doppio).
Stampa: OFFICINE GRAFICHE LA SCUOLA - 25186 BRESCIA.

Giovanni Corsi - Giuseppe Bleiner

L'INFORMATICA NELLA SCUOLA D'OGGI

1. COS'È E COME È FATTO IL MICROCOMPUTER: L'HARDWARE



Didattica delle Scienze 113 - Insetto redazionale monografico «L'informatica nella scuola d'oggi» n. 1.
Nell'illustrazione a lato: grafico-studio eseguito da P. Chasseur con calcolatore Olivetti P 6066.

1. INTRODUZIONE

Negli anni più recenti nessun settore ha avuto un'evoluzione così rapida e travolgente come il settore della microelettronica e dell'informatica.

Siamo nel vivo della cosiddetta « rivoluzione informatica », determinata dalla diffusione di massa dei microcomputers, accettata ormai anche da quelli che sino a qualche tempo fa erano scettici sul valore della sua portata per remore di carattere culturale o preoccupazioni irrazionali. Come sempre, l'utilità di questo fenomeno per migliorare la qualità della vita dipenderà dall'uso che sapremo fare del computer e delle tecnologie ad esso connesse. « *Anche l'acqua e l'ossigeno, assunti oltre misura, diventano veleni* » ha detto il pedagogista Mauro Laeng in una recente intervista rilasciata al periodico di informatica *M & P COMPUTER* (cfr. n. 45, sett. 84, pp. 167-168).

La scuola in quanto generatrice di cultura e di modelli di comportamento sociale, pertanto, non poteva né doveva rimanere estranea a questa « rivoluzione » così importante per le prossime generazioni. Per una volta almeno, e questo ha un valore emblematico, per merito di singoli docenti con visioni culturali più avanzate, di alcuni organi collegiali più sensibili e attenti al « sociale » e di alcune riviste di microinformatica¹ e di generale informazione scientifica e didattica² la scuola non è rimasta a guardare, ma si è immersa con entusiasmo in questa affascinante avventura³. È tutto un fiorire di iniziative: corsi di alfabetizzazione informatica, organizzati in autoaggiornamento; microcomputer nelle classi; richieste di finanziamento per la realizzazione di laboratori d'informatica; convegni che si susseguono in continuazione...

Al contrario, le istituzioni, come è tradizione del nostro paese, sembrano in catalessi. Le sporadiche iniziative ufficiali sin qui intraprese non hanno portato nulla di nuovo, probabilmente a causa delle limitazioni imposte dal *Moloch* burocratico. Ma noi non disperiamo: nel prossimo autunno, forse, ci capiterà di assistere a delle novità.

Insomma, se siamo in grado di star dietro ai paesi più avanzati del nostro (Gran Bretagna, in partico-

lare, poi Francia, Germania Federale, USA) lo dobbiamo alle iniziative spontaneistiche di singoli individui o di gruppi di avanguardia. E ciò non è da poco se consideriamo quanto di positivo si può fare lavorando in libertà.

Una cosa, comunque, dobbiamo sempre tener presente: l'alfabetizzazione informatica negli anni a venire è condizione indispensabile di sviluppo nelle società avanzate. Non attuarla costituirà un imperdonabile errore cui difficilmente potrà essere posto rimedio. Essere digiuni di informatica nelle società del duemila sarà tale e quale essere analfabeti nelle società odierne.

2. IL COMPUTER COME AUSILIO DIDATTICO

S. L. Pressey, psicologo della Ohio State University, nel 1927 progettò la prima *teaching machine* che era in grado di porre all'allievo delle domande e di riconoscere le risposte esatte da quelle errate. Se la risposta era esatta la macchina offriva all'allievo una gratificazione nella forma di un dolcetto che, secondo l'ideatore della macchina, doveva servire da stimolo per proseguire nell'itinerario didattico prestabilito.

Le prime applicazioni del computer alla didattica, invece, furono proposte, sempre negli Stati Uniti, negli anni sessanta da Skinner e da Crowder nell'ambito dell'istruzione programmata in cui il computer veniva considerato una *teaching machine*.

Nacquero in quel periodo i sistemi d'istruzione C.A.I., acronimo di *Computer Aided Instruction* (Educazione Assistita dal Calcolatore) e C.A.L., acronimo di *Computer Aided Learning* (Apprendimento Assistito dal Calcolatore).

I programmi CAI e CAL erano abbastanza interattivi e consentivano all'allievo di dialogare agevolmente con la macchina secondo, però, un itinerario didattico rigidamente prestabilito dal programma.

Nell'ambito dell'istruzione programmata furono sviluppate le famose sperimentazioni denominate PLATO (*Programmed Logic for Automatic Teaching Operations*) e TICCI (Timeshared Interactive Community

Controlled Information Television) che suscitavano vivo interesse in tutto il mondo. Col tempo, però, emersero gravi handicap: questi sistemi d'istruzione erano rigidi perché si basavano su possenti *hardware* localizzati centralmente; inoltre, era molto oneroso gestirli ed altrettanto arduo realizzare il *software* relativo. Ciò ha impedito la loro diffusione capillare, cosa che è avvenuta, invece, con la comparsa dei microcomputer. Il costo limitato di queste macchine, accessibile alle singole scuole; la facilità di trasporto che permette di spostare i microcomputer da una classe all'altra; la possibilità di utilizzare linguaggi di alto livello finalizzati all'istruzione come il LOGO, il PILOT, il LISP, il FORTH e lo SMALLTALK ne hanno decretato il successo.

La filosofia di utilizzo didattico del computer attualmente si identifica nelle seguenti tre espressioni: imparare l'elaboratore (*learn computer*); imparare attraverso l'elaboratore (*learn through computer*); imparare con l'elaboratore (*learn with computer*).

L'utilizzo didattico del computer, tra l'altro, si manifesta in alcune importanti applicazioni: per la soluzione di problemi (*problem solving*), ad esempio, che avviene attraverso la stesura di *algoritmi* e di *diagrammi di flusso*; nella simulazione che consente di rappresentare e di studiare fenomeni e processi a basso costo e con poco rischio (si pensi ai simulatori di volo, agli esperimenti di chimica con materiale tossico o con esplosivi...); nella progettazione di modelli di macchine complesse o di strutture industriali come una acciaieria o una centrale nucleare.

Questa filosofia origina nuove metodologie didattiche e nuovi atteggiamenti, nuova pedagogia, quindi, che raggiunge il suo scopo educativo e formativo quando gli utilizzatori (docenti e discenti), interagendo con la macchina, la accettano per quella che è e la considerano come strumento di apprendimento e di lavoro.

È questo il momento in cui l'informatica diventa cultura ed è questa cultura che sarà indispensabile alle nuove generazioni.

3. APPLICAZIONI DEL COMPUTER ALLA DIDATTICA IN ALCUNI PAESI

In Gran Bretagna le prime applicazioni a livello nazionale risalgono al 1973 col piano denominato *National Development Program*, ulteriormente sviluppato ed accelerato nel 1980 per merito soprattutto della BBC e della Open University.

Tale programma si avvale della costruttiva collaborazione fra istituzioni governative e industria privata ed ha portato alla costruzione ed alla massiccia diffusione nelle scuole dell'ACORN, un ottimo microcomputer normalizzato, con specifiche caratteristiche finalizzate alla didattica. Numeroso e di ottima qualità il *software* educativo prodotto dai docenti e dalle *software-houses*.

In Giappone è in via di realizzazione un poderoso programma di alfabetizzazione informatica, definito nel 1972 da una associazione senza fine di lucro, il *Japan Computer Usage Development Institute*, ed approvato dalle autorità.

In Germania Federale, anche se non si hanno notizie abbastanza precise, a causa del decentramento delle istituzioni scolastiche, affidate ai *Lander*, sappiamo che il programma di alfabetizzazione informatica è molto avanzato.

Lo stesso avviene in Francia che peraltro è stato il primo paese europeo a svolgere la sperimentazione I.A.C. (Istruzione Assistita dal Calcolatore). Il linguaggio di programmazione utilizzato, lo L.S.E. (*Language Symbolique d'Enseignement*), usa la lingua francese come base.

In Italia, come abbiamo già detto, grazie alle diverse iniziative spontanee, fiorite tra il 1983 e il 1984, stiamo recuperando il tempo perduto ed abbiamo fondate speranze di diffusione capillare della computerdidattica entro qualche anno.

4. DALL'ABACO AL COMPUTER: EVOLUZIONE STORICA DELLE MACCHINE DA CALCOLO

4.1. Nell'antichità

I primi strumenti di calcolo in senso assoluto possono essere considerati tutti quegli strumenti e apparecchiature scientifiche connessi alla ricerca astronomica, come astrolabi, sfere armillari, volvelle... che, sin dalla notte dei tempi, hanno agevolato l'opera dell'uomo alla ricerca dell'infinito.

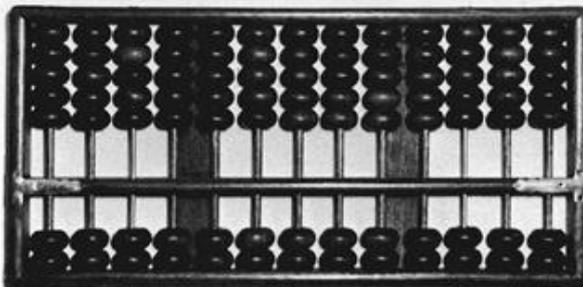
L'applicazione dall'arte del contare e del computare agli studi della volta celeste, presso gli antichi carica di mistero e di profonda religiosità, fece assumere ai numeri quel carattere mistico che hanno conservato poi nei secoli.

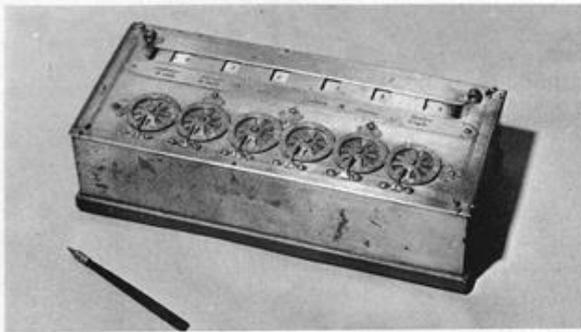
L'abaco, tipico strumento di calcolo nell'antichità, tuttora utilizzato da alcune popolazioni orientali, si può ritenere un computer elementare: infatti la posizione delle palline rappresenta un tipo di memoria la cui manipolazione ed opportuna collocazione consente di eseguire calcoli complessi.

I Romani utilizzarono le « cassette di conto », con unità i *calcula* (sassolini, da cui è derivato il termine « calcolo »). Anche il crivello di Eratostene, per la ricerca dei numeri primi, è uno tra i più antichi strumenti di calcolo.

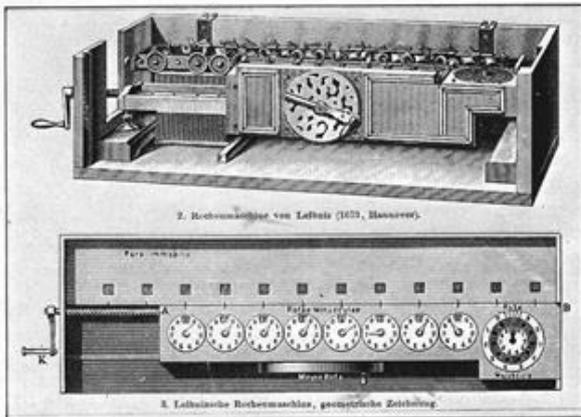
Presso i Greci e i Romani il calcolo non ebbe uno sviluppo pari all'evoluzione delle altre scienze: gli stessi sistemi di numerazione, complessi e macchi-

L'abaco, antichissimo strumento di calcolo, era noto già ai Babilonesi e ai Cinesi, è ancora largamente diffuso in oriente, dove, oltre che per le operazioni semplici è usato anche per calcoli più complessi, come le estrazioni di radice.

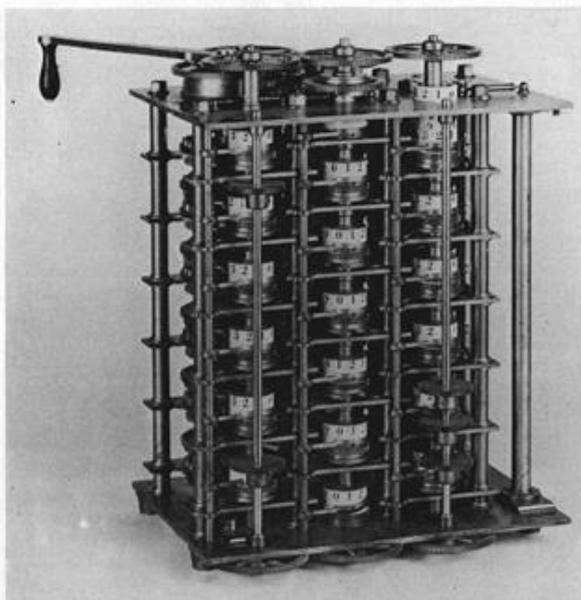




La « Pascalina » costruita da B. Pascal nel 1642.



La « ruota dentata » di G. V. Leibnitz del 1673.



La « macchina analitica » di Babbage del 1822.

nosi, rendevano oltremodo difficile l'utilizzazione del calcolo in tutte le branche.

Col trascorrere del tempo, fu adottato il sistema di numerazione decimale, diffuso da Muhammad ibn Musa al-Khuwarizmi (da cui deriva la parola « algoritmo »), molto più pratico rispetto ai sistemi di computazione precedenti. Si crearono, allora, nuove capacità tra cui quella di sviluppare le moltiplicazioni e le divisioni.

A questo proposito è interessante notare che solo l'università di Pisa fu in grado di insegnare le metodologie di sviluppo della moltiplicazione che veniva effettuata non nel modo semplice che noi conosciamo, ma con metodiche alquanto artificiose sul tipo di quella a reticolo. L'università di Altdorf nel XVI secolo era parimenti nota perché poteva insegnare ai propri studenti le tecniche per svolgere la divisione.

4.2. Dal XVII al XIX secolo

Il primo sviluppo di rudimentali macchine da calcolo si è avuto intorno al XVII secolo, favorito dagli studi di G. Nepero che nel 1614 scoprì i logaritmi, che ridussero le moltiplicazioni a somme e le divisioni a sottrazioni, e da quelli del filosofo inglese F. Bacon che nel 1623 scoprì il sistema di numerazione binario, cioè la numerazione in base 2.

Schickard, intorno al 1630, inventò una macchina capace di effettuare le quattro operazioni. Di tale macchina egli dà notizia a Keplero in alcune lettere, ma sventuratamente tale macchina non ebbe il successo che avrebbe meritato e presto finì nel dimenticatoio.

B. Pascal nel 1642 costruì un suo esemplare di macchina da calcolo, la famosa « Pascalina », senza alcun dubbio inferiore a quella di Schickard perché capace di eseguire solo somme e sottrazioni, ma, a causa della genialità di Pascal, molto più conosciuta ed apprezzata.

Finalmente G. V. Leibnitz, nel 1673, riuscì a costruire una macchina, detta « ruota dentata », in grado di eseguire le quattro operazioni con notevole precisione. Era nata la prima calcolatrice meccanica il cui principio di funzionamento è rimasto immutato, sino ai nostri giorni, per oltre trecento anni. Un notevole progresso nella costruzione di macchine da calcolo si ebbe con C. Babbage (1792-1871) che inventò la « macchina differenziale » (*The difference engine*), capace di eseguire tutti i calcoli necessari per la costruzione delle tavole logaritmiche, e la « macchina analitica » (*Analytical engine*), in grado di eseguire quelle di funzioni matematiche, più difficili dei logaritmi.

Babbage nella progettazione della « macchina analitica » si era ispirato alla meccanica dei telai jacquard che, con il sistema di programmazione a schede perforate, aveva rivoluzionato l'industria tessile. Collaborò alla sua realizzazione R. Lovelace, figlia di G. Byron, che scrisse i primi programmi sequenziali per farla funzionare, fra i quali uno per calcolare la serie dei numeri di Bernoulli. La Lovelace viene considerata la prima programmatrice della storia. Tuttavia, nonostante l'esattezza della teoria di Babbage e l'impegno della Lovelace che peraltro aveva una solida preparazione matematica perché allieva

del famoso matematico De Morgan, suo precettore, la « macchina analitica » non riuscì mai a funzionare, a causa della tecnologia del tempo, inadeguata a costruire con grande precisione le sue componenti.

Babbage viene considerato il padre della moderna informatica perché, ancora oggi, vengono comunemente accettati la logica di costruzione delle macchine da calcolo e il concetto di « programmazione » secondo cui la macchina deve essere programmata così da svolgere le funzioni richieste.

Felicemente impressionati dalla lettura di un articolo riguardante la macchina di Babbage, P. G. Scheutz e suo figlio Edward, svedesi di Stoccolma, decisero di costruire un prototipo della « macchina differenziale ». Tale prototipo, fatto conoscere, ebbe un discreto successo, ed ottenne anche una sovvenzione da parte della Reale Accademia di Svezia tanto che i due poterono successivamente costruire una macchina di più ampie dimensioni, con notevoli perfezionamenti e migliorie, che fece loro vincere un premio alla esposizione di Parigi del 1835, seguito da ulteriori riconoscimenti ed onori.

In questo stesso periodo G. Boole, che non a torto si può definire il padre dei moderni computer, elaborò un tipo di algebra particolare, chiamata poi algebra « booleana », descritta nel suo libro *An Investigation of the Laws of Thought* (Una indagine sulle leggi del pensiero), pubblicato nel 1854, in cui si delineavano le leggi che regolano il pensiero. Boole dimostrò che qualsiasi problema di logica, da lui definita « formale », può essere ridotto a semplici equazioni algebriche. Sarà l'algebra booleana che permetterà la realizzazione dei moderni computer, con la sua capacità di ridurre a due soli termini ogni problema.

Qualche anno più tardi, negli USA, H. Hollerith, su idea di J. S. Billings, realizzò una macchina che si serviva di schede perforate (tali schede avevano le dimensioni della banconota da un dollaro per una più facile riproducibilità e 288 perforazioni) per elaborare i dati del censimento del 1890. Le schede passavano sotto una serie di pettini conduttori, connessi a relé elettromagnetici che, in caso di contatto (presenza di una perforazione), facevano scattare appositi contatori.

È evidente il vantaggio dell'uso di una macchina di questo tipo: fino ad allora tutti i calcoli venivano fatti manualmente per poi riportare e trascrivere i risultati parziali.

4.3. Nel XX secolo

Intorno al 1915, uno spagnolo, L. Torres, progettò e costruì un primordio di elaboratore in cui erano combinati un calcolatore elettromeccanico ed alcuni principi di programmazione.

Contemporaneamente in Gran Bretagna, D. Hartree e R. Porter costruirono un piccolo calcolatore, che dimostrò un buon grado di precisione, utilizzando i comuni pezzi del meccano e con una spesa irrisoria.

Nel 1920 V. Bush del MIT concepì una macchina, capace di risolvere gli integrali, ricavata dal concetto base dei comuni contatori di elettricità, oppor-

tunamente adattato. Successivamente Bush ed Hazen perfezionarono tale macchina, aggiungendo un integratore di Thompson. Con ulteriori modifiche, utilizzando amplificatori di tensione ideati da C. W. Niemann, Bush realizzò una macchina completamente meccanica che forniva risultati eccellenti.

Nello stesso periodo, H. H. Aiken, in collaborazione con un gruppo di ingegneri della IBM, realizzò una macchina controllata da un nastro di carta, sul quale erano memorizzate le istruzioni; tale macchina era dotata di notevole velocità e poteva operare con numeri di 23 cifre.

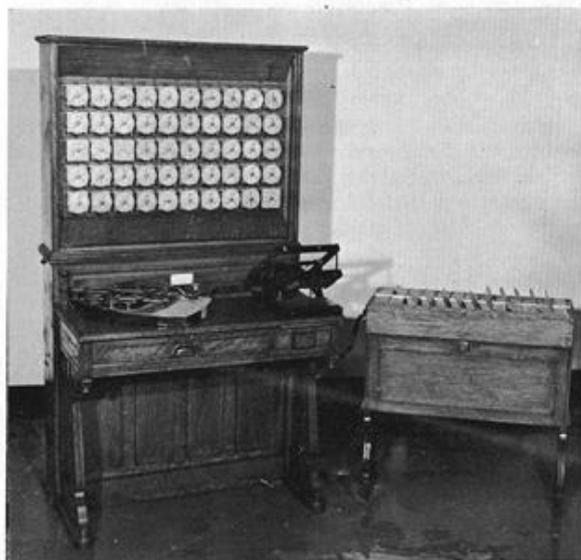
D. H. Lemer, a Berkeley nel 1926, costruì con cavalletti di legno e catene di biciclette una rudimentale macchina da calcolo per la ricerca e lo studio dei numeri primi. La macchina originale è andata distrutta, ma ne possiamo ammirare una fedele ricostruzione, dovuta a R. Canepa, al *Computer Museum* di Marlboro nel Massachusetts.

Anche la Bell Telephone aveva un gruppo, capeggiato da G. R. Stibitz, che si occupava di macchine da calcolo: questo gruppo realizzò il *Ballistic computer*, macchina piuttosto complessa utilizzando oltre 1300 relé.

Successivamente venne realizzata una macchina ancora più complessa e di notevolissime dimensioni. Eravamo ormai nel 1944 e i tempi erano maturi per l'impiego dei tubi elettronici e le macchine elettromeccaniche potevano considerarsi superate.

Negli anni quaranta gli studi di *computer-science* ebbero un notevole sviluppo in tutti i paesi più avanzati e furono progettate e realizzate numerose macchine di computer sperimentali, sempre più complessi, che hanno permesso la costruzione dei potentissimi computer della nostra generazione.

Uno dei primi impianti a schede perforate. È composto da una perforatrice a pantografo per la perforazione delle schede, da una tabulatrice per l'esecuzione delle operazioni e da una serie di caselle di raccolta per la selezione delle schede.



In Germania, K. Zuse realizzò i calcolatori z 2 e z 3, utilizzando il sistema di numerazione binario ed un linguaggio di programmazione algoritmico denominato PK che può essere ritenuto un predecessore dell'ALGOL 60.

In Gran Bretagna, un gruppo di studiosi guidato dal prof. Neumann, di cui faceva parte A. Turing, realizzò una macchina a tubi elettronici, il COLOSSUS II, allo scopo di decrittare i messaggi segreti tedeschi. Tali messaggi erano cifrati per mezzo di una particolare macchina, l'ENIGMA, capace di 10 con esponente 21 combinazioni. Il COLOSSUS, rimasto segreto sino al dopoguerra, può essere considerato il primo calcolatore elettronico sicuramente efficiente.

Turing è altresì noto per aver concepito un meccanismo astratto, un algoritmo cioè che rappresenta la struttura logica che fa da ossatura alla computazione. La « macchina di Turing » materializza il ragionamento matematico e permette ai cultori di questa scienza di dimostrare l'esistenza di molti problemi e spesso di manifestarne l'irrisolvibilità. Essa è anche in grado, in un tempo finito, di effettuare qualunque calcolo che possa essere eseguito da un moderno computer. Questa macchina inizialmente fu un pilastro per tutti gli studiosi di logica e dopo il 1960 divenne la base per quanti si occuparono di scienze del calcolatore.

Tale macchina è un modello e perciò usa nella sua simbologia oggetti materiali come ruote, ingranaggi, nastri perforati, testine mobili e così via. Esiste la possibilità di collegare più macchine di Turing tra loro e contemporaneamente si parla di « macchina di Turing universale » come di una macchina capace di simulare il funzionamento di ogni altra macchina di Turing.

Verso il 1940, negli USA, i fisici Atanasoff e Berry progettaron e costruirono una macchina a valvole (ne impiegava 300 circa), poi brevettata, ma non ebbe risonanza né diffusione.

Intorno al 1942 il laboratorio per le ricerche balistiche dell'artiglieria dell'esercito degli Stati Uniti e la Moore School of Electrical Engineering dell'università di Pennsylvania costruirono dopo lunghi studi l'ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*), una macchina, concepita per provvedere alla elaborazione delle tavole di tiro delle armi da fuoco, basata sull'impiego di tubi elettronici. Impiegava 18 000 valvole e 1500 relé. Era talmente grande da occupare un locale di circa 300 metri quadrati.

Principali limiti della macchina erano: memoria limitatissima (era in grado di memorizzare solo 20 numeri di 10 cifre); consumo di energia molto elevato (200 kw) che provocava surriscaldamento e faceva saltare una valvola ogni due minuti; tecniche di programmazione rudimentali che avvenivano mediante allacciamenti di cavi elettrici.

I principali artefici dell'ENIAC, che venne a costare circa 10 milioni di dollari, furono J. Mauchly, P. Eckert, H. H. Goldstine e J. von Neumann.

All'ENIAC seguì la costruzione dell'EDVAC (*Electronic Discret Variable Automatic Computer*), e grazie alla collaborazione di J. von Neumann, vennero progettati dei meccanismi di ritardo, precursori delle memorie, forniti da un tubo ripieno di mercurio e



L'ENIAC (*Electronic Numerical Integrator and Calculator*), costruito nel 1942; i suoi circuiti contenevano 18 000 valvole e 1500 relé. Macchina costosissima e di enormi dimensioni (occupava un locale di 300 m²), aveva una memoria assai ridotta.

chiuso alle estremità da due lamine di quarzo. Il segnale, trasformato per piezoelettricità dalla prima lamina in vibrazione sonora, veniva ritardato per il passaggio attraverso il mercurio e successivamente riconvertito dalla seconda lamina. Tale meccanismo consentiva all'EDVAC di memorizzare circa 2000 parole in confronto alle 20 dell'ENIAC la cui memoria si basava sull'impiego dei *flip-flop*. Venne, poi, concepito un diverso tipo di memoria, basato sulla persistenza dell'immagine nei tubi a raggi catodici (tubo di Williams).

In Gran Bretagna parimenti erano molto avanzati gli studi sui calcolatori elettronici. Nel 1949, presso l'università di Cambridge, fu costruito l'EDSAC (*Electronic Delay Storage Automatic Calculator*), che, per la prima volta al mondo, lavorava col programma in memoria.

Qualche anno dopo, su progetto di Mauchly ed Eckert, fu costruito l'UNIVAC (*Universal Automatic Computer*), che può essere considerato l'ultimo anello di una lunga catena formata da macchine estremamente dispendiose ed ingombranti.

L'evoluzione delle memorie fu una tappa fondamentale nello sviluppo delle tecnologie legate agli elaboratori elettronici. Parecchi gruppi lavoravano in questa direzione: tra questi la RCA con dei tubi a raggi catodici opportunamente modificati (tubi a finestre) e il MIT con un progetto a mezza via tra quello di Williams e quello RCA. Anche l'« Institute for Advanced Study » progettò un cilindro magnetico, utilizzato come memoria accessoria.

Nel 1947 vennero progettate le memorie magnetiche, sotto forma di anellini di ferrite, ad opera di Rajchman della RCA e di Forrester dell'università di Londra. L'avvento del transistor e del circuito integrato farà compiere un giro di boa notevolissimo all'evoluzione di queste macchine.

Oggi uno dei computer più potenti al mondo è il CRAY-1, installato a Chippewa-Falls nel Wisconsin.

È costituito da 278 000 *chip*, ha una memoria di 1 048 576 parole di 64 *bit*. La CPU ha un tempo di ciclo di 12,5 nanosecondi. Pesa 4760 kg e il suo prezzo si aggira sugli 8 milioni di dollari.

5. COS'È UN MICROCOMPUTER

Il microcomputer o personal computer è una piccola macchina elettronica capace, se opportunamente programmata, di memorizzare ed elaborare dati alfanumerici e di fornire un risultato in un tempo brevissimo.

Il suo cuore è il *microprocessore*, minuscolo circuito integrato implementato su di un unico *chip* di silicio, inventato negli anni settanta, sfruttando la tecnologia LSI (*Large Scale Integration*, Integrazione su Larga Scala), in grado di eseguire tutte le operazioni matematiche e logiche proprie del calcolatore, prima di allora eseguite da macchine migliaia di volte più grandi. A questo proposito è interessante notare che i primi *mainframe* potevano occupare lo spazio di un intero appartamento pur avendo capacità di memoria pari a quella di un personal attuale.

Oggi un microcomputer si distingue da un *mainframe* per la sua capacità di memoria, espressa in *byte* che va da alcune decine di *Kbyte* (SINCLAIR ZX SPECTRUM, COMMODORE 64, APPLE II, TEXAS TI 99/4A...) ad alcune centinaia di *Kbyte* (OLIVETTI M 20, Personal IBM, Personal DEC, Personal HONEYWELL...). A scopo esemplificativo e per evitare confusione facciamo notare al lettore che le varie definizioni in uso di microcomputer, personal computer, nano-computer, microcalcolatore, stanno ad indicare lo stesso tipo di macchina, un piccolo calcolatore, dunque, che utilizza come CPU un *microprocessore*. A noi è piaciuto il termine microcomputer e questo utilizzeremo in questo inserto e negli altri scritti che ci capiterà di redigere sull'argomento.

Il microcomputer è autonomo, autosufficiente ed in grado di offrire ad un solo utente una vasta gamma di prestazioni. Può essere utilizzato come *home computer*, nella gestione di piccole aziende, come elaboratore di testi, come videogioco, nella ricerca scientifica, come *teaching machine*...

Rispetto ai grandi ed ai medi calcolatori, il microcomputer presenta notevoli vantaggi fra i quali il basso costo, le dimensioni contenute, la trasportabilità, la facilità d'uso e la versatilità. Queste sono le qualità che lo rendono più adatto per l'istruzione.

6. CENNI STORICI SULL'ORIGINE DEL MICROCOMPUTER

Nella storia della computazione, tre sono le date fondamentali da considerare per meglio capire la nascita e l'evoluzione del microcomputer: 1945, 1964 e 1975.

Nel 1945 fu costruito EDVAC, primo elaboratore elettronico capace di memorizzare un programma; nel 1964 l'IBM presentò il SISTEMA 360, che utilizzò i primi circuiti integrati di media potenza; nel 1975 vide la luce ALTAIR, l'antesignano degli attuali microcomputer.



Esempi di come l'uso del computer sia ormai comune nella vita di tutti i giorni. In alto: uso del computer per *videogames*. Al centro: uso del computer nel controllo del traffico cittadino. Qui sopra: uso del computer in un laboratorio di analisi chimico-cliniche.

Occorre ricordare, ancora, l'anno 1971 in cui la Intel Corporation produsse, ad opera dell'italiano Federico Faggin, il primo microprocessore denominato 4004.

I diversi tipi di microprocessore si distinguono per la possibilità di operare con diversi valori del numero di *bit* (il 4004 operava a 4 *bit*; lo z 80 ZILOG opera ad 8 *bit*; il 9900 della TEXAS opera a 16 *bit*; il recentissimo della MOTOROLA ha la capacità di operare a 32 *bit*, con diversi modelli caratterizzati da *bus* a 8, 16, 32 *bit*).

Poter lavorare con un maggior numero di *bit* consente maggiore versatilità, più precisione nel calcolo e più capacità di indirizzo nelle locazioni di memoria. Ad esempio uno z 80 può indirizzare 64 *Kbyte*, mentre il 68 000 della MOTOROLA un *megabyte*! Seguì nel 1975 l'ALTAIR 8800, messo in vendita in scatola di montaggio dalla MITS di Albuquerque nel New Mexico, una piccola società che commercializzava prodotti elettronici, in crisi perché non riusciva a vendere i prodotti che aveva nei propri depositi. L'idea vincente fu di porre in vendita al prezzo irrisorio di 395 dollari (un minicomputer costava almeno 6000 dollari) i componenti per costruire un piccolo computer. Il successo dell'iniziativa fu immediato per quanto insperato. Furono venduti migliaia di kit, acquistati da amatori e da persone che mai avrebbero potuto acquistare un computer per uso personale. Fu l'inizio di un fenomeno che successivamente ha avuto sviluppi tanto clamorosi (si calcola che tra un paio di anni i microcomputer installati supereranno in valore i *mainframe*) da aver determinato la « rivoluzione informatica ».

Va notato, tuttavia, per ironia della sorte, che, nonostante il successo ottenuto, le ditte pioniere (ALTAIR, MITS, PTC, IMSAI...) non sono state in grado di reggere la concorrenza che la comparsa del loro prodotto aveva determinato. Ad esse sono subentrate altre ditte tra le quali la COMMODORE, l'APPLE e la RADIO SCHACK, che già nel 1978 dominavano il mercato. In questo contesto non potevamo non parlare di C. Peddle, progettista del microprocessore 6502 della MOS-TECHNOLOGY. Il successo di questo microprocessore fu dovuto alla COMMODORE che, avendo intuito la qualità elevata e le potenzialità commerciali del 6502, acquistò la MOS e la relativa tecnologia e si trasformò d'un tratto da produttore, senza tanto successo, di macchine da scrivere e calcolatrici tascabili, in produttore di microcomputer, diventandone in breve tempo uno dei leader.

Nel 1977 furono immessi sul mercato americano due microcomputer, che utilizzavano il processore 6502 della MOS, il PET, acronimo di *Personal Electronic Transactor* dalla COMMODORE e l'APPLE II, progettato in un garage da Stephen Wozniak e da Steve Jobs.

Il successo fu immediato per tutte e due le ditte che furono letteralmente sommerse da migliaia di ordinazioni. Era nato il microcomputer personale di massa che sta tanto influenzando il nostro modo di vivere, cosa che non era riuscita alle ditte pioniere. Infine va citato l'apporto fondamentale di Clive Sinclair che, con lo ZX 80 dal prezzo irrisorio, ma dalle grandi possibilità, ha diffuso l'impiego del microcomputer tra i giovani, e non solo fra questi, di mezzo mondo.

7. CENNI SUI TRANSISTOR E SUI CIRCUITI INTEGRATI

L'introduzione del transistor e successivamente dei circuiti integrati ha portato una notevole modificazione nella struttura dei « sistemi ».

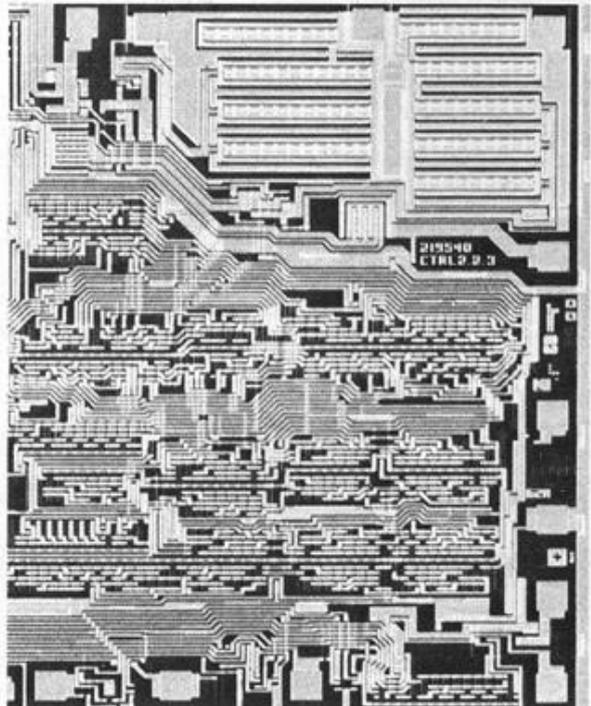
Infatti la miniaturizzazione dei circuiti, le memorie notevolmente capaci, il bassissimo consumo di energia elettrica rispetto ai corrispondenti circuiti a tubi elettronici, i bassi costi di produzione degli apparati, hanno reso possibile l'« informatica di massa ». Per ovvii motivi non scenderemo in particolari riguardo alle caratteristiche strutturali del transistor (sono oltre trentacinque anni che questo elemento è in servizio) e passeremo direttamente ad esaminare le caratteristiche del circuito integrato.

Si intende per circuito integrato monolitico o *chip*, una piastrina di silicio monocristallino di spessore ridottissimo (decimi di mm) e con una superficie di qualche mmq, sviluppato presso la Fairchild Semiconductor all'inizio del 1959.

Precedentemente circuiti analoghi, ma di minore complessità, erano ottenuti montando su apposite basette transistor e componenti passivi (resistenze, condensatori...), con tutte le conseguenze (guasti, malfunzionamenti) che una miriade di saldature potevano comportare. Oltretutto con gli integrati il numero dei componenti attivi poteva essere decisamente maggiore rispetto alle basette (con un rapporto dell'ordine di 10 con esponente 3).

E da considerare, infine, che un microcomputer odierno ha una capacità di calcolo molto più grande di quella dell'ENIAC, con velocità assai maggiore ed a un costo decisamente inferiore.

Un circuito integrato.



7.1. Come vengono prodotti i chip

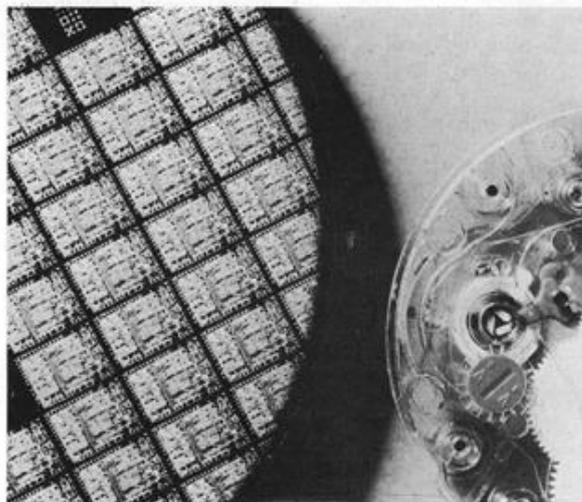
Innanzitutto per via chimica viene prodotto il silicio con un altissimo grado di purezza. Quindi il silicio viene posto in un crogiolo e fuso con un quantitativo ben preciso di impurezze. Questo ne determina il tipo: *p* oppure *n* (*p* = portatore di cariche positive, *n* = portatore di cariche negative). Indi viene inserito un germe di cristallizzazione e la massa viene fatta solidificare sotto forma di cilindro monocristallino perfettamente orientato, con un diametro di circa 10 centimetri e con una lunghezza di circa 1 metro.

La barra viene poi tagliata in sottilissime fette (*wafer*), mediante una sega diamantata. Ogni fetta, di spessore inferiore al mezzo millimetro, viene molata e lucidata su tutte e due le superfici. Da ogni *wafer* vengono ottenuti circa 250 circuiti integrati o *chip*. Di questi in genere solo una cinquantina sono in grado di funzionare perfettamente. Prima di effettuare il taglio del *wafer* si procede ad un controllo di qualità sui singoli *chip*: quelli difettosi vengono marchiati ed eliminati.

Con opportuni trattamenti la superficie del *wafer* viene ricoperta di ossido di silicio per ossidazione ad altissima temperatura, perché l'ossido di silicio è un ottimo isolante ed è dotato di ottima aderenza. Per fotoincisione l'ossido viene tolto in alcuni punti ottenendo sulla superficie il circuito desiderato.

È possibile, anche, ottenere zone a conduzione *n* o *p*, facendo diffondere ad alta temperatura boro o fosforo nelle zone non protette dall'ossido ed è pure possibile effettuare quanto sopra ricorrendo a tecniche di ionizzazione con altissimi potenziali elettrici. In casi particolari si può far crescere uno strato di silicio, avente la medesima orientazione di quello di base, con un trattamento speciale a base di idrogeno alla temperatura di 1200 gradi. Tale strato può avere un drogaggio diverso rispetto a quello base (è possibile sovrapporre più strati) e prende il nome di epitassiale.

Fasi di lavorazione nella fabbricazione dei *chip*. Spesso la progettazione dei circuiti è affidata ad un calcolatore che aiuta a determinare la disposizione degli elementi circuitali (*layout*), che serve alla preparazione delle maschere da cui si ottengono delle lastre di lavorazione per la fotoincisione. Da un cilindro monocristallino di silicio, vengono tagliate sot-

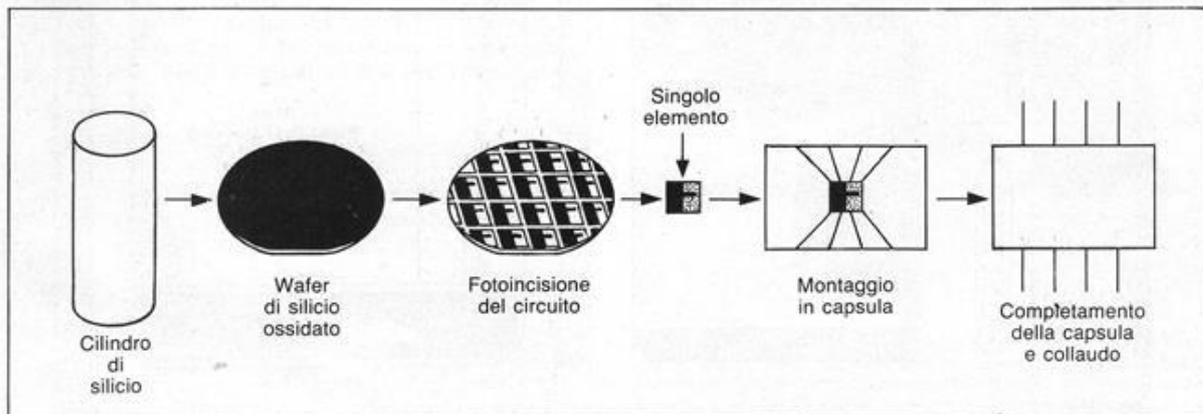


Wafer di silicio con *chip*. Le piccole dimensioni dei *chip* sono messe in evidenza dal confronto con gli ingranaggi di un orologio meccanico.

Per ciò che concerne gli elementi passivi presenti nei circuiti, resistori e condensatori vengono prodotti con avanzate tecnologie sul *chip* stesso. A causa delle difficoltà di realizzazione, però, i valori ottenuti sono piuttosto approssimati e bassi: il circuito deve presentare perciò un elevato grado di tolleranza. È possibile altresì sostituire un resistore con un transistor, disponendo di un valore opportuno di corrente per regolarne il valore di resistenza.

Infine si depositano sul microcircuito le piste conduttrici e gli strati isolanti. Vengono, quindi, connessi gli elettrodi e il tutto viene incapsulato in un contenitore che può essere di materiale vario e di diversa forma.

tilissime fette, *wafer*, la cui superficie viene ricoperta di ossido di silicio, sul quale, per fotoincisione, si ricava il circuito desiderato. In seguito i *wafer* sono controllati per individuare i circuiti difettosi, che vengono contrassegnati con una macchia di inchiostro. I *chip* contenenti i circuiti funzionanti vengono selezionati e sigillati in opportune capsule.



8. COME È FATTO IL MICROCOMPUTER

8.1. Classificazione in « generazioni » dei computer

È d'uso classificare i computer in « generazioni » secondo la tecnologia di cui erano espressione.

La « prima generazione » comprendeva i computer costruiti dal 1946 al 1957 che erano caratterizzati dall'impiego di valvole termoioniche e da memorie a tubi catodici. Erano poco affidabili e difficilissimi da programmare non essendo stati ancora inventati i linguaggi di programmazione ad alto livello.

La « seconda generazione » (dal 1950 al 1964) fu caratterizzata dall'applicazione del transistor e dalle memorie a nuclei magnetici che aumentarono di molto l'affidabilità e la potenza dei computer. In questo periodo anche i linguaggi di programmazione ebbero un notevole sviluppo.

La « terza generazione » (dal 1965 al 1979) è stata caratterizzata dall'avvento del microprocessore che ha consentito la miniaturizzazione dell'*hardware*, un aumento di potenza e una spettacolare riduzione dei prezzi.

Attualmente i computer sono alla « quarta generazione ». Sono caratterizzati dall'impiego di transistor, circuiti ad alta integrazione e microprocessori. È prevedibile all'intorno dell'anno 1990 una « quinta generazione » mille volte più rapida e più potente.

La struttura di un moderno microcomputer può essere semplicemente, ma efficacemente rappresentata in questo schema, che coglie dei singoli componenti l'aspetto caratteristico. Qui sono raffigurate la CPU, con la ALU e la CU, l'unità di

8.2. Cenni sulla struttura del microcomputer

Un microcomputer della nostra generazione è costituito dalla CPU (*Central Processing Unit*, cioè « unità centrale di elaborazione »); dall'unità di controllo I/O (*Input/Output*, cioè « ingresso/uscita dei dati »), dalla memoria centrale e dalle unità periferiche di I/O.

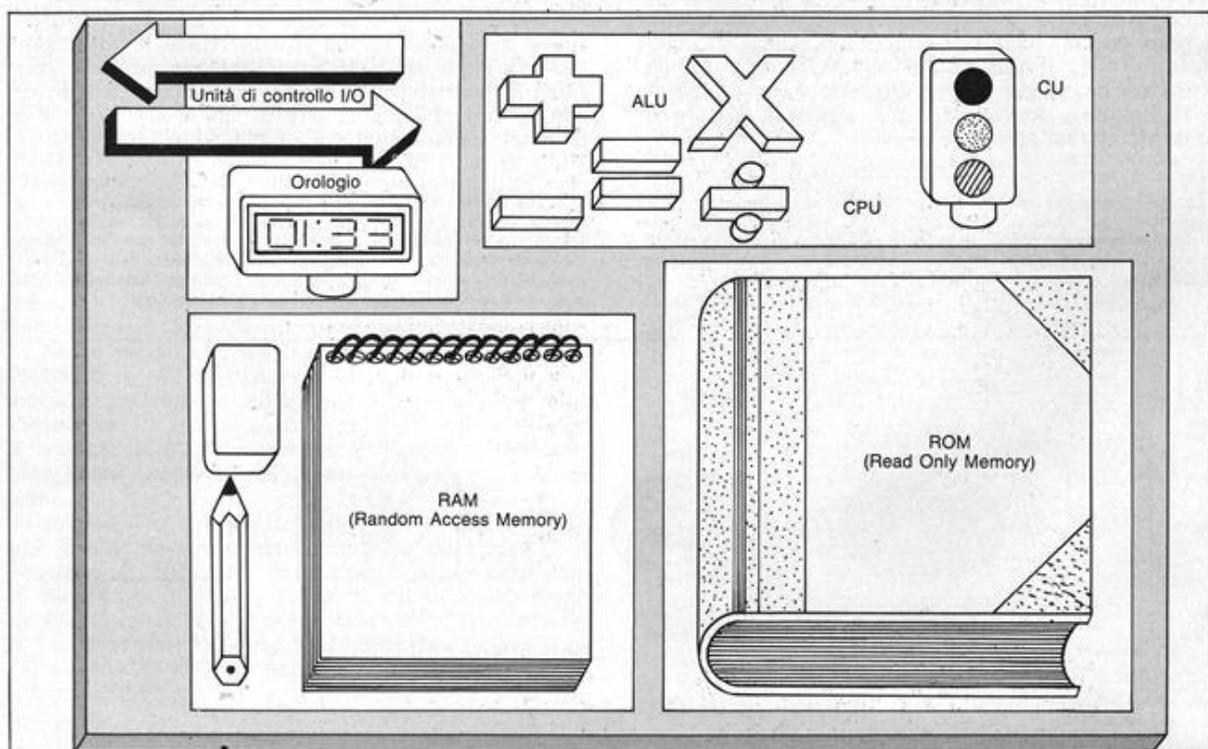
La CPU è a sua volta costituita dall'ALU (*Arithmetic and Logic Unit*, cioè « unità aritmetico-logica ») e dalla CU (*Control Unit*, cioè « unità di controllo »). L'ALU è in grado di eseguire le operazioni aritmetiche e logiche booleane essenziali sui dati; la CU, invece, controlla il funzionamento di tutto il sistema secondo le caratteristiche *hardware*.

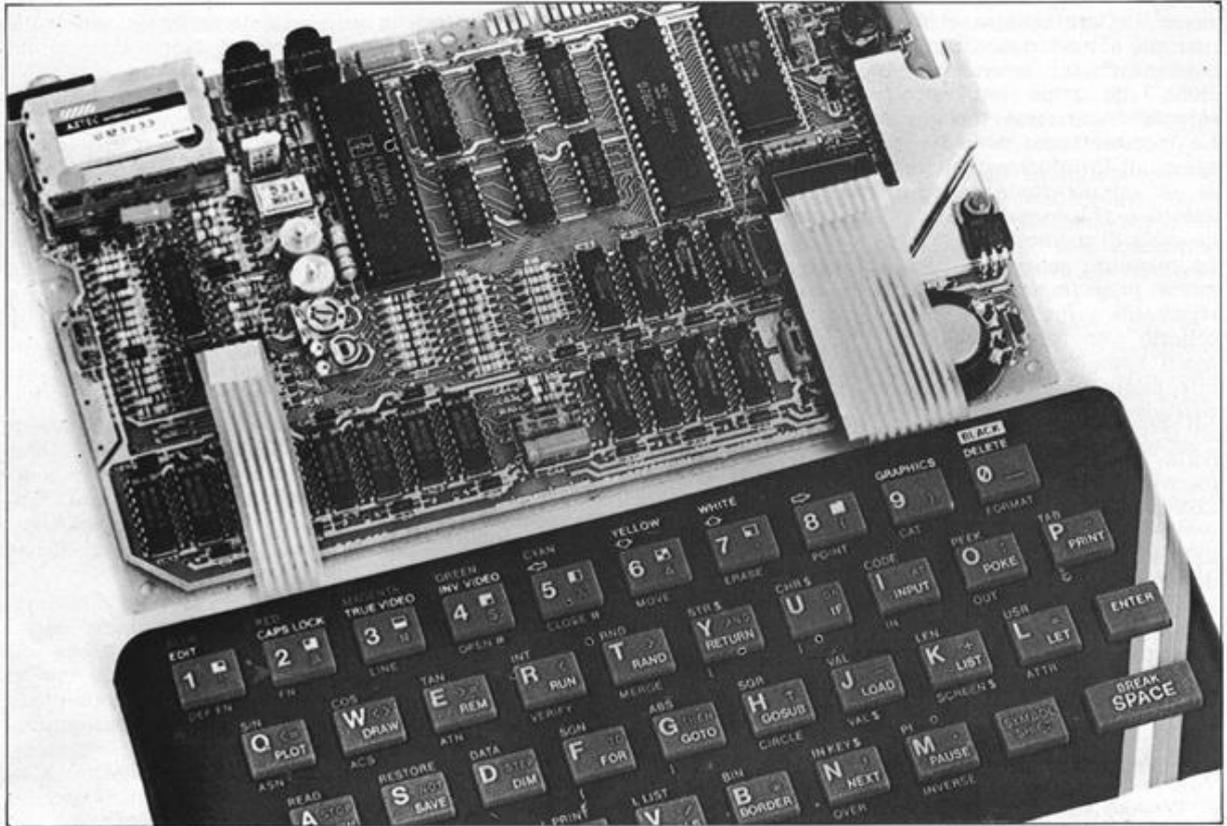
L'unità di controllo I/O presiede al controllo e al trasferimento dei dati tra la memoria centrale, la memoria secondaria o di massa e le unità periferiche. La memoria centrale (*Main Memory*), memoria primaria del computer, contiene i dati da elaborare. Tali dati le pervengono per trasferimento dalla memoria di massa o attraverso la digitazione della tastiera da parte dell'operatore.

8.3. La memoria

Per unità di memoria intendiamo qualsiasi dispositivo capace di memorizzare rappresentazioni codificate di programmi e dati. La capacità della memo-

controllo I/O, la memoria RAM, paragonata ad un notes su cui scrivere e cancellare perché si perde spegnendo il computer, e la memoria ROM, paragonata ad un libro già stampato in quanto i suoi programmi sono imm modificabili dall'utilizzatore.





Le operazioni del computer sono svolte da una serie di microprocessori collegati contenenti *chip*.

ria si misura in *kilobyte*. Un *kilobyte* equivale a 1024 *byte* (2 con esponente 10).

Abbiamo diversi tipi di memoria: RAM, ROM, di massa.

La RAM (*Random Access Memory*, cioè «memoria primaria ad accesso casuale») è capace di memorizzare programmi e dati modificabili a piacimento dall'utilizzatore. Spegnendo il computer tale tipo di memoria si perde.

La ROM (*Read Only Memory*, cioè «memoria primaria di sola lettura») contiene programmi e dati immutabili dall'utilizzatore. In genere su ROM sono implementati il *sistema operativo* e l'*interprete*. La ROM risiede su alcuni circuiti integrati contenuti nel microprocessore. Si misura in *kilobyte*.

La *memoria di massa* (*Backing Store*), o *memoria secondaria*, indica qualsiasi dispositivo (nastri magnetici, *floppy disks*, bolle magnetiche...) che consente di memorizzare a tempo indefinito e di rileggere programmi e dati.

Negli anni sessanta si utilizzavano come memoria RAM anelli di ferrite (*Core Memory*), che al passaggio della corrente elettrica si magnetizzavano in modo duraturo.

Attualmente le memorie più diffuse sono quelle MOS (*Metal Oxide Semiconductors*) su *chip* di silicio che sfruttano la tecnologia dei circuiti integrati.

Altri tipi di memoria a tecnologia più avanzata (a

bolle magnetiche, a lettura laser) sono ormai una realtà e già trovano le prime applicazioni commerciali.

8.4. Caratteristiche delle memorie

Le memorie in uso nei computer possono essere divise in due grandi famiglie: le *memorie digitali* e le *memorie elettroniche*.

Per *memorie digitali* si intendono tutti quei sistemi come nastri magnetici, dischi... che permettono di conservare le informazioni sotto forma di magnetizzazione di piccole parti del sistema stesso. Il tempo di accesso alle informazioni nel caso dei nastri è legato alla posizione della memorizzazione stessa; nel caso dei dischi, invece, essendo possibile effettuare movimenti radiali della testina di lettura/scrittura, il tempo di accesso può essere dell'ordine di 20 msec. È importante tener presente che le informazioni sono conservate anche in assenza di corrente.

Per *memorie elettroniche* si intendono tutti quei sistemi, dai primitivi anellini di ferrite agli attuali semiconduttori, con caratteristiche di lettura/scrittura ad *accesso random*, da cui il nome di RAM. Queste ultime sono organizzate sotto forma di matrici rettangolari, in cui vengono memorizzate le infor-

mazioni. Ogni cella di memoria conserva l'informazione sotto forma di carica elettrica in un piccolo condensatore. È necessaria una periodica rigenerazione della carica elettrica (*refreshing*) per compensare la dispersione.

Le memorie ROM sono dei particolari tipi di *chip* nei quali le informazioni sono immagazzinate in fase di fabbricazione, sotto forma di collegamento aperto o chiuso verso massa, all'interno di ciascuna cella di memoria.

Le memorie PROM sono un particolare tipo di *memorie programmabili*, nelle quali esistono dei collegamenti a fusibile al posto dei condensatori delle celle. Con opportune tecniche e ricorrendo ad appositi apparecchi programmatori di PROM, è possibile distruggere i collegamenti non desiderati, ottenendo una serie di informazioni permanenti. Questi tipi di memorie vengono ad esempio impiegate nella realizzazione delle cartucce per video-giochi (*cartridges*).

Con la sigla EPROM si definiscono delle ROM *riprogrammabili*.

Esistono, anche, delle particolari memorie, le cosiddette *memorie a bolle*, caratterizzate dalla possibilità di far migrare delle aree magnetiche microscopiche (*dominii*) sulla superficie di un sottile film magnetico. La presenza o l'assenza di aree magnetiche in un particolare punto determina l'informazione binaria (1 o 0).

8.5. Unità periferiche di I/O

Sono considerate *unità periferiche* tutti quei dispositivi di I/O, da connettere alla scheda madre, che consentono all'utilizzatore di gestire e di colloquiare col « sistema ».

Alcune periferiche sono assolutamente necessarie per il funzionamento del microcomputer, come la *tastiera* e il *display*.

La *tastiera*, il *display*, la *stampante*, il *plotter*, il *disk drive*, il *microdrive*, il *modem* sono periferiche.

La *tastiera* permette di inviare alla CPU del microcomputer programmi e dati mediante la digitazione dei tasti in essa contenuti. Tale trasmissione avviene secondo il sistema ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), codice standard a 7 bit capace di tradurre un carattere alfanumerico o un simbolo grafico in una parola rappresentata in codice binario. Il codice ASCII è in grado di codificare 128 (2 con esponente 7) simboli diversi: di questi 95 sono caratteri alfanumerici o grafici, i restanti 33 sono caratteri di controllo.

Il *display* è la periferica che visualizza su uno schermo i programmi, i dati e le loro elaborazioni. Può essere una semplice TV in bianco e nero o a colori o un monitor che dà un'immagine qualitativamente superiore rispetto al televisore. Abbiamo, anche, *display* a cristalli liquidi ed a LED (*Light Emission Diode*).

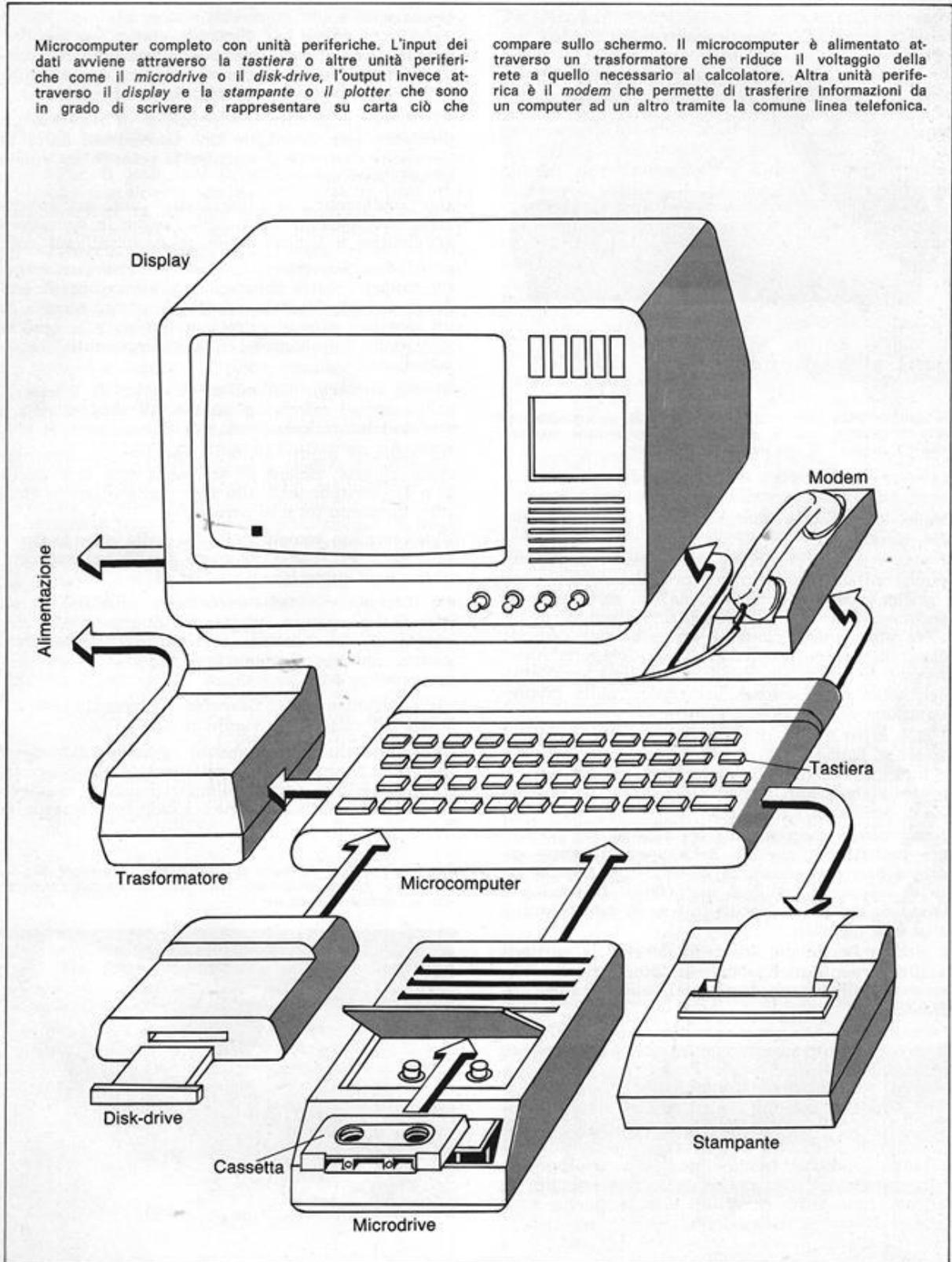
La *stampante* è la periferica che consente di rappresentare su supporto cartaceo programmi, dati e testi. La qualità della stampante è in relazione alla velocità di stampa, al tipo di stampa, alla qualità ed alla quantità grafica dei caratteri. Esistono stampanti alfanumeriche, capaci, cioè di rappresentare soltanto i caratteri grafici del codice ASCII e stampanti grafiche capaci di rappresentare anche qualsiasi tipo di disegno. Esistono stampanti « seriali » che scrivono un carattere alla volta come la macchina da scrivere e quelle « parallele » che stampano contemporaneamente un'intera linea. A seconda della tecnologia utilizzata abbiamo stampanti ter-

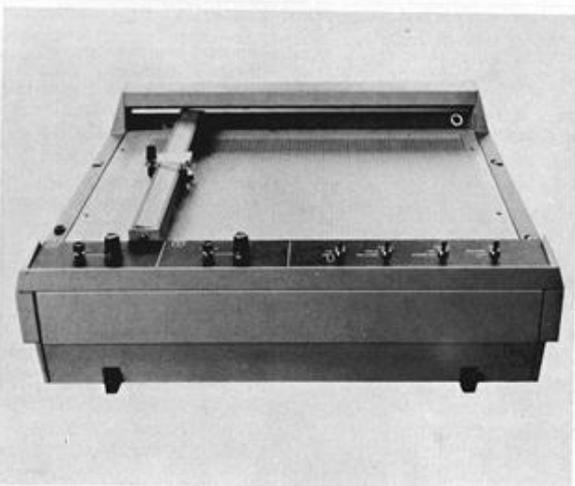
Tastiera con display e stampante.



Microcomputer completo con unità periferiche. L'input dei dati avviene attraverso la *tastiera* o altre unità periferiche come il *microdrive* o il *disk-drive*, l'output invece attraverso il *display* e la *stampante* o il *plotter* che sono in grado di scrivere e rappresentare su carta ciò che

compare sullo schermo. Il microcomputer è alimentato attraverso un *trasformatore* che riduce il voltaggio della rete a quello necessario al computer. Altra unità periferica è il *modem* che permette di trasferire informazioni da un computer ad un altro tramite la comune linea telefonica.





Un plotter, unità periferica che permette di rappresentare su carta programmi, dati e grafici con caratteristiche qualitativamente migliori di una comune stampante.

niche, ad aghi, a margherita, a getto d'inchiostro, laser...

Il *plotter* è una periferica che consente di rappresentare su supporto cartaceo programmi, dati, testi e grafici come la stampante, ma con caratteristiche tecnologiche diverse e secondo uno standard qualitativo superiore. Il *plotter* è espressamente dedicato alla grafica, secondo le tecniche *CAD* (*Computer Aided Design*), per la elaborazione di disegni architettonici, nella progettazione cartografica, nella rappresentazione di componenti elettronici.

Il *disk drive* è la periferica che consente di memorizzare su *floppy disks* (materiale magnetico di Mylar) le informazioni digitali (programmi, dati e testi) e le loro elaborazioni a tempo indefinito. La possibilità di accesso ai dati è *random*.

Il *microdrive* è un sistema formato da un particolare registratore che ha delle speciali micro-cassette a nastro continuo. Si possono collegare in serie al computer fino a 8 *microdrive*. Il sistema è dotato di notevole velocità. L'accesso alle informazioni è sequenziale.

Il *modem* (*modulatore-demodulatore*) è la periferica che permette di trasferire le informazioni da un computer all'altro mediante una comune linea telefonica.

Per ultimi, ma non per questo meno importanti, sono da ricordare tutti quegli apparati che permettono di interagire direttamente con lo schermo. Tra questi: le *penne ottiche*, le *tavolette grafiche*, il *mouse* (progettato da D. Englebert della Stanford Research Institute in California ed utilizzato sui computer *APPLE*), gli *schermi a sensori*. Relativamente a questi ultimi sulla superficie frontale, anzi più propriamente sulla cornice del tubo a raggi catodici, è presente un reticolo, formato da emettitori e da sensori a raggi infrarossi, che permette di individuare, al tocco di un dito, l'area dello schermo ove effettuare una modifica.

GLOSSARIO

Accoppiatore acustico: semplice dispositivo che consente di trasferire programmi e dati da un computer all'altro attraverso le normali linee telefoniche.

Algoritmo: procedura che permette di risolvere un problema dato, mediante una successione finita di istruzioni elementari, organizzata secondo un rigido metodo sistematico.

ALU (*Arithmetic and Logic Unit*): unità aritmetico-logica, componente della CPU. Esegue le operazioni aritmetiche e logiche booleane essenziali sui dati.

ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*): codice standard a 7 bit capace di tradurre una parola rappresentata in *codice binario* in un carattere alfanumerico o in un simbolo grafico. È in grado di codificare 128 (2 con esponente 7) simboli diversi.

Binario (*Binary*): sistema di numerazione a base 2, utilizzato nei calcolatori digitali. Per rappresentare qualsiasi informazione usa solo due numeri: 0 e 1.

Bit (*Binary digit*): unità elementare di informazione binaria, capace di assumere solo due valori (0 e 1) corrispondenti allo stato della corrente elettrica di spento (0) e di acceso (1).

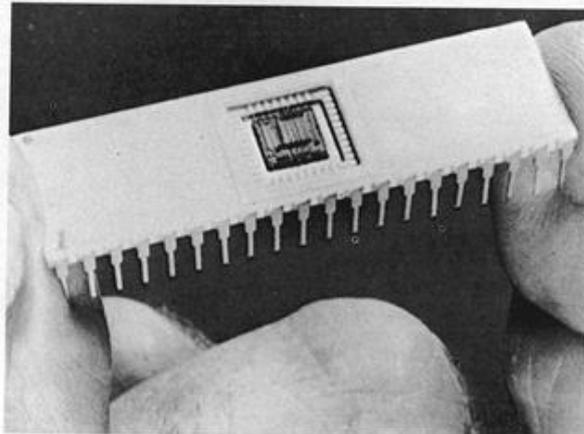
Byte: termine coniato nel 1964 dalla IBM. È costituito da 8 *bit* e può assumere 256 (2 con esponente 8) valori o combinazioni diversi.

CAI (*Computer Aided Instruction*): educazione assistita dal calcolatore, programma di applicazione del computer alla didattica secondo le tecniche della «istruzione programmata», sviluppato negli anni sessanta negli USA.

CAL (*Computer Aided Learning*): apprendimento assistito dal calcolatore, simile al CAI.

Chip (letteralmente coriandoli): sinonimo di circuito integrato. È una piastrina rettangolare di silicio che, in uno spazio di pochi millimetri quadrati, contiene migliaia di transistor, porte... I *chip* costituiscono la

Un *chip*, circuito integrato di ridottissime dimensioni che ha portato un grande progresso nella realizzazione dei computer, miniaturizzando l'*hardware*.



CPU, la memoria RAM, la memoria ROM, controllano l'I/O dei dati, eseguono le operazioni di controllo del « sistema ».

Computer: sistema elettronico capace, se opportunamente programmato, di immagazzinare ed elaborare dati alfanumerici fornendo un risultato in tempi brevissimi, ovvero capace di governare dei complicati processi.

CPU (Central Processing Unit): unità centrale di elaborazione, costituita da un minuscolo microprocessore implementato su di un unico chip di silicio. La CPU è capace di eseguire le operazioni aritmetiche e logiche booleane essenziali sui dati e di controllare il funzionamento di tutto il « sistema ».

CU (Control Unit): unità di controllo, componente della CPU. Controlla il funzionamento del « sistema » secondo le caratteristiche hardware.

Disk drive: unità periferica che consente di memorizzare su floppy disk programmi e dati con possibilità di accesso random.

EDP (Electronic Data Processing): elaborazione elettronica dei dati.

EPROM (Erasable and Programmable Read Only Memory): memoria primaria di sola lettura simile alla memoria ROM ma con possibilità di riprogrammazione con opportune tecniche a base di raggi ultravioletti.

Firmware: è il software incorporato dal costruttore nella memoria ROM dell'hardware, a disposizione dell'utilizzatore all'accensione del computer.

Floppy disk: unità di memoria di massa costituita da un disco magnetico flessibile di Mylar che inserito nel disk drive consente di memorizzare programmi e dati.

Flowchart o diagramma di flusso: metodo per verificare l'esattezza di un algoritmo, mediante la sua rappresentazione schematica.

Hard disk: disco rigido, unità periferica di memoria di massa che consente di memorizzare grandi quantità di programmi e dati su un supporto rigido, caratterizzato da elevata velocità di accesso e di alta affidabilità. La possibilità di accesso è random.

Hardware (letteralmente ferramenta): è l'insieme dei componenti fisici elettronici ed elettromeccanici (chips, schede, cavi...) di cui è costituito il computer.

IAC: istruzione assistita dal calcolatore.

Interfaccia (Interface): insieme dell'hardware e del software che consentono a due unità diverse del « sistema » di colloquiare tra loro.

Interprete (Interpretive Program): il software di base che consente di programmare il computer in un linguaggio ad alto livello (BASIC, LOGO, PASCAL, FORTH...). Esso traduce le istruzioni dei linguaggi di programmazione, vicini al linguaggio umano, in linguaggio macchina, cioè in stringhe di cifre binarie, comprensibile dal computer.

Kilobyte (o K): unità di misura della memoria del computer. Equivale a 1024 byte (2 con esponente 10).

Linguaggio macchina (Machine language): è l'unico linguaggio, scritto in codice binario, che l'hardware è in grado di riconoscere.

LSE (Language Symbolique d'Enseignement): linguaggio di programmazione, sviluppato dall'Ecole Supérieure d'Electricité, utilizzato nelle scuole francesi.

LSI (Large Scale Integration): circuito integrato a larga integrazione.

Mainframe: elaboratore centrale di grandi dimensioni.

Megabyte (o MB): unità di misura della memoria del computer. Equivale a 1 048 576 byte.

Memoria: qualsiasi dispositivo che consente di immagazzinare rappresentazioni codificate di programmi e dati.

Memoria centrale (Main memory): memoria primaria del computer che contiene i programmi e i dati da elaborare.

Memoria di massa (Backing Store) o memoria secondaria: qualsiasi dispositivo (nastri magnetici, floppy disk, bolle magnetiche...) che consente di memorizzare e di rileggere programmi e dati.

Microcomputer o Personal Computer: piccolo elaboratore digitale basato sulla tecnologia microelettronica, i cui componenti (microprocessore, memoria, circuiti logici I/O) sono assemblati su di un unico circuito stampato. Il basso costo del microcomputer sta determinando la cosiddetta « rivoluzione informatica ».

Microdrive: è una periferica formata da un particolare registratore che ha delle speciali micro-cassette a nastro continuo. È dotato di notevole velocità e l'accesso alle informazioni è sequenziale.

Microprocessore (Microprocessor): dispositivo microelettronico costituente della CPU. È la parte più importante di un microcomputer.

Modem (Modulatore-Demodulatore): dispositivo d'interfaccia elettronico che permette di trasferire le informazioni da un computer all'altro, attraverso una comune linea telefonica. I numeri 0 e 1 del sistema binario vengono convertiti in due segnali elettrici di diversa frequenza e quindi immessi nella rete telefonica (processo di modulazione). All'arrivo tali segnali vengono riconvertiti in valori binari.

Monitor: unità periferica che consente di visualizzare su uno schermo programmi e dati.

MOS (Metal Oxide Semiconductors): tecnologia che consente di implementare su di una unica piastrina di silicio circuiti integrati molto complessi come quelli LSI o quelli che costituiscono una CPU.

Periferica: dispositivo di I/O, esterno al computer, che svolge una determinata funzione. La stampante, il monitor, il disk drive, il microdrive, il plotter, il modem... sono periferiche.

PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operations): istruzione programmata mediante computer sviluppato nell'università dell'Illinois, nell'ambito dei sistemi CAI e CAL.

Plotter: unità periferica che consente di rappresentare su carta programmi, dati e grafici secondo uno standard qualitativo superiore alla stampante.

Programma: traduzione di un algoritmo in un determinato linguaggio di programmazione.

RAM (Random Access Memory): memoria primaria ad accesso casuale che contiene programmi e dati modificabili a piacimento dall'utilizzatore. Spegnendo il computer tale tipo di memoria si azzerà. La RAM risiede su alcuni circuiti integrati contenuti nel microprocessore. Si misura in *kilobyte*.

ROM (Read Only Memory): memoria primaria di sola lettura che contiene programmi e dati immutabili dall'utilizzatore. In genere su ROM sono implementati il *sistema operativo* e l'*interprete*. La ROM risiede su alcuni circuiti integrati contenuti nel microprocessore. Si misura in *kilobyte*.

Sistema: è l'insieme del computer e delle sue periferiche.

Sistema operativo: il *software di base* che consente la gestione del « sistema » e costituisce l'*interfaccia* (intermediario) con l'utilizzatore.

Software (letteralmente oggetto soffice): è l'insieme dei programmi che permettono all'*hardware* di funzionare per realizzare le funzioni per cui è stato costruito.

Software di base o utilità: l'insieme dei programmi, strettamente collegati alle caratteristiche *hardware*, che consentono la facile gestione del computer e delle periferiche.

Stampante (Printer): unità periferica che consente di visualizzare su carta programmi, dati, testi e grafici.

Tastiera: unità periferica che permette di inviare alla CPU programmi e dati mediante la digitazione dei tasti in essa contenuti. Tale trasmissione avviene secondo il codice ASCII a 7 bit, capace di tradurre un carattere alfanumerico o un simbolo grafico in una parola rappresentata in codice binario.

TICIT (Timeshared Interactive Community Controlled Information Television): istruzione programmata mediante computer, sviluppato nell'università Brigham Young nell'Utah, nell'ambito dei sistemi CAI e CAL.

[1] e [2]. Per approfondire, invece, le tematiche relative, rimandiamo alla BIBLIOGRAFIA collocata alla fine dell'insetto.

BIBLIOGRAFIA

- A. I. FORSYTE - T. A. KEENAN - E. I. ORGANIK - W. STERNBERG, *Computer Science: a Primer*, J. Wiley & Sons, Inc., New York, 1969.
- J. DONDOUX - P. MARANO - J. C. MERLIN, *Introduction a l'informatique*, A. Colin, Paris, 1971.
- A. ANDRONICO E ALTRI, *Scienza degli elaboratori*, Zanichelli, Bologna, 1973.
- B. RANDELL, *The Origins of Digital Computers - Selected papers*, Springer-Verlag, New York, 1975.
- L. KOWARSKI, *Calcolatori*, in « Enciclopedia del novecento », vol. I, Roma, 1975, pp. 575-586.
- F. FILIPPACCI, *Dispositivi logici e di memoria*, in « Scienza e tecnica », 1977, (annuario della Est), Mondadori, pp. 377-388.
- L. DADDA, *Informatica ed elettronica dei calcolatori*, in « Enciclopedia del novecento », vol. III, Roma, 1978, pp. 704-735.
- W. G. OLDHAM, *La fabbricazione dei circuiti microelettronici*, in « Le Scienze », n. 123 (nov. 1978), pp. 43-58.
- P. J. DENNING, *Organizzazione e gestione dei calcolatori*, in « Enciclopedia del novecento », vol. III, Roma, 1978, pp. 735-758.
- D. A. HODGES, *Le memorie microelettroniche*, in « Le Scienze », n. 123 (nov. 1978), pp. 66-81.
- A. ANDRONICO, *Manuale di informatica*, Zanichelli, Bologna, 1979.
- R. J. TOCCI - L. P. LASKOWSKI, *Microprocessors and Microcomputers - Hardware & Software*, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, 1979.
- R. ZAKS, *Microprocessori: dai chips ai sistemi*, Jackson, 1980.
- G. LARICIA, *Le radici dell'informatica*, Sansoni, Firenze, 1981.
- P. DELLA VIGNA - C. GHEZZI - R. MORPURGO, *Fondamenti di informatica*, Clup, Milano, 1981.
- A. CAVALCOLI - T. LEONE - C. OFFELLI, *Microelaboratori - Fondamenti*, Clup, Milano, 1981.
- H. H. GOLDSTINE, *Il computer da Pascal a von Neumann*, Etas libri, Milano, 1981.
- A. FRENKEL - L. ZANELLO, *Introduzione all'uso dei piccoli calcolatori*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1982.
- G. POTENZA, *Microelettronica e tecnologia dei microprocessori*, in « Scienza e tecnica », 1982, (annuario della Est), Mondadori, pp. 333-348.
- G. CIONI - C. GUERRA - A. MIOLA, *Programmazione dei calcolatori elettronici*, Klim, 1982.
- G. FRIEDRICH - A. SCHAFF, *Rivoluzione microelettronica*, Mondadori, Bibl. Est., 1982.
- Cos'è questo Personal*, supplemento speciale di « Espansione », n. 163 (dic. 1983).
- G. BACCOLINI - C. OFFELLI, *Microelaboratori: note di hardware*, Clup, Milano, 1983.
- H. D. TOONG - A. GUPTA, *Personal computer*, in « Le Scienze », n. 174 (febb. 1983), pp. 97-108.
- AA.VV., *Matematica e calcolatore*, in « Le Scienze (quaderni) », n. 14 (marzo 1984).
- Dizionario di telecomunicazioni e telematica*, Arnoldo Mondadori, Milano, 1984.
- D. P. BOVET - G. CIONI, *Il mondo dei personal computer*, La Nuova Italia Scientifica, Roma, 1984.
- E. PENTIRARO, *A scuola con il computer*, Laterza, Bari, 1984.
- AA.VV., *I ragazzi e il computer, una sfida per l'editoria*, a cura della Fiera del libro per ragazzi, 5-8 aprile 1984, Bologna.
- G. CORSI, *Il microcomputer nella scuola dell'obbligo: perché e come*, in « Micro & Personal Computer », n. 42 (giugno 1984), pp. 131-136.
- M. LAENG, *L'educazione nella civiltà tecnologica*, Armando, nuova ed., Roma, 1984.
- J. E. MCCROFT, *Macchine di Turing*, in « Le Scienze », n. 191 (luglio 1984), pp. 54-64.

¹ In particolare *Micro & Personal Computer* con la rubrica di Computerdidattica « A scuola col computer » (a cura di Giovanni Corsi e di Giuseppe Bleiner), voluta dal nuovo Direttore Gualtiero Rudella, e *BIT*, con l'insetto *Digidattica*, meritano il nostro apprezzamento.

² Il *Laboratorio Informativo di « Didattica delle Scienze »* offre indicazioni operative e programmi che girano sui microcomputer più diffusi e una serie di inserti sull'*Informatica nella scuola d'oggi* di cui questo sull'*hardware* è il primo esempio.

³ Per meglio capire l'utilizzo didattico del computer consigliamo il lettore di consultare le rubriche di cui alle note