Spediz. in abbonamento postale GR II/70 L. 2.200
(...)

61 CORSO PRATICO COL COMPUTER

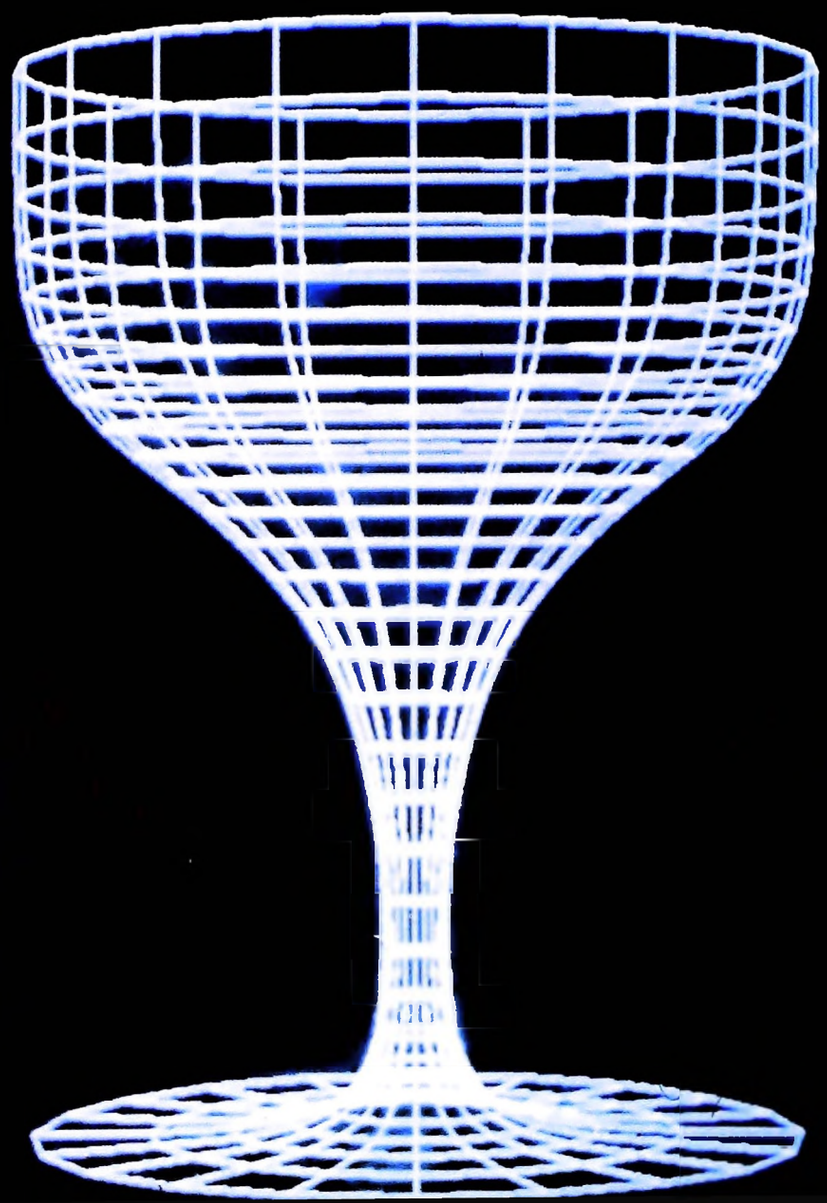
422139

è una iniziativa
FABBRI EDITORI
in collaborazione con
BANCO DI ROMA
e **OLIVETTI**

F4 F5 F6 F7

BATTERY LOW

diretto da GIANNI DEGLI ANTONI



FABBRI
EDITORI

IL BANCO DI ROMA FINANZIA IL VOSTRO ACQUISTO DI M 10 e M 20

Acquisto per contanti

È la formula di acquisto tradizionale.
Non vi sono particolari commenti da fare, se non sottolineare che troverete ampia disponibilità presso i punti di vendita Olivetti, poiché, grazie al "Corso pratico col computer", godrete di un rapporto di privilegio.

Il servizio di finanziamento bancario

Le seguenti norme descrivono dettagliatamente il servizio di finanziamento offerto dal Banco di Roma e dagli Istituti bancari a esso collegati:

Banca Centro Sud
Banco di Perugia

Le agenzie e/o sportelli di questi istituti sono presenti in 216 località italiane.

Come si accede al credito e come si entra in possesso del computer

1) Il Banco di Roma produce una modulistica che è stata distribuita a tutti i punti di vendita dei computer M 10 e M 20 caratterizzati dalla vetrofania M 10.
2) L'accesso al servizio bancario è limitato solo a coloro che si presenteranno al punto di vendita Olivetti.
3) Il punto di vendita Olivetti provvederà a istruire la pratica con la più vicina agenzia del Banco di Roma, a comunicare al cliente entro pochi gorni l'avvenuta concessione del credito e a consegnare il computer.

I valori del credito

Le convenzioni messe a punto con il Banco di Roma, valide anche per le banche collegate, prevedono:
1) Il credito non ha un limite minimo, purché tra le parti acquistate vi sia l'unità computer base.
2) Il valore massimo unitario per il credito è fissato nei seguenti termini:
   — valore massimo unitario per M 10 = L. 3.000.000
   — valore massino unitario per M 20 = L. 15.000.000
3) Il tasso passivo applicato al cliente è pari al "prime rate ABI (Associazione Bancaria Italiana) + 1,5 punti percentuali".
4) La convenzione prevede anche l'adeguamento del tasso passivo applicato al cliente a ogni variazione del "prime rate ABI"; tale adeguamento avverrà fin dal mese successivo a quello a cui è avvenuta la variazione.
5) La capitalizzazione degli interessi è annuale con rate di rimborso costanti, mensili, posticipate; il periodo del prestito è fissato in 18 mesi.
6) Al cliente è richiesto, a titolo di impegno, un deposito cauzionale pari al 10% del valore del prodotto acquistato, IVA inclusa; di tale 10% L. 50.000 saranno trattenute dal Banco di Roma a titolo di rimborso spese per l'istruttoria, il rimanente valore sarà vincolato come deposito fruttifero a un tasso annuo pari all'11%, per tutta la durata del prestito e verrà utilizzato quale rimborso delle ultime rate.
7) Nel caso in cui il cliente acquisti in un momento successivo altre parti del computer (esempio, stampante) con la formula del finanziamento bancario, tale nuovo prestito attiverà un nuovo contratto con gli stessi termini temporali e finanziari del precedente.

Le diverse forme di pagamento del finanziamento bancario

Il pagamento potrà avvenire:
- ☐ presso l'agenzia del Banco di Roma, o Istituti bancari a esso collegati, più vicina al punto di vendita Olivetti;
- ☐ presso qualsiasi altra agenzia del Banco di Roma, o Istituto a esso collegati;
- ☐ presso qualsiasi sportello di qualsiasi Istituto bancario, tramite ordine di bonifico (che potrà essere fatto una volta e avrà valore per tutte le rate);
- ☐ presso qualsiasi Ufficio Postale, tramite vaglia o conto corrente postale. Il numero di conto corrente postale sul quale effettuare il versamento verrà fornito dall'agenzia del Banco di Roma, o da Istituti a esso collegati.

BANCO DI ROMA
CONOSCIAMOCI MEGLIO.

Direttore dell'opera
GIANNI DEGLI ANTONI

Comitato Scientifico
GIANNI DEGLI ANTONI
Docente di Teoria dell'Informazione, Direttore dell'Istituto di Cibernetica dell'Università degli Studi di Milano

UMBERTO ECO
Ordinario di Semiotica presso l'Università di Bologna

MARIO ITALIANI
Ordinario di Teoria e Applicazione delle Macchine Calcolatrici presso l'Istituto di Cibernetica dell'Università degli Studi di Milano

MARCO MAIOCCHI
Professore incaricato di Teoria e Applicazione delle Macchine Calcolatrici presso l'Istituto di Cibernetica dell'Università degli Studi di Milano

DANIELE MARINI
Ricercatore universitario presso l'Istituto di Cibernetica dell'Università degli Studi di Milano

Curatori di rubriche
MARCO ANELLI, DIEGO BIASI, ANDREA GRANELLI, ALDO GRASSO, MARCO MAIOCCHI, DANIELE MARINI, GIANCARLO MAURI, CLAUDIO PARMELLI

Testi
MAURIZIO OLIVA, MARCO VILLA, GIANLUIGI ROCCA, GIANCARLO MAURI, MARCO ANELLI, DIEGO BIASI, Etnoteam (Adriana Bicego)

Tavole
Logical Studio Communication
Il Corso di Programmazione e BASIC è stato realizzato da Etnoteam S.p.A., Milano
Computergrafica è stato realizzato da Eidos, S.c.r.l., Milano
Usare il Computer è stato realizzato in collaborazione con PARSEC S.N.C. - Milano

Direttore Editoriale
ORSOLA FENGHI

Redazione
CARLA VERGANI
LOGICAL STUDIO COMMUNICATION

Art Director
CESARE BARONI

Impaginazione
BRUNO DE CHECCHI
PAOLA ROZZA

Programmazione Editoriale
ROSANNA ZERBARINI
GIOVANNA BREGGÈ

Segretarie di Redazione
RENATA FRIGOLI
LUCIA MONTANARI

La foto di coperta è una PRODUZIONE EIDOS

Corso Pratico col Computer - Copyright © sul fascicolo 1985 Gruppo Editoriale Fabbri, Bompiani, Sonzogno, Etas S.p.A., Milano - Copyright © sull'opera 1984 Gruppo Editoriale Fabbri, Bompiani, Sonzogno, Etas S.p.A., Milano - Prima Edizione 1984 - Direttore responsabile GIOVANNI GIOVANNINI - Registrazione presso il Tribunale di Milano n. 135 del 10 marzo 1984 - Iscrizione al Registro Nazionale della Stampa n. 00262, vol. 3, Foglio 489 del 20.9.1982 - Stampato presso lo Stabilimento Grafico del Gruppo Editoriale Fabbri S.p.A., Milano - Diffusione - Distribuzione per l'Italia Gruppo Editoriale Fabbri S.p.A., via Mecenate, 91 - Milano - tel. 02/50951 - Pubblicazione periodica settimanale - Anno II - n. 61 - esce il giovedì - Spedizione in abb. postale - Gruppo II/70. L'Editore si riserva la facoltà di modificare il prezzo nel corso della pubblicazione, se costretto da mutate condizioni di mercato.

LE RETI LOCALI (II)

Modi e mezzi di trasmissione.

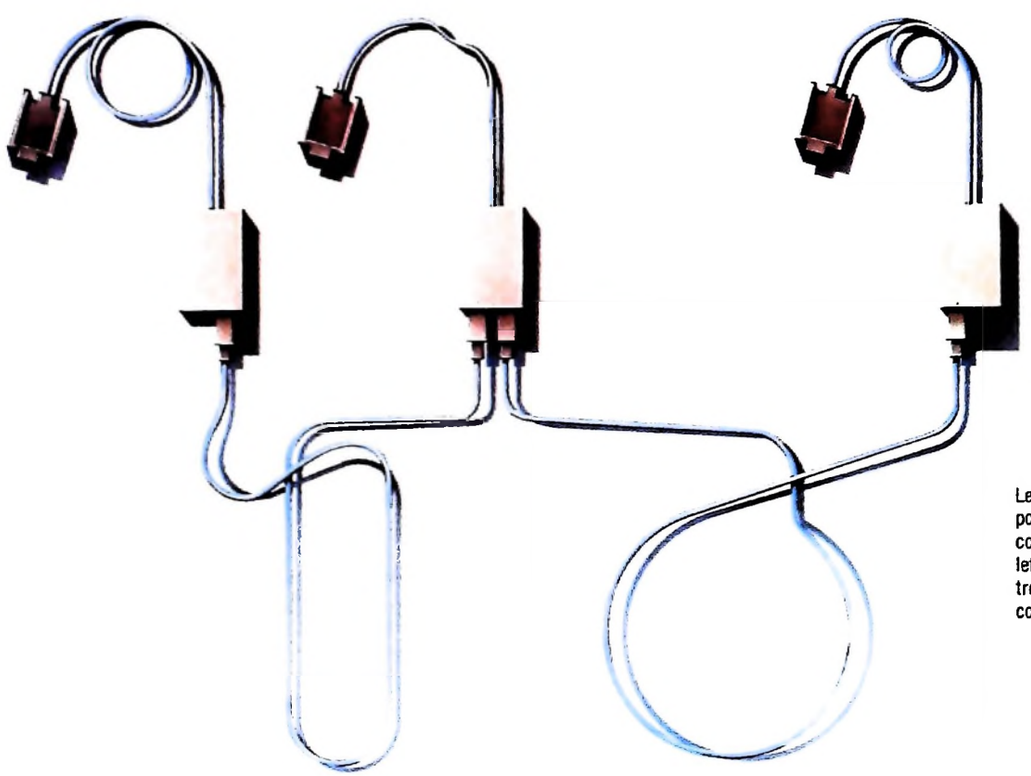
Dopo aver esaminato, in un precedente articolo, gli aspetti relativi alla topologia e ai metodi di accesso a una rete locale analizziamo ora i possibili modi e le caratteristiche fisiche dei canali di trasmissione su cui avviene la comunicazione dei dati tra un calcolatore e un altro. Uno dei termini che verrà spesso utilizzato è *ampiezza di banda*, termine che si usa per descrivere la capacità di trasmissione di un certo mezzo; definisce cioè la maggiore o minore possibilità di sopportare un elevato traffico e scambio di messaggi di un certo canale. L'ampiezza di banda descrive anche la differenza di ampiezza fra la frequenza più alta e quella più bassa trasmissibili sul canale in oggetto.

I percorsi di trasmissione

Quando dei segnali vengono inviati su di una rete, o su di un qualsiasi canale, deve essere definito quale percorso essi devono seguire per raggiungere il destinatario del messaggio inviato, e le due tecniche usualmente utilizzate sono quelle a *commutazione di circuito* o a *commutazione di pacchetto*.
La commutazione di circuito è il metodo comunemente utilizzato nelle trasmissioni telefoniche: con questo metodo un collegamento deve essere stabilito, prima che la chiamata avvenga effettivamente, fra il chiamante e il ricevente e viene utilizzato in modo esclusivo, e continuo, per tutta la durata della comunicazione.
La commutazione di pacchetto, diversamente dalla precedente, non richiede né la creazione di un circuito permanente per la durata della comunicazione, né che questo sia in uso esclusivo, ma prevede che il messaggio sia suddiviso in sottounità, i pacchetti, di lunghezza variabile, a cui viene associato l'indirizzo del destinatario. I pacchetti, durante il loro cammino sul canale di comunicazione, passano per diversi nodi o stazioni che provvedono a instradarli verso la giusta direzione in dipendenza dell'indirizzo associato con il pacchetto stesso.
Proprio il fatto che un nodo rimane impegnato per il tempo fisico di trasmissione di un solo pacchetto e non per l'intera lunghezza di una comunicazione fa sì che questo secondo tipo di definizione del percorso di trasmissione sia il più sfruttato nel caso i messaggi da trasmettere siano molti e molto corti di dimensione, come è il caso delle trasmissioni fra computer.

I mezzi di trasmissione

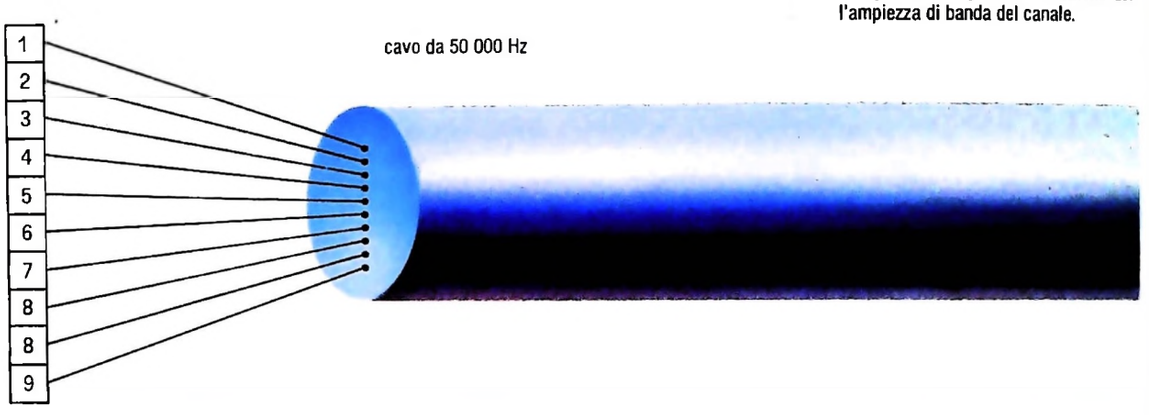
Il mezzo più usato per trasmissioni di comunicazioni telefoniche e di dati è tradizionalmente il *doppino* (figura in basso).



Le reti locali usano diversi tipi di supporti per la trasmissione dei dati. I più comuni sono forse ancora i doppini telefonici, composti da due fili in rame intrecciati con un'ampiezza di banda compresa fra 1 e 2 MHz.

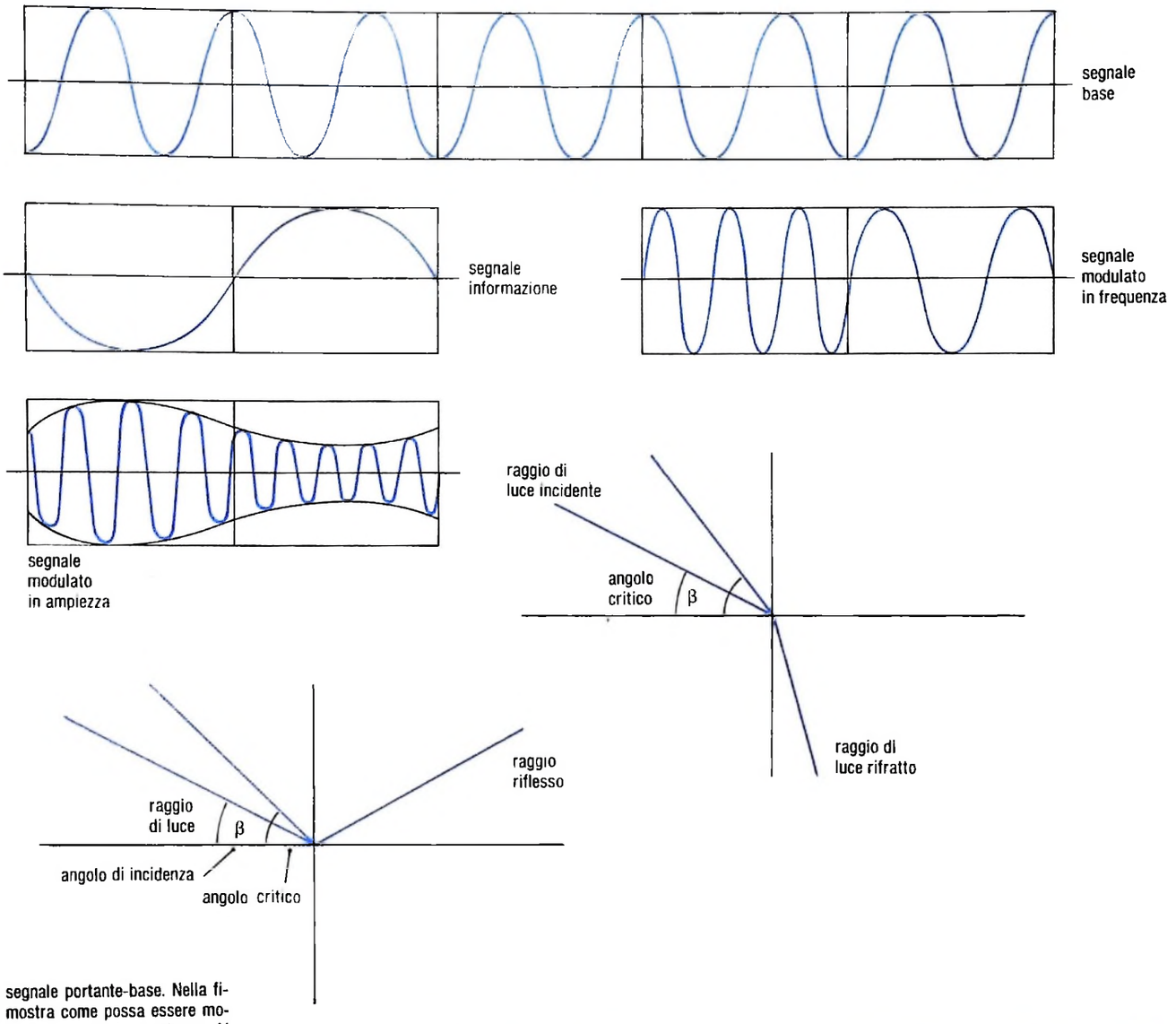
Schema costruttivo di un cavo coassiale. L'ampiezza di banda dei cavi coassiali è di circa 3000 MHz.

La trasmissione in larga-banda, che utilizza il cavo coassiale, consente di avere sullo stesso cavo parecchi canali di trasmissione o sottocanali, a ciascuno dei quali è assegnata una frazione dell'ampiezza di banda del canale.

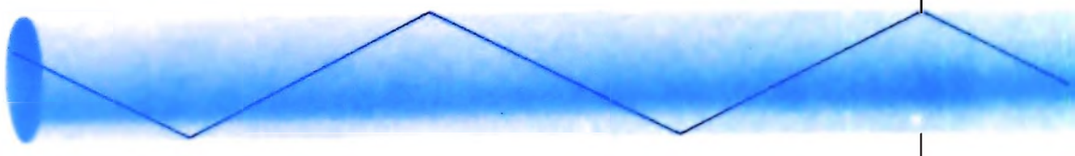


I due fili che lo compongono, intrecciati per diminuire le interferenze fra i due, sono di solito in rame e hanno un'ampiezza di banda da 1 a 2 MHz (MegaHertz).
Essi, unitamente alla commutazione di circuito, sono stati e sono le basi su cui si è sviluppata e su cui appoggia l'intera rete di comunicazione telefonica mondiale e furono proprio sviluppati congiuntamente per ottenere un'ottima trasmissione dei segnali vocali, che hanno un'ampiezza di banda di circa 3100 Hz.
Le reti locali usano una molteplicità di supporti per la trasmissione dei dati: i più comuni, oltre ai tradizionali doppini telefonici, sono i cavi coassiali (figura in alto). Questi, di diametro a partire da circa 1/2 fino a 1 e 1/2 centimetri, consistono di un conduttore centrale circondato da materiale isolante ed eventualmente da una maglia di protezione dalle interferenze, di solito in rame, o da un manicotto di alluminio con le medesime funzioni. I cavi coassiali hanno un'ampiezza di banda di circa 300 MHz che viene utilizzata diversamente a seconda del metodo di trasmissione che si usa. La trasmissione su cavo coassiale utilizza una delle due seguenti tecnologie: in *larga-banda*, dove canali multipli sono suddivisi in frequenza su una banda di trasmissione molto ampia, o in *banda-base* dove un segnale portante trasporta il traffico presente sul canale.

Le trasmissioni televisive hanno usato il primo metodo per anni con le televisioni via cavo e la stessa tecnologia può essere vantaggiosamente utilizzata, con l'aggiunta di modem, nelle reti di computer.
La trasmissione a larga-banda permette di definire più canali di trasmissione coesistenti sullo stesso cavo. Questo avviene facendo in modo che una certa frazione dell'ampiezza di banda del canale di trasmissione sia assegnata a un certo sottocanale e che tutti i nodi di una certa rete utilizzino esclusivamente le frequenze di quel sottocanale modulando su di essa le loro trasmissioni (la situazione è esemplificata nella seconda figura di questa pagina).
La trasmissione in banda-base diversamente utilizza tutta la capacità del mezzo di trasmissione per un unico canale su cui vengono trasmessi tutti i messaggi. Sul canale è sempre presente una frequenza (la frequenza di base) che viene modificata sovrapponendovi o modulandovi le informazioni in modo da rappresentare il messaggio da inviare.
Esistono più possibilità a questo punto: la *modulazione di frequenza*, la *modulazione di ampiezza* e la *modulazione di fase*, in cui si variano la frequenza, l'ampiezza o la fase del segnale portante come è mostrato nella figura in alto della pagina seguente.
Un mezzo di trasmissione molto particolare e moderno sono

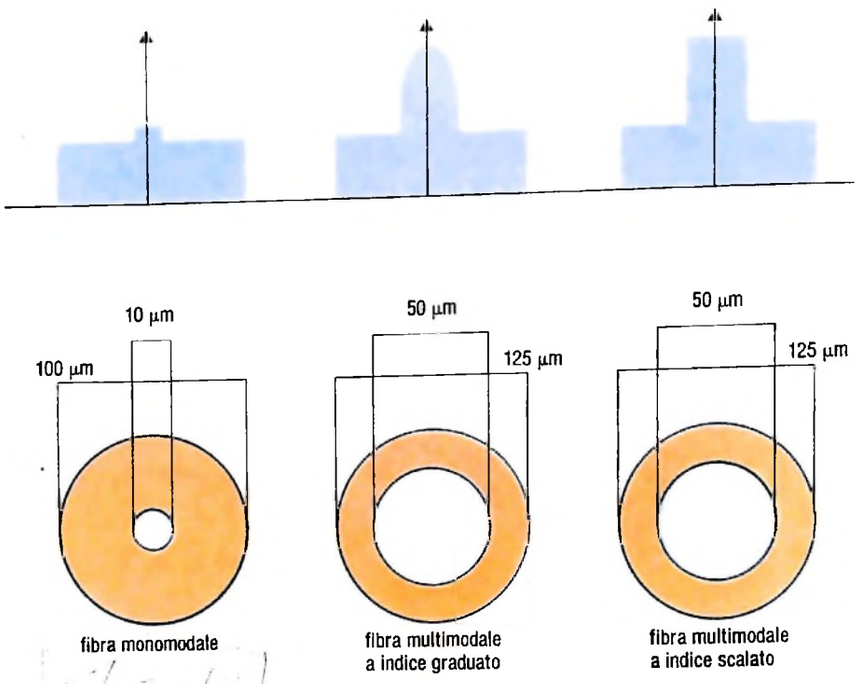


In alto: segnale portante-base. Nella figura si mostra come possa essere modulato in frequenza e in ampiezza. Al centro: rifrazione e riflessione. Le fibre ottiche sfruttano, per la propagazione del segnale, il principio della riflessione della luce. In basso: la riflessione all'interno di una fibra e la geometria del fenomeno.



le fibre ottiche, costituite essenzialmente da un cilindro interno, di solito in vetro, con una ricopertura esterna. L'elevato costo di produzione di queste fibre ne ha finora limitato l'applicazione a campi in cui i loro vantaggi sono particolarmente rilevanti e giustificano dunque una spesa alta. Esse hanno delle caratteristiche interessanti fra le quali: altissima velocità di trasmissione (che raggiunge valori compresi fra i 150 e i 2500 MegaBit al secondo); insensibilità a interferenze elettromagnetiche, con la possibilità di essere usate con sicurezza in luoghi molto disturbati; possibilità di realizzare canali di grandissima portata; una larghezza di banda di alcuni GHz (Miliardi di Hertz). Le fibre ottiche consentono quindi il trasferimento simultaneo di informazioni dei tipi più disparati quali testi, dati, voce, immagini che è impossibile con altri tipi di supporto.

Nelle fibre ottiche la trasmissione dei segnali avviene attraverso la trasmissione di impulsi luminosi che viaggiano da un capo all'altro della fibra anche se questa ha una configura-



In alto: variazione dell'indice di rifrazione in funzione della distanza dal centro. Sotto: vari tipi di fibre ottiche. Nelle fibre multimodali l'indice di rifrazione varia in modo brusco oppure continuo. Le fibre di tipo monomodale mantengono la coerenza del segnale per percorsi che arrivano fino a centinaia di chilometri.

zione contorta; anche se, per esempio, è annodata. Ciò diverge dalla nostra naturale convinzione che la luce viaggi esclusivamente in linea retta ed è reso possibile dall'accurato sfruttamento del fenomeno di rifrazione interna totale.
La rifrazione avviene in quanto la luce si muove più velocemente attraverso alcuni materiali che rispetto ad altri. Nella figura centrale della pagina precedente è mostrato un raggio di luce che incide su una superficie e che varia la sua direzione quando incontra un materiale in cui si muove con una velocità diversa.
Se l'angolo di incidenza, β, è minore di un certo angolo critico, quello tratteggiato, allora la luce non viene trasmessa ma riflessa e continua il suo viaggio.
Questo è il principio usato nelle fibre ottiche: fare rimbalzare la luce sulle pareti della fibra in modo che questa continui la sua propagazione, come è mostrato nella figura in basso della pagina precedente.
Esistono attualmente diverse tecnologie per la costruzione e per la conduzione della luce all'interno delle fibre ottiche. Le più note sono quelle monomodali e multimodali, dove modo sta a indicare un gruppo di raggi di luce che viaggia all'interno della fibra con un determinato angolo di incidenza. Le fibre multimodali, che hanno una dimensione del cilindro interno di 50 millesimi di millimetro, si differenziano fra loro rispetto alla variazione dell'indice di rifrazione lungo il diametro della fibra: esistono fibre dette StepIndex e fibre GradedIndex a seconda che l'indice di rifrazione vari in modo brusco o continuo (figura di questa pagina, in alto).
Le fibre ottiche multimodali mantengono inalterato il segnale che viaggia al loro interno per distanze molto lunghe. Mentre infatti nelle reti con cavi coassiali o a doppino il segnale può percorrere 1 o 2 km prima di dover essere rigenerato, nelle fibre ottiche multimodali esso può percorrere fino a 50 km senza necessità di amplificatori o ripetitori.
Un notevole interesse è suscitato dalla tecnologia monomodale (figura sopra) che impiega un nucleo centrale di dimensioni dell'ordine di 10 millesimi di millimetro e permette di utilizzare velocità di trasmissione ancora superiori e di mantenere inalterato il segnale (mantenerne la *coerenza*) per tratti ancora più lunghi, fino ad alcune centinaia di chilometri.
Di fronte a tutte queste ottime caratteristiche le fibre ottiche hanno, come è ovvio, degli svantaggi fra cui quello più evidente è la difficoltà di installazione e la loro fragilità. Le tecnologie di trattamento di canali di comunicazione infatti sono radicalmente diverse da quelle comunemente utilizzate e anche le loro connessioni sono sicuramente non-standard. Altra importante difficoltà è che la tecnologia richiesta per la produzione dell'informazione da spedire sul canale, la luce, è complessa e richiede apparati di notevole sofisticazione che riducono fortemente la inerente semplicità delle caratteristiche fisiche delle fibre ottiche; per questo motivo ultimamente si utilizzano infatti sempre di più i laser.

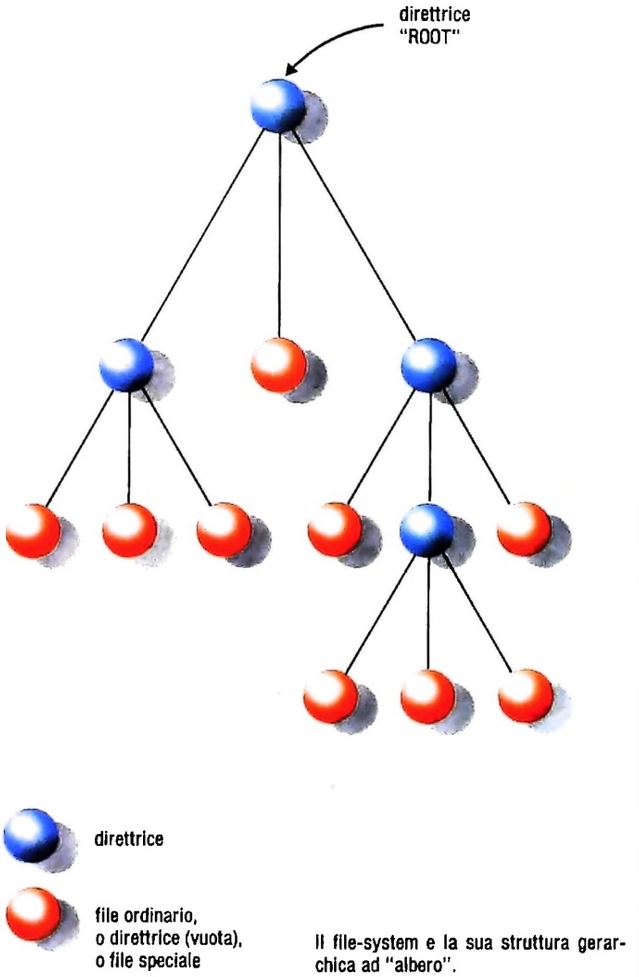
UNIX (II)

Proseguiamo l'esame del sistema operativo UNIX, del quale abbiamo già delineato le generalità.

Per approfondire la conoscenza di UNIX occorre esaminare innanzitutto il file-system, per comprendere come è costituito e quali sono i comandi basilari che ne consentono il trattamento. Degli stessi comandi deve poi essere noto il sistema di redirezione dell'input/output, che consente la loro combinazione ottenendo così delle funzioni più complesse.

Il file-system e i primi comandi

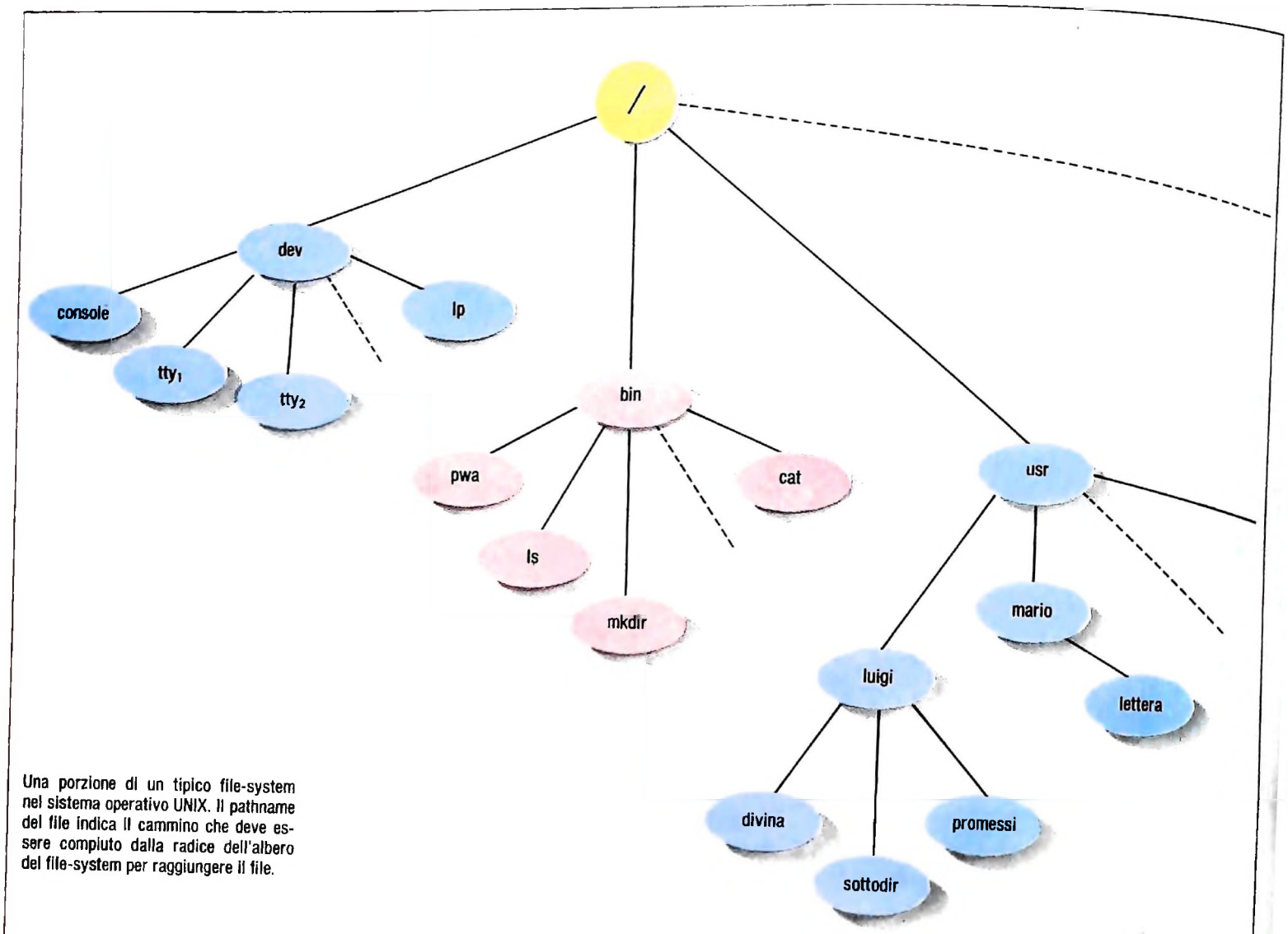
La struttura che raccoglie tutti i file, sia quelli degli utenti sia quelli propri del sistema, è il file-system. I file sono organizzati gerarchicamente in un "albero". È possibile distinguere i "file ordinari" dalle "direttrici" (in inglese "directory"). Queste ultime non sono altro che i cataloghi dei file ordinari o, a loro volta, direttrici, ad esse "appesi". Graficamente, risultano evidenti le dipendenze tra direttrici e file ordinari (si veda la figura a destra). Ma che cos'è un file Unix? Semplicemente una sequenza di byte, o caratteri. Classificando i tipi di file si possono distinguere:
— file ordinari
— direttrici
— file speciali
I file ordinari possono avere un contenuto qualunque: per esempio, il testo di un programma sorgente, il codice eseguibile di un programma in formato oggetto, una lettera ecc.
Le direttrici sono file che contengono, essenzialmente, liste di nomi di file; il loro contenuto può essere modificato solo con comandi di sistema (rimozione, creazione nuovi file ecc.). I file speciali non sono altro che i dispositivi di ingresso e di uscita, per esempio il terminale video, la stampante, e così via. Quando un utente legge (o scrive) su un file speciale, di fatto eseguirà delle operazioni di input (o di output) sul dispositivo associato. I file speciali sono, tuttavia, trattati come quelli normali; da ciò se ne ricava una omogeneità e uniformità di riferimento dei dispositivi di I/O.
La direttrice origine del file-sistem è detta *root* (o radice), ed è indicata con "/". Da questa dipendono tutte le sottodirettrici e file di livello inferiore.
Ogni file è identificato univocamente con un nome, detto *pathname*, che indica il cammino ("path") che deve essere compiuto dalla radice dell'albero del file-system per raggiungere il file (si veda la figura della pagina seguente). Per esempio, il pathname /dev/lp identifica la stampante di sistema;



Il file-system e la sua struttura gerarchica ad "albero".

oppure /usr/mario/lettera identifica il file lettera contenuto nella direttrice mario che, a sua volta, appartiene alla direttrice usr, che raccoglie i file di tutti gli utenti (si noti il separatore '/' tra i nomi dei file e delle direttrici).
Quando un utente si collega al sistema, è posizionato in una direttrice del file-system assegnatagli dall'amministratore del sistema. Utilizzando il comando pwd (print working directory) in ogni istante è possibile sapere su quale direttrice ci si trova ("direttrice corrente", o "direttrice di lavoro", o "working directory"). Infatti, per esempio:

```
$ pwd
/usr/mario
$
```



Una porzione di un tipico file-system nel sistema operativo UNIX. Il pathname del file indica il cammino che deve essere compiuto dalla radice dell'albero del file-system per raggiungere il file.

indica che la nostra direttrice "di lavoro" è /usr/mario. Questa, è importante perché, fortunatamente, i file possono essere identificati anche senza specificare il loro pathname completo, cosa che comporterebbe nomi di complessità notevole. Oltre, infatti, ai pathname "assoluti" (quelli cioè che hanno origine dalla radice dell'intero file-system) si può far uso dei pathname "relativi" che permettono di indicare il cammino che consente di raggiungere il file dalla direttrice corrente. Per esempio, il file il cui pathname assoluto è /usr/mario/lettera può essere indicato semplicemente con il nome lettera quando la direttrice corrente sia /usr/mario. Ma non è tutto. Esistono due nomi simbolici di direttrici che permettono di riferire file presenti in rami paralleli a quello in cui ci troviamo. Così ".." indica la direttrice padre di quella corrente, e "." indica la direttrice stessa. Questi indicatori si utilizzano per formare pathname relativi.
La direttrice di lavoro può essere cambiata a piacimento. Il comando che realizza questa operazione è cd (change directory); esempio:

```
$ cd/usr/luigi
$ pwd
/usr/luigi
$
```

cambia la direttrice corrente a /usr/luigi (analogo risultato darebbe cd ../luigi.
Un comando importante è mkdir (make directory), che consente di creare una nuova direttrice. Ciò dà luogo alla estensione del file-system. Un esempio è:

```
$ mkdir sottodir
$ cd sottodir
$ pwd
/usr/luigi/sottodir
$
```

Importante è poter conoscere il contenuto di una direttrice. Il comando che fornisce tali informazioni è ls (list).
Per esempio:

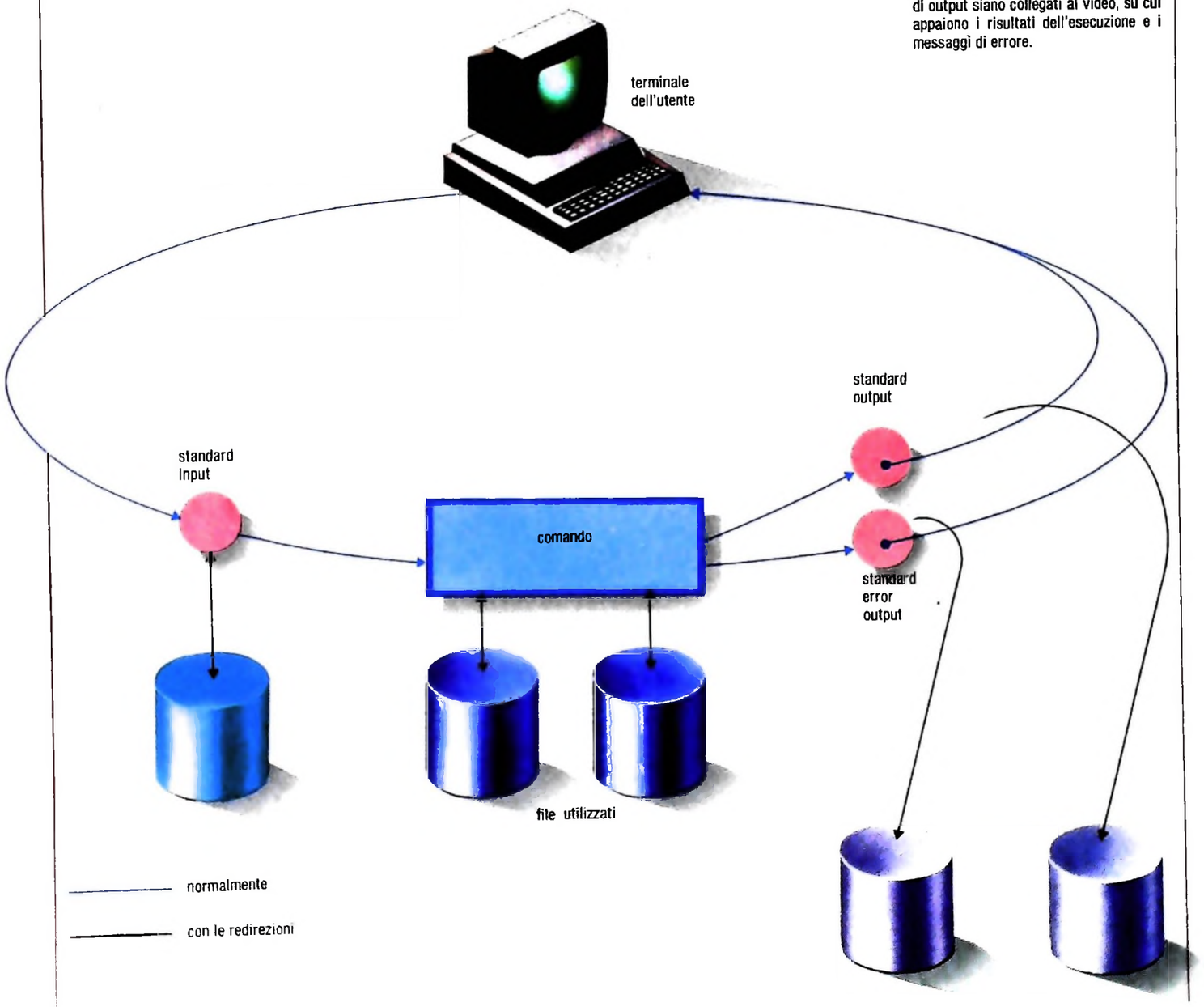
```
$ cd/usr/luigi
$ ls
divina promessi sottodir
$
```

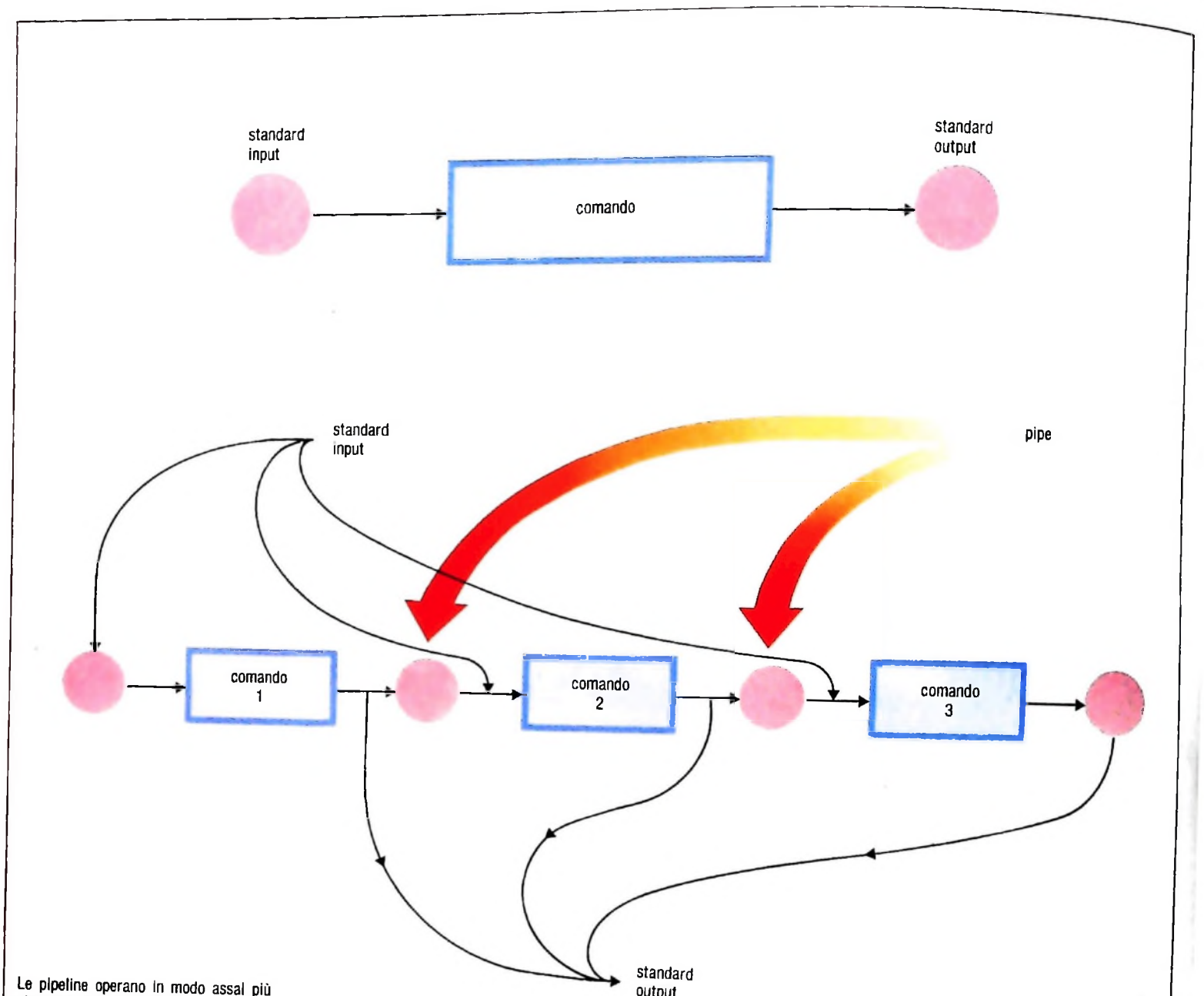
ciò indica che i file presenti nella direttrice corrente (la direttrice /usr/luigi) sono divina, promessi e sottodir.
Se vogliamo, ora, verificare il contenuto del file divina possiamo per esempio utilizzare il comando cat (concatenate) che permette di concatenare tra loro il contenuto di più file. Se il file è unico, ne viene semplicemente prodotto in uscita il contenuto:

```
$ cat divina
```

Nel mezzo del cammin di nostra vita,
mi ritrovai per una selva oscura,
che' la diritta via era smarrita...
$
Desiderando creare una copia fisica del file divina dobbiamo utilizzare il comando di copia cp (copy); per esempio:
$ cp divina copiato
$ ls
copiato divina promessi sottodir
$ cat divina promessi
Nel mezzo del cammin di nostra vita,
mi ritrovai per una selva oscura,
che' la diritta via era smarrita...
Quel ramo del Lago di Como, che volge a mezzogiorno...
$ Con il comando ls si è potuto verificare l'avvenuta creazione del file di nome copiato, contenente una copia del file di nome divina, e con il successivo cat si è prodotto in uscita il concatenamento di divina e di promessi.
Una problematica di notevole importanza è legata alla protezione dei file. È chiaro che il sistema, prevedendo la multiutenza, deve mettere a disposizione degli utenti un meccanismo di copertura dei dati contenuti nei loro file. Unix suddivide gli utenti in tre classi: l'*utente singolo*, il *gruppo di utenti* a cui appartiene il singolo, gli *altri utenti*. Così, a ogni file sono associati alcuni attributi che lo caratterizzano; tra questi:

In figura è schematizzato il principio delle redirezioni. Si noti come i due file di output siano collegati al video, su cui appaiono i risultati dell'esecuzione e i messaggi di errore.





Le pipeline operano in modo assai più sintetico delle redirezioni.

l'utente proprietario, il suo gruppo di appartenenza, e nove indicatori di protezione, del tipo: rwx rwx rwx
che attestano
(r), scrivere (w) ed eseguire (x) la possibilità di leggere il file, rispettivamente, da parte del proprietario (prima terna rwx), da parte del gruppo al quale il proprietario appartiene (seconda terna), e da parte di tutti gli altri utenti (terza terna).
È possibile conoscere questi attributi utilizzando ancora il comando ls, congiuntamente a una delle sue numerose opzioni: *-l*. Si ottiene un output della forma:

```
$ ls -l
total 4
-rw-r--r--  1 luigi utenza  108 May 30 14:36 copiato
-rw-r--r--  1 luigi utenza  108 May 30 12:02 divina
-rw-r--r--  1 luigi utenza  106 May 27 18:07 promessi
drwxr-xr-x 2 luigi utenza   46 May 29 15:46 sottodir
$
```

Si noti la prima colonna a sinistra, riportante le protezioni - di cui sopra (il carattere - indica che la protezione relativa è disabilitata, d indica che il file è una direttrice).
Così, per esempio, si vede che i file "copiato", "divina" e "promessi" sono file ordinari (ciò è indicato dal trattino in prima posizione), ed hanno tutti e tre le stesse protezioni: rw-r--r--, cioè sono leggibili e scrivibili dal proprietario, e solo leggibili dal gruppo e dagli altri.

Le redirezioni e le pipeline

A ogni comando (cioè a ogni programma) sono associati tre file "standard":
— standard input
— standard output
— standard error output

Lezione 60

Ancora sull'istruzione PRINT USING

Nell'ultima lezione abbiamo evidenziato ulteriori problemi che possono occorrere quando si debba stampare in una forma ordinata un insieme di dati con differenti caratteristiche. In particolare, un programma per la stampa di alcune informazioni sui pianeti del sistema solare richiedeva la risoluzione dei seguenti problemi:

- stampa di valori interi con allineamento a destra;
- stampa di valori con parte decimale allineati al punto decimale;
- stampa di valori in forma esponenziale.

LPRINT USING (e ciò vale anche per PRINT) permette di risolverli. Infatti:

- abbiamo già visto il comando di formato "£££", per la stampa di valori interi allineati a destra;
- abbiamo a disposizione il comando di formato del tipo "£££ .£££" che specifica la posizione del punto decimale rispetto alla stampa, con l'indicazione di quante posizioni di stampa deve occupare la parte intera e quante la parte decimale; la stampa verrà allineata sulla posizione del punto, e i decimali verranno sempre stampati tutti, anche se non significativi, cioè uguali a zero;
- abbiamo a disposizione il formato "^^^^" che, fatto seguire a un formato "£££.£££", specifica che si richiede la stampa del numero in notazione esponenziale: in tale modo vengono specificate le posizioni occupate dalle cifre prima e dopo il punto decimale, e il numero di posizioni occupate dalla parte che descrive la potenza del 10, caratterizzato dal numero di caratteri "^" presenti.

Come al solito, non sarà sufficiente sostituire ogni istruzione LPRINT con una LPRINT USING con una specifica di formato, in quanto i valori da stampare richiedono formati differenti; dovremo quindi "scollegare" la stampa di ogni valore usando più LPRINT USING. Diamo un'occhiata al programma completo di stampa dei pianeti, così come risulta mettendo insieme i vari pezzi indicati nella lezione precedente, in modo da meglio individuare le modifiche necessarie:

```
 10 REM Stampa tabella
 20 READ A$,B,C,D,E
 22 REM Intestazione
 24 LPRINT "PIANETA   DIAMETRO  MASSA RISP.
 DISTANZA  N.SATELLITI"
 26 LPRINT TAB(12);"IN KM";TAB(23);"TERRA";TAB(
 34);"DA SOLE"
 28 LPRINT
 30 REM While ci sono dati
 40 IF A$="FINE" THEN 200
 64 LPRINT A$;TAB(11);B;TAB(21);C;TAB(34);D;TAB
(44);E
190 READ A$,B,C,D,E
195 GOTO 30
200 REM Repeat
210 END
300 REM Dati relativi ai pianeti
310 REM Nome, diametro, massa rispetto alla terra,
```

```
315 REM distanza dal sole, numero satelliti
320 DATA MERCURIO,4847,.056,58000000,0
330 DATA VENERE,12249,.817,108000000,0
340 DATA TERRA,12742,1,149675000,1
350 DATA MARTE,6748,.108,228000000,2
360 DATA GIOVE,142880,318,778000000,13
370 DATA SATURNO,120960,95,1428000000,9
380 DATA URANO,47170,14.6,2870000000,5
390 DATA NETTUNO,44990,17.26,449400000,2
400 DATA PLUTONE,5800,.1,5900000000,0
410 DATA FINE,0,0,0,0
```

Cambiamo l'istruzione 64 con un altro insieme di istruzioni che:

- stampi il diametro del pianeta su 6 posizioni (visto che il più grande valore è appunto di 6 cifre);
- stampi la massa misurata rispetto alla Terra in forma decimale con 3 posizioni prima della virgola (in modo da coprire il caso di Giove, che le richiede) e 3 dopo (in modo da coprire il caso di Mercurio, per esempio, che lo richiede);
- stampi la distanza dal Sole in forma esponenziale, con 4 posizioni di stampa per l'esponente (ci sarà così uno spazio per la "E", uno per il segno dell'esponente, e una coppia di cifre per l'esponente, che dovrebbe essere necessaria per i pianeti più lontani);
- stampi il numero di satelliti su 5 posizioni di stampa: ciò è certamente eccessivo, ma contribuirà a "spostare" in là nella riga tale valore, che già dalle esecuzioni fatte risultava troppo vicino al precedente.

Inseriamo quindi le seguenti istruzioni nel nostro programma:

```
62 REM Stampa
64 LPRINT A$;
66 LPRINT TAB(11);
68 LPRINT USING "£££££";B;
70 LPRINT TAB(21);
72 LPRINT USING "£££.£££";C;
74 LPRINT TAB(34);
76 LPRINT USING "£.£££^^^^";D;
78 LPRINT TAB(45);
80 LPRINT USING "£££££";E
```

Ora eseguiamo il nostro programma, che ci fornisce la seguente stampa:

PIANETA	DIAMETRO IN KM	MASSA RISP TERRA	DISTANZA DA SOLE	N.SATELLITI
MERCURIO	4847	0.056	0.580E+08	0
VENERE	12249	0.817	0.108E+09	0
TERRA	12742	1.000	0.150E+09	1
MARTE	6748	0.108	0.228E+09	2
GIOVE	142880	318.000	0.778E+09	13
SATURNO	120960	95.000	0.143E+10	9
URANO	47170	14.600	0.287E+10	5
NETTUNO	44990	17.260	0.449E+09	2
PLUTONE	5800	0.100	0.590E+10	0

Osserviamo ora che la stampa è ben ordinata e molto leggibile, e rispetta completamente tutti i nostri desideri.
Guardate ora come balza all'occhio un errore nei dati d'ingresso, che prima ci era sfuggito completamente a causa della difficoltà di lettura: nelle distanze dal Sole, ordine secondo cui i pianeti sono stati disposti, gli esponenti crescono sempre, tranne nel penultimo caso, relativo a Nettuno, che decresce.
Controllando i valori forniti nelle istruzioni DATA ci accorgiamo che, in effetti, nel dare tale valore è stato dimenticato uno zero!
Non ci occuperemo qui della correzione di tale dato, e proseguiremo nello studio di altre modalità di formato dei dati.
Ancora, proseguiremo attraverso esempi.
Supponiamo di voler realizzare un programma che stampi un calendario. Potremo fornire a questo programma le informazioni:

- quale anno
- con quale giorno della settimana inizia l'anno

e aspettarci che questo stampi, in bell'ordine, per ogni mese, tutte le date e i relativi giorni della settimana.
Per non allontanarci troppo dallo scopo di questa lezione, ci occuperemo di un problema molto più limitato, cioè quello di un programma che fa esattamente la stessa cosa, ma solo su un mese, e che, per ulteriore semplificazione, assume che l'anno non sia bisestile, cosicché il mese di febbraio ha sempre 28 giorni.
Il programma potrebbe essere il seguente:

```
5 DIM A$(7)
10 FOR I=1 TO 7
20 READ A$(I)
30 NEXT I
35 INPUT "Quale mese (1=gen,12=dic)";M
40 INPUT "Qual e' il giorno della settimana del
primo del mese (1=lun,7=dom)";N
50 G=31
60 IF M=4 OR M=6 OR M=9 OR M=11 THEN G=30
70 IF M=2 THEN G=28
90 LPRINT "Calendario del mese"
100 LPRINT
110 FOR I=1 TO G
120 IF N>7 THEN N=1
130 LPRINT USING "!";A$(N);
140 LPRINT USING "£££";I
145 LET N=N+1
150 NEXT I
1000 DATA LUNEDI',MARTEDI',MERCOLEDI',GIOVEDI',
VENERDI',SABATO,DOMENICA
```

Il programma legge in un array i nomi dei giorni della settimana (righe 10-30), quindi chiede di fornire il numero del mese voluto e il giorno della settimana del primo di quel mese (righe 35-40), quindi calcola il numero di giorni del mese (righe 50-70), e infine esegue un ciclo FOR per tutti i giorni del mese, visualizzando ogni volta il giorno della settimana seguito dal numero del giorno del mese.

Poiché il giorno della settimana iniziale è stato posto in N, a ogni esecuzione del ciclo FOR tale variabile viene incrementata di 1 e, se per i continui incrementi ha superato il valore 7 relativo al giorno "DOMENICA", viene riposizionato a 1 dall'istruzione 120.
Il formato usato nell'istruzione 130 è nuovo: esso significa che, della stringa, vogliamo che venga stampato solo il carattere iniziale.
Così, eseguendo il programma, sul nostro display possiamo gestire il dialogo per l'inserimento dei dati:

```
run
Quale mese (1=gen,12=dic)? 1
Qual e' il giorno della settimana del
primo del mese (1=lun,7=dom)? 4
```

L'esecuzione ci fornisce il seguente risultato, come ci aspettavamo.

```
          Calendario del mese

G  1                    V 16
V  2                    S 17
S  3                    D 18
D  4                    L 19
L  5                    M 20
M  6                    M 21
M  7                    G 22
G  8                    V 23
V  9                    S 24
S 10                    D 25
D 11                    L 26
L 12                    M 27
M 13                    M 28
M 14                    G 29
G 15                    V 30
                        S 31
```

Vedremo nelle prossime lezioni altri formati di stampa.

Che cosa abbiamo imparato

In questa lezione abbiamo visto:

- il comando di formato "£££ .£££", per la stampa di valori allineati sul punto decimale;
- il comando di formato "£££ .££££^^^^" per la stampa di valori in forma esponenziale;
- il comando di formato "!", per la stampa del solo carattere iniziale delle stringhe.

Il primo è il file dal quale, normalmente, il comando acquisisce i dati di input; il secondo è il file sul quale, normalmente, il comando produce i risultati della elaborazione; l'ultimo è il file (di output) del comando nel quale vengono solitamente poste le segnalazioni di errore o di malfunzionamenti. Lo standard input è normalmente collegato alla tastiera del terminale (alla quale l'utente batte i dati per il comando); i due file di output sono solitamente collegati al video, sul quale appaiono i risultati della esecuzione e i messaggi di errore. Queste associazioni usuali possono essere modificate all'atto dell'esecuzione del comando stesso. Per esempio, la scrittura:

```
$ cat divina > /dev/lp
$
```

produce sulla stampante di sistema (/dev/lp) il contenuto del file divina.

Questo perché, mediante il simbolo s, si è "rediretto" lo standard output del comando cat sul file speciale che rappresenta la stampante. Se non si fosse operata la redirezione, e si fosse scritta semplicemente, cat divina, l'output del comando (il contenuto del file divina) sarebbe stato prodotto direttamente sul video del terminale.

Analogamente, è possibile redirigere lo standard input e lo standard error output di un comando.

Per esempio, scrivendo:

```
com  <file 1  >file 2  2 >file 3
```

Si richiede l'esecuzione del comando com, redirigendone lo standard input su file 1, lo standard output su file 2, e lo standard error output su file 3.

Supponiamo, ora, di voler affrontare una operazione più complessa. Si voglia concatenare il contenuto di due file e riprodurre il risultato in uscita mediante il "paginatore" pr. Normalmente, il comando pr opera così:

```
$ pr divina
May 30 15:46 1984 divina Page 1
Nel mezzo del cammin di nostra vita,
mi ritrovai per una selva oscura,
che' la diritta via era smarrita...
```

Se i due file da concatenare sono, per esempio, divina e promessi, si può procedere, innanzitutto, redirigendo lo standard output di cat su un file temporaneo "temp", quindi applicando pr a "temp" e, infine, rimuovendo questo con il comando di cancellazione dei file rm (remove):

```
$ cat divina promessi > temp
$ pr temp
May 30 16:12 1984 temp Page 1
Nel mezzo del cammin di nostra vita,
mi ritrovai per una selva oscura,
che' la diritta via era smarrita ...
Quel ramo del Lago di Como, che volge a mezzogior-
no...
$ rm temp
$
```

È possibile, però, effettuare la stessa operazione in modo più sintetico, utilizzando le cosiddette *pipeline*. Se si congiungono due comandi con il carattere :, lo standard output del primo viene rediretto nello standard input del secondo, senza che sia necessario utilizzare un file temporaneo. Inoltre, mentre nel primo caso l'utente esegue, in sequenza, tre distinti programmi, nel secondo il sistema crea automaticamente due processi distinti, che comunicheranno tra loro e che saranno eseguiti *concorrentemente*, ottimizzando l'impiego delle risorse del sistema. Nel nostro caso:

```
$ cat divina promessi : pr
May 30 16:37 1984 Page 1
Nel mezzo del cammin di nostra vita,
$
```

Si deve notare che è possibile costruire pipeline costituite anche da più di due comandi, per esempio:

com1/com2/com3/.../com n.

Possiamo naturalmente utilizzare, insieme, sia redirezioni sia pipeline.

Se, nel nostro caso, volessimo dirottare l'output di pr sulla stampante, potremmo scrivere, per esempio:

```
$ cat divina promessi : pr > /dev/lp
```

Glossario

Convertitore A/D - *un dispositivo in grado di trasformare segnali analogici (A), cioè di tipo continuo, in segnali digitali (D), cioè di tipo numerico, discreto. Costituisce una forma di dispositivo di ingresso per un calcolatore, ed è usato tipicamente in applicazioni come il controllo di processo, dove è necessario disporre di dati relativi a una grandezza che varia con continuità, come la pressione o la temperatura, o in applicazioni grafiche e musicali.*

DBMS - *sigla per Database management system, sistema per la gestione di base di dati. Indica un software integrato che definisce la struttura fisica e logica dei dati in una base di dati, e fornisce gli strumenti per accedere ai dati stessi, inserirli, aggiornarli, recuperarli.*

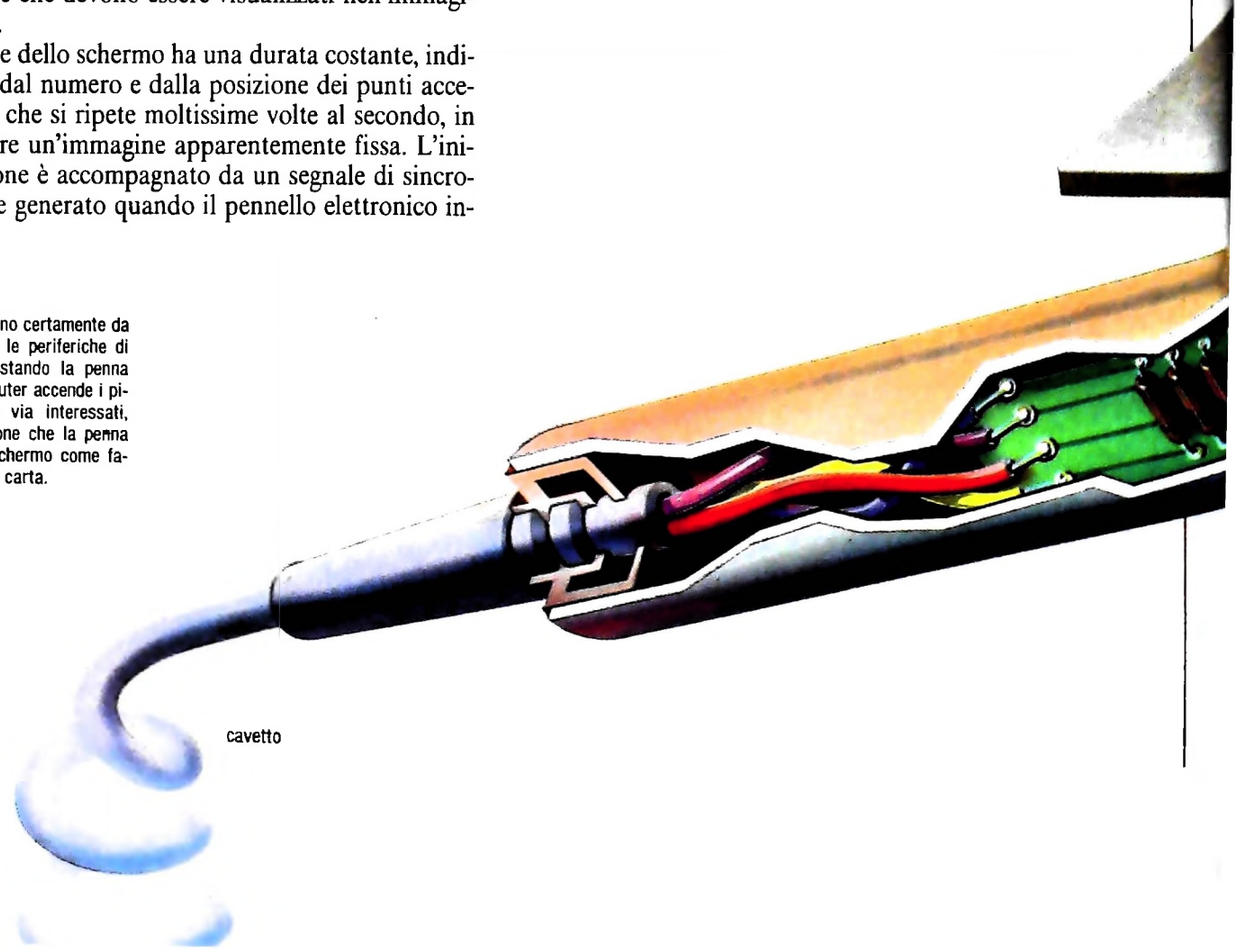
Disco rigido - *un tipo di memoria di massa, costituito da un disco di alluminio rivestito di materiale magnetico e sigillato in un apposito contenitore insieme con la meccanica di lettura e registrazione. Un disco rigido può conservare una quantità di informazioni di gran lunga maggiore rispetto a un disco flessibile e presenta tempi di accesso inferiori.*

Indirizzo - *una posizione all'interno della memoria di un calcolatore: la posizione in cui deve essere reperita un'informazione, o in cui l'informazione deve essere scritta. Nei linguaggi di alto livello il programmatore non deve normalmente preoccuparsi degli indirizzi effettivi delle informazioni che vuole manipolare, mentre è indispensabile specificare gli indirizzi nella programmazione in linguaggi di basso livello. L'indirizzamento, cioè il modo in cui è dato l'indirizzo di un'informazione, può avvenire in vari modi: il più semplice è l'indirizzamento diretto (viene data l'esatta locazione di memoria), ma in genere sono possibili anche altre forme, per esempio l'indirizzamento indiretto (anziché dare direttamente l'indirizzo dell'informazione, si dà l'indirizzo di una posizione di memoria in cui è conservato l'indirizzo dell'informazione) o l'indirizzamento relativo (si dà un valore che va sommato al contenuto di un dato registro per ottenere l'indirizzo effettivo).*

LA PENNA OTTICA

È, fra gli strumenti di input alternativi alla tastiera, il più comodo da usare e paradossalmente il meno diffuso.

Si tratta di uno stilo, contenente componenti elettronici attivi e collegato al computer via cavo, con il quale è possibile controllare il cursore sul video, o accendere e spegnere ogni singolo pixel dello schermo.
Il funzionamento della penna ottica è semplice. Sulla punta dello stilo è montata una fotoresistenza, cioè una resistenza sensibile alle variazioni di intensità luminosa. Quando viene illuminata, il valore della resistenza interna varia proporzionalmente all'intensità luminosa. Una piastra circuitale miniaturizzata, posta all'interno della penna, registra tale variazione e trasmette un segnale al computer, al quale la penna è collegata per mezzo di un cavetto.
Quando la penna viene indirizzata sullo schermo, è in grado di rilevare lo stato di "acceso" o "spento" di ogni singolo punto, utilizzando come riferimento la scansione del cannone elettronico posto nel tubo catodico.
Nella costruzione dell'immagine video, il cannone elettronico emette un fascio di elettroni, chiamato "pennello elettronico", che percorre tutto lo schermo da sinistra a destra, riga per riga, accendendo i fosfori in corrispondenza di alcuni punti (quelli cioè che devono essere visualizzati nell'immagine complessiva).
Questa scansione dello schermo ha una durata costante, indipendentemente dal numero e dalla posizione dei punti accesi, ed è un ciclo che si ripete moltissime volte al secondo, in modo da ottenere un'immagine apparentemente fissa. L'inizio della scansione è accompagnato da un segnale di sincronismo, che viene generato quando il pennello elettronico incomincia a muoversi percorrendo la prima linea.
Il software di controllo della penna ottica utilizza proprio questo segnale di sincronismo per rilevare la posizione della penna sul video. Infatti, conoscendo la durata della scansione e il momento esatto in cui questa ha inizio, è molto facile misurare il tempo che intercorre dall'inizio della scansione all'istante in cui la penna ottica rileva, tramite la fotoresistenza, l'accensione di un pixel sul video.
Se la scansione ha una durata costante, significa che il pennello elettronico nel suo moto orizzontale riga dopo riga mantiene una velocità costante. Questo permette di calcolare lo spazio che ha percorso fino all'istante in cui incontra la penna ottica appoggiata allo schermo, e di conseguenza la posizione esatta di quest'ultima.
Una volta determinata la posizione, via software si fanno magie. Per esempio, si può istruire il computer ad accendere il pixel (o i pixel) posti in corrispondenza della penna. Spostando quest'ultima sullo schermo, il computer accende tutti



Le penne ottiche saranno certamente da annoverare presto fra le periferiche di uso più comune. Spostando la penna sullo schermo, il computer accende i pixel che vengono via via interessati, dando così l'impressione che la penna stia scrivendo sullo schermo come farebbe su di un foglio di carta.

PRODUZIONE EIDOS

i punti interessati, dando l'impressione che la penna stia scrivendo sullo schermo. Questo permette di disegnare direttamente sul video come si farebbe su un foglio di carta.
Il costo di una penna ottica e del relativo software è funzione della sua sensibilità. Esistono penne molto sofisticate in grado di pilotare il singolo pixel, e che vengono utilizzate nei sistemi professionali di computer graphic, e quelle più economiche (intorno alle 150 mila lire) che sono meno precise e possono tracciare linee non troppo sottili o identificare zone dello schermo composte da più pixel.
La possibilità di localizzare la posizione dello stilo sul video permette di costruire un software adatto a moltissime applicazioni. La grafica, innanzitutto. Esistono sul mercato alcuni programmi per personal e anche home computer che utilizzano la penna ottica come strumento per disegnare con il computer.
La Koala Technologies, software house statunitense specializzata in applicazioni di computergrafica su computer a basso costo, ha preparato un software modulare, il Micro Illustrator, che viene venduto insieme a una penna ottica già dotata di interfaccia per Apple II, Commodore e Pc Ibm. Con Micro Illustrator si può disegnare direttamente sul video del computer, avvicinando la penna allo schermo e premendo un microinterruttore posto sullo stilo. Una serie di procedure già pronte permettono di arricchire i disegni a mano libera con forme geometriche, anche a colori, che si possono ingrandire, ridurre e spostare ovunque utilizzando sempre la penna ottica.
Micro Illustrator dispone inoltre di un software musicale che sfrutta in maniera interattiva le capacità grafiche e sonore del computer. Sullo schermo compare un pentagramma, che si può riempire con crome e semicrome disegnandole direttamente sul video, come si farebbe con un foglio di carta da musica e una penna biro. Una volta terminata una battuta o una serie di battute, con un tocco di penna sulla scritta "Play music" del menù, si può ascoltare il brano composto, e apportarvi tutte le variazioni.
La scelta di un'opzione da un menù presentato sul video del computer è un'altra delle possibilità offerte dalla penna ottica. Invece di premere il tasto corrispondente all'azione desiderata, l'operatore avvicina la penna alla scritta prescelta, di solito inserita in una cornice o in un riquadro.
Un sistema di selezione del genere, in uso nei sistemi computerizzati delle compagnie aeree o delle grandi aziende, permette di risparmiare tempo e rende più pratico il lavoro di introduzione dati.

La penna ottica è in grado di soddisfare le più diverse necessità, trovando impiego nel text editing, nella selezione del menù e, soprattutto, nei più complessi lavori di grafica. Il Micro Illustrator, della Koala, permette persino di scrivere "pezzi" musicali direttamente sul video, che si possono poi tranquillamente riascoltare.

CALCOLO DEI PREDICATI E DIMOSTRAZIONE AUTOMATICA DI TEOREMI

Uno strumento formale, indispensabile per la manipolazione simbolica e l'intelligenza artificiale.

La logica, scienza del ragionamento

Abbiamo già parlato (pagina 589 e seguenti) di alcune applicazioni della logica all'informatica, per esempio alla dimostrazione di correttezza dei programmi, e abbiamo visto (pagina 293 e seguenti) un particolare calcolo logico, il calcolo degli enunciati, come esempio di algebra di Boole.
L'importanza della logica per l'informatica e più in generale per l'intero complesso delle scienze moderne va però ben oltre queste semplici applicazioni, investendo il problema dell'uso di un linguaggio rigoroso, del rapporto tra i simboli del linguaggio (parole e frasi) e il loro significato, e infine della correttezza dei ragionamenti.
Il padre universalmente riconosciuto della logica formale è il filosofo greco Aristotele che, per primo, osservò che certi ragionamenti sono corretti soltanto in virtù della loro *forma*, cioè dei collegamenti logici tra le diverse frasi che li compongono, indipendentemente dal loro significato, e cominciò a studiare e classificare le forme di ragionamento, individuando quelle valide e quelle non valide.
Consideriamo per esempio i due ragionamenti (a) e (b) della figura della pagina seguente. È facile riconoscere in essi, al di là del fatto che uno parla di uomini e l'altro di gatti, una forma comune, riportata in (c). Infatti, in ambedue i casi la prima proposizione asserisce che tutti gli individui di una certa classe A godono della proprietà P, la seconda che un particolare individuo, S, appartiene alla classe A, e da queste si deduce che S ha la proprietà P.
Dal fatto che la logica si occupa della forma dei ragionamenti e non del loro contenuto specifico viene appunto l'aggettivo "formale".
Molti secoli dopo, nel 1800, grazie all'opera di George Boole (che aveva avuto un geniale precursore in Leibniz, che avanzò per primo l'idea di un calcolo logico universale che consentisse di meccanizzare ogni tipo di ragionamento), la logica formale divenne logica matematica, dotandosi di un calcolo analogo al calcolo aritmetico già ben sviluppato. Ebbe allora inizio una fase di rapidi progressi e di ampliamento del campo di indagine della logica, per esempio alla teoria del significato, ai fondamenti della matematica, a concetti critici come quelli di numero o di infinito, che l'ha portata ad assumere la sua attuale importanza.

Intelligenza artificiale e logica matematica

Sul piano applicativo gli sviluppi della logica matematica, in particolare per quanto riguarda la possibilità di dimostrare teoremi in modo automatico, hanno una particolare importanza per l'intelligenza artificiale.
Già nel 1930 Herbrand aveva sviluppato gli strumenti formali necessari per meccanizzare la dimostrazione dei teoremi, e quindi per realizzare la grande idea di Leibniz. Ma il metodo di Herbrand richiedeva una tale quantità di calcoli da renderlo inutilizzabile in pratica fino all'invenzione degli elaboratori elettronici.
La realizzazione di dimostratori automatici di teoremi, basati su implementazioni efficienti del metodo di Herbrand, è stato uno dei problemi principali su cui si è impegnata la ricerca in intelligenza artificiale dalla seconda metà degli anni Sessanta, anche perché molti dei problemi tipici di questa disciplina possono essere ricondotti alla dimostrazione di teoremi in una opportuna teoria. Tra questi possiamo citare per esempio:
— problemi in sistemi a domanda e risposta, in cui la risposta è costituita da una formula derivabile logicamente dalle formule che rappresentano i fatti su cui la risposta deve basarsi;
— problemi di analisi di programmi, in cui l'esecuzione di un programma può essere descritta da una formula logica;

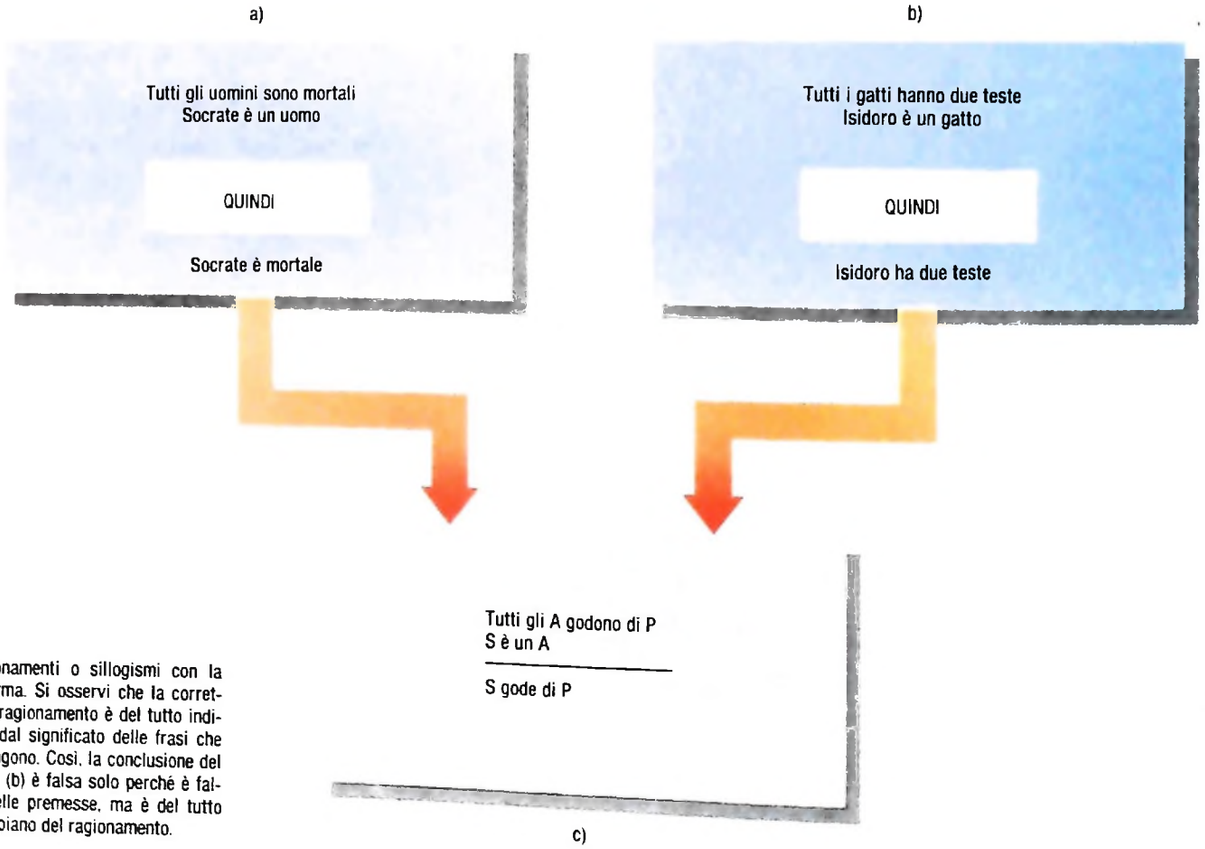
— problemi di isomorfismo tra grafi;
— problemi di calcolo simbolico.

Il calcolo degli enunciati

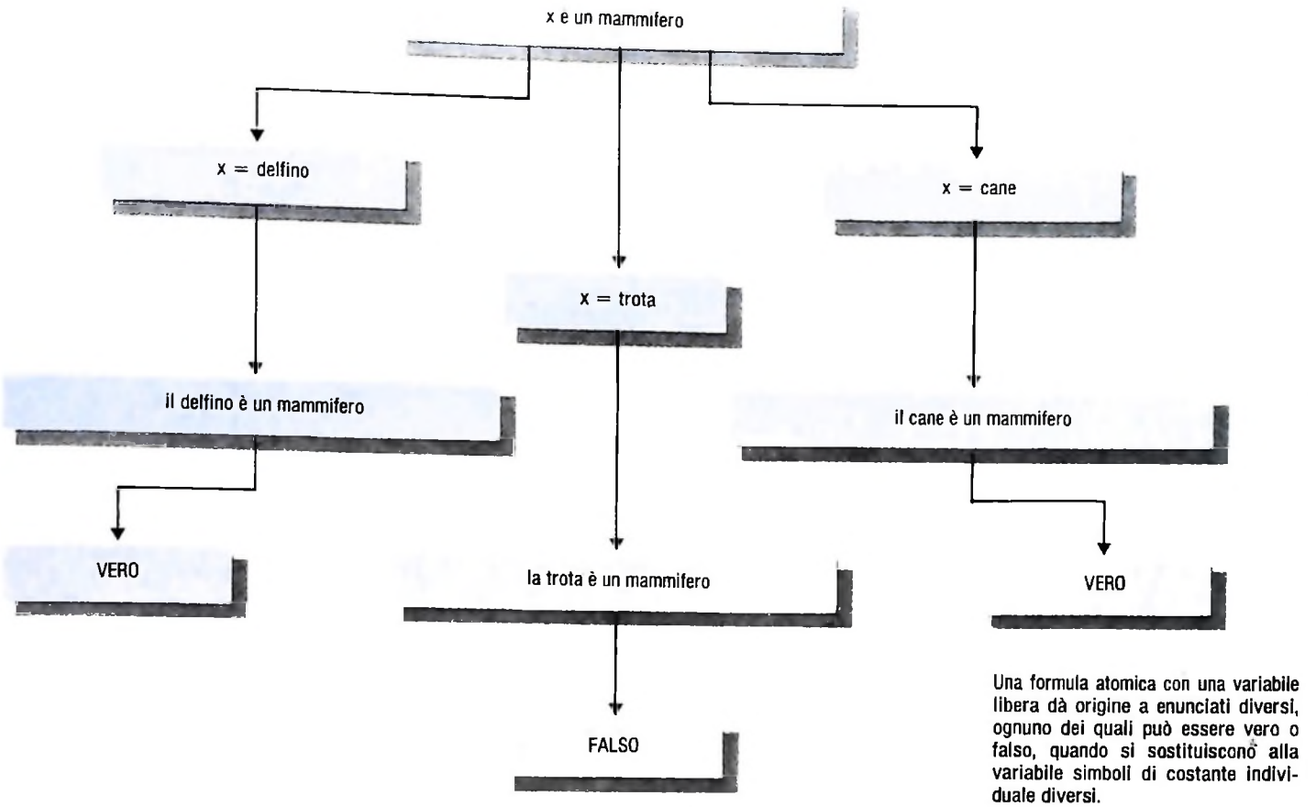
Un primo compito della logica consiste nel definire un linguaggio rigoroso che consenta di esprimere fatti, e un insieme di regole precise che consentano di dedurre in modo corretto delle proposizioni da altre proposizioni assunte come ipotesi.
Il calcolo degli enunciati (di cui abbiamo già parlato a pagina 293 e seguenti) rappresenta un primo passo in questa direzione. Un *enunciato* è una frase che può avere uno e uno solo dei seguenti *valori di verità*: vero (indicato con V oppure 1) o falso (F o 0).
Tra gli enunciati, ve ne sono alcuni che non possono essere scomposti in enunciati più semplici (per esempio, "il mio gatto è nero"); questi vengono detti *atomi* e indicati con lettere maiuscole.
Gli atomi possono essere combinati con i *connettivi logici*, ottenendo così gli enunciati composti. Per esempio, "se la pressione scende e il cielo si annuvola, allora è in arrivo un temporale" è un enunciato composto da tre enunciati atomici uniti dai connettivi "e" e "se ...allora". I connettivi principali sono "non", "e", "o" e "se .. allora", e vengono indicati rispettivamente con i simboli $\sim$, $\wedge$, $\vee$ e $\rightarrow$. L'enunciato visto sopra ha allora la forma $(A \wedge B) \rightarrow C$.
Il calcolo degli enunciati, sviluppato già dai filosofi stoici, fornisce regole per determinare il valore di verità di un enunciato composto quando si conoscano quelli degli atomi presenti in esso. Queste regole, e l'uso delle tavole di verità per calcolare i valori di verità di enunciati comunque complessi, sono già state presentate a pagina 293 e seguenti.
Casi particolari molto importanti di enunciati sono le *tautologie*, enunciati che sono veri qualunque siano i valori di verità dei loro atomi, e le *contraddizioni*, che sono invece sempre false. Per esempio $((P \rightarrow Q) \wedge P) \rightarrow Q$ è una tautologia; il più semplice esempio di contraddizione è $A \wedge \sim A$, che afferma che sono veri contemporaneamente un enunciato e il suo contrario.
Si osservi che le tautologie e le contraddizioni sono delle "forme", dei contenitori, che garantiscono la verità o la falsità di tutte le proposizioni concrete ottenibili da esse sostituendo alle lettere proposizioni qualsiasi.

Il calcolo dei predicati

Nel calcolo degli enunciati, ogni atomo è trattato come un tutto unico, ignorandone la struttura interna. Questa semplificazione eccessiva rende il calcolo inadatto a trattare molti problemi interessanti; per esempio, i sillogismi della figura in basso non possono essere espressi al suo interno. Consideria-



Due ragionamenti o sillogismi con la stessa forma. Si osservi che la correttezza del ragionamento è del tutto indipendente dal significato delle frasi che lo compongono. Così, la conclusione del sillogismo (b) è falsa solo perché è falsa una delle premesse, ma è del tutto lecita sul piano del ragionamento.



Una formula atomica con una variabile libera dà origine a enunciati diversi, ognuno dei quali può essere vero o falso, quando si sostituiscono alla variabile simboli di costante individuale diversi.

mo allora la struttura dei tre enunciati di (a). Il secondo e il terzo affermano che un particolare individuo, Socrate, possiede una particolare proprietà, che nel primo caso consiste nell'essere un uomo e nel secondo nell'essere mortale. Se indichiamo con U e M rispettivamente queste proprietà, possiamo scrivere i due enunciati nella forma U (Socrate) e M (Socrate).

In altri casi, ci si trova nella necessità di attribuire una proprietà a un oggetto arbitrario scelto in un insieme fissato di oggetti, anziché a un oggetto preciso. Per far questo, ci occorre il concetto di *variabile*; usualmente, le variabili sono indicate con le lettere x, y, z ... Potremo quindi scrivere formule del tipo U(x), cioè "l'individuo x è un uomo". Queste formule non sono enunciati, ma lo diventano quando si assegna alle variabili un valore particolare, il che rende possibile stabilire la verità o falsità della frase stessa.

In generale, possiamo costruire formule del calcolo dei predicati usando simboli di quattro tipi:

— *costanti* individuali, cioè nomi propri di oggetti, come Socrate, 6, ...;
— simboli di *variabile*: x, y, z, ...;
— simboli di *funzione*: f, g, +, ...;
— simboli di *predicati* (relazioni o proprietà): P,Q,R, ...;

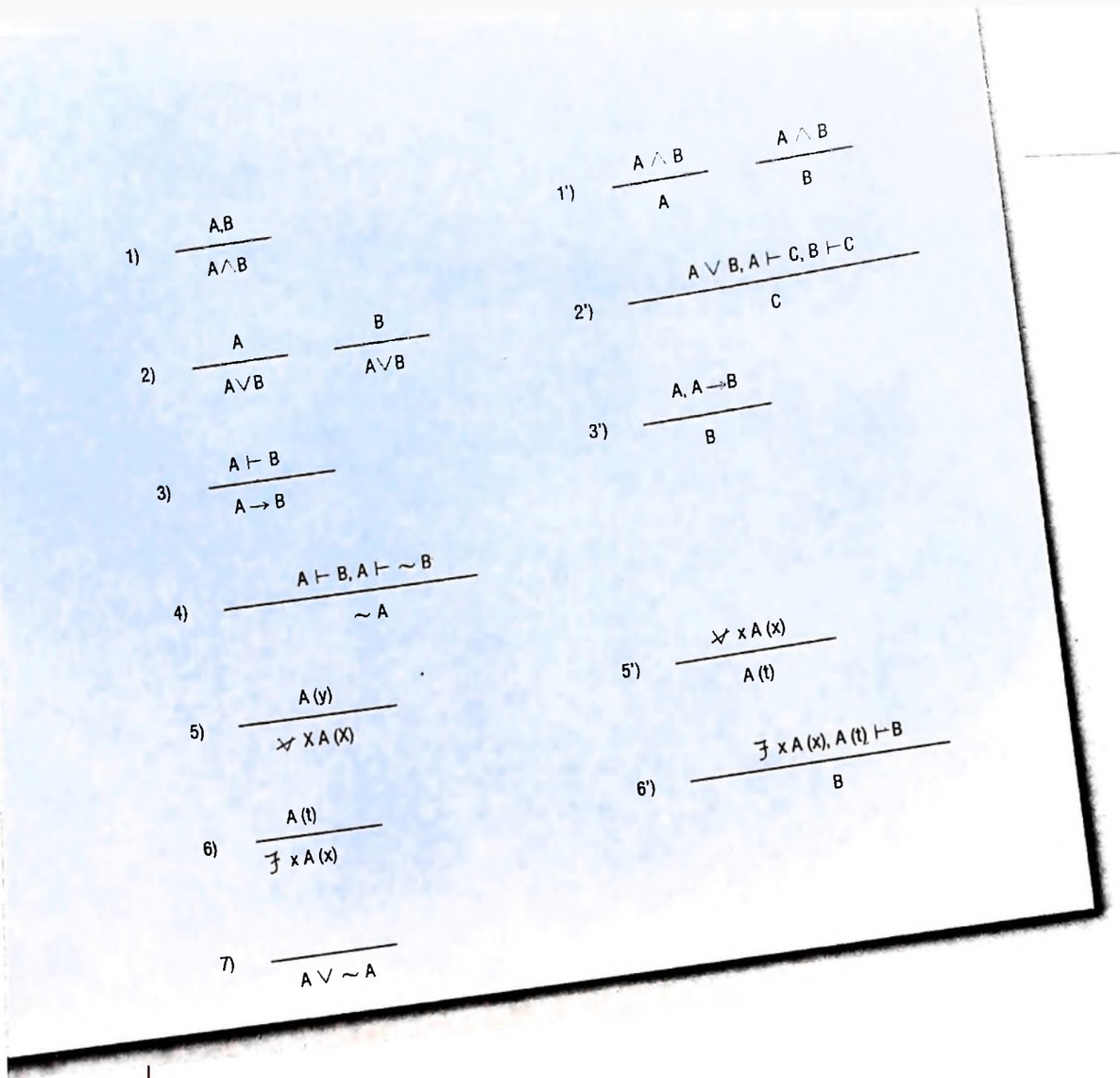
Le funzioni e le relazioni non sono intese solo in senso matematico. Per esempio, "il padre di ..." è una funzione. Formule del tipo $P(x_1,...,x_n)$, in cui P è un simbolo di predicato a n argomenti e $x_1,...,x_n$ sono simboli di variabile o di costante si dicono *formule atomiche*. Esse si trasformano in enunciati atomici se a ogni nome di variabile si sostituisce una costante, e possono essere combinate con i connettivi del calcolo degli enunciati, ottenendo formule composte.

Vediamo alcuni esempi. La frase "Mario è fratello di Anna" può essere rappresentata dalla formula F (Mario, Anna), in cui F indica un predicato a due argomenti. Usando nomi di variabile, avremmo la formula F(x,y), cioè, nella nostra interpretazione, "x è fratello di y". Infine, se f rappresenta la funzione "madre di", F (x, f (Anna)) sta a significare "x è fratello della madre di Anna".

Diversa è la forma della proposizione "tutti gli uomini sono mortali", poiché attribuisce la proprietà "essere mortale" non a un solo individuo, ma a una intera classe di individui. Per trattare casi come questo, si introduce il *quantificatore universale*, indicato con $\forall$, che si legge "per ogni". $\forall x P(x)$ significa allora che tutti gli individui dell'insieme su cui varia x hanno la proprietà P. Analogamente, per affermare che esiste almeno un individuo con la proprietà P si scrive $\exists x P(x)$. Il simbolo $\exists$ si chiama *quantificatore esistenziale* e si legge "esiste un".

Esempi di frasi contenenti quantificatori sono "tutti gli uomini hanno una madre" e "ci sono uomini senza fratelli".

Il significato di una variabile con un quantificatore è ben diverso da quello di una variabile non quantificata che non è



Regole di deduzione minimali per l'introduzione e l'eliminazione di connettivi e quantificatori. Le premesse stanno sopra la riga e le conseguenze sotto di essa. Il simbolo $\vdash$ indica anch'esso una deduzione: $A \vdash B$ significa che da A si deduce B. La regola (1) asserisce per esempio che dalle ipotesi A e B si può dedurre la formula $A \wedge B$. La regola (4) asserisce invece che se dall'ipotesi A si può dedurre sia B che $\sim$ B, allora A non può essere vera, poiché in caso contrario si avrebbe una contraddizione, e quindi possiamo dedurre $\sim$ A. In modo analogo si possono interpretare le altre regole.

che un segnaposto sostituibile con qualsiasi costante per ottenere un enunciato, e viene detta *libera*. Nella figura della pagina precedente sono riportati alcuni esempi di sostituzione di una variabile libera con una costante. Le variabili che compaiono dopo i quantificatori invece non possono essere sostituite da un singolo valore, ma sono da intendere come riferimento "globale" all'insieme su cui variano, e si dicono *variabili vincolate*. Un enunciato è allora una formula in cui non compaiono variabili libere.

Teoremi e dimostrazioni

Per stabilire la verità o la falsità di una formula del calcolo dei predicati, dobbiamo anzitutto fissare una *interpretazione*, cioè assegnare un insieme D, detto dominio, su cui variano le variabili, e stabilire il significato di ogni simbolo di funzione o predicato che compare nella formula.
A questo punto, possiamo dire che una proposizione B *segue logicamente* da una proposizione A (o da un insieme di proposizioni) se tutte le interpretazioni per cui A è vera rendono vera anche B, o, equivalentemente (anche se stabilire questa equivalenza non è banale, e richiede la dimostrazione di un *teorema di deduzione*), se $A \rightarrow B$ è vera in ogni interpretazione. Poiché le possibili interpretazioni sono in genere infinite, una prova diretta è chiaramente impossibile, per cui occorre cercare altre strade. Una possibilità è quella seguita da Herbrand, che ha fornito un algoritmo che consente, quando una formula non è vera in tutte le interpretazioni, di costruire effettivamente una interpretazione che la falsifica. Da questa impostazione discendono i principali metodi di dimostrazione automatica di teoremi oggi in uso.
Una seconda possibilità consiste invece nel fornire un *calcolo logico*, cioè un insieme di regole che consentano di trasformare e combinare le ipotesi, introducendo o eliminando connettivi e quantificatori, fino a ottenere la formula che si vuole dimostrare.
Esistono diversi calcoli logici che utilizzano regole diverse. Un possibile insieme di regole è dato nella figura in alto.
Dato un calcolo logico, diremo che una formula B è deducibile dalle ipotesi $A_1, \ldots, A_n$, ovvero che è un teorema sotto queste ipotesi, se esiste una successione di formule $C_1, \ldots, C_k$ tale che l'ultima formula, C_k, è proprio B, e ognuna delle altre o coincide con una delle ipotesi oppure è ottenibile dalle precedenti applicando una delle regole di deduzione.
Perché un calcolo logico sia accettabile, esso deve soddisfare due requisiti fondamentali: deve essere *non contraddittorio*, cioè non deve consentire di ricavare come teoremi formule che non siano vere in tutte le interpretazioni, e deve essere *completo*, cioè deve rendere possibile la dimostrazione di tutte le formule vere in tutte le interpretazioni. Il problema della dimostrazione della completezza è assai delicato.

PERSONAL COMPUTER OLIVETTI M10

L'UFFICIO DA VIAGGIO

Olivetti M10 vuol dire disporre del proprio ufficio in una ventiquattrore. Perché M10 non solo produce, elabora, stampa e memorizza dati, testi e disegni, ma è anche capace di collegarsi via telefono per spedire o ricevere informazioni.

Qualunque professione sia la vostra, M10 è in grado, dovunque vi troviate, di offrirvi delle capacità di soluzione davvero molto grandi. M10: il più piccolo di una grande famiglia di personal.

olivetti

Per informazioni rivolgersi a negozi contrassegnati da "Olivetti M10 Punto di Vendita" o inviare il coupon a Olivetti, Divisione Personal Computer, Via Meravigli 12, 20123 Milano.

NOME/COGNOME

VIA N.

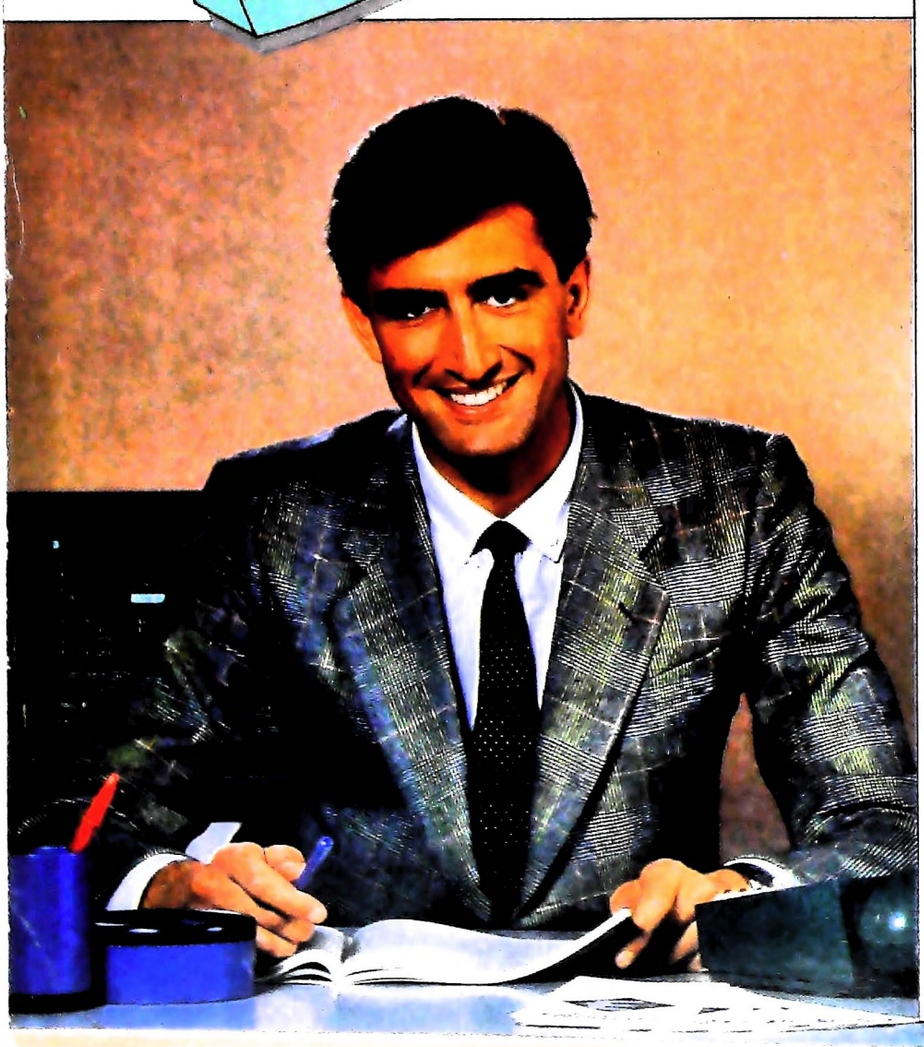
CAP/CITTÀ

TELEFONO

Anche in leasing con Olivetti Leasing

UN NUOVO MODO DI USARE LA BANCA.

Consulenza



GLI INVESTIMENTI CON VOI E PER VOI DEL BANCO DI ROMA.

Il Banco di Roma non si limita a custodire i vostri risparmi. Vi aiuta anche a farli meglio fruttare. Come? Mettendovi a disposizione tecnici e analisti in grado di offrirvi una consulenza di prim'ordine e di consigliarvi le forme di investimento piú giuste. Dai certificati di deposito ai titoli di stato, dalle obbligazioni alle azioni, il Banco di Roma vi propone professionalmente le varie opportunità del mercato finanziario. E grazie ai suoi "borsini", vi permette anche di seguire, su speciali video, l'andamento della Borsa minuto per minuto.

Se desiderate avvalervi di una gestione qualificata per investire sui più importanti mercati mobiliari del mondo, i fondi comuni del Banco di Roma, per titoli italiani ed esteri, vi garantiscono una ampia diversificazione.

Inoltre le nostre consociate Figeroma e Finroma forniscono consulenze per una gestione personalizzata del portafoglio e per ogni altra esigenza di carattere finanziario.

Veniteci a trovare, ci conosceremo meglio.

BANCO DI ROMA
CONOSCIAMOCI MEGLIO.