

Angelo Raffaele Meo

Aurora Martina Neri

**L'INFORMATICA RACCONTATA
AI GRANDI E AI PICCINI**





SU	GI U'	SU

Fig. 5.4

Segue la rappresentazione del numero 11.

SU	GI U'	SU	SU

Fig. 5.5



2 . La logica degli elefanti (e degli uomini)

Gli elefanti usano la proboscide, non soltanto per contare, ma anche per dire SI oppure NO. Se la mamma chiede al suo elefantino "Vuoi mangiare un rametto tenero?" l'elefantino risponde SI alzando la sua piccola proboscide oppure risponde NO abbassandola.

Gli elefanti, così come gli uomini, hanno una logica, ossia un modo di ragionare molto raffinato. In questa logica compaiono tre operazioni fondamentali.

La prima operazione è quella che viene chiamata dagli studiosi "disgiunzione logica" ma che noi, che non amiamo le parole difficili, chiameremo OPPURE.

Vediamo un esempio di ragionamento di un elefantino che si domanda se debba fare il bagnetto nello stagno, sapendo che il farlo o non farlo, dipende solo da due eventi, che l'acqua sia fresca oppure no, e che lui stesso sia sporco oppure no.

Prepariamo una tabella che riassume tutti i casi possibili del suo ragionamento.

ACQUA_FRESCA	ELEFANTINO_SPORCO	BAGNETTO
NO	NO	NO
NO	SI	SI
SI	NO	SI
SI	SI	SI

Gli studiosi dei calcolatori prediligono i due simboli 0 e 1 anche per impostare ragionamenti, e quindi:

"Se una cosa, o una frase è vera, ossia è SI, scriviamo 1; se invece è falsa, ossia è NO, scriviamo 0".

Nota bene che in questo caso i due simboli 0 e 1 non hanno alcun valore di quantità e non sono neanche i simboli che abbiamo usato nell'aritmetica degli elefanti (e dei calcolatori).

Introducendo i due simboli 0 e 1 la tabella dell'operazione logica OPPURE (in inglese OR) è la seguente:

ACQUA_FRESCA	ELEFANTINO_SPORCO	BAGNETTO
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



Sicuramente avete notato che abbiamo attaccato le due parole "acqua" e "fresca" con il simbolo di sottolineatura "_", così come abbiamo attaccato le due parole "elefantino" e "sporco". Abbiamo usato questo simbolo per ricordare che "acqua_fresca" è un'unicità, ossia una proposizione che può essere vera (SI o 1) *oppure* falsa (NO o 0).

Questo modo di rappresentare le proposizioni che possono essere vere o false ci servirà quando studieremo un linguaggio di programmazione, ossia un linguaggio che servirà a dire al calcolatore cosa deve fare.

Gli studiosi dei calcolatori usano anche il simbolo + per indicare l'operazione OPPURE. E' una scelta infelice, perché il + logico non ha alcuna parentela con il + dell'aritmetica.

Usando il nuovo simbolo +, il ragionamento logico dell'elefantino può essere scritto come:

bagnetto = acqua_fresca + elefantino_sporco

La seconda operazione che vogliamo descrivere è stata chiamata dagli studiosi della logica "congiunzione logica". Per semplicità noi la chiameremo "E INOLTRE" (in inglese AND).

Vediamo un esempio di ragionamento dell'elefantino, che con parole semplici potremmo scrivere così:

"Se vedo una tigre e inoltre la mamma è lontano, devo scappare"

La tabella che riassume tutti i casi possibili e che riassume il suo ragionamento è la seguente:

TI GRE_PRESENTE	MAMMA_LONTANA	DEVO-SCAPPARE
NO	NO	NO
NO	SI	NO
SI	NO	NO
SI	SI	SI

Usando i due simboli 0 e 1 tanto amati dagli studiosi dei calcolatori la stessa tabella, ossia la tabella dell'operazione E INOLTRE (in inglese AND), diventa:

TI GRE_PRESENTE	MAMMA_LONTANA	DEVO-SCAPPARE
0	0	0
0	1	0

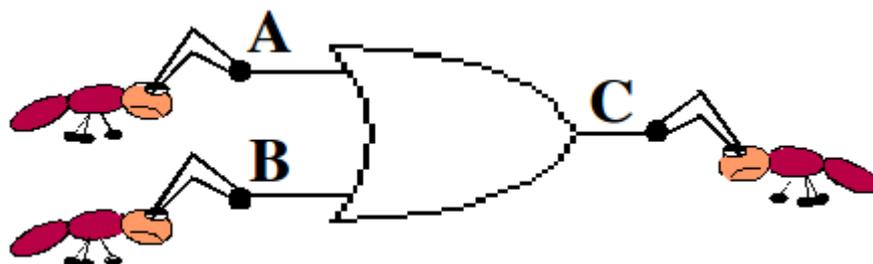


Fig. 3-2

Caso 2.

Il segnale A è nello stato "spento" mentre B è "acceso". In questo caso, anche il segnale C è "acceso". Sia la formichina in C sia quella in B prenderanno la scossa. (Fig. 3-3)

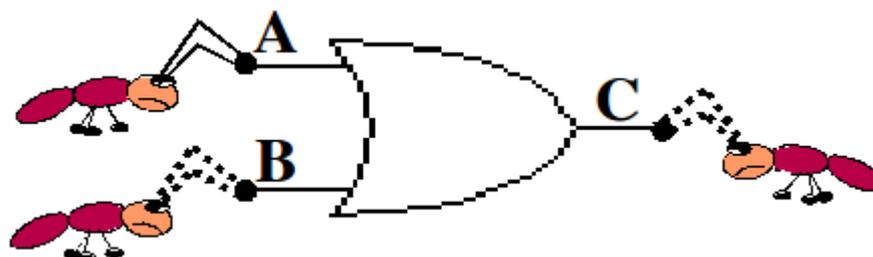


Fig. 3-3

Caso 3.

A è "acceso"; B è "spento". C è "acceso" anche in questo caso. (Fig. 3-4)

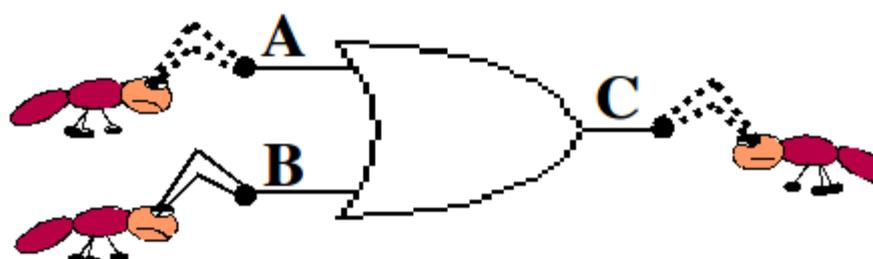


Fig. 3-4

Caso 4.

A e B sono entrambi "accesi". Allora anche C è "acceso". (Fig. 3-5)



Quando A e B sono "spenti", anche C è "spento". (Fig. 3-7)

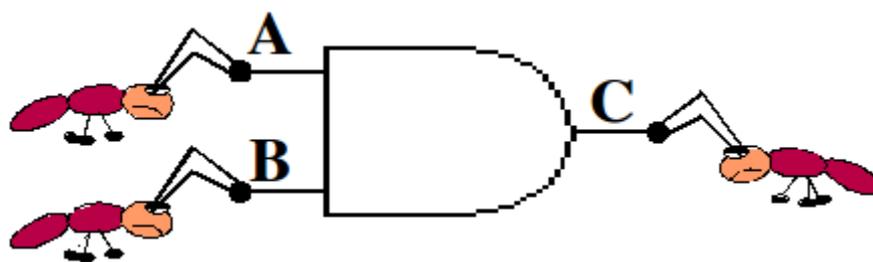


Fig. 3-7

Caso 2

Se A è "spento" e B è "acceso", C è "spento". (Fig. 3-8)

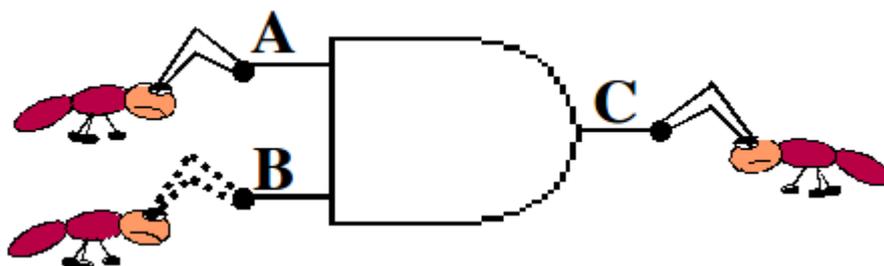


Fig. 3-8

Caso 3

Se A è "acceso" e B è "spento", C è "spento". (Fig. 3-9)

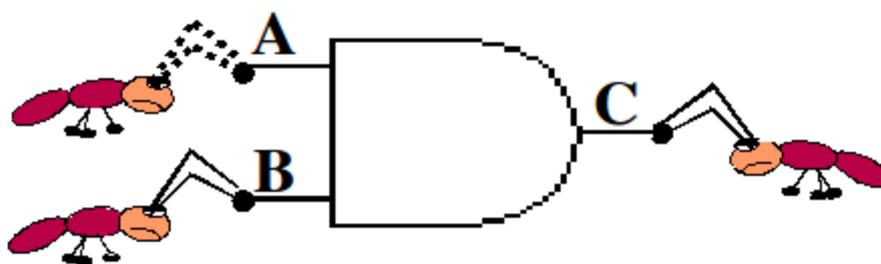


Fig. 3-9

Caso 4

Se A e B sono entrambi "accesi", anche C è "acceso". (Fig. 3-10)



$$\text{SCRIVERE} = (\text{PENNA} + \text{MATITA}) * \text{FOGLIO}$$

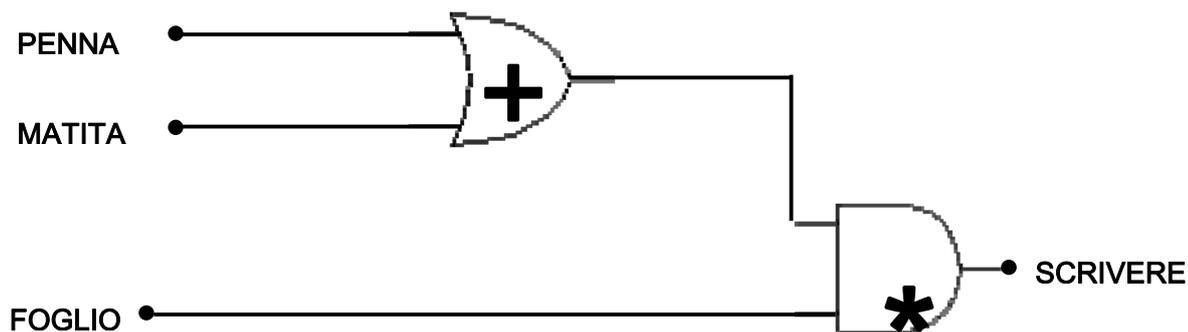


Fig. 3-15

Il concetto di funzione logica

Nel circuito di Fig. 3-14 il valore del nodo chiamato "BAGNETTO" dipende dai valori dei nodi chiamati "TIGRE_PRESENTE", "ACQUA_FRESCA" e "ELEFANTINO_SPORCO".

Usando un linguaggio più raffinato, possiamo dire che i nodi "TIGRE_PRESENTE", "ACQUA_FRESCA", "ELEFANTINO_SPORCO", "BAGNETTO" sono variabili nel senso che il valore di ciascuno di questi nodi può variare, ossia valere 1 qualche volta e valere 0, qualche altra volta.

Inoltre, la variabile "BAGNETTO" è funzione delle variabili "TIGRE_PRESENTE", "ACQUA_FRESCA", "ELEFANTINO_SPORCO", in quanto il suo valore dipende dai valori delle altre variabili.

Per esercizio provate a indicare le variabili e le funzioni del circuito di Fig. 3-15.

Circuiti elementari a molti ingressi

Consideriamo il circuito elementare rappresentato in Fig. 3-16. Il suo comportamento è descritto dalla tabella seguente.

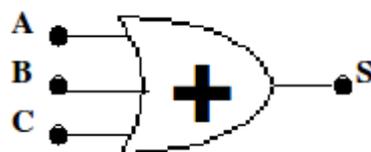


Fig. 3-16

A	B	C	S
0	0	0	0



5 . La memoria degli elefanti

Abbiamo visto che gli elefanti possono indicare con la proboscide alzata o abbassata, rispettivamente le cifre 1 e 0. Abbiamo anche visto come queste cifre vengono usate, nella logica degli elefanti e degli uomini.

Inoltre, gli elefanti, opportunamente addestrati, sono in grado di usare lo stesso codice per indicare i numeri del sistema binario usato dall'uomo e dal calcolatore.

Una fila di elefanti sufficientemente lunga può indicare qualsiasi numero del sistema binario. Ad esempio in Fig. 5-1 è indicato il numero binario 0101, cioè il numero 5.

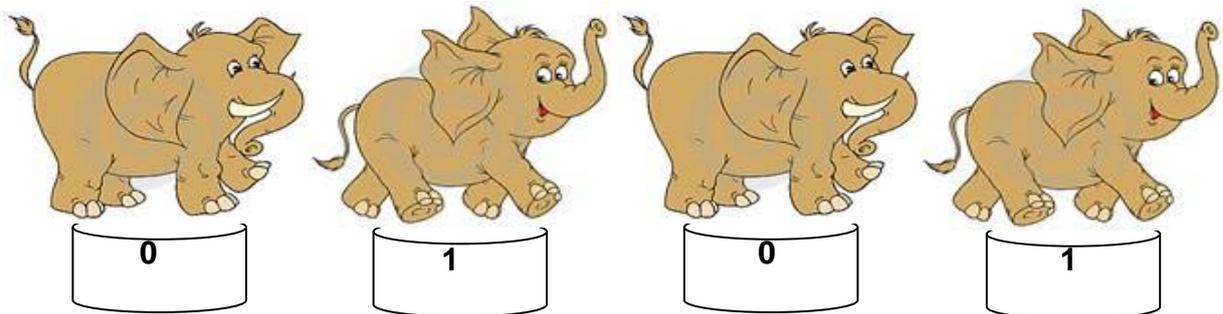


Fig. 5-1

Il gioco del Flip-Flop

Qualche volta al circo elefanti e scimmiette ammaestrate giocano al "flip-flop". Una scimmietta si mette a giocare con la coda dell'elefante: ogni tanto la solleva, poi l'abbassa e così via. Ad un certo istante il domatore schiocca la frusta e allora l'elefante regola la posizione della sua proboscide su quella della coda: solleva la proboscide se in quell'istante la coda è sollevata oppure l'abbassa se la coda è abbassata.

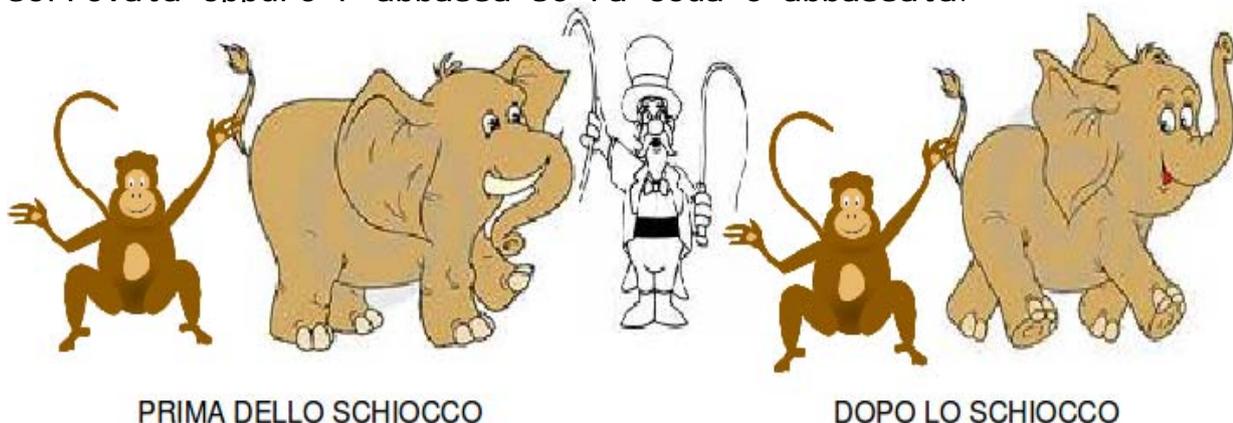


Fig. 5-2

Da quell'istante la scimmietta può continuare a giocare con la coda dell'elefante, ma la proboscide rimane sempre nella stessa posizione fino a un nuovo schiocco di frusta, quando l'elefante



Nello stato "Flop" il livello di tensione sul morsetto di uscita è basso (valore logico "0") e l'elefante ha la proboscide abbassata.

Ai due morsetti di ingresso I e C vengono applicati segnali elettrici con caratteristiche di diverse.

All'ingresso I viene applicato un segnale per cui la tensione assume un livello alto o basso (ossia i valori logici 1 o 0) per lunghi intervalli di tempo.

All'ingresso C è invece applicato, ogni tanto, un "impulso" di tensione, ossia un segnale molto breve, migliaia di volte più breve di un fulmine e, ovviamente, milioni di volte meno intenso. Qualcosa come una brevissima scossetta, l'analogo dello schiocco di frusta.

Nell'istante in cui arriva l'impulso all'ingresso C, il flip-flop entra nello stato "flip" se l'ingresso I è alto (valore logico "1") oppure entra nello stato "flop" se l'ingresso I è basso (valore logico "0").

Nel primo caso l'uscita U è alta (valore "1"); nel secondo caso è bassa (valore "0"), come in fig. 5-4.

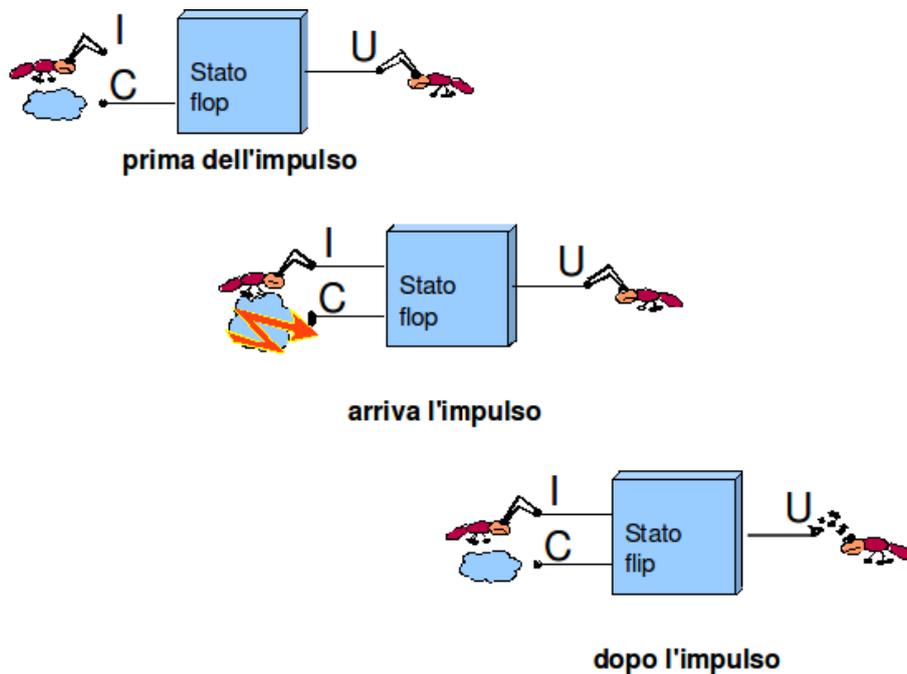


Fig. 5-4

Il flip-flop rimarrà nello stesso stato, ossia "ricorderà" il valore 1 oppure 0 sino all'istante in cui verrà applicato un nuovo



Ad un certo istante arriva un impulso sul morsetto C del registro B, che come abbiamo detto coincide con il morsetto C di tutti i flip-flop di B.

I 4 flip-flop di B ricopiano quindi al loro interno i valori degli ingressi corrispondenti.

Ad esempio, il flip-flop di sinistra, che era nello stato flip, passa nello stato flop, perchè il suo ingresso I_3 è 0 nell'istante in cui arriva l'impulso di C. In tal modo la sua uscita U_3 che valeva 1, diventa 0.

In sostanza, dopo l'impulso il registro B contiene anch'esso 0100, come A. Il valore di A è stato ricopiato o trasferito in B, mentre A conserva il suo valore. (Fig. 6-2)

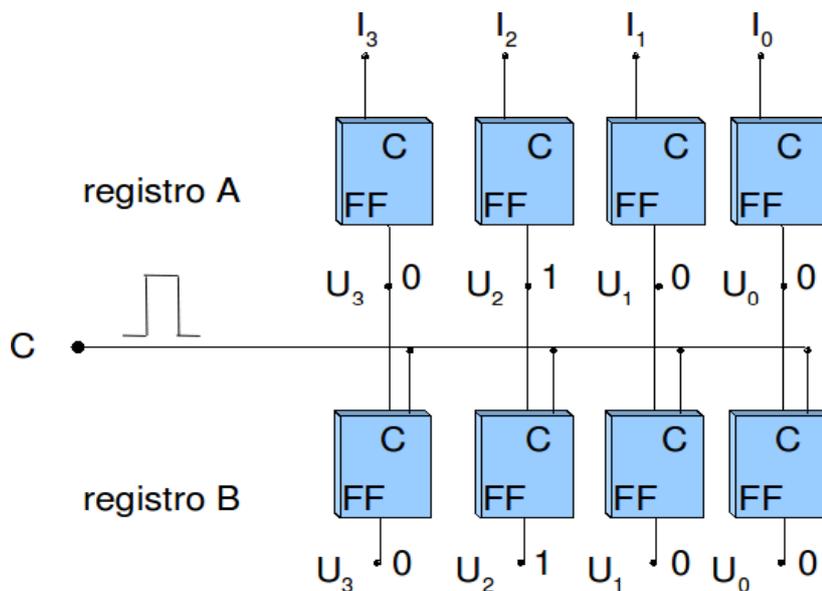


Fig. 6-2

Il circuito di Fig. 6-1 può essere complicato con l'aggiunta di un segnale di "abilitazione" o di "controllo".

Vediamo di cosa si tratta.



6S . SCHEDA DI APPROFONDIMENTO - TRASFERIMENTI MULTIPLI TRA REGISTRI

Trasferimento da molti a uno

Osserviamo come si comporta il circuito disegnato in Fig. 6S-1 con $T_A = 1$, $T_B = 0$ e $T = 1$.

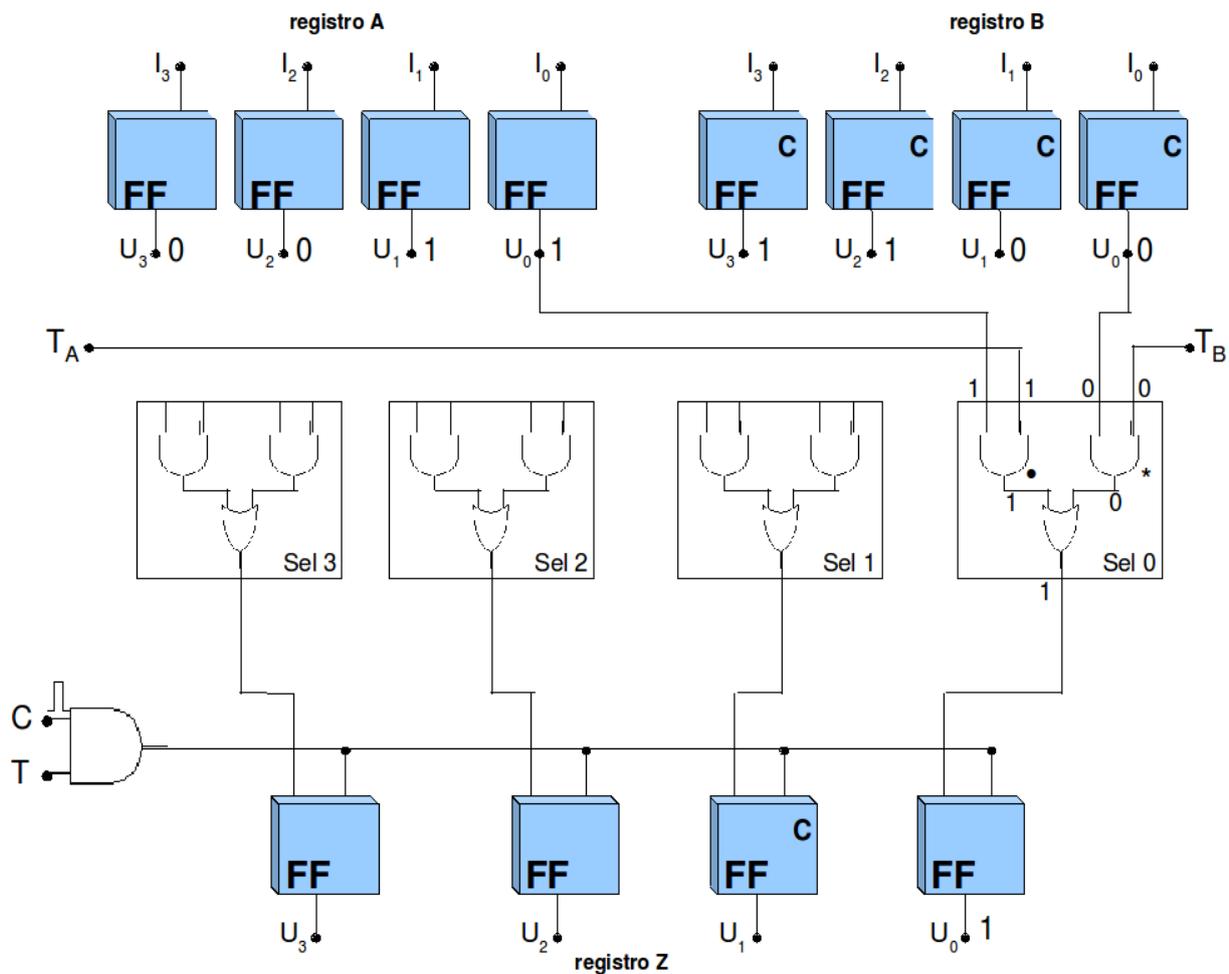


Fig. 6S-1

Cominciamo a esaminare il circuito che abbiamo chiamato Sel 0, trascurando tutti gli altri collegamenti del circuito.

Scopriamo subito che l'uscita del circuito AND in alto a destra, quello con l'*, vale 0 perchè $T_B = 0$ e inoltre l'ingresso proveniente dall'uscita U_0 del registro B fosse stata uguale a 1, l'uscita del circuito AND contrassegnato con * sarebbe stata uguale a 0, perchè $T_B = 0$.



Il secondo componente che esegue il calcolo del riporto S_0 vale 1 soltanto quando entrambi A_0 e B_0 sono uguali a 1. Quindi questo componente sarà costituito da un circuito elementare di tipo AND. (Fig. 7-3).

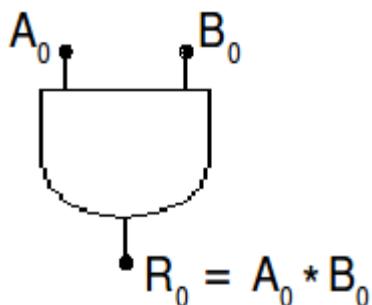


Fig. 7-3

In conclusione, il circuito che calcola la somma S_0 e il riporto R_0 è rappresentato in Fig. 7-4.

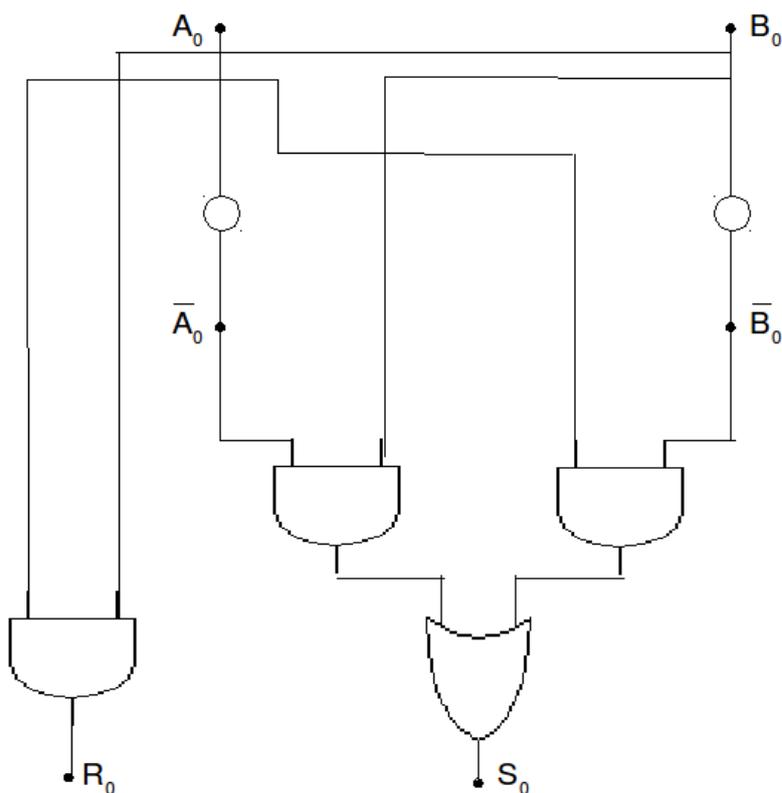


Fig. 7-4

Il circuito di Fig. 7-4 esegue soltanto la somma di A_0 e B_0 , non dovendo calcolare il contributo di un riporto precedente.



Per qualunque combinazione di valori di a, b, e c, soltanto una delle 8 uscite vale 1: quella che corrisponde al codice di tre cifre binarie applicato ai tre morsetti di ingresso.

Con la stessa tecnica si possono realizzare decodificatori a 4 ingressi e quindi $2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16$ uscite; a 5 ingressi e quindi $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32$ uscite; a 6 ingressi e quindi $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$ uscite e così via.

Le celle di memoria

La memoria centrale di un calcolatore è costituita da un insieme di "celle" o "registri", ciascuna delle quali contiene generalmente un numero stabilito di bit o flip-flop (ad esempio, 8 oppure 16 oppure 32).

Ogni cella ha un proprio indirizzo, diverso da quello delle altre celle, che è fissato una volta per tutte al momento della fabbricazione. Il suo contenuto è invece variabile e viene modificato a ogni operazione di scrittura in quella cella.

In Fig. 8-4 è rappresentata una memoria centrale molto piccola, costituita da 4 celle di 8 bit ciascuna. Le quattro celle si chiamano CELL0, CELL1, CELL2 e CELL3, e hanno indirizzi che valgono rispettivamente 0, 1, 2 e 3.

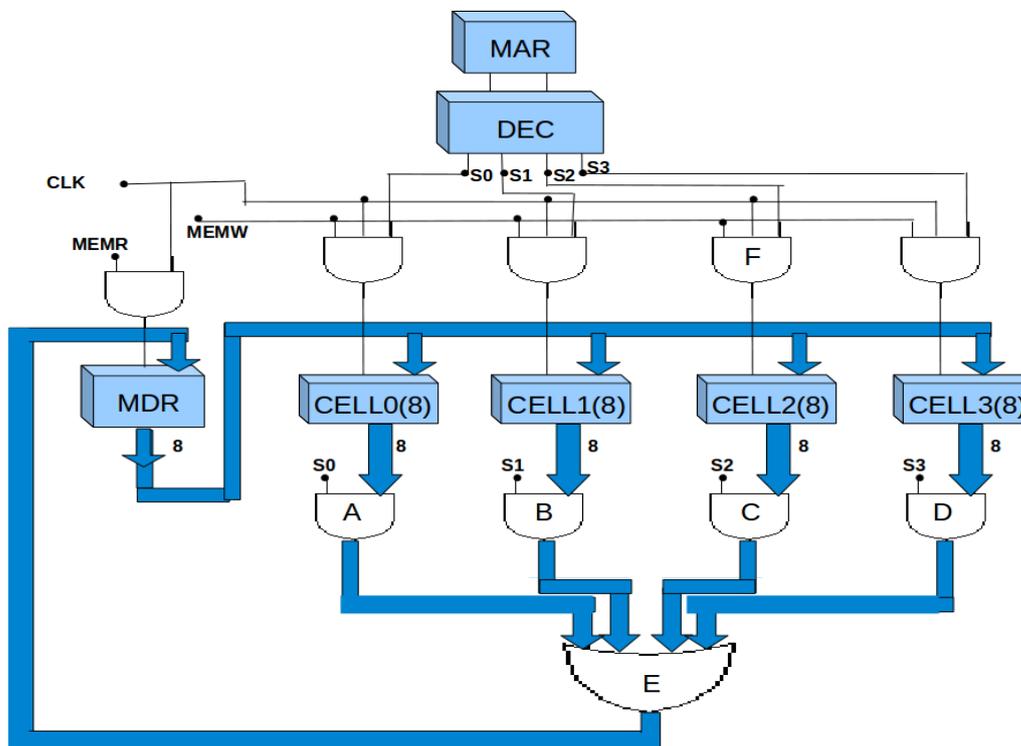


Fig. 8-4



9. SCHEDA DI APPROFONDIMENTO - L'unità di controllo

Lo schema di Fig. 9-1 illustra le cinque parti fondamentali di un calcolatore programmabile. Questo schema spiega perfettamente anche l'organizzazione della grande maggioranza dei calcolatori attuali.

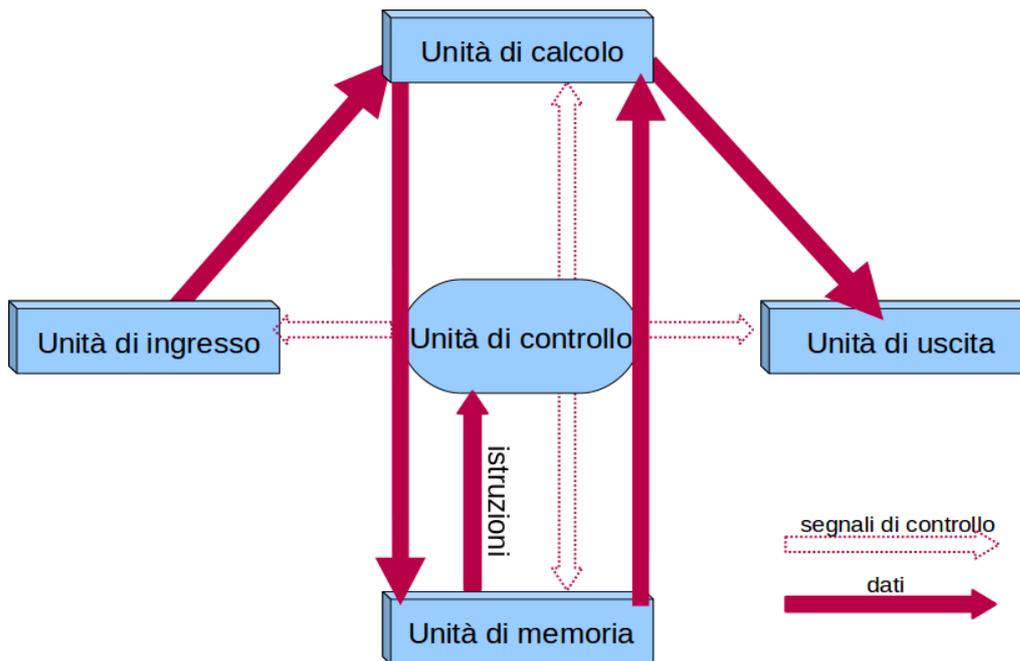


Fig. 9-1

Descriviamo brevemente i compiti delle singole unità che compaiono nello schema.

L'unità di calcolo

L'unità di calcolo (detta anche "unità aritmetica") è quella parte del calcolatore in cui vengono svolte le operazioni aritmetiche o logiche che risolvono un dato problema. Si potrebbe dire che l'unità di calcolo è l'analogo della calcolatrice tascabile.

Nell'unità di calcolo passano i dati in ingresso o in uscita. Infatti, i programmi e i dati su cui lavorare sono letti da un'unità di ingresso che li trasferisce, su ordine dell'unità di controllo, all'unità di calcolo, generalmente a un registro A. Chiameremo questo registro REGA o "registro accumulatore" dell'unità di calcolo. Analogamente i risultati del calcolo sono generalmente inviati, sempre su comando dell'unità di controllo, dall'unità di calcolo all'unità di uscita.



eseguita in quel momento è quella che è scritta nella memoria centrale all'indirizzo 1000.

Il contatore di programma è collegato al registro di indirizzo della memoria, MAR, attraverso un fascio di fili detto "ADDBUS" o "Address bus", in quanto trasporta generalmente indirizzi.

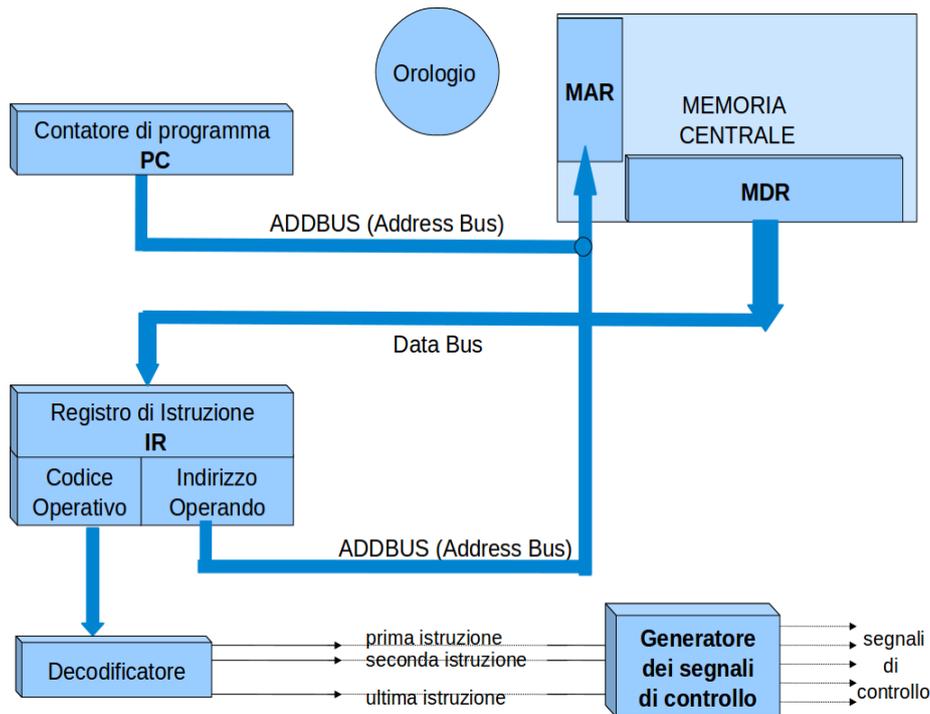


Fig. 9-2

Utilizzando opportuni segnali di comando, l'unità di controllo inizia l'esecuzione di un'istruzione, eseguendo le seguenti operazioni:

1. *trasferisce il contenuto del contatore di programma (PC) nel registro di indirizzo della memoria (MAR): da PC a MAR*
2. *trasmette il segnale di controllo MEMR (memory read) che ha come effetto il trasferimento della cella di memoria il cui indirizzo è scritto in MAR, ossia dell'istruzione che deve essere eseguita, nel registro di dato della memoria (MDR): da cella di memoria a MDR*
3. *trasferisce lungo il DATABUS il contenuto di MDR sul registro IR (registro di istruzione), che quindi conterrà l'istruzione da eseguire: da MDR a IR*
4. *incrementa di 1 il contenuto di PC (contatore di programma) in modo che questo "punti" all'istruzione successiva, ossia contenga l'indirizzo della prossima istruzione che deve essere eseguita: PC + 1 entro PC*



1) Trascrivere il programma scritto nel linguaggio artificiale prescelto su un supporto che la macchina sapesse leggere, come ad esempio le schede perforate, che ormai non si usano più da molto tempo. Ogni scheda conteneva un'istruzione, ossia un ordine elementare, che era scritto in un codice sotto forma di buchi messi in posizioni diverse sulla scheda. Questo programma era chiamato "sorgente", perchè era la sorgente dell'informazione nel successivo processo di traduzione.

In Fig. 10-1 abbiamo rappresentato lo schema del processo di traduzione. Notate che i rettangoli con l'angolo superiore sinistro tagliato rappresentano le schede perforate, perché queste avevano proprio quella forma.

In Fig. 10-2 sono rappresentate alcune schede perforate e loro frammenti.

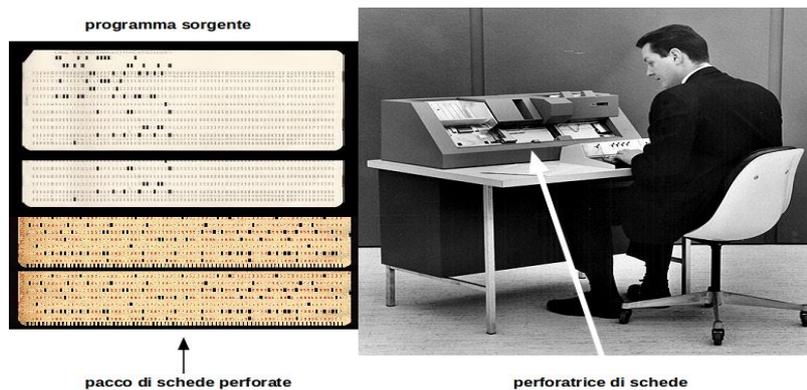


Fig. 10-2

2) Prelevare da un'armadio dell'ufficio il programma traduttore, che era stato scritto in linguaggio macchina e che era anch'esso trascritto su schede. Il pacco di schede veniva introdotto nel calcolatore che leggeva le schede e trasferiva il loro contenuto nella memoria centrale (Fig. 10-3).

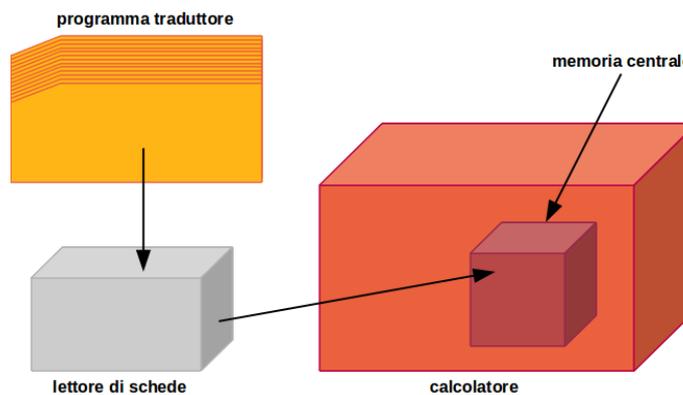


Fig. 10-3



3) Mettere nel lettore di schede il programma "sorgente" e ordinare al calcolatore di eseguire il programma traduttore. Il programma traduttore leggeva il programma "sorgente" e lo traduceva nel "programma oggetto", ossia produceva con l'aiuto di un'opportuna perforatrice, un terzo pacco di schede contenente un programma scritto in linguaggio macchina e quindi interpretabile ed eseguibile dal calcolatore (Fig. 10-4).

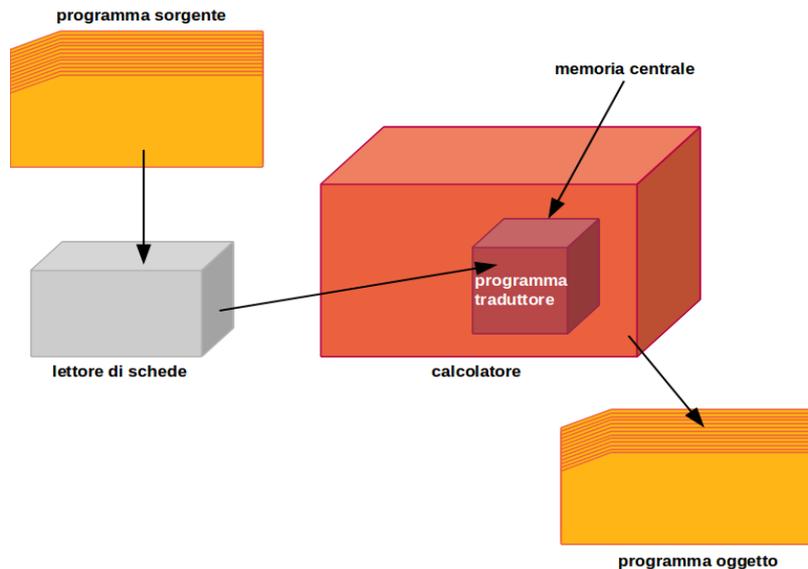


Fig. 10-4

4) A questo punto il programmatore introduceva nel lettore un pacco di schede contenente il programma oggetto e ordinava al calcolatore di caricarlo in memoria.

5) Infine, il programmatore ordinava al calcolatore l'esecuzione del programma "oggetto" che, essendo scritto in linguaggio macchina, poteva essere eseguito.

Oggi tutte queste 5 operazioni vengono eseguite automaticamente, in modo quasi invisibile per noi. Il programmatore digita sulla tastiera il suo programma nel linguaggio che preferisce (ad esempio python) che viene automaticamente trasferito nella memoria del calcolatore. Quando il programmatore impartisce l'ordine di esecuzione del programma (start o run), il calcolatore carica il programma traduttore, traduce il programma "sorgente" e infine esegue il programma "oggetto".

Ovviamente, poiché le schede perforate non si usano più, i vari programmi operano automaticamente soltanto su "file" contenuti nella memoria del calcolatore.

Ad esempio, nel linguaggio Python si può scrivere:

```
print math.sqrt ((79 + 123) * (1250 - 570))
```



Fig. 1-3 Il cavo coassiale

LA FIBRA OTTICA

E' un sottilissimo filo di vetro che trasmette i bit come rapidissimi e piccolissimi lampi di luce. Il diametro del filo è dell'ordine di poche decine di micrometri o "micron". Perché il micrometro è il milionesimo di metro, il diametro di una fibra è dell'ordine di poche decine di millesimi di millimetro, ossia cento volte più sottile di un capello. La velocità di trasmissione è molto alta, dell'ordine di molti miliardi di bit al secondo, che possono essere trasportati a distanze di centinaia di chilometri.

Di solito le fibre ottiche sono impaccate in fasci contenenti molte decine di fibre come mostrato in Fig. 1-4.

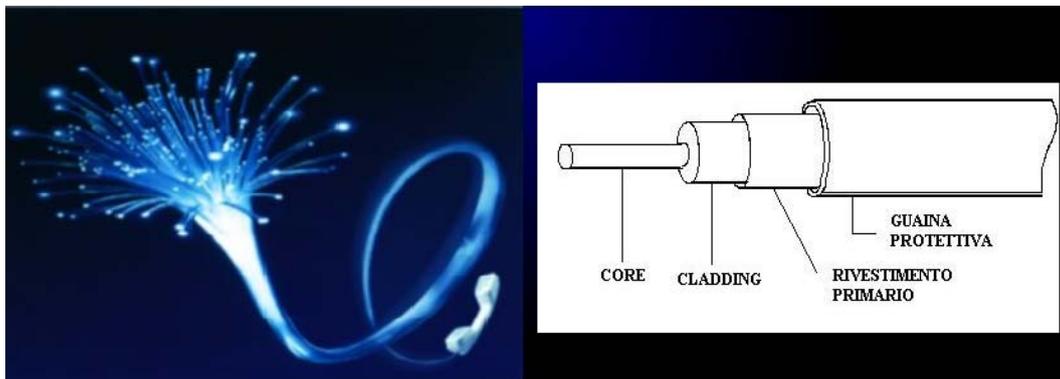


Fig. 1-4 Un fascio di fibre ottiche e lo schema della fibra

Un difetto della fibra è rappresentato dal fatto che è molto fragile e non può essere piegata. In compenso, le fibre più veloci possono raggiungere velocità dell'ordine di 10 mila miliardi di bit al secondo. La velocità media delle fibre ottiche, secondo calcoli recenti, è destinata a raddoppiare ogni anno.



RETI LOCALI E RETI GEOGRAFICHE

Si distinguono generalmente i seguenti tipi di rete.

LAN (Local Area Network)

- Una rete locale interconnette tutti i calcolatori di un'aula, un laboratorio o un appartamento.

WAN (Wide Area network)

- Una rete geografica consente invece l'interconnessione di calcolatori disposti su un vasto territorio geografico e, al limite, sull'intero pianeta ove abitiamo.

Le reti locali possono essere magliate, oppure a stella, oppure a bus, oppure ad anello. Negli ultimi anni si sono andate diffondendo anche le soluzioni radio o "wireless", basate generalmente sulla cosiddetta tecnologia "Wi-Fi.". Molto probabilmente nei prossimi anni si diffonderanno anche le reti locali basate su fibra ottica.

Le reti geografiche sono generalmente eterogenee, nel senso che non sono caratterizzate da un'unica topologia e da un'unica tecnologia. Molto spesso le reti geografiche contengono al loro interno una pluralità di reti locali che si interconnettono fra loro o con altri calcolatori attraverso opportuni apparati chiamati generalmente "router", ossia "instradatori" del traffico. Ad esempio, in Fig. 2-5 vediamo l'interconnessione di una rete locale a bus ad un'altra rete a bus attraverso una rete geografica.

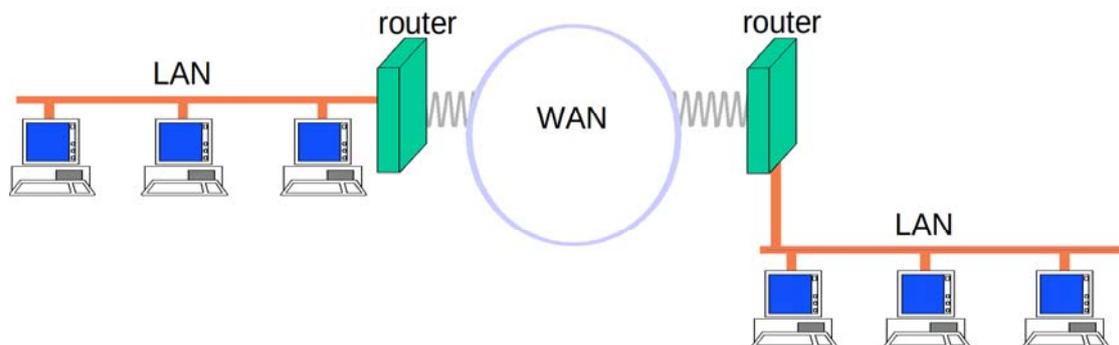


Fig. 2-5 La connessione di due reti locali a bus

Comunque, la topologia di una rete geografica con migliaia di utenti è simile a un albero, ove le foglie sono i calcolatori interconnessi, i rametti a cui sono attaccate le foglie sono le reti locali, mentre i rami più grossi e il tronco sono le cosiddette "dorsali", ossia i canali di comunicazione più importanti, quelli che portano i grossi volumi di dati da un'area geografica ad un'altra. Ora le dorsali sono costituite



dati sono insufficienti per applicazioni importanti come la trasmissione di video.

Questo grave difetto è compensato da un grande pregio: la rete telefonica è diffusa su tutta la terra. Rappresenta l'equivalente di un investimento globale dell'umanità dell'ordine di mille miliardi di euro, ed è proprio la sua pervasività che ha determinato il suo successo anche per la trasmissione dei dati.

Un esempio importante di trasmissione dati basata su rete telefonica e modem è il fax, uno degli strumenti di comunicazione più diffusi nel mondo industrializzato. Il verbo "faxare", cioè trasmettere in fax, verbo regolare della prima coniugazione, è entrato nei dizionari della lingua italiana.

Reti pubbliche di trasmissione dati a commutazione di circuito e di pacchetto

Molte aziende e pubbliche amministrazioni non possono permettersi il lusso di comprarsi una rete privata, dedicata soltanto all'interconnessione dei loro calcolatori. Per questa ragione, una trentina di anni fa, iniziò la realizzazione delle prime reti pubbliche per la trasmissione dei dati. Due punti di vista si scontrarono fin dal primo momento: la commutazione di circuito e la commutazione di pacchetto.

Le reti di trasmissione dati a commutazione di circuito (Fig. 2-7) realizzano una connessione fisica diretta fra l'utente chiamante e l'utente chiamato, così come avviene nella antica rete telefonica, ma con una migliore qualità di trasmissione. L'inconveniente della commutazione di circuito è rappresentato dal fatto che le risorse impegnate nella connessione sono spesso sottoutilizzate: ad esempio, mentre un utente pensa e non trasmette, la linea di collegamento risulta occupata ma non utilizzata né dai due interlocutori né da altri.

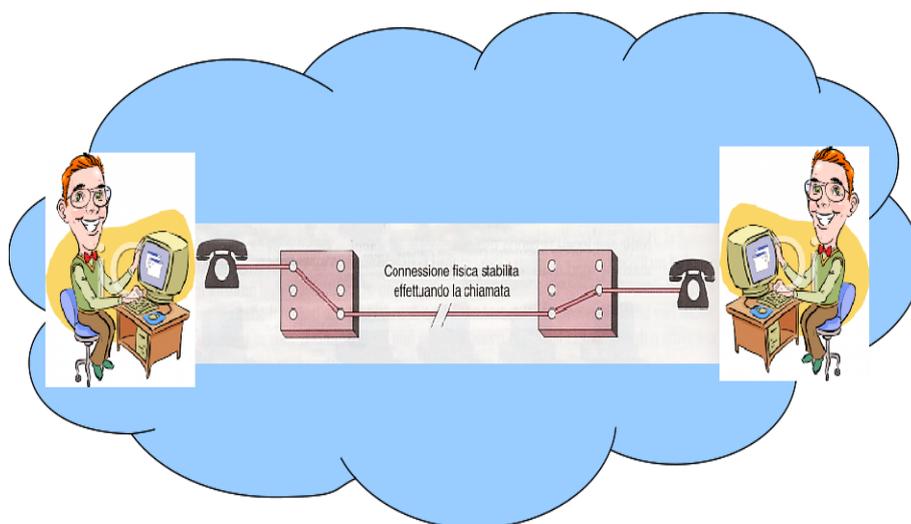


Fig. 2-7 Rete a commutazione di circuito



Alla commutazione di circuito si contrappone la commutazione di pacchetto (Fig. 2-8). Una rete a commutazione di pacchetto è caratterizzata, anziché da centrali di commutazione, come quelle della rete telefonica, da calcolatori collegati fra loro da linee del tipo delle linee "punto a punto". In fase di trasmissione i dati, che sono tutti bit, sono divisi in tanti pacchetti. Ad esempio, una frase di un utente composta da centomila bit potrebbe essere suddivisa in dieci pacchetti da diecimila bit ciascuno. I pacchetti saranno poi inviati al calcolatore più vicino e da questo al secondo e così via, sino ad arrivare a destinazione. Così uno stesso collegamento viene utilizzato per una pluralità di trasmissioni. Al fine di migliorare l'efficienza globale della rete, i pacchetti potranno seguire percorsi diversi. Lo scopo principale di questa seconda soluzione, intrinsecamente più complicata, è la piena utilizzazione delle risorse trasmissive. Il suo inconveniente principale è rappresentato dalla variabilità dei tempi di consegna dei singoli pacchetti. Così vi è il pericolo che un segmento di voce arrivi in ritardo rispetto al segmento precedente, compromettendo la capacità di comprendere bene il messaggio vocale. In sostanza, la soluzione appare molto efficiente per la trasmissione di dati numerici, ma molto complicata per la trasmissione di voce o di video.

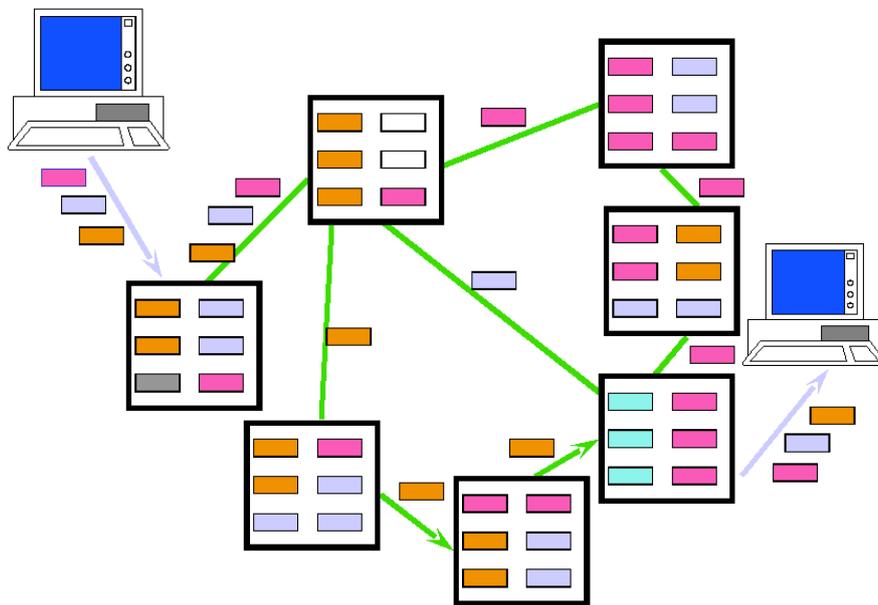


Fig. 2-8 Rete a commutazione di pacchetto



3 - INTERNET

La rete delle reti

La storia di Internet inizia nel 1960 ed è una storia di continue scoperte e invenzioni. All'incirca a metà di questa storia, i progettisti di Internet si diedero un obiettivo ambizioso: diventare la grande rete delle reti. Infatti, in quel momento operavano molte reti diverse, locali e geografiche, caratterizzate da topologie diverse, progettate e prodotte da aziende diverse.

I sistemi costituiti dai vari calcolatori e dalle reti di comunicazione non potevano scambiarsi dati perché ogni rete adottava regole diverse per organizzare i dati da trasmettere, per collegare le sorgenti e le destinazioni dei flussi di dati, per specificare gli indirizzi dei calcolatori coinvolti nella comunicazione e così via. Inoltre ciascuno dei produttori delle diverse reti, molto geloso delle sue soluzioni tecniche, non gradiva che calcolatori di altri produttori venissero collegati alla loro rete.

Si decise allora di operare secondo lo schema rappresentato in Fig. 3-1.

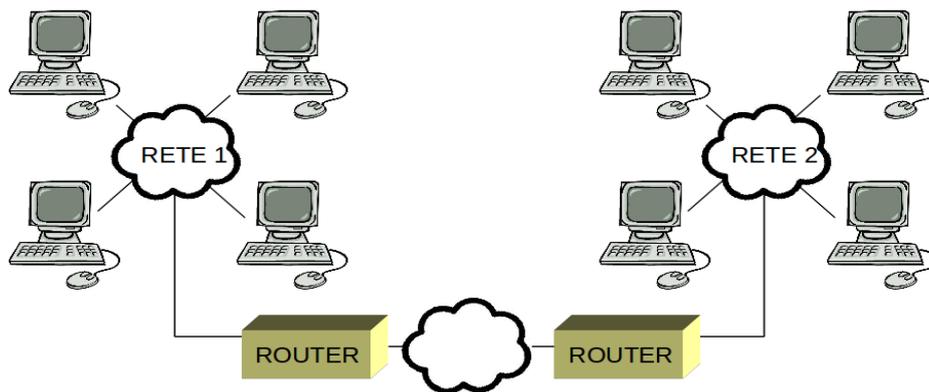


Fig. 3-1

Alla rete di sinistra chiamata RETE 1 in figura, una delle reti preesistenti ad Internet, si aggiunse un apparato, chiamato ROUTER in Fig. 3-1, che colloquiava con altri calcolatori della stessa RETE 1, secondo le regole adottate dai progettisti di quella rete, ma che fosse collegato a un canale di comunicazione "da Rete a Rete". Alla rete a destra chiamata "RETE 2" nella figura, si aggiunse un altro apparato, capace di scambiare i dati con gli altri calcolatori della stessa RETE 2 secondo le regole prestabilite per questa. Si collegarono poi fra loro i due router con un canale opportuno. Si ricorda che "route" significa "strada" e "router" significa "instradatore".

I router non sono concettualmente o strutturalmente diversi dagli altri calcolatori; sono soltanto calcolatori specializzati nella trasmissione dei dati. Quando un calcolatore della RETE 1 vuol trasmettere un'insieme di dati a un calcolatore della RETE 2, trasmette quei dati al router della RETE 1 secondo le modalità della stessa RETE 1. Il router della RETE 1 trasmette allora quei

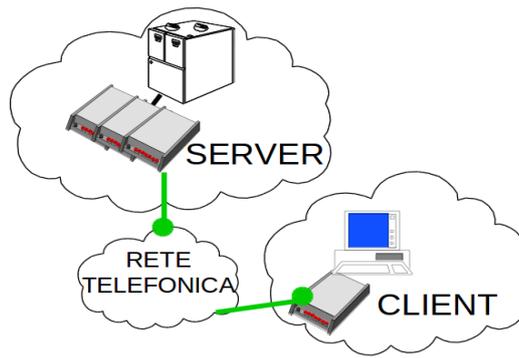


Fig. 3-2

Tutto avviene come in una grande rete ferroviaria (Fig. 3-3).

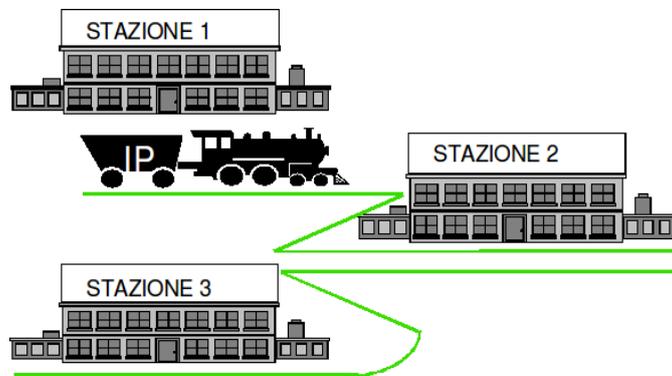


Fig. 3-3

Il capostazione della stazione di partenza, ossia il vostro calcolatore, invia un trenino con un unico vagoncino contenente un carico di bit, il vostro messaggio. Sulla locomotiva c'è un piccolo carico di servizio, l'indirizzo di destinazione. Quel trenino è chiamato "pacchetto IP", dalle iniziali di "Internet Protocol". Il trenino IP arriva alla sua prima stazione intermedia, ossia al calcolatore del vostro I.S.P. Il capostazione si affaccia alla locomotiva e legge l'indirizzo di destinazione. L'ultima parte dell'indirizzo (.gov) indica la rete degli enti governativi degli Stati Uniti, per cui il messaggio dovrà essere inoltrato in America. Il capostazione consulta una grande tabella, che gli indica, per ogni destinazione finale, la destinazione successiva a cui inviare il trenino. Così il trenino viene inviato a Milano, presso un istituto di ricerca dell'Università, da cui devono transitare tutti i trenini partiti da Torino con destinazione negli Stati Uniti. Il capostazione di Milano farà lo stesso lavoro, e inoltrerà il trenino a Bologna, e così, di stazione in stazione, sino all'arrivo alla stazione finale, il calcolatore dove, come vedremo, risiede la casella postale della mamma di Mary.

Un vagoncino IP ha una capacità limitata, mediamente pari a circa 1500 caratteri. Di conseguenza, il breve messaggio per Mary può essere contenuto in un unico vagoncino, ma il milione di bit



necessari per rappresentare un'immagine con un'ottima risoluzione non sta in un vagoncino e richiede un treno composto da moltissimi vagoncini. Sfortunatamente, la rete ferroviaria di Internet non ama convogliare treni con più di un vagoncino; per questa ragione il capostazione di partenza, ossia il vostro computer, dovendo trasmettere cento vagoncini, come sua prima operazione scompone il treno in cento trenini, con cento locomotive diverse, ciascuna delle quali trascina un diverso vagoncino. Il lungo treno di partenza è chiamato "pacchetto TCP", come "Transport Control Protocol", una sigla misteriosa che non ha un profondo significato (Fig. 3-4).

I cento trenini IP in cui il capostazione ha scomposto il lungo treno TCP sono autonomi e viaggiano ciascuno per proprio conto, secondo la logica della "Commutazione di pacchetto" che abbiamo descritto nel capitolo 2. Spetta al capostazione della destinazione finale, il computer che ospita la posta di Mary, raccogliere i singoli vagoncini e incollarli nell'ordine corretto, ricostruendo il lungo treno di partenza.

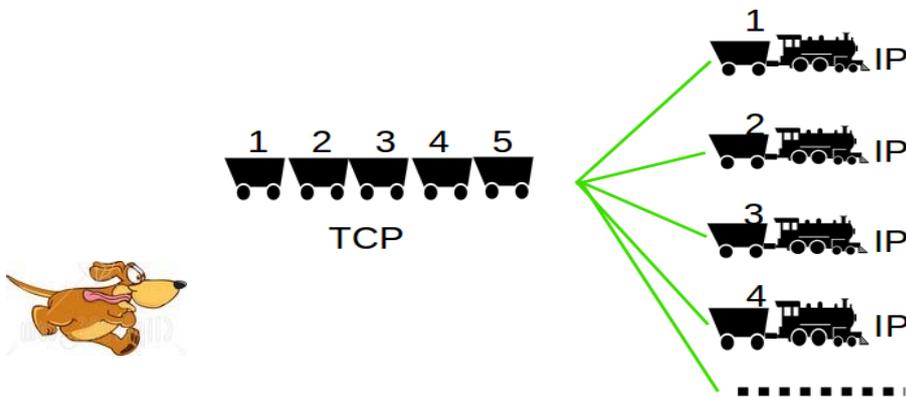


Fig. 3-4

Questo meccanismo costituisce il principale di fatto di Internet, probabilmente l'unico serio. I vari trenini IP che portano il carico del lungo treno TCP partono in sequenza ma possono arrivare in ordine sparso. Inoltre se uno solo dei trenini elementari si perde, il capostazione di arrivo non è più in grado di ricostruire il treno. In questo caso, deve mandare un treno al capostazione di partenza per chiedere la ritrasmissione del treno perduto. L'arrivo in ordine sparso non pone alcun problema alla trasmissione di messaggi scritti, ma costituisce un ostacolo difficilissimo alla trasmissione di un messaggio vocale o di un filmato. Nel caso del messaggio vocale, ad esempio, tutti i frammenti che compongono una parola, come, ad esempio, la sillaba "ma" della parola "mamma", devono arrivare entro un decimo di secondo ed essere riprodotti nell'altoparlante del computer di destinazione nell'ordine

corretto, senza discontinuità, perché altrimenti il messaggio sarebbe incomprensibile. Per questo la trasmissione della voce e del video su Internet ha rappresentato e rappresenta tuttora uno dei temi più interessanti della ricerca tecnologica.



Abbiamo accennato al fatto che l'utente di Internet usa indirizzi simbolici e mnemonici, come `white-house.gov`, ma che i calcolatori della rete interpretano le destinazioni dei messaggi solo se queste sono scritte in codice binario, come sequenze di uni o zeri. Spetta a un calcolatore specializzato, chiamato "Domain Name Server" (DNS), il compito di tradurre gli indirizzi simbolici negli indirizzi fisici scritti in binario (Fig. 3-5)

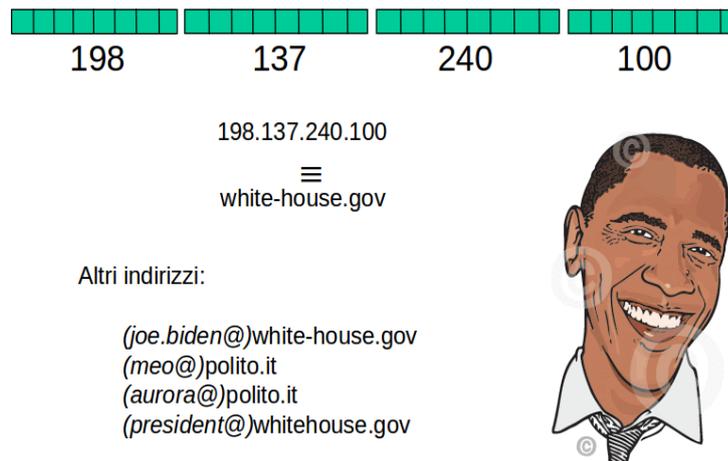


Fig. 3-5

Il lavoro del "Domain Name Server" è complesso ed è eseguito con la collaborazione di molti calcolatori distribuiti su tutta la rete.

Un indirizzo fisico è composto da quattro numeri binari, ciascuno dei quali è costituito da 8 bit, per un totale di 32 bit. Con 32 bit si possono distinguere oltre 4 miliardi di indirizzi diversi, che, nel momento in cui i comitati internazionali, incaricati di definire le regole di Internet, specificarono le modalità di indirizzamento, sembravano ampiamente sufficienti a coprire tutte le esigenze per molti anni. Da alcuni anni, invece, gli indirizzi cominciano a scarseggiare. I comitati internazionali hanno già definito un nuovo standard chiamato IPv6 (versione 6 del pacchetto IP), che consentirà la specificazione di molte centinaia di miliardi di indirizzi diversi. Questa cifra può sembrare pazzesca se pensiamo che gli utenti della rete siano gli uomini; nella realtà i soggetti interessati alle comunicazioni su Internet sono i calcolatori, che diventano ogni giorno più piccoli e numerosi. Domani, ogni forno, frigorifero, condizionatore, tostapane, videoregistratore e ogni altro elettrodomestico ospiterà uno o più processori caratterizzati ciascuno dal proprio indirizzo IPv6.



4-parte 2-I SERVIZI PIÙ IMPORTANTI DI INTERNET

Usando il meccanismo dei trenini IP e spesso anche quello della scomposizione e ricomposizione dei lunghi treni TCP, Internet riesce a mettere a disposizione degli utenti molti servizi utili. Soffermiamoci sui più importanti.

La posta elettronica

Nei primi tempi della storia di Internet la posta elettronica veniva attuata inviando direttamente un messaggio da un calcolatore ad un altro. Questa soluzione, molto semplice, aveva un difetto: se il calcolatore del destinatario era spento, il messaggio si perdeva. I gatti, che sono sempre a zozzo, furono i primi ad accorgersi di questo difetto.

Per questa ragione si installarono nella rete un certo numero di "mail server", che dovevano essere sempre accesi. Nella Fig. 4-1 sono rappresentati due mail server, chiamati "caniegatti.it" e "gattiproletari.it", ma nella realtà di oggi i mail server attivi sono molti milioni. In Fig. 4-1 sono rappresentati soltanto 4 dei molti "client" (clienti del servizio di posta) dei due mail server; due appartengono a due cani, "nazibau@caniegatti.it" e "nazibob@caniegatti.it", e due appartengono ai due gatti "miao@caniegatti.it" e "randagio mao@gattiproletari.it".

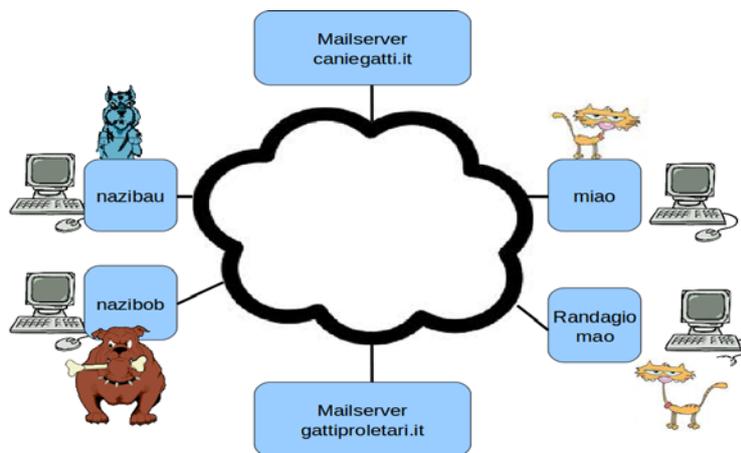


Fig. 4-1

I mail server ospitano le caselle postali dei loro clienti, che sono memorizzate nelle memorie di massa dei due server. In Fig 4-2 sono stati rappresentati i primi messaggi delle tre caselle postali appartenenti ai tre clienti nazibau@caniegatti.it, nazibob@caniegatti.it e randagio mao@gattiproletari.it.

Ogni casella postale è suddivisa in due campi: il primo contiene l'indirizzo del mittente, il secondo il contenuto del messaggio. Osservate che il mittente del messaggio contenuto nella mail box di randagio mao è un gatto che utilizza il mail server "gattiproletari.it" (diverso dal server di posta degli altri tre



protagonisti della nostra storia).



Fig. 4-2

Per comprendere il senso dei messaggi di Fig. 4-2, tenete presente che Nazibau è un cane militante nel movimento dei "Cani Arrabbiati", che predica il ritorno allo stato randagio, Nazibob è un cane del movimento dei "Nazi canischi", che vogliono la soppressione dei gatti e la deportazione dei cani bastardi, mentre Miao è un povero gattino che rischia di diventare vittima di Nazibau e Nazibob.

E' importante ricordare che quando inviate un messaggio ad un vostro amico, questo viene memorizzato nella sua mail box anche se il suo calcolatore è spento. Quando il vostro amico vorrà leggere il vostro messaggio, accenderà il suo calcolatore e si collegherà al suo mail server che trasmetterà il vostro messaggio al suo calcolatore.

FTP - Il trasferimento di file.

Il trasferimento di file, o "file transfer", può essere visto come una variante della posta elettronica. E' idoneo al trasferimento senza errori di documenti molto lunghi, come progetti, filmati, articoli scientifici o interi volumi. Costituisce ormai uno dei meccanismi standard per la diffusione della documentazione nell'ambito della comunità scientifica mondiale. (Fig. 4.3)

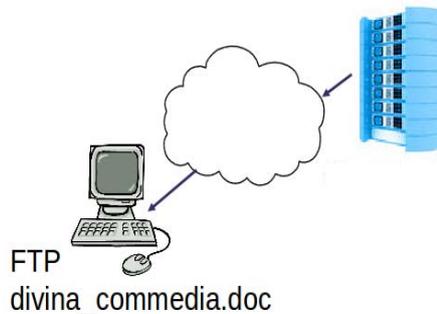


Fig. 4.3



5 – Internet del futuro

I PROGRESSI DELLE TECNOLOGIE DELL'INFORMAZIONE

Tutte le tecnologie informatiche (dette anche "tecnologie dell'informazione") sono molto migliorate negli ultimi anni. Qualche studioso ha calcolato che i dati che rappresentano il progresso di questo settore crescono di cento volte ogni dieci anni e che questi progressi avvengono senza che i costi delle tecnologie crescano.

Vediamo tre esempi importanti che si riferiscono ai tre capitoli principali delle tecnologie dell'informazione.

La velocità di calcolo

Nel momento in cui scriviamo queste righe (fine 2011), un calcolatore veloce può eseguire un miliardo di istruzioni aritmetiche al secondo, lavorando su numeri decimali con virgola. Un esempio di istruzione aritmetica con virgola potrebbe essere:

3,5419 moltiplicato per 258,1722

e quest'istruzione potrebbe essere eseguita in un milionesimo di secondo.

In Fig. 5-1 vediamo il prototipo di una unità aritmetica veloce che sarà utilizzata nei calcolatori della prossima generazione. E' fatta da ottanta microscopici calcolatorini, tutti incollati su un unico supporto, capaci di lavorare insieme. Tra un paio di anni quell'unità aritmetica, o unità come quella, diventeranno il cuore dei calcolatori della prossima generazione, rendendo possibili velocità di calcolo dell'ordine di un "teraflop", ossia di mille miliardi di istruzioni aritmetiche decimali al secondo. (Ricordiamo che "chilo" vuol dire mille, "mega" vuol dire un milione, "giga" vuol dire un miliardo, "tera" vuol dire mille miliardi).

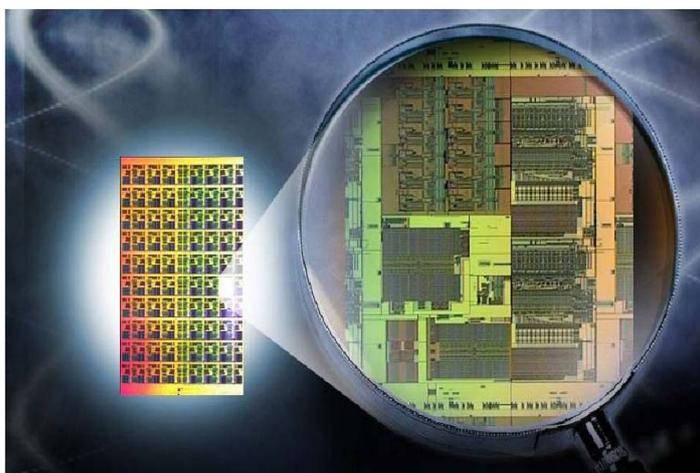


Fig. 5-1



La memoria

La ben nota “chiavetta” (o “pen drive”) che la vostra maestra e il vostro professore utilizzano per conservare grandi volumi di dati è una memoria che costa pochi euro e contiene alcuni miliardi di caratteri. Nei laboratori di ricerca sono già disponibili i prototipi di chiavette capaci di memorizzare 256 GigaByte, ossia 256 miliardi di caratteri, pari al contenuto di una biblioteca di 150 mila volumi (Fig. 5-2).



Fig. 5-2

La trasmissione dati

Le fibre ottiche, che, come abbiamo visto, sono le componenti fondamentali per la trasmissione dei dati a grande distanza, diventano ogni giorno più veloci. Oggi, ciascuno dei sottilissimi fili di vetro che vediamo in Fig. 5-3 (con diametro uguale a dieci millesimi di millimetro) può trasmettere, con rapidissimi, piccolissimi lampi di luce, enormi volumi di informazione, dell'ordine dei terabit al secondo, ossia migliaia di miliardi di bit al secondo.

Su un fascio di fibre come quello mostrato in Fig. 5.3, possono viaggiare tutte le telefonate del mondo, su distanze dell'ordine di mille chilometri. Si tenga anche presente che il costo di una fibra è di un centesimo di dollaro per ogni metro di lunghezza.



Fig. 5-3



Inoltre, come superare il limite evidenziato nella vignetta di un noto settimanale americano (Fig. 5.6)?

Ossia, come verificare l'autenticità del soggetto con il quale sto colloquiando?



Fig. 5-6

La soluzione a questi due problemi è venuta dalla matematica. Infatti, i matematici hanno inventato soluzioni molto intelligenti per "crittografare" i messaggi, ossia per rendere impossibile la comprensione del contenuto del messaggio da parte di chiunque non conosca il codice segreto della trasmissione. Inoltre, i matematici hanno inventato tecniche raffinate di "firma elettronica", certamente più sicura della firma sulla carta, che consentono di verificare se si sta colloquiando con un cane o con il Presidente degli Stati Uniti. In virtù di queste tecniche, il commercio elettronico è diventato una realtà importante per milioni di uomini.

Il global positioning system (G.P.S.)

La Fig. 5.7 schematizza il principio di funzionamento di un apparato G.P.S., ossia di un piccolo dispositivo in grado di determinare la sua posizione sulla superficie della Terra sulla base di dati ricevuti da alcuni satelliti.

In prima grossolana approssimazione, tale principio di funzionamento può essere descritto nei termini seguenti. L'antenna ricevente dell'apparato a terra "vede" almeno tre di una schiera di satelliti orbitanti a quote relativamente basse. Dal primo di questi tre satelliti l'apparato del G.P.S. riceve un messaggio del tipo: "Io sono il satellite S. Sono le ore H". Lo stesso apparato conosce la posizione P nello spazio occupata da S all'ora H, e da questa informazione deduce che la propria posizione è attualmente allocata su una sfera con centro in P e raggio pari alla distanza ricoperta da un'onda elettromagnetica in un tempo pari al tempo



intercorso fra l'ora H dichiarata dal satellite e l'ora H^* in cui il messaggio è stato ricevuto. L'apparato del G.P.S. allocato a bordo del mezzo mobile ripete lo stesso calcolo sui dati di almeno due altri satelliti determinando la propria posizione come intersezione di almeno tre sfere. Comunque, al fine di migliorare la precisione del rilevamento si usano anche i dati di almeno un quarto satellite.

Attualmente il G.P.S. consente precisioni nella determinazione della propria posizione dell'ordine dei centimetri.

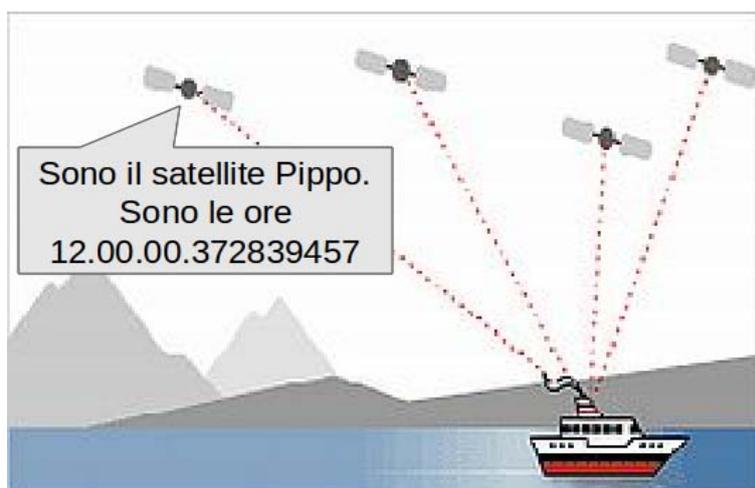


Fig. 5-7

L'intelligenza artificiale e i sistemi esperti

Abbiamo visto che un calcolatore può eseguire un miliardo di istruzioni aritmetiche decimali in un secondo, mentre un bravo matematico può eseguire una di quel miliardo di istruzioni in un minuto. Sfortunatamente alla bravura del calcolatore in matematica corrisponde un'incredibile incapacità a risolvere problemi anche banali, se questi richiedono intuito o fantasia. Ad esempio, un bimbo di due anni riconosce perfettamente la mamma dalla zia, mentre un calcolatore non sempre ci riesce, a meno che la mamma sia bionda e la zia bruna.

L'intelligenza artificiale è quel capitolo dell'informatica che studia come dotare un calcolatore di qualità come la fantasia, l'intuito, la creatività, che sono tipiche dell'intelligenza naturale, degli uomini o anche soltanto degli animali. È una scienza molto interessante ma anche molto difficile, che non ha prodotto negli ultimi anni i risultati che si aspettavano alcuni decenni fa.

Un'area importante dell'intelligenza artificiale è quella dei cosiddetti "sistemi esperti", ossia di quegli automatismi, di norma programmati su calcolatore, che incorporano le conoscenze di uomini "esperti" in determinate aree professionali e sono dotati di meccanismi intelligenti per la formulazione di diagnosi o indicazioni operative. Ad esempio, un sistema esperto per la medicina produce una diagnosi sulla base delle indicazioni della cartella clinica e dei dati del laboratorio. Un sistema di ausilio alle decisioni finanziarie identifica gli investimenti più redditizi analizzando i dati dei bilanci e l'evoluzione nel tempo



dei mercati.

L'insieme delle cose che un sistema esperto può fare è così ampio da rendere molto difficile una classificazione esauriente. Vediamo pochi esempi. Il primo è quello dei sistemi diagnostici di apparati meccanici, elettrotecnici, elettronici o informatici, anche di notevole complessità. Nel caso di Fig. 5-8, avendo preso fuoco tutto l'impianto, un'opportuna segnalazione arriva sul video del calcolatore che opera il controllo.



Fig. 5-8

Il secondo esempio riguarda i sistemi di ausilio, che collaborano con gli scienziati e i tecnici nella progettazione di macchine o impianti, prevalentemente meccanici, elettrotecnici, elettronici, e anche, più raramente, civili e aeronautici.

Il terzo esempio è quello dei sistemi di controllo delle operazioni elementari di fabbricazione, assemblaggio e movimentazione in impianti produttivi complessi.

