

Lagonegro-Sorgato Le reti di calcolatori e lo sviluppo delle aziende bancarie

Tesina di maturità  
Esami di stato 1999-2000

Lagonegro Matteo e Sgorgato Nicola

Istituto Tecnico Commerciale

**introduzione alle**  
**reti di calcolatori**

**di Lagonegro Matteo & Sorgato Nicola**

## INDICE

Reti di calcolatori.....	pag. 1
Organizzazione fisica delle reti.....	pag. 2
Topologia di reti di comunicazione.....	pag. 5
Comunicazione nelle reti.....	pag. 9
Tipi di reti.....	pag. 12
Reti locali e sistemi operativi distribuiti.....	pag. 13
Reti geografiche.....	pag. 19
Reti metropolitane.....	pag. 22

## **RETI DI CALCOLATORI**

Mentre gli anni '70 possono essere definiti come gli anni dei calcolatori di grosse dimensioni, a partire dagli anni '80 una nuova tendenza ha preso piede nell'ambito dell'informatica, quella del collegamento in rete di elaboratori e dell'informatica distribuita. La possibilità di collegare tra di loro elaboratori e quindi utenti in località diverse sta infatti assumendo importanza sempre maggiore.

I vantaggi derivanti da tale possibilità sono molti e di tipo diverso. In primo luogo, si può pensare che il collegamento tra più elaboratori possa essere visto come una naturale evoluzione dei sistemi time-sharing multiutente. Collegando tra loro in rete un certo numero di personal-computer si può fare in modo che, da un lato, ogni utente abbia la propria macchina personale su cui lavorare, dall'altro si consenta agli utenti di condividere informazioni e risorse. Infatti, si può fare in modo che gli elaboratori possano comunicare tra di loro e possano avere dispositivi in comune (ad esempio dischi su cui vengano mantenute informazioni comuni a più utenti o stampanti per cui non è necessario dotare ogni singolo personal di una sua stampante privata).

Ovviamente le possibilità di connessione possono non limitarsi ad elaboratori personal; ad esempio, si può pensare di collegare ad una rete di personal anche un elaboratore più potente e quindi consentire ai vari utenti di poter utilizzare tele elaboratore quando ne hanno bisogno. L'idea, in questo caso, è quindi quella di avere una rete con elaboratori eterogenei in modo tale che ogni utente possa usare, ogni volta, l'elaboratore che è più opportuno per il compito che deve svolgere.

I vantaggi del collegamento tra elaboratori possono non limitarsi però a tali casi. Un aspetto che è senza dubbio fondamentale e che è stato uno dei maggiori impulsi allo sviluppo delle reti è la possibilità di comunicazione remota tra diversi utenti. L'idea è quella di creare collegamenti a livello mondiale e dare quindi la possibilità agli utenti di collegarsi ad elaboratori di diverse parti del mondo, di effettuare scambi di informazioni con altri utenti e di accedere e consultare banche dati situate in diversi luoghi geografici.

## **ORGANIZZAZIONE FISICA DELLE RETI**

Parlando di reti di elaboratori si intende un insieme di elaboratori collegati tra di loro; più precisamente una rete sarà formata da un insieme di “**nodi**” e da archi di collegamento. Affinché un insieme di nodi (di elaboratori) possano comunicare tra di loro è necessario che tali nodi siano collegati. I collegamenti possono essere effettuati in molti modi differenti.

Il modo più semplice per collegare due nodi è quello di utilizzare un cavo su cui inviare segnali. In pratica, si utilizzano vari tipi di cavi, dai comuni cavi di rame o telefonici a cavi basati su tecnologie di trasmissione più sofisticate come i cavi coassiali o le fibre ottiche.

Un primo aspetto importante concernente la possibilità di comunicazione tra due elaboratori attraverso un cavo (canale) è la definizione di “**protocolli di comunicazione**” o (“protocolli di scambio di dati”). Affinché la comunicazione possa avvenire in modo corretto si devono cioè definire delle regole che governino in modo preciso ogni scambio di informazioni. Si pensi, in particolare, che in alcuni casi si ha la necessità di far comunicare elaboratori di tipo differente (con struttura hardware differente o che usano diversi sistemi per la codifica delle informazioni). Si devono quindi stabilire in modo preciso le regole di comunicazione, ad esempio:

- A quale velocità (ritmo) avviene l’invio di byte;
- Quali segnali convenzionali indicano l’inizio e la fine di una trasmissione (o anche quali segnali indicano la disponibilità a trasmettere o a ricevere);
- Quali tecniche si usano per la verifica della correttezza dei messaggi;
- Quale segnale convenzionale indica la corretta ricezione di un messaggio.

Tutte tali regole e convenzioni devono essere stabilite a priori, altrimenti ogni tentativo di comunicare porterebbe solamente a confusione.

Esistono oggi vari modelli per la comunicazione tra elaboratori e tali modelli definiscono ben precisi protocolli di comunicazione. Uno di tali modelli, il modello **ISO-OSI** (definito nel 1978 dalla International Standards Organization) si sta oggi diffondendo come un protocollo standard usato da diversi livelli, ognuno dei quali definisce dei ben precisi servizi per la comunicazione in rete tra nodi.

Il collegamento fisico tra due nodi (ossia la presenza di un cavo per l’effettivo scambio di informazione tra i nodi) non è tuttavia sempre possibile. In primo luogo, in alcuni casi non è economico fare in modo che ogni coppia di nodi sia collegata da un cavo; in altri casi la distanza tra i nodi impedisce la possibilità di un collegamento fisico.

Nel primo caso l’idea è che la comunicazione può avvenire anche se due nodi non sono collegati in modo diretto: sarà sufficiente utilizzare un terzo nodo, collegato a primi due e fare in modo che il messaggio transiti da tale terzo nodo. Ciò richiede ovviamente il fatto che i protocolli di comunicazione prevedano anche che un nodo possa smistare messaggi per conto terzi.

Più critico è il secondo caso in cui la distanza impedisce ogni forma di collegamento fisico dedicato per la comunicazione. Si pensi ad esempio di voler collegare un elaboratore che si trova a Torino con uno che si trova a San Francisco negli Stati Uniti; ovviamente non si può pensare di avere un cavo o anche di passare da un terzo nodo (o da altri nodi intermedi) con collegamenti dedicati. L’idea in questo caso è quella di utilizzare per la comunicazione tra calcolatori gli usuali mezzi di comunicazione a distanza, quali il collegamento telefonico o il collegamento via satellite.

Un problema nell’uso di mezzi di comunicazione convenzionali è che essi in generale non utilizzano lo stesso schema di codifica e trasmissione delle informazioni usate all’interno dei calcolatori. Questo è il caso, in particolare, delle linee telefoniche. In tali linee le informazioni (il segnale vocale) viene trasmesso in forma **analogica**, ossia sotto forma di onda elettromagnetica (sinusoidale) continua in cui le variazioni di frequenza (e/o di ampiezza) indicano variazioni di segnale. Vi è in tal caso uno spettro di frequenze possibili, corrispondenti a infiniti diversi segnali che si possono inviare. Nel caso dei sistemi di elaborazione la trasmissione avviene in forma **digitale**, ossia vi sono solo due possibili segnali che devono essere trasmessi, corrispondenti ai due possibili stati di una unità di informazione (il bit). Si ha quindi la differenza tra un sistema discreto (due soli messaggi possibili) e un sistema continuo (basato su infinite frequenze possibili); affinché

un segnale digitale possa essere trasmesso su una linea telefonica è quindi necessario effettuare delle conversioni.

Esistono dei dispositivi particolari chiamati **MODEM** (MODulatore DEModulatore) che si occupano di tale conversione. Nella comunicazione via linea telefonica a distanza tra due elaboratori si usano due MODEM: il MODEM presso l'elaboratore che trasmette esegue la conversione da digitale ad analogico del segnale; il MODEM presso l'elaboratore che riceve esegue la conversione da analogico a digitale del messaggio ricevuto. Ovviamente è necessario aver definito un ben preciso protocollo affinché la comunicazione avvenga correttamente.

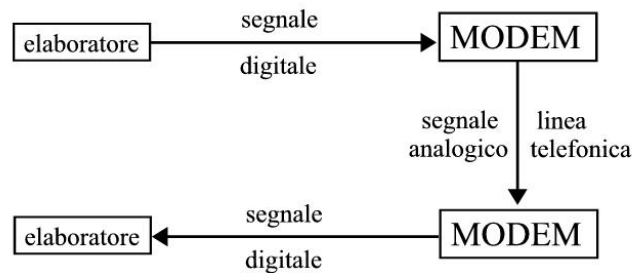


Figura 1 - Uso di MODEM nella comunicazione su linee telefoniche

Tecnicamente esistono vari modi in cui è possibile effettuare la conversione. I MODEM attuali trasmettono un segnale fisso costante detto "segnale portante" e codificano l'informazione digitale mediante opportune variazioni di tale segnale portante (modulazioni). In particolare, si può pensare che la trasmissione di un segnale "0" corrisponda al semplice segnale portante mentre la trasmissione di un segnale "1" possa essere effettuata variando la frequenza (modulazione di frequenza) oppure variando l'ampiezza (modulazione di ampiezza) oppure ancora variando la fase (modulazione di fase) del segnale portante.

Un altro aspetto fondamentale del collegamento tra due nodi è la distinzione tra il collegamento con **linea dedicata** e quello con **linea commutata**. La differenza fondamentale è il fatto che nel primo caso, dati due nodi A e B, si ha una linea di collegamento esclusivamente dedicata alla loro comunicazione (ossia una linea permanente tra A e B non usabile da nessun altro e sempre disponibile per la loro comunicazione); nel secondo caso l'idea è di avere un insieme di circuiti di comunicazione e creare un collegamento tra due nodi nel momento in cui serve per la loro comunicazione (tale scelta è simile a quella delle linee telefoniche convenzionali). La prima scelta permette una comunicazione più efficiente e inoltre è sempre disponibile; tuttavia il costo risulta estremamente alto (tale scelta viene fatta nel caso di due nodi che comunicano pesantemente e frequentemente); nel secondo caso si possono avere problemi di conflitti di comunicazioni e in alcuni casi la comunicazione può dover essere ritardata se non vi sono linee (collegamenti) disponibili.

Nel caso di linee commutate può essere interessante avere la possibilità di utilizzare una stessa linea per più comunicazioni simultanee. In questo modo, infatti, si diminuisce la probabilità che una comunicazione debba essere ritardata in quanto non vi sono linee disponibili per collegare due nodi. Il **multiplexing** è una tecnica per fare in modo che una linea (canale di comunicazione) possa essere divisa in più sotto-canali di comunicazione per trasmettere contemporaneamente e indipendentemente più segnali. In alcuni casi la suddivisione è fisica: ossia ogni cavo è formato da un certo numero di cavi usabili indipendentemente (questo è il caso delle linee telefoniche); in altri casi la condivisione è logica e si usano tecniche di suddivisione della frequenza o del tempo di trasmissione per condividere un unico canale fisico.

Oltre a questo, esistono due possibili modi di comunicazione: la comunicazione seriale e quella parallela. Nel caso della **trasmissione seriale**, i bit vengono trasmessi sequenzialmente lungo il canale di comunicazione; in altri termini, viene inviato un segnale binario alla volta e gli otto bit di un carattere vengono quindi trasmessi uno dopo l'altro. Nel caso di **trasmissione parallela**, si possono trasmettere simultaneamente più segnali (in seguito a multiplexing fisico o logico). Ad

esempio, usando un cavo con otto fili si possono trasmettere simultaneamente gli otto bit di un carattere. E' opportuno fare alcune precisazioni riguardanti la modalità di comunicazione (scambio di informazione) tra due nodi.

Un messaggio è formato da una sequenza di byte; ogni byte è formato da otto bit che corrispondono a otto segnali da trasmettere. In alcuni casi oltre agli otto bit ne vengono trasmessi anche altri per il controllo di errori. Può infatti capitare, in una comunicazione tra nodi che vi siano errori di trasmissione o interferenze (si pensi ad esempio alla possibilità di interferenze su linee telefoniche). In questo modo messaggio inviato può risultare alterato (si noti che anche la sola alterazione di un bit in un messaggio di molte migliaia di byte può creare seri problemi; se, ad esempio, si stava trasmettendo un programma si ha che l'alterazione di un solo bit rende il programma non eseguibile).

Si deve quindi avere un modo per cercare di accorgersi se vi sono stati errori di trasmissione e per cercare di ovviare a tali errori. Una tecnica utilizzata comunemente è quella del **controllo di parità**. In tal caso, per ogni byte trasmesso, oltre agli 8 bit ne viene trasmesso uno aggiuntivo: il bit aggiuntivo vale 0 se gli 8 bit contengono un numero pari di 1, vale 1 altrimenti. In ricezione si ricevono gli 8 bit del messaggio e il bit di parità spedito dal mittente. A partire dagli 8 bit ricevuti si calcola un nuovo bit di parità con le stesse regole enunciate in precedenza e si confronta tale valore con quello ricevuto. Se i valori sono diversi allora vi è stato un errore di trasmissione (un bit è arrivato alterato rispetto a come era partito in quanto è cambiata la parità del numero di 1).

Ad esempio, supponiamo che il messaggio trasmesso sia 10010010 bit di parità 1 e quello ricevuto sia 11010010 in tal caso il bit di parità calcolato dal ricevente è 0, che è diverso da quello ricevuto e, in effetti, un bit è stato alterato nella comunicazione.

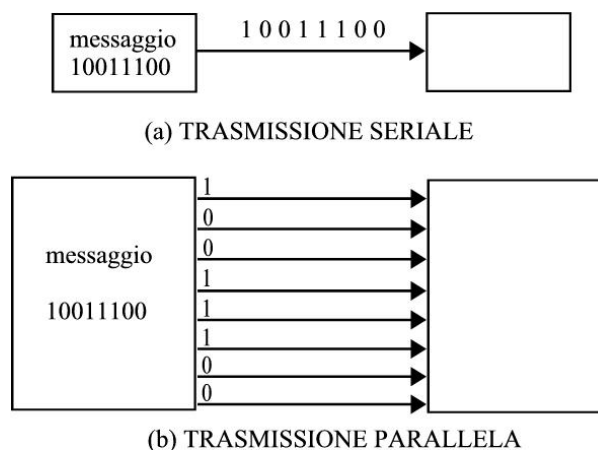


Figura 2 - Trasmissione seriale e parallela

Questa tecnica è solo parzialmente affidabile in quanto non è in grado di riconoscere la presenza di due errori di trasmissione: se infatti due bit vengono modificati la parità dei bit con valore 1 rimane inalterata. Ad esempio, supponiamo, nel caso precedente, che il messaggio ricevuto sia 11110010 in tal caso il bit di parità calcolato è 1 ed è uguale a quello ricevuto ma il messaggio è diverso da quello originariamente spedito. Tuttavia, la probabilità di un errore di trasmissione è bassa per cui la probabilità di due errori nella trasmissione di un singolo byte è trascurabile.

## TOPOLOGIE DI RETI DI COMUNICAZIONE

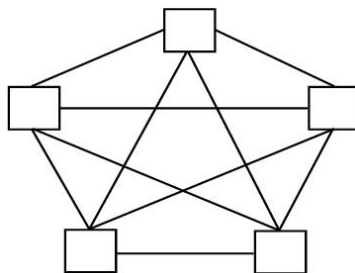
Un aspetto fondamentale riguardante le reti è la scelta della topologia della rete. Il problema che si vuole risolvere è il seguente: dato un insieme di N nodi che devono essere collegati, quali collegamenti fisici realizzare (ossia quanti e quali cavi utilizzare e come disporli per connettere i nodi)? Vi sono molte scelte possibili e nel fare la scelta si devono tenere in considerazione per lo meno i seguenti fattori:

- Economicità: si vuole cioè che il costo della rete non sia troppo elevato; questo significa che poiché il costo è legato al numero e alla lunghezza delle connessioni, si vuole fare in modo che il numero di connessioni (e la loro lunghezza) non sia troppo alto.
- Velocità di comunicazione: si vuole cioè che dati due nodi qualsiasi all'interno della rete, la comunicazione tra tali nodi sia il più veloce ed efficiente possibile. La comunicazione più veloce è quella data dal collegamento diretto tra i due nodi. Nel caso non vi sia un collegamento diretto, allora si vuole che la comunicazione non attraversi un numero troppo alto di nodi intermedi. Ogni nodo intermedio porta infatti un ritardo dovuto al fatto che il nodo deve ricevere e riconoscere il messaggio (in particolare, riconoscere che si tratta di un messaggio destinato ad altri) e ritrasmettere il messaggio verso il destinatario. Il tempo di trasmissione può essere quindi approssimato come il numero di archi che si devono attraversare; questo anche perché data la velocità di trasmissione su un arco (dell'ordine di grandezza della velocità della luce) la lunghezza non è molto rilevante (in particolare nel caso di reti locali). Allo stesso tempo, si vuole che la comunicazione sia distribuita equamente tra i diversi archi e non vi siano zone a traffico troppo intenso in quanto tali zone possono diventare critiche e rallentare l'intero insieme di comunicazioni nella rete (di solito si dice che un tale nodo diventa un "collo di bottiglia – bottleneck - nella comunicazione all'interno della rete).
- Affidabilità: in una rete è possibile che un cavo si guasti e non consenta la comunicazione diretta tra i due nodi che collegava; è anche possibile (e più probabile) che un nodo si guasti e in tal caso tutte le comunicazioni che usavano tale nodo come intermedio non sono più possibili. Nella scelta della forma della rete si vuole che questa sia il più possibile "tollerante ai guasti", ossia la comunicazione tra due nodi qualsiasi sia possibile anche in presenza di qualche guasto di archi o di nodi. Ovviamente questo significa che la rete deve essere ridondante nel senso che vi devono essere più percorsi possibili per far comunicare due nodi in modo che in presenza di un guasto su un percorso sia comunque possibile usare un altro percorso su cui non vi sono archi o nodi guasti.

La distinzione fondamentale tra le diverse topologie di rete è quella tra:

*Topologia con collegamento punto-punto.*

In tale caso l'idea è quella di avere un cavo di collegamento per ogni coppia di nodi all'interno della rete. In altri termini, ogni nodo risulta collegato direttamente a tutti gli altri. Consideriamo, ad esempio, il caso di una rete con cinque nodi; la topologia è la seguente:



In tal caso il costo della rete risulta essere molto elevato (il più elevato tra tutte le topologie possibili); il numero di archi risulta infatti dell'ordine di grandezza del quadrato del numero di nodi da collegare. D'altra parte la comunicazione risulta essere molto efficiente in quanto esiste un collegamento diretto (dedicato) tra ogni coppia di nodi. La rete risulta anche affidabile in quanto esistono molti cammini alternativi per collegare due nodi (a lunghezza sempre maggiore) per cui anche in presenza di un certo numero di guasti ad archi e nodi la comunicazione risulta possibile (in particolare, affinché un nodo sia isolato in una rete di N nodi, si devono guastare N-1 archi che collegano il nodo agli altri). Il problema dei costi e della difficoltà pratica in molti casi di stendere cavi tra ogni coppia di nodi rende tuttavia

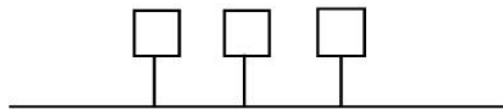
questa tipologia impraticabile e in effetti tutte le tipologie utilizzate oggi prevedono collegamenti multi-punto.

*Topologia con collegamento multi-punto.*

Per evitare i problemi di costi derivanti dalla scelta di effettuare i collegamenti punto-punto si è scelto di fare in modo che solo alcune coppie di nodi siano collegate fisicamente da un cavo; le coppie di nodi che non sono collegate fisicamente possono comunicare attraverso nodi intermedi. Una possibilità è quella di creare collegamenti tra i nodi in modo “casuale”; tuttavia è opportuno definire dei ben precisi schemi di collegamento. I principali utilizzati nelle reti sono i seguenti:

- **Rete a “canale multi-accesso” (lineare)**

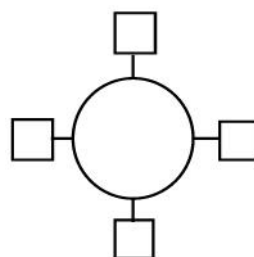
L’idea in questo caso è di avere un unico cavo lineare (dorsale) e collegare tutti i nodi a tale cavo. Si ha quindi il seguente schema:



Questa è la scelta che è stata fatta nella rete “Ethernet” che è la più comune rete (sta diventando uno standard) per il collegamento locale di macchine di tipo eterogeneo. Lo stesso tipo di topologia è anche utilizzata all’interno della rete Appletalk per collegare, sempre in ambito locale, personal computer di tipo Apple Macintosh.

Il vantaggio di tale tipo di rete è il suo costo limitato e la sua semplicità che rende facili la gestione e la manutenzione. Il costo della comunicazione tra nodi può essere alto, anche se di solito nelle reti locali si ovvia a tali problemi usando per la dorsale cavi in grado di trasferire in parallelo e velocemente grandi quantità di informazione. Riguardo alla affidabilità non vi sono problemi nel caso di rottura della dorsale (in tal caso la rete si spezza in due sottoreti che non comunicano tra di loro). Tuttavia è possibile mantenere in modo protetto la dorsale di comunicazione; ad esempio, in un edificio la dorsale può essere mantenuta nelle canaline come nel caso dei cavi elettrici o telefonici, inserendo una presa di connessione in ogni punto in cui si vuole collegare una macchina. In questo modo la possibilità di guasti alla dorsale risulta essere drasticamente diminuita.

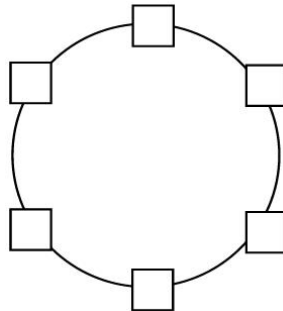
Una soluzione per ridurre leggermente il costo della comunicazione è quella di richiudere la rete su se stessa ai due estremi formando un canale circolare de tipo seguente:



In questo modo la velocità media di comunicazione risulta raddoppiata rispetto al caso precedente (si dimezza il numero di archi da attraversare) e anche l'affidabilità può migliorare.

- **Rete ad anello (Ring)**

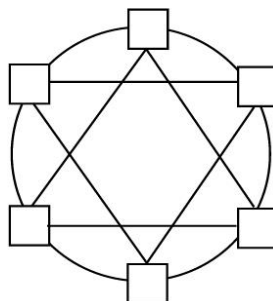
Una soluzione comunemente adottata è quella di collegare i nodi attraverso una rete circolare del tipo seguente, in cui cioè ogni nodo è collegato a due altri nodi:



(si noti che rispetto al caso precedente non si ha un canale cui i nodi sono collegati ma i nodi sono collegati direttamente tra di loro in modo circolare senza una unica dorsale). Il costo è simile al caso della rete lineare (con  $N$  nodi, vi sono  $N-1$  archi, il che è il minimo possibile). La velocità è minore rispetto a quella del canale multi-accesso circolare in quanto una comunicazione deve attraversare nodi intermedi (in media ogni comunicazione attraversa la metà dei nodi se le comunicazioni avvengono in un'unica direzione).

L'affidabilità risulta essere molto più bassa di quella del canale multi-accesso lineare. Infatti mentre nel canale multi-accesso la rottura di uno o più nodi è del tutto irrilevante, nel caso della rete ad anello, poiché la comunicazione passa attraverso i nodi, la loro rottura è rilevante. In generale, l'affidabilità della rete è legata al tipo di connessioni che si utilizzano. In particolare, una rete come quella in figura sopporta la rottura di un nodo o di un arco senza compromettere la possibilità di comunicazione tra una qualunque coppia di nodi purché la comunicazione stessa possa avvenire in entrambe le direzioni. Se invece la comunicazione avviene in un'unica direzione la rete non funziona non appena si rompe un arco o un nodo.

L'affidabilità può essere migliorata usando più anelli circolari di collegamento; ad esempio, se si usano due anelli in cui ogni nodo è collegato oltre che al precedente e al successivo anche al secondo precedente e secondo successivo:

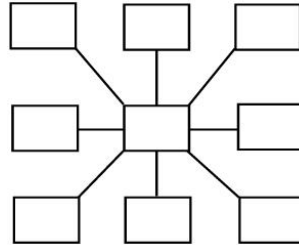


si ha che anche in presenza di un guasto ad un arco la comunicazione tra due nodi qualunque è sempre possibile anche nel caso di comunicazione unidirezionale.

L'organizzazione ad anello è utilizzata da I.B.M. nella rete "Token Ring", utilizzata per collegare personal computer (in ambiente locale).

- **Rete a Stella**

L'idea in tal caso è di usare un nodo come nodo centrale e di collegare tutti gli altri a tale nodo centrale. Si ha cioè la seguente topologia:



Lo schema è buono per il costo della rete (in una rete con N nodi vi sono N-1 archi) e per la velocità di comunicazione (per qualunque coppia di nodi si deve solo passare dal nodo centrale). Tuttavia poiché tutti i messaggi devono transitare dal nodo centrale si ha che in tale nodo il traffico può essere insostenibile (il nodo è il collo di bottiglia della rete e per questo si deve utilizzare un elaboratore potente). Il funzionamento del nodo centrale è critico anche per ciò che concerne l'affidabilità della rete: in presenza di un guasto a tale nodo si ha che ogni comunicazione diventa impossibile. Per tali ragioni questo tipo di rete non ha avuto una diffusione molto alta nella pratica.

## COMUNICAZIONE NELLE RETI

L'uso fondamentale di una rete è quello di consentire la comunicazione tra i nodi. Si pensi, ad esempio, ad una semplice rete con due elaboratori e una stampante. Ogni volta che l'utente su uno dei due elaboratori vuole effettuare una stampa, i dati da stampare devono essere trasferiti dalla memoria dell'elaboratore alla stampante e questo richiede comunicazione nella rete.

Per analizzare in modo più preciso quali problemi nascano in tale comunicazione, si può pensare ai nodi come ad entità che devono scambiarsi messaggi; nell'esempio visti sopra il nodo elaboratore che vuole stampare deve inviare un messaggio alla stampante con una richiesta di utilizzo e con l'insieme dei dati che devono essere stampati.

Ogni messaggio dovrà quindi essere caratterizzato da:

- un mittente (nell'esempio l'elaboratore)
- un destinatario (nell'esempio la stampante)
- un insieme di informazioni che costituiscono il "corpo" del messaggio stesso e che comprendono, in particolare, il tipo di servizio che il mittente richiede al destinatario (nell'esempio "stampa") ed eventuali dati da utilizzarsi (nell'esempio, i dati da stampare).

Vi sono due problemi che devono essere considerati nella realizzazione di un sistema per lo scambio di messaggi tra i nodi di una rete: le strategie di routing (instradamento) dei messaggi e la gestione di eventuali conflitti di comunicazione all'interno di una rete.

### **Strategie di “ routing ” (instradamento) dei messaggi.**

Tale problema consiste nella scelta di quale percorso far fare ad un messaggio nelle rete per andare dal mittente al destinatario (il problema, ovviamente è rilevante soprattutto nel caso in cui non vi sia una connessione diretta tra due nodi ma sia necessario un transito attraverso almeno un nodo intermedio). L’obiettivo che si vuole ottenere è che lo scambio di messaggi avvenga nel modo migliore (il più veloce possibile, evitando intasamenti) ed affidabile (ossia anche in presenza di guasti possibile). Vi sono 3 possibili soluzioni al problema:

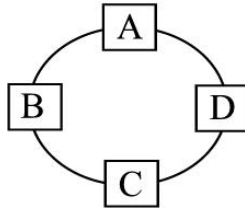
1. **Instradamento Dinamico:** dati due nodi A e B, viene scelto una volta per tutte al momento della costruzione della rete quale percorso dovranno seguire i messaggi da A a B. Tale scelta viene “congelata” (di solito a livello hardware in modo che siano già i circuiti hardware ad effettuare l’instradamento senza intervento e quindi tempo di lavoro da parte del software) per cui tutti i messaggi da A a B dovranno seguire lo stesso percorso. Di solito per ogni coppia di nodi viene scelto il cammino più corto facendo tuttavia attenzione ad evitare potenziali intasamenti (la possibilità di intasamenti può essere studiata simulando il comportamento della rete e facendo previsioni sulla intensità di scambio di messaggi tra nodi. Il vantaggio è il fatto di poter risolvere molti problemi a livello hardware e quindi più velocemente. Il problema di tale soluzione è che in presenza di un guasto di un arco o un nodo tutte le comunicazioni che devono passare da quel punto sono impossibili per cui è necessario riorganizzare le scelte dei percorsi di comunicazione (e questo non è banale specie se fatto a livello hardware).
2. **Instradamento Dinamico:** in questo caso il percorso viene scelto per ogni singolo messaggio inviato da un nodo all’altro. In altri termini, ogni volta che da un nodo A manda un messaggio al nodo B viene scelto il cammino in quel momento più opportuno (con conseguenza il fatto che è possibile che due messaggi inviati da A a B facciano percorsi differenti per arrivare a destinazione). In tal modo, si può scegliere dinamicamente il percorso tenendo conto delle caratteristiche del messaggio (principalmente della sua lunghezza, ossia la quantità di diverse informazioni del messaggio) e le condizioni di carico e traffico delle diverse parti della rete (cercando quindi di prevenire intasamenti). La scelta del miglior percorso deve essere fatta a livello software ed è più complessa rispetto al caso precedente. In molti casi per evitare troppo lavoro e dover magari effettuare dei cambi nella scelta del percorso dovuti a cambiamenti nelle situazioni di traffico, non si pianifica mai, nel momento in cui un nodo A invia un messaggio al nodo B, l’intero percorso che tale messaggio dovrà compiere. E’ più comodo, infatti, scegliere solamente a quale dei nodi collegati direttamente con A smistare il messaggio chiedendogli di fare in modo che il messaggio stesso venga inoltrato (di solito ogni nodo A ha una tabella che indica a quale dei vicini rivolgersi nel caso in cui si debba inoltrare il messaggio al nodo B; questo per evitare che il messaggio parta in direzioni sbagliate scegliendo un vicino a caso). Sarà quindi il nodo scelto che provvederà a scegliere qualcuno dei suoi vicini per far fare un altro passo al messaggio. In questo modo, in ogni nodo è sufficiente avere informazione locale sul traffico e non devono mai essere fatte scelte globali che in futuro (cambio delle condizioni di traffico mentre il messaggio avanza) potrebbero rivelarsi sbagliate. Rispetto al caso precedente si ha quindi una maggiore flessibilità, soprattutto in caso di guasti, ma anche una maggiore complessità a livello software di programmi di gestione della rete e della comunicazione.
3. **“Packet Switching”** (Messaggi Spezzettati): In alcuni casi i messaggi inviati in una rete possono essere piuttosto lunghi (grandi quantità di informazioni; si pensi alla richiesta di stampa di un insieme di dati) per cui può essere più conveniente dividerli in più parti (pacchetti) da inviare separatamente. In tal modo, infatti, si evita di intasare un linea tenendola bloccata per spedire grandi quantità di informazioni, mentre magari altre linee

sono completamente scariche. L'idea allora è che per ogni pacchetto del messaggio si può scegliere dinamicamente quale sia l'instradamento più opportuno (si possono quindi scegliere percorsi differenti per diversi pezzi di un messaggio) in modo tale da ottimizzare e distribuire il traffico nella rete. Tra l'altro in questo modo è possibile che le diverse parti (pacchetti) di un messaggio viaggino in modo parallelo su percorsi differenti e così si diminuisce il tempo di comunicazione. L'unico problema è che nel momento in cui si spezzetta un messaggio in pacchetti si deve ricordare l'ordine dei pacchetti stessi (di solito numerandoli progressivamente e scrivendo tale numero all'interno del pacchetto stesso) in modo tale che il destinatario sia in grado di rimettere insieme i pezzi nell'ordine giusto ricostruendo così il messaggio.

### **Conflitti di comunicazione e loro risoluzione**

Se in una rete vi sono molti nodi e molto traffico di messaggi può darsi il caso che si creino dei conflitti di comunicazione ossia delle situazioni in cui più nodi tentano di trasmettere (o trasmettono) contemporaneamente sulla stessa linea. Ciò ovviamente crea dei problemi in quanto i due messaggi si sovrappongono e nessuno dei due arriva a destinazione in modo corretto (nel caso di linee in grado di trasmettere più messaggi contemporaneamente il problema si crea, anche se con minore probabilità e quindi con minore frequenza, nel caso in cui si superi di uno il numero massimo di messaggi trasmissibili in parallelo). Tali situazioni di conflitto dovrebbero essere evitate o, se questo non è possibile, si dovrebbe essere almeno in grado di riconoscere che sono accadute rimediando alle conseguenze che esse hanno avuto. Questo lavoro deve essere svolto dai programmi di gestione della rete di comunicazione (software di rete che, come si sta vedendo progressivamente, assume una rilevanza sempre maggiore e ha numerosi compiti da svolgere). Esistono due tecniche fondamentali che sono state proposte ed utilizzate fino ad oggi; la prima è una tecnica di prevenzione di conflitti; la seconda è una tecnica per riconoscere e rimediare i problemi verificatisi in un conflitto. Le due tecniche sono state proposte ed utilizzate in architetture di rete profondamente differenti:

- **Token Passing:** questa tecnica viene usata nelle reti ad anello ed è basata sulla considerazione che non potrà mai esserci un conflitto se in tutta la rete ci sarà in ogni istante al massimo un messaggio in transito. L'idea è la seguente: sulla rete circola un gettone (token) che viene passato da un nodo all'altro (ad esempio in senso orario). Un nodo per poter trasmettere deve essere in possesso del gettone. Quindi un nodo A che vuole trasmettere deve aspettare che gli arrivi il gettone; quando gli arriva lo ritira e trasmette il messaggio (con il gettone all'interno). Durante la trasmissione, quindi, il gettone non è in circolo e nessun altro nodo può trasmettere. Quando il destinatario B riceve il messaggio, A rimette in circolo il gettone riabilitando la possibilità di invio messaggi per gli altri nodi. In questo modo si ha la garanzia che ad ogni istante nella rete sia in circolo al più un messaggio e quindi non vi saranno conflitti. Le prestazioni della rete risultano tuttavia molto degradate in quanto si perde ogni possibilità di avere più comunicazioni contemporaneamente anche in quei casi in cui queste non creerebbero alcun conflitto. La tecnica del "token passing" è stata utilizzata da I.B.M. all'interno della rete "2token ring". Una soluzione studiata in alcuni casi per ovviare al problema di insufficienza nell'avere un singolo messaggio nella rete è stata proposta in alcune reti e prevede l'invio di più messaggi mediante una tecnica chiamata "treno di slot". Intuitivamente l'idea è di fare in modo che più messaggi si muovano nella rete in modo sincronizzato (come un insieme di vagoni di un treno) evitando che due messaggi occupino contemporaneamente lo stesso arco. Ad esempio, si consideri la rete:



Ad ogni scatto di orologio di sincronizzazione si può fare muovere un messaggio da A a B, uno da B a C, uno da C a D e uno da D ad A senza che si creino dei conflitti. Allo scatto successivo altri messaggi potranno fare gli stessi percorsi. La tecnica consente di avere più messaggi in transito contemporaneamente ma risulta tuttavia piuttosto complessa e di difficile realizzazione.

- **Prevenzione e correzione mediante “ascolto”**: l’idea in questo caso è di prevenire il più possibile le collisioni tra messaggi ma senza porre condizioni troppo restrittive (ma senza avere garanzia di prevenzione completa). Nel caso in cui vi siano delle collisioni vi si deve quindi porre rimedio. In particolare, un nodo prima di inviare un messaggio su un arco prova ad ascoltare se l’arco è libero (il fatto che sia libero è segnalato da un segnale stabilito dai protocolli di comunicazione). Se l’arco è libero, il nodo trasmette, altrimenti aspetta riprovando a verificare frequentemente (ad esempio, ogni millesimo di secondo). Può capitare che due nodi si mettano in ascolto contemporaneamente e trovando entrambi libero decidano di trasmettere un messaggio (la probabilità che questo accada è bassa ma non nulla). In tal caso l’idea è che il software di rete si accorge della collisione tra i due messaggi, distrugge entrambi i messaggi e chiede ai due nodi di ritrasmettere. Ad ognuno però richiede di aspettare un tempo diverso scelto casualmente prima di riprovare. La tecnica risulta essere efficiente specie quando la probabilità delle collisioni è bassa. Essa è stata utilizzata nella rete “Ethernet”.

## TIPI DI RETI

Fino ad ora abbiamo parlato di reti in generale; è opportuno ora distinguere tra tre tipi di reti, legate alla diversa distanza dei nodi che collegano e utilizzate per obiettivi profondamente diversi:

- reti locali (LAN – Local Area Network);
- reti geografiche (WAN – Wide Area Network);
- reti metropolitane (MAN – Metropolitan Area Network).

Affinché una rete possa essere utilizzata, ad essa deve essere associato un insieme di programmi (il software di rete) che gestisce la rete stessa e fa in modo che la rete possa essere utilizzata per scopi e servizi differenti. I tre tipi di reti si differenziano dal punto di vista funzionale dal fatto che esse sono gestite da un software di rete profondamente differenti con obiettivi differenti (tali obiettivi dipendono dalla distanza relativa dei nodi collegati). Infatti, mentre le reti locali servono per la condivisione di elaboratori, risorse e dati all’interno di un edificio o di un centro di elaborazione in edifici contigui, le reti geografiche servono per la comunicazione tra centri in città, nazioni o continenti diversi.

## **RETI LOCALI E SISTEMI OPERATIVI DISTRIBUITI**

Le reti locali si sono diffuse a partire dalla metà degli anni '70 con l'obiettivo di collegare elaboratori nell'ambito dello stesso edificio o di edifici adiacenti. Le reti locali hanno come origine da un lato il collegamento tra gli elaboratori in un centro di ricerca, dall'altro il mondo degli uffici e il problema della loro automazione. L'idea è che, nell'ambito di un ufficio o di un centro di ricerca può essere interessante che:

- Vi sia un certo numero di elaboratori (omogenei o di tipo differente) per i diversi utenti dell'ufficio.
- Gli utenti abbiano la possibilità di comunicare e di condividere informazioni. Questo significa, in particolare, che più utenti che lavorano simultaneamente su elaboratori diversi devono poter utilizzare gli stessi dati.
- Vi sia la possibilità di "mobilità" degli utenti. Ogni utente non deve essere legato ad un preciso elaboratore ma deve poterne utilizzare uno qualunque (del tipo opportuno) a seconda delle disponibilità ma trovando sempre lo stesso ambiente software (ossia, gli stessi programmi su gli stessi dati da qualunque elaboratore). In modo più forte si può dire che l'utente non deve accorgersi di differenze lavorando su macchine distinte. In questo modo si potrà continuare a lavorare anche in presenza di guasti ad alcuni degli elaboratori.
- Vi sia la possibilità di condividere risorse costose quali, ad esempio, una stampante laser o uno scanner. Non ha senso, infatti, avere una copia di tali risorse per ognuno degli elaboratori (dato il loro costo ed il loro uso limitato). Può essere sufficiente, quindi, avere una sola copia di ogni risorsa ma fare in modo che tale copia si utilizzi da ognuno degli elaboratori e allo stesso modo. Eventualmente può anche essere utile avere nella rete un elaboratore più potente accessibile dai vari elaboratori su cui lavorano gli utenti e usabile per scopi particolari (elaborazioni costose poco frequenti che non giustificano l'acquisto di molti elaboratori potenti).

L'idea è quella di collegare tra loro e con le risorse un certo numero di elaboratori (personal computer, workstation, mini, ...), utilizzando una rete affidabile, veloce e in grado di trasferire grandi quantità di informazioni nell'unità di tempo; le tipiche capacità di trasmissione di una rete locale sono dell'ordine di qualche centinaio di Mega bit (milioni di bit) al secondo.

Tipicamente non tutti gli elaboratori in una rete locale giocano lo stesso ruolo ed alcuni di esse possono avere compiti specifici. In particolare, si è detto che uno dei vantaggi di una rete è la possibilità di condividere delle risorse. Una risorsa (ad esempio un disco) dovrà in ogni caso essere collegata ad un elaboratore specifico che la gestisce su cui sarà in esecuzione il programma di gestione della risorsa stessa (questo in quanto le risorse non hanno autonomia). In tal caso l'elaboratore cui è collegata la risorsa prende il nome di "server" (servitore) per la risorsa stessa; gli elaboratori che non possiedono la risorsa prendono invece il nome di "client" (clienti) e, ogni volta che vogliono utilizzare la risorsa, devono rivolgersi al server per richiederne la possibilità di utilizzo. Si noti che di solito un elaboratore gioca il ruolo di server per una risorsa e al tempo stesso gioca anche il ruolo di client per altre risorse, in quanto, in generale, le risorse sono distribuite tra i diversi elaboratori nella rete (in modo da distribuire equamente il carico di lavoro per la gestione delle risorse stesse).

Un tipico esempio di una rete locale potrebbe essere quello nella figura 3. L'idea, in questo caso, è che i due dischi devono essere condivisi dai vari elaboratori nel senso che devono essere usabili come memorie secondarie da tutte e quattro le macchine indistintamente.

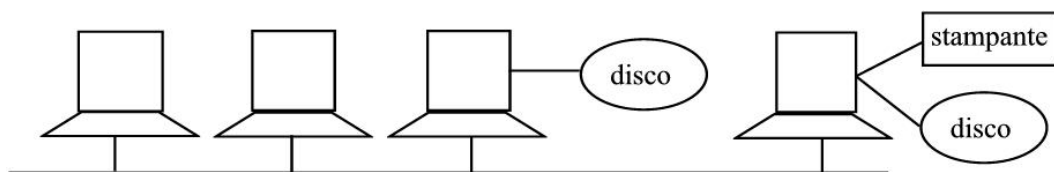


Figura 3 - Un semplice rete locale (ad esempio, A,B e C possono essere personal computer o workstation; A e B non hanno un disco di memoria secondaria)

In termini di utente, si vuole che un utente possa usare gli stessi programmi e dati su disco da una qualunque delle macchine anche se i dischi sono fisicamente collegati solo alle macchine "C" e "D". Allo stesso modo, la stampante che è collegata fisicamente alla macchina "D" deve essere utilizzabile da qualunque altra macchina. In questo modo la rete locale consente di usare in modo completamente indifferente le quattro macchine e la condivisione di informazione e risorse tra le diverse macchine all'interno della rete.

Vediamo ora in modo un po' più preciso quali siano i problemi nel realizzare il software di gestione della rete in una rete locale, considerando gli obiettivi che si vogliono raggiungere.

L'obiettivo oggi è di fare in modo che la rete e l'insieme degli elaboratori siano gestiti nel modo più globale possibile e quindi da un sistema operativo globale della rete: un "sistema operativo di rete" (o, nel caso di sistemi più sofisticati, sistemi operativo distribuito).

L'obiettivo principale dei sistemi operativi distribuiti è quello di nascondere completamente all'utente il fatto che egli sta lavorando su una rete in cui la sua macchina possiede un numero limitato di risorse e che usa risorse associate ad altri nodi della rete. In analogia con l'obiettivo dei sistemi operativi tradizionali (in particolare dei sistemi multi-utente timesharing in cui si vuole nascondere all'utente che si sta condividendo la macchina con altri utenti) si vuole fare in modo che ogni utente, che lavora su una macchina nella rete, abbia l'impressione di avere tutte le risorse e le informazioni localmente. In altri termini:

- Un utente deve poter usare una qualunque risorsa della rete da un qualunque elaboratore come se la risorsa stessa fosse locale all'elaboratore su cui si sta lavorando. Ad esempio, l'utente che vuole effettuare una stampa deve poterlo fare da una qualunque delle macchine

“A”, “B”, “C” o “D” della rete nella figura 3 come se la stampante fosse collegata alla macchina su cui sta lavorando.

- Un utente deve poter lavorare nello stesso modo da una qualunque macchina della rete senza accorgersi del passaggio da una all'altra. Ciò significa che alle diverse risorse nella rete deve essere assegnato un nome logico che non tiene conto della posizione fisica della risorsa stessa (ad esempio, la stampante nella figura 3 potrebbe chiamarsi “pippo” e da una qualunque macchina si deve fare riferimento solo a tale nome logico per usare la risorsa (dovrà quindi essere il software di rete ad occuparsi di localizzare una risorsa dato il suo nome logico e di effettuare gli opportuni scambi di messaggi con il server della risorsa per il suo utilizzo).
- Gestione globale dei processori (scheduling distribuito). In una rete non ha senso che, ad un dato istante, vi sia una macchina con molti processori attivi (e quindi in esecuzione alternata) ed un'altra sia invece completamente senza lavoro e in “idle”. L'idea è che si potrebbe effettuare lo scheduling dei processori in modo globale, tenendo tutte le macchine impegnate in modo ottimale e bilanciandone il carico di lavoro (“load balancing”). Inoltre si potrebbe anche dare in modo che il traffico di messaggi nella rete non sia troppo intenso (magari tenendo in esecuzione sullo stesso nodo o su nodi vicini e collegati direttamente, due processi che comunicano frequentemente). Tutto ciò senza che l'utente si accorga in alcun modo di quale sia la macchina che esegue il suo processo (l'utente deve poter pensare che tutta l'esecuzione avviene sulla macchina su cui sta lavorando).

Tali obiettivi sono stati raggiunti fino ad oggi solo in modo parziale; in particolare, i primi punti menzionati in precedenza sono stati raggiunti mentre il terzo rappresenta un argomento di ricerca. Il software di rete di quasi tutte le reti utilizzate oggi consente da un lato di utilizzare tutte le risorse in modo logico da un qualunque nodo della rete; dall'altro di avere la completa trasparenza per l'utente del fatto che egli stia lavorando su una macchina piuttosto che su un'altra. Come osservato in precedenza, il software di rete si affianca ai sistemi operativi locali dei vari elaboratori fornendo una serie di servizi aggiuntivi, tra i quali tipicamente i seguenti:

- Il software di rete è in grado di consentire l'uso delle risorse mediante nomi logici. Il passaggio dal nome logico alla localizzazione fisica (con eventuale scambio di messaggi) viene fatto a carico del software di rete senza che tanto l'utente sulla macchina client che ha chiesto di usare una risorsa quanto l'utente della macchina server cui tale risorsa è collegata se ne accorgano minimamente. Ad esempio, consideriamo ancora la stampante “pippo” collegata alla macchina “D” nella rete in figura 3 e supponiamo che un utente su un'altra macchina voglia effettuare una stampa del contenuto del file “pluto”. Da una qualunque macchina l'utente potrà dare un comando logico del tipo:

> print pluto pippo

indicandone cioè solo il nome del file e il nome della stampante. Il software di rete della macchina su cui viene dato il comando esegue allora le seguenti operazioni:

- In primo luogo verifica se la stampante di nome “pippo” è collegata localmente alla macchina; in caso affermativo allora passa solamente la richiesta di stampa al sistema operativo locale che si occuperà di gestire tale richiesta.
- Se la stampante non è locale, allora il software di rete deve individuare il nome del server cui la stampante è collegata. Questo viene fatto mantenendo all'interno della rete (ad esempio in ogni nodo oppure in un unico nodo che deve essere interrogato ogni volta che si vuole stabilire la corrispondenza tra un nome logico e il suo indirizzo fisico, tale servizio prende il nome di “**name server**”) delle tabelle che associano ad ogni nome logico di risorsa utilizzabile, quale sia il nome del server (e il suo indirizzo nella rete) cui rivolgersi per usare la risorsa. Il software di rete sulla macchina client da cui è stata

inviata la stampa manda allora un messaggio al software di rete della macchina server chiedendo di fare una stampa su “pippo” del file “pluto”. Il software di rete della macchina “D” server della stampante riceve la richiesta e provvede a fare la stampa (questo senza che l’utente che sta lavorando su “D” si accorga di nulla).

In questo modo è possibile usare qualunque risorsa da qualunque macchina e nello stesso modo. Ovviamente a questo corrisponde la necessità di avere software di rete in esecuzione sulle varie macchine.

- **File system distribuito.**

Il file system è una delle funzioni fondamentali di un sistema operativo tradizionale. In particolare esso deve fornire all’utente un modo logico per organizzare ed accedere alle informazioni (file) sui dischi di memoria secondaria.

Nel caso di una rete locale si ha che non tutte le macchine hanno un disco di memoria secondaria e, al tempo stesso, vi sono nella rete più dischi su cui i file sono memorizzati fisicamente. Ciò che si vuole ancora una volta è di nascondere all’utente il fatto che vi siano più dischi e che questi siano fisicamente collegati a vari nodi della rete. In altri termini, gli utenti devono poter vedere lo spazio su disco come un unico spazio di nomi logici (soprattutto in directory e sottodirectory) e deve essere solo il software di rete a preoccuparsi della effettiva localizzazione fisica di un file, dato il suo nome logico (ossia individuare e renderlo quindi disponibile all’utente dato il pathname del file). Vediamo un semplice esempio:

- Consideriamo la rete riportata nella figura 3; in tale rete l’insieme di file viene visto dal punto di vista logico come strutturato in un unico albero di directory e file (Indipendentemente dal fatto che i file saranno memorizzati sull’uno o l’altro dei dischi – di solito, comunque, tutti i file di una directory vengono per comodità memorizzati sullo stesso disco).
- Un utente che sta lavorando sulla macchina A apre in scrittura il file “pluto” (che si trova sul disco della macchina C).
- Il software di rete su A si accorge che il file non è su un disco collegato localmente alla macchina A (A non ha disco); allora tale software di rete individua (dal pathname “pluto”) la macchina cui è collegato il disco su cui “pluto” è memorizzato. Questo può essere fatto in quanto anche in questo caso vengono mantenute nel sistema delle “tabelle” che associano ai nomi delle directory il disco in cui si trovano.
- Individuata la macchina C come server del disco su cui si trova il file, il software di rete su A manda un messaggio al software di rete di C con una richiesta di utilizzare il file per effettuare operazioni di scrittura.
- Il software di rete su C riceve il messaggio e (senza che l’utente su C se ne accorga) legge il file su disco e lo spedisce alla macchina A (al software di rete su A).
- Il software di rete di A riceve il file, lo carica in memoria principale e lo rende disponibile all’utente per le operazioni richieste (scrittura). L’utente su A non si è accorto di tutte le operazioni che sono state svolte ai punti precedenti (che, data la velocità delle reti, sono state effettuate in tempo quasi impercettibile per l’utente) e può semplicemente lavorare sul file.
- Quando l’utente ha finito di lavorare sul file e salva le modifiche effettuate, il software di rete di A spedisce il file modificato a C in un messaggio in cui richiede che tale file modificato venga registrato su disco.
- Il software di rete di C riceve il file modificato e lo registra sul disco.

In realtà solo i sistemi più sofisticati tra quelli attuali consentono una visione quale quella discussa nell’esempio, in cui l’insieme dei file viene visto come un unico spazio di nomi

ossia come un unico disco strutturato in directory ad albero. Lo schema descritto in precedenza, ad esempio, è quello tipico delle versioni di rete del sistema operativo Unix in cui effettivamente si ha un file system distribuito completamente nascosto all'utente.

Alcuni sistemi meno sofisticati consentono invece di vedere ogni disco come strutturato in un file system con una propria radice e un proprio albero di directory; tuttavia essi consentono di vedere ognuno di tali dischi come locale da ognuna delle macchine. Tutto ciò che l'utente deve specificare è a quale disco il pathname fa riferimento; sarà poi il software di rete, come nell'esempio precedente, a localizzare il file e a renderlo disponibile all'utente attraverso scambi di messaggi con la macchina server del disco interessato.

Un vantaggio rilevante che deriva dall'uso di una rete locale è legato alla disponibilità di utilizzazione delle macchine o, detto in modo diverso, la “**tolleranza ai guasti**” dell'ambiente risultante. Si consideri un semplice personal collegato con un disco locale e collegato localmente alla stampante. Non appena si ha un guasto in una qualsiasi delle componenti si ha che il sistema risulta inutilizzabile. Consideriamo ora il caso di una rete locale in cui uno dei ruoli del software di rete è di rendere le diverse macchine nella rete indistinguibili. Questo fa sì che in presenza di un guasto ad una delle macchine si possa comunque lavorare su una delle altre senza accorgersi del problema (ovviamente vi sarà una macchina in meno ma si potranno comunque mantenere tutte le funzioni della rete).

Il problema è un po' più complesso nel caso in cui si rompa un disco; in tal caso, infatti, tutti i file sul disco risultano inaccessibili. Per ovviare a tale problema si può usare una tecnica di “**ridondanza**”: ogni file viene memorizzato su più di un disco nella rete; una copia svolge il ruolo di copia di riserva e permette, nel caso di rottura di un disco, di far sì che si possa continuare a lavorare (le due copie devono essere mantenute identiche).

La stessa tecnica di ridondanza può anche essere utilizzata per rendere sempre disponibili le risorse; si tratta cioè di avere sempre almeno due copie di ogni risorsa (ad esempio, due stampanti) in modo tale che quando una si guasta, l'altra la può rimpiazzare. Compito del software di rete è quello di gestire la ridondanza facendo in modo, in particolare, che gli utenti non si accorgano minimamente di eventuali rimpiazzamenti.

In conclusione al discorso sulle reti locali è opportuno menzionare brevemente le tre principali reti che vengono utilizzate oggi, elencandone le caratteristiche rispetto ai punti discussi in precedenza:

- **Token Ring.** La rete Token Ring è stata sviluppata da I.B.M. per il collegamento locale di personal computer I.B.M. (e compatibili); consente tuttavia di collegare direttamente anche elaboratori di altri tipi e, attraverso opportuni “gateway” (ossia nodi di collegamento che fungono da “traduttori” di protocolli) anche con reti di altro tipo. Dal punto di vista topologico si tratta di una rete ad anello in cui si utilizza la tecnica del token per evitare collisioni di messaggi. Consente di avere risorse condivise e, come discusso in precedenza, ogni risorsa deve essere collegata ad un nodo della rete che svolga il compito di server. Consente di dare nomi logici alle risorse e quindi utilizzarle attraverso tali nomi da qualunque nodo e consente la condivisione di dischi ma senza fonderne lo spazio dei nomi (in altri termini, ogni disco viene visto come separato dagli altri).
- **Appletalk.** La rete Appletalk è stata originalmente proposta da Apple per collegare tra di loro elaboratori Macintosh; anch'essa consente il collegamento di altri tipi di elaboratori (tipicamente workstation) e la connessione con altre reti. Dal punto di vista topologico, Appletalk è una rete a canale multi-accesso che usa una tecnica simile a quella dell'“ascolto” per rimediare a problemi di collisione tra messaggi. Le risorse collegate nella rete sono utilizzabili attraverso un nome logico da un qualunque nodo della rete. Dal punto di vista del file system, Appletalk è simile a Token Ring nel senso che consente di vedere da ogni macchina tutti i dischi della rete come locali ma distinti.

- **Ethernet.** La rete Ethernet è stata sviluppata per collegare tra di loro workstation e mini computer basati sul sistema operativo Unix. E' quindi diventata una sorta di standard per il collegamento in rete di tale classe di elaboratori; inoltre essa consente di collegare anche altri tipi di elaboratori direttamente (ad esempio personal I.B.M. o Macintosh) e quasi tutti i costruttori di elaboratori prevedono oggi la possibilità di montare sulle loro macchine una particolare scheda hardware – la “scheda Ethernet” per collegare la macchina stessa in una rete Ethernet. E' una rete basata su una topologia a canale multi-accesso e sulla tecnica dell’“ascolto” per rimediare ad eventuali collisioni di messaggi. Viene usata in oltre la tecnica del “packet switching” per rendere più efficiente lo scambio di messaggi. Nei sistemi operativi Unix di rete sviluppati sulla rete Ethernet (in particolare, il sistema NFS sviluppato da Sun) è possibile non solo utilizzare ogni dispositivo mediante il suo nome logico ma anche avere un vero file system distribuito quale quello discusso in precedenza in cui cioè si ha un'unica radice e un unico albero di directory a definire lo spazio logico dei file.
- **Novell.** E' oggi il sistema di rete più diffuso per collegare personal I.B.M. (con sistema MS/DOS o Windows), oggi disponibile anche per sistemi Macintosh (PowerPC e PowerMacintosh). Consente una completa visione distribuita del file system e la condivisione di risorse.

## RETI GEOGRAFICHE

Le reti geografiche sono state sviluppate per collegare tra di loro elaboratori e reti locali che si trovano in parti diverse di una nazione o continente o addirittura in continenti diversi. Tali reti si sono sviluppate soprattutto negli Stati Uniti, a partire dagli anni '70 e proprio di quegli anni è la prima grande rete, la "Arpanet", finanziata dal ministero della difesa, che collegava tra di loro i centri di ricerca americani. Da allora sono state sviluppate varie reti, sia di tipo accademico e di ricerca sia commerciali. Ogni nazione ha oggi almeno una rete di collegamento tra elaboratori. A livello mondiale, oggi la rete principale è "Internet" che, per molti aspetti è l'erede di Arpanet (ma è gestita dalla National Science Foundation Americana senza più alcuna partecipazione militare) che oggi collega praticamente tutti i centri ricerca e università del mondo e che fornisce vari tipi di servizi e protocolli ben definiti tanto per la definizione degli indirizzi dei nodi che per la comunicazione. Più che una rete in realtà Internet è una rete di reti nel senso che collega tra di loro le varie reti nazionali dei vari paesi del mondo. Tra le reti commerciali, a livello italiano è da menzionare la rete "Itapac" sviluppata dal ministero delle Poste e Telecomunicazioni e dalla Telecom Italia e a cui gli utenti si possono collegare mediante linee telefoniche.

E' importante notare che, sebbene nel passato recente le reti geografiche hanno collegato principalmente i centri di ricerca, oggi se si analizza la rete Internet ci si accorge che essa collega ormai nodi di natura molto differente. Oltre ai centri di ricerca si hanno infatti:

- Organizzazioni Internazionali; ad esempio organizzazioni come O.N.U. o F.A.O. o la Banca Mondiale sono collegati in rete e forniscono servizi di accesso ad archivi e banche dati (riguardo all'O.N.U., ad esempio, è possibile accedere ed interrogare una banca dati con tutte le risoluzioni e comunicati stampa degli organismi dell'O.N.U.
- Organismi politici. Sintomatico, ad esempio, è il caso americano: tutti gli organismi politici (dalla Casa Bianca, al Parlamento ai vari ministeri) sono collegati in rete e consentono accesso a vari tipi di sistemi informativi.
- Biblioteche; è quindi possibile consultare i cataloghi e fare ricerche bibliografiche via rete. Vi sono, inoltre molti libri e riviste che sono pubblicati (esclusivamente o anche) in forma elettronica e sono quindi consultabili o recuperabili via rete.
- Mass Media di varia natura. Ad esempio molti giornalisti e riviste e le principali agenzie di stampa hanno un accesso via rete e diffondono informazioni quali indici e modalità di abbonamento. Alcune organizzazioni televisive sono inoltre collegate alla rete e forniscono archivi di varia natura (ad esempio, è possibile accedere ad un sistema informativo della rete musicale mondiale MTV). Inoltre molte agenzie di stampa sono collegate alla rete e i loro archivi sono quindi accessibili.
- Associazioni scientifiche e professionali. D esempio, associazioni quali ACM (l'Associazione Mondiale Informatica) o le associazioni filosofiche o ancora quelle chimiche e matematiche hanno accessi via rete e diffondono informazioni scientifiche (quali, ad esempio, informazioni su congressi o su pubblicazioni). Molto spesso, inoltre, esse consentono la discussione di argomenti via rete attraverso delle aree in cui ciascuno può depositare il proprio messaggio e leggere quelli degli altri. Un esempio concreto ed

estremamente importante è la rete "Meline" che contiene una enorme quantità di informazioni di tipo medico (letteratura, casistica, annunci, risultati, discussioni, ...).

- Società di servizi che forniscono archivi o spazi di comunicazione e scambio di messaggi. Ad esempio, in Italia esistono associazioni come "Agorà" che gestiscono l'accesso a vari archivi in rete e forniscono spazi di comunicazione su vari argomenti. Vi sono anche società che forniscono come servizio la possibilità a privati di collegarsi alla rete Internet. Infatti, un singolo utente non può essere direttamente collegato in rete. Un utente, pagando un canone di abbonamento ad una di tali società (che sono nodi nella rete) può attraverso di essa (ad esempio, collegandosi via MODEM al computer della società presso cui avrà un codice di accesso) collegarsi a qualunque nodo della rete mondiale.

Una rete geografica svolge principalmente il ruolo di strumento di scambio e condivisione di informazione tra elaboratori ed utenti che si trovano in località remote del mondo. Per analizzare in modo più preciso tali funzioni, prenderemo come esempio le caratteristiche e i servizi forniti dalla rete Internet menzionata in precedenza.

In primo luogo affinché sia possibile la comunicazione tra nodi in località remote del mondo è necessario che:

- I nodi siano collegati tra di loro; questo avviene usando vari tipi di supporti, a seconda della distanza e della quantità di informazione da trasferire; è comune comunque usare linee telefoniche o linee dedicate di trasmissione dati.
- Ogni nodo deve aver un indirizzo ben definito all'interno della rete. Internet definisce delle precise convenzioni: la rete è suddivisa in domini (uno per nazione) e sottodomini (uno per ogni centro) e così via in sotto-dominii per cui l'indirizzo del nodo è dato dalla sequenza di domini cui appartiene. Ad esempio, l'indirizzo del Dipartimento di Informatica dell'Università di Torino è:

di.unito.it

(dove "it" sta per il dominio "Italia", "unito" per il sottodominio "Università di Torino" e "di" per il sotto-sottodominio "Dipartimento Informatica").

Internet fornisce direttamente quattro servizi fondamentali agli utenti. Inoltre esistono strumenti a livello più alto (programmi applicativi) su Internet, che forniscono vari servizi agli utenti.

Le quattro funzioni di base di Internet sono:

- **Posta Elettronica.** Gli utenti delle macchine dei diversi nodi possono scambiarsi messaggi attraverso il computer. In particolare, poiché ogni utente in ogni modo ha un suo nome di identificazione, è possibile per un utente in un qualunque nodo inviare un messaggio ad un qualunque utente di un qualunque altro nodo. È sufficiente fornire l'indirizzo del destinatario e il corpo del messaggio e questo viene recapitato in modo pressoché istantaneo dalla rete (ad esempio, il tempo tipico tra l'invio e la ricezione di un messaggio sulla rotta Europa – Nord America o interno a tali continenti è di pochi secondi). Gli indirizzi sono basati sulle stesse convenzioni menzionate in precedenza. Tipicamente ogni sistema operativo fornisce varie funzioni per il trattamento della posta elettronica per cui, ad esempio, è possibile: salvare i messaggi ricevuti, visualizzare il contenuto della cassetta della posta (quali messaggi ci sono, da chi con che data e titolo), rispondere ad un messaggio, mandare un messaggio a più destinatari... È interessante notare che un servizio analogo è stato approntato anche in reti commerciali. Ad esempio, le Poste Italiane forniscono oggi agli utenti il servizio PostEl (Posta Elettronica) che consente l'inoltro rapido di posta tramite la rete Itapac a anche il recapito postale tradizionale a utenti non collegati a Itapac (in tal caso il messaggio viaggia via posta elettronica fino alla sede postale attrezzata più vicina al

destinatario); a molti sarà capitato, ad esempio, di ricevere le buste bianco-versi PostE1, ad esempio da banche o da aziende.

- **Dialogo Telefonico.** E' possibile fare in modo che due utenti in due qualunque località del mondo si chiamino telefonicamente via calcolatore. Ad esempio è possibile chiamare un collega in un'altra parte del mondo e, se questi è collegato al calcolatore (e se si accorge della chiamata) dialogare con lui attraverso video e tastiera (in particolare il video di ognuno degli utenti si divide in due; su una appare ciò che si digita da tastiera; sull'altro ciò che l'altra persona sta digitando potendo in tal modo fare una sorta di conversazione a distanza via calcolatore). Nel caso di elaboratori dotati di microfono e altoparlante è anche possibile il dialogo a viva voce.
- **Trasferimento Dati.** In alcuni casi in cui utenti condividono informazioni, può essere utile avere la possibilità di effettuare trasferimenti di dati da un nodo all'altro. A tal scopo viene fornito un particolare protocollo (FTP – File Transfer Protocol) che permette ad un utente di un nodo di collegarsi alle macchine di altri nodi per trasferire file (se autorizzato).
- **Collegamento Remoto.** In alcuni casi un utente potrebbe essere interessato a collegarsi per lavorare su una macchina che si trova in una località remota. Ad esempio, durante un viaggio una persona potrebbe volersi collegare dal posto in cui si trova sulla macchina nel suo ufficio per lavorare o anche solo per leggere la posta. Le reti forniscono una funzione mediante la quale è possibile collegarsi remotamente a una qualunque macchina del mondo e, se si possiede un codice di utilizzo, di lavorare interattivamente su tale macchina. Ovviamente ci potrà essere ritardo nella risposta dovuta al fatto che tutta l'interazione avviene attraverso la rete mondiale tuttavia si ha la sensazione di lavorare effettivamente sulla macchina nel proprio ufficio anche essendo dall'altra parte del mondo.

## **RETI METROPOLITANE**

Le reti metropolitane sono per molti aspetti una via di mezzo tra le reti locali e le reti geografiche. Il loro obiettivo è da un lato (in analogia con le reti locali) la possibilità di condivisione di risorse tra centri che si trovano in diverse parti di una stessa città (ad esempio, una Università che ha più sedi separate può avere la necessità di accedere da ognuna di tali sedi ad un calcolatore potente che si trova in una delle sedi), dall'altro lato (in analogia con le reti geografiche) deve consentire la comunicazione e l'accesso a dati condivisi. Le reti metropolitane sono tipicamente più lente e con minore capacità di trasferimento delle reti locali (in alcuni casi, data la distanza dei nodi che collegano, usare le stesse tecnologie delle reti locali potrebbe essere troppo costoso) ma più veloci delle reti geografiche (date le minori distanze). Tipicamente si utilizzano cavi a fibre ottiche o linee telefoniche speciali dedicate. Ad esempio, In Torino esiste una rete metropolitana che collega vari centri dell'università e del politecnico, centri di ricerca o ancora il centro di elaborazione dati dei CSI (Consorzio Regionale per l'informatica) e che consente, ad esempio, l'accesso ad un super-calcolatore per elaborazioni speciali (l'uso della rete metropolitana consente una facile ed efficiente condivisione). Al tempo stesso la rete metropolitana consente l'accesso veloce a basi di dati condivise e lo scambio veloce di informazioni (in tempo reale).

## The Internet story

In the 1950s, the USA expected to be first into space. To their surprise, on October 4, 1957 the Soviet Union launched the man's first artificial satellite: the Sputnik I, soon followed by another satellite carrying a dog: Laika. The nation's image as a technology super power was badly shaken. In hopes of producing graduates who could out-think the Soviets, high schools and colleges boosted their maths and science requirements. The US Defense Department created yet another O.R. (Operations Research) group, the Advanced Research Projects Agency (ARPA) and changed it with the task of developing projects on command, control and communication, known as C3. The Defense Department wanted to use computers not only in the Pentagon, but also in the battle fields. Bulky mainframes of the era were ill-suited for the battlefield, so ARPA sought a *communications solution*.

The war-planning needs of the military and the research interests of computer scientists began to converge. The Pentagon asked Rand Corporation, a major Air Force supplier to analyze how the military could communicate (by voice telephone as well as data "hookups") after a nuclear war. Rand's solution, developed by Paul Baran, was the creation of a "Survivable" telephone grid based on "packet switching".

As part of its research support, ARPA agreed to fund an experimental computer network, to demonstrate the feasibility of remote computing from the battlefields and test the potential of a post World War III military communications network. In 1968, ARPAnet was born, linking four "sites" already conducting ARPA research: the University of California campuses at Los Angeles and San Diego, the Stanford Research Institute (SRI) in Stanford, California, and the University of Utah (Salt Lake City).

In 1972, Ray Tomlinson of Bolt Beranek & Newman (BBN), a research firm based in Cambridge, Massachusetts with close ties to prestigious MIT (Massachusetts Institute of Technology) is credited with inventing the software and sending the first *e-mail* messages across ARPAnet. At first, scientists used e-mail to collaborate on research projects. There were also rules to obey. ARPA limited use of the network to official business. In 1973 transmission "protocols" were developed to enable different types of computers to exchange packets. The result was TCP/IP: Transmission Control Protocol (TCP) converted messages into packet streams and reassembled them – Internet Protocol (IP) transported the packets across different nodes, even different types of networks.

Soon, however, a graduate-student "hacker" attitude took over. Mailing.list software permitted large groups of people to discuss common interests, making e-mail a mass medium. The first list, *sf-lovers*, linked science fiction fans. Then followed network-*hacksters*, wine-tasters, and scores of other mailing lists.

By the mid 1980s, TCP/IP was linking ARPAnet to other networks belonging to both federal agencies and universities. The result was first called ARPA-Internet and then simply *The Internet*.

## **How the Internet works**

It is not very easy, if not impossible, to access the Internet directly from our PC without connecting to a dedicated service provider and his host computer. With the help of research engines such as Netscape's *Yahoo!* and *Excite*, or Digital's *Alta Vista*, we can start "surfing" the World Wide Web (WWW) in search of specific information items.

The engines periodically launch special programs called *Web crawlers*, which collect and classify information from all reachable *sites*. These data are then recorded onto the engine's database with an address, called URL (Uniform Resource Locator). We will use a browser (surfing program) to access the database to obtain a list of Web resources (URLs), which can be activated to reach the sites identified by the search.

The Internet is by far the world's largest library and still growing, as more and more sites are established. Practically everything can be found on the WWW and selection procedures are needed to avoid being flooded with "junk"

Security is another big issue. The Internet is insecure, since it is not centrally managed, and open to use by anyone – including crooks, eavesdroppers and impostors. Various technologies can make it safer for business, but only if consumers and merchants both do their part.

## **Electronic commerce and the Internet**

Electronic commerce on the Internet involves two primary application areas. In one model, Internet-based companies sell their products in high volume to million of consumers. In the other, traditional companies carry out daily business – buying and selling over the Internet with various trading partners. Uniform software applications have been developed to allow companies to engage in real-time transactions which translate into increases in efficiency and thus cost-savings. Companies can make centralized information available in an inter-tralised format to selected individuals within and outside the company.

Currently, major manufacturers and retailers use Electronic Data Interchange (EDI), to exchange voluminous files concerning price, supply and orders via Intranets. The Internet lends itself to an interactive approach: you can configure an order – price and volume availability, promised delivery date, etc. Companies that do not want to build and manage a commercial outfit to the Internet can use merchant “hosts” to execute the transaction processing on the Web. These hosts have the same functions of the Internet service providers we are connected to when we use the Internet.

## LA GESTIONE DELLE RISORSE UMANE

La banca è un'impresa nella quale le **risorse umane** hanno un rilievo del tutto particolare, soprattutto perché è proprio dalla professionalità dei dipendenti, dal loro approccio con la clientela, dalla loro capacità di interpretarne le esigenze e i bisogni, in termini di servizi di investimento e di finanziamento, che dipendono i risultati della gestione aziendale.

Il personale, dunque, è un elemento centrale per il successo delle imprese bancarie. Esso, però, rappresenta anche un vincolo non indifferente per la loro gestione, in quanto è un fattore produttivo il cui costo è dotato di una notevole rigidità e incide in maniera determinante sul Conto economico. Contrariamente a quanto è avvenuto negli altri paesi industrializzati europei, nei quali lo sviluppo delle tecnologie informatiche e altri fattori hanno prodotto una riduzione del personale occupato nel settore bancario, in Italia, negli anni Novanta, l'occupazione nelle aziende di credito ha continuato a crescere a causa dell'apertura di numerosi nuovi sportelli, favorita anche dalla deregulation che in tale periodo ha interessato il nostro sistema bancario.

In conseguenza di ciò, il costo del lavoro ha finito per gravare in modo sempre più pesante sull'economia delle banche, determinando un sensibile calo della redditività della loro gestione e facendo emergere in tutta la sua evidenza il problema degli esuberi di personale, la cui soluzione richiede un "mix" di interventi che vanno dal lavoro part-time alla mobilità dei dipendenti, dalla riduzione o eliminazione del lavoro straordinario ai prepensionamenti, ecc.

### Classificazione del personale bancario

Sulla base dei compiti e delle mansioni da svolgere e tenuto conto delle disposizioni di legge e dei contratti collettivi di lavoro, il personale dell'azienda bancaria si colloca in varie categorie, cui corrispondono differenti inquadramenti normativi e diversi livelli retributivi. In pratica, si distinguono le cinque categorie qui di seguito indicate:

1. I **dirigenti**: svolgono mansioni di notevole rilievo, in quanto sovrintendono a specifici settori dell'attività bancaria, come ad esempio il servizio affari generali, il servizio del personale ecc., oppure dirigono sedi secondarie o succursali di una certa importanza.
2. I **funzionari o procuratori**: danno pratica attuazione alle direttive dei dirigenti coordinando il lavoro dei propri sottoposti oppure espletando mansioni di un elevato contenuto professionale. In genere, sono funzionari anche i "preposti" alle dipendenze di una certa importanza.
3. I **quadri**: sono quella fascia di personale bancario che si colloca in posizione intermedia tra i funzionari e gli impiegati. Svolgono stabilmente mansioni che comportano particolare responsabilità gerarchica e/o funzionale e richiedono un'elevata capacità professionale, con autonomia decisionale nell'ambito delle direttive ricevute.
4. Gli **impiegati**: svolgono la gran parte del lavoro amministrativo-contabile prestando la loro attività a diretto contatto con il pubblico o negli uffici interni o di retrospello.
5. I **subalterni e gli ausiliari**: sono rappresentati dal personale d'ordine, come i commessi, gli addetti alla vigilanza, gli addetti alle pulizie e il personale di fatica.

## LA FORMAZIONE DEL PERSONALE

La centralità del ruolo che il fattore umano svolge nell'ambito di una gestione orientata al marketing e caratterizzata dall'offerta di una gamma sempre più ampia di prodotti/servizi, in un contesto di forte automazione delle procedure operative, ha portato le banche a considerare la formazione personale un'esigenza di primaria e vitale importanza.

E, in effetti, i costi sostenuti per la formazione sono veri e proprio investimenti per il potenziamento del "capitale umano", che hanno un sicuro ritorno in termini di efficacia operativa e di produttività aziendale.

La formazione del personale avviene attraverso due vie:

1. l'affiancamento del neo-assunto, o dell'impiegato appena inserito in una nuova mansione, da parte di un dipendente esperto che gli fungerà da guida o "tutor";
2. i corsi di formazione o di aggiornamento tenuti da esperti esterni ai vari livelli di inquadramento aziendale.

A questo proposito, si può osservare che le grandi banche sono oramai dotate da tempo di propri centri di formazione, dislocati presso la sede centrale o decentrati a livello regionale, mentre le banche di minori dimensioni si avvalgono generalmente di società specializzate o delle associazioni di categoria.

I corsi di formazione possono essere indirizzati:

- al **personale impiegatizio**, e allora hanno lo scopo di professionalizzare i neo-assunti, fornendo loro le necessario conoscenze tecniche, oppure di riqualificare i dipendenti già da tempo inseriti nella compagine aziendale;
- ai **quadri e ai dirigenti**, nel qual caso si tratta di seminari su temi specifici di gestione bancaria e di marketing nonché di corsi in materia di pianificazione e controllo, di gestione del personale, ecc., il cui obiettivo è quello di sviluppare nei partecipanti una mentalità aperta all'innovazione, la capacità di gestire il cambiamento e di cogliere i rapporti di interdipendenza tra le diverse funzioni aziendali.

## LO SVILUPPO DELLE TECNOLOGIE INFORMATICHE

L'evoluzione tecnologica, ha fortemente innovato l'attività bancaria sotto vari aspetti e con riflessi che hanno coinvolto:

- il lavoro bancario e l'organizzazione aziendale;
- i rapporti banca – clienti;
- i rapporti interbancari;

### **I riflessi sull'organizzazione aziendale**

I progressi nel settore dell'informatica e della telematica hanno innanzi tutto rivoluzionato il lavoro e l'organizzazione interna della banche.

Infatti, l'introduzione di nuovi strumenti e di nuove procedure operative ha consentito di snellire le operazioni e di svolgerle con maggiore precisione e sicurezza.

In particolare, l'impiego di strutture informatiche dislocate sia al centro (CED) sia in periferia (terminali e PC situati nelle varie dipendenze) ha determinato:

- la riduzione dei tempi di "lavorazione" delle operazioni e l'incremento delle capacità di elaborazione e di immagazzinamento dei dati;
- lo sviluppo di sistemi informativi rivolti al controllo dei costi e dei risultati di gestione;
- un migliore coordinamento tra le dipendenze e le direzioni centrali.

### **I riflessi sui rapporti banca – clienti**

I processi di automazione dell'attività bancaria, e in special modo i progressi realizzatisi nel campo della telematica, hanno anche inciso notevolmente sulla qualità dei servizi bancari e sul rapporto banca – cliente.

Sotto questo aspetto, le strutture informatiche hanno infatti interessato:

- i servizi di incasso e di pagamento che sono stati progressivamente automatizzati, rendendoli più rapidi e sicuri;
- il self-service bancario, con lo sviluppo dei servizi ottenibili presso gli sportelli automatici, presso i cash dispenser e presso i punti di vendita dotati di apposite apparecchiature (POS);
- l'area del remote banking, ossia dei servizi bancari "a distanza", prestati sia a favore di privati (home banking) sia a favore di imprese (cash management) grazie al collegamento via filo tra le apparecchiature elettroniche dei clienti e quelle della banca.

Un altro aspetto di rilievo è la crescente frequenza con cui gli enti e le imprese clienti sono incentivate dalle banche a conferire su supporti magnetici le disposizioni di incasso e di pagamento suscettibili di essere trattate mediante procedure di trasferimento elettronico di fondi (EFT). In tal modo, si riduce l'uso di liste e di documenti cartacei e, al tempo stesso, si evitano errori di trascrizione nella fase di input dei dati, si rende più celere il servizio e si realizza un risparmio di costi.

### **I riflessi sui rapporti interbancari**

Le procedure automatizzate di elaborazione e di trasmissione dei dati e, più recentemente, l'attivazione di una serie di **reti telematiche** che consentono collegamenti in tempo reale fra

banche, hanno inciso sull'organizzazione del nostro sistema bancario sotto un duplice punto di vista. Esse, infatti:

- hanno migliorato la qualità e le dimensioni dei flussi informativi tra le banche e la Banca d'Italia ai fini della "vigilanza" esercitata da quest'ultima;
- hanno consentito la progressiva interconnessione di tutte le banche del sistema, dapprima mediante la realizzazione di reti di tipo consortile (reti di categoria) e, poi, con la costituzione – ad opera della Banca d'Italia e del sistema bancario – della SIA (Società Interbancaria per l'Automazione) e del SITRAD (Sistema Interbancario di TRAsmissione Dati).

Attraverso le **reti telematiche**, dunque, è stato possibile realizzare, nell'ambito dell'intero sistema bancario:

- lo scambio di informazione tra le varie banche che ne fanno parte;
- la compensazione e il regolamento delle operazioni di pagamento e di trasferimento fondi che scaturiscono dalle traslazioni compiute da ciascuna di esse nei confronti di private, imprese e aziende di credito.

Negli ultimi anni la spinta alla revisione delle procedure informatiche è stata la prospettiva dell'unificazione monetaria europea che avrà riflessi in tutti gli ambiti dell'attività bancaria.

### LA SIA E I SERVIZI DA ESSA GESTITI

