

Telecomunicazioni e reti locali

1. Reti Locali

1.1 Tecnologia delle reti

La tecnologia delle reti può essere classificata in base all'ampiezza geografica dell'area servita dalla rete. Con questa tecnica di classificazione possiamo identificare tre tipi di reti:

- *Reti estese*: queste vengono generalmente chiamate WAN (Wide Area Network) e permettono di collegare sistemi separati da grosse distanze (da poche decine di km in su).
- *Reti Locali*: queste vengono generalmente chiamate LAN (Local Area Network) e permettono di collegare sistemi separati da brevi distanze (da pochi cm ad alcuni km).
- *Reti metropolitane*: in alcuni casi è preferibile identificare tra le LAN e le WAN una ulteriore tipologia di reti. Questa viene identificata con il termine MAN (Metropolitan Area Network), lavorano in maniera molto simile alle LAN ma coprono distanze che si estendono tra i 30 e i 40 Km. Le MAN costituiscono una sorta di ponte tra le LAN e le WAN.

1.2 Definizione di rete locale

L'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ha pubblicato una definizione per la rete locale che afferma:

“Una rete locale è un sistema che permette a più apparecchiature indipendenti di comunicare direttamente tra loro, nell'ambito di un'area geografica moderatamente ampia tramite un supporto fisico di comunicazione caratterizzato da una moderata capacità di trasmissione”

Esaminiamo le singole parti di questa definizione:

1. La rete locale consente a più periferiche di comunicare direttamente tra di loro. La LAN consente quindi una comunicazione molti-molti (in inglese many-to-many), dove ogni apparecchiatura è in grado di comunicare direttamente con qualsiasi altra apparecchiatura collegata alla LAN.
2. La comunicazione avviene nell'ambito di un'area geografica moderatamente ampia. Questa è una importante distinzione tra LAN e WAN. Tipicamente le reti locali sono confinate all'interno di un singolo edificio o di un gruppo di edifici.
3. La comunicazione avviene su un supporto fisico. In una rete locale le apparecchiature sono collegate tramite una linea privata, che può essere un cavo dedicato o un altro supporto. Ciò è in contrasto con quanto accade nelle WAN che utilizzano, di solito, canali di comunicazione pubblici.
4. I canali di comunicazione delle reti locali supportano moderate capacità di trasmissione. La capacità di trasmissione di una rete locale varia tra 1Mbps e 1000Mbps.

La tecnologia di rete più utilizzata al giorno d'oggi è Ethernet. Di seguito sono riportate le caratteristiche di una rete locale come che furono pensate dai progettisti della rete Ethernet; molte di tali caratteristiche sono ancora valide nelle attuali tecnologie di realizzazione delle reti locali:

- Capacità di trasmissione dei dati tra 1 e 10Mbps (oggi si arriva a 100 e 1000Mbps)

- Copertura di almeno un chilometro (oggi si coprono aree superiori con una singola LAN e molto superiori con la tecnica dell'interconnessione di LAN)
- Potenzialità di servire centinaia di apparecchiature indipendenti (oggi è possibile collegare migliaia di apparecchiature)
- Semplicità o utilizzo dei meccanismi più semplici in grado di garantire le funzioni e le prestazioni richieste
- Affidabilità
- Minima dipendenza da unità di controllo centralizzate
- Utilizzo efficiente delle risorse condivise, in particolare della stessa rete di comunicazione
- Stabilità sotto elevati carichi di lavoro
- Accesso senza problemi per tutte le apparecchiature
- Installazione semplice di piccoli sistemi, con potenzialità di sviluppo con la crescita del sistema
- Riconfigurabilità e manutenzione semplice
- Basso costo

1.3 Applicazioni per reti locali

La maggior parte delle reti locali vengono impiegate per interconnettere computer da tavolo e workstation e rendere disponibili le funzioni di potenti server.

Le applicazioni per reti locali più diffuse sono:

- **Condivisione di risorse:** le reti locali che interconnettono computer desktop sono comunemente utilizzate per permettere l'accesso a dati condivisi. Una rete locale permette ad un utente di rete di accedere ai file presenti su un altro computer. In funzione del tipo di realizzazione della rete è possibile per più utilizzatori accedere allo stesso file nello stesso momento. Le reti locali permettono inoltre a più utenti di condividere la stessa stampante.
- **Ambiente Client-Server:** il principio di funzionamento di un sistema client-server gestisce un ambiente nel quale un'applicazione client produce delle richieste per un certo servizio. Un'altra applicazione server, dello stesso o di un altro sistema di calcolo, provvede ad esaudire la richiesta fornendo il servizio richiesto. La rete LAN costituisce il supporto per il trasporto delle informazioni tra la componente client e quella server. Più client possono condividere i servizi di un unico server contemporaneamente.

1.4 Sistema di calcolo client server

Il principio di funzionamento Client-Server consente lo sviluppo di numerosi tipi di sistemi server. I seguenti sono alcuni sistemi server realizzabili in ambienti Client-Server:

- *File server:* consente l'accesso ai file e la gestione dei servizi
- *Print server:* rende disponibili i servizi di stampa
- *Database server:* consente l'accesso ai database
- *Application server:* consente l'accesso a funzioni logiche, rendendo disponibile la possibilità di distribuire una applicazione su più sistemi di calcolo

1.5 Componenti di una rete locale

Le reti locali sono generalmente costituite da combinazioni di componenti hardware e software. I componenti delle reti includono:

- *apparecchiature di calcolo*: una rete locale, generalmente, connette macchine di calcolo general-purpose come personal computer e workstation. Questi possono avere caratteristiche diverse. Le macchine special-purpose come stampanti e dispositivi per l'interconnessione tra LAN, possono essere anch'esse direttamente collegate alla LAN.
- *interfacce di rete*: dette anche NIC (Network Interface Card), sono generalmente installate su ogni computer collegato alla rete. Viene talvolta chiamato adattatore di rete. Una NIC fornisce delle funzioni hardware indispensabili per consentire la connessione ad una rete di una macchina di calcolo.
- *un sistema cablaggio*: un sistema di cablaggio di una LAN include un cavo di collegamento per l'interconnessione delle NIC in dotazione alle apparecchiature di rete. Vengono utilizzate varie tipologie di cavi elettrici o a fibre ottiche. I sistemi di collegamento includono delle unità di collegamento che consentono la connessione delle apparecchiature al cavo. In alcuni casi, il sistema di cablaggio è sostituito da forme di comunicazione senza filo, come onde radio o segnali infrarossi.
- *Unità di accesso o concentratori*: alcune realizzazioni di reti locali utilizzano apparecchiature chiamate unità di accesso o concentratori, che consentono a diverse apparecchiature di rete la connessione al sistema di collegamento attraverso un punto centrale. Il collegamento attraverso un concentratore centrale spesso semplifica manutenzione e installazione della rete locale.
- *software di rete*: le interfacce di rete forniscono funzioni a basso livello di comunicazione fisica tra apparecchiature interconnesse. Le funzioni ad alto livello utilizzate dagli utenti finali sono rese disponibili dal software di rete. I prodotti software che consentono queste funzioni sono generalmente chiamati *sistemi operativi di rete*.

1.6 Caratteristiche delle tecnologie delle reti locali

Ci sono quattro caratteristiche fondamentali nella descrizione di tecnologie di collegamenti di rete. Queste caratteristiche ci consentono di confrontare una tipologia di collegamento di rete con un'altra. Sono nell'ordine:

1. *Supporto di trasmissione*: il supporto di trasmissione è il cavo o un altro circuito fisico utilizzato per interconnettere il sistema. I tipici supporti di trasmissione sono il doppino telefonico, il cavo coassiale, il cavo a fibre ottiche e varie forme di trasmissione senza filo.
2. *Tecniche di trasmissione*: le tecniche di trasmissione dipendono dal tipo di segnali che vengono scambiati sul supporto fisico di trasmissione. Le tecniche più comuni di trasmissione sono chiamate baseband (banda base) e broadband (banda larga).
3. *Topologia di rete*: la topologia di rete identifica la forma logica che prende l'interconnessione tra apparecchiature. Le topologie più comuni di collegamento LAN sono Bus, Ring (anello) e Star (stella).
4. *Metodo di controllo degli accessi*: il metodo di controllo degli accessi descrive la tecnica con la quale i sistemi di comunicazione controllano gli accessi al supporto di trasmissione. Le periferiche sulle reti locali condividono il sistema di cablaggio che le connette e le funzionalità di trasmissione messe loro a disposizione. Un collegamento LAN, generalmente, consente un solo sistema di trasmissione alla volta. I metodi di controllo degli accessi comunemente utilizzati sono contentino, token passing e circuit switching.

Quando guardiamo alla tecnologia LAN dal punto di vista della connessione fisica, trattiamo l'aspetto di basso livello della rete. I tipi di collegamento LAN più utilizzati sono:

- **Ethernet:** tecnologia di collegamento LAN in cui i sistemi sono connessi ad un unico supporto di trasmissione, come un cavo coassiale o un cavo di doppini. Ethernet è la tecnologia di collegamento LAN più diffusa.
- **Token Bus:** tecnologia di collegamento LAN dove i sistemi sono connessi ad un supporto di trasmissione comune come per la Ethernet. Un sistema può trasmettere solo quando è dotato di un testimone di autorizzazione detto token, il quale è ceduto da un sistema all'altro.
- **ARCnet:** tecnologia di collegamento LAN con velocità di trasferimento dei dati relativamente bassa, nel quale tutti i sistemi sono collegati ad un comune cavo coassiale. Come per le Token Bus, una apparecchiatura di rete può trasmettere solo quando riceve il token.
- **Token Ring:** tecnologia di collegamento LAN dove i sistemi sono collegati l'un l'altro da segmenti di cavo di doppini in connessioni punto-punto fino a formare una struttura circolare. Un sistema può trasmettere solo se in possesso del token che viene ceduto da un sistema all'altro lungo l'anello.
- **Fiber Distributed Data Interface (FDDI):** tecnologia di collegamento LAN ad alta velocità dove i sistemi sono collegati tra loro da segmenti di cavo in connessioni punto-punto in modo da formare una struttura circolare. Un sistema può trasmettere solo quando è in possesso del token.
- **LocalTalk:** tecnologia di collegamento LAN a bassa velocità creata da Apple dove i sistemi sono connessi tramite un cavo comune.

1.7 Software per reti LAN

Gli utenti finali non si preoccupano del tipo di collegamento utilizzato nella rete di computer. L'utilizzatore vede una rete locale come un insieme di sistemi di calcolo in grado di comunicare tra loro. In genere l'utente medio interagisce con software di rete ad alto livello che gli consente di accedere direttamente alle funzioni di cui necessita.

Il software più evoluto rende la rete del tutto trasparente all'utente. Quando si parla delle funzioni rese disponibili all'utente finale dalle reti locali ci si riferisce a software di rete ad alto livello. Generalmente questi software girano sui computer desktop e sugli altri sistemi a cui accedono gli utenti di rete.

E' disponibile un'ampia varietà di software di rete per gli utilizzatori di tecnologie LAN. Quelli più comunemente utilizzati sono:

- *NetWare:* famiglia di software di rete commercializzato da Novell
- *LAN Manager e LAN Server:* famiglia di sistemi operativi sviluppati da una collaborazione tra Microsoft e IBM. Il primo si riferisce a un prodotto Microsoft, il secondo a un prodotto IBM.
- *VINES:* famiglia di sistemi operativi di rete commercializzati da Banyan Systems. Essa rende disponibile le stesse funzioni di NetWare, LAN Server e LAN Manager.
- *LANtastic:* famiglia di sistemi operativi di rete per PC commercializzati da Artisoft.
- *TCP/IP:* Transmission Control Protocol/Internet Protocol, fa riferimento a una famiglia di protocolli di comunicazione sviluppati nell'ambito di un progetto di ricerca voluto dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti.

- *Apple Talk*: schema di rete della Apple computer usato per molti anni nelle loro reti.

In molti casi, le esigenze di gestione delle funzioni di rete sono state integrate direttamente nel sistema software usato nei PC. Ad esempio tutti i sistemi operativi Microsoft da Windows for Workgroup in avanti integrano quanto necessario per la rete rendendo inutile installare un software di rete separato.

2. Trasmissioni fisiche

2.1 I mezzi di trasmissione

I supporti comunemente più utilizzati nella realizzazione di LAN sono quattro:

1. *doppino*: è costituito da due fili di rame avvolti a spirale l'uno intorno all'altro. Diversi doppini sono solitamente raggruppati insieme in una guaina protettiva.
2. *cavo coassiale*: è costituito da un nucleo di rame immerso in materiale isolante. A sua volta l'isolante è avvolto da un secondo strato conduttivo, che può essere solido o una maglia. Una guaina protettiva di materiale isolante contiene il tutto. Il cavo coassiale è meno soggetto ad interferenze e a diafonie di un cavo di doppini ed inoltre è più facilmente utilizzabile come supporto per alte velocità di trasmissione ad elevate distanze.
3. *fibre ottiche*: una fibra ottica può essere utilizzata nella trasmissione di segnali di luce modulati. Una fibra ottica è costituita da un sottile cilindro di vetro, chiamato core, avvolto in uno strato concentrico, anch'esso di vetro, chiamato cladding. L'indice di rifrazione del cladding è più basso di quello del core, e questo fa sì che la luce che attraversa il nucleo rientra nel nucleo stesso quando incontra il cladding. In pratica, un certo numero di fibre ottiche sono tenute insieme in un cavo a fibre ottiche ed ogni fibra è protetta da una sua guaina. I cavi a fibra ottica possono trasmettere a velocità molto elevate. Nei sistemi commerciali i cavi a fibre ottiche trasmettono tranquillamente a 100 e 1000Mbps, mentre è stato dimostrato che possono essere superati i 200000Mbps. I segnali trasmessi tramite fibre ottiche non sono soggetti ad interferenze elettriche. Un cavo a fibre ottiche ha generalmente una sezione ed un peso inferiori a quelli di un cavo elettrico, mentre sono più costose da installare di questi ultimi, sebbene il costo stia diminuendo.
4. *trasmissioni senza filo*: le trasmissioni senza un supporto fisico tendono a diventare prevalenti nel mercato delle LAN. Può essere utilizzata in svariati modi: può sostituire segmenti di collegamento via cavo dove sorgono difficoltà di collegamento fisico, ad esempio due edifici diversi, oppure al posto dei cavi nel collegamento tra i singoli computer e la rete: in questo modo i computer possono essere spostati senza dover modificare il collegamento fisico. La trasmissione senza filo ha anche degli svantaggi: le radiotrasmissioni sono spesso soggette ad interferenze e possono provocare errori di trasmissione di dati. Inoltre le distanze che si possono coprire sono limitate.

2.3 Tecniche di trasmissione

Sono due le principali tecnologie utilizzate nelle trasmissioni su supporti fisici: la banda base e la banda larga. Le trasmissioni in banda base utilizzano segnali digitali mentre quelle in banda larga utilizzano segnali analogici.

Nelle trasmissioni in banda base, i dati viaggiano sui supporti trasmissivi sotto forma di impulsi elettrici o luminosi. Con questa modalità di trasmissione, una unità di trasmissione invia impulsi direttamente sul canale di comunicazione ed un'unità di ricezione li capta. Con questo tipo di trasmissione, la capacità dell'intero canale viene utilizzata per la trasmissione di un solo segnale. Le reti locali utilizzano varie tecniche, dette medium access control method, per controllare l'accesso al supporto trasmissivo.

La trasmissione in banda larga in genere impiega trasmissioni analogiche su un range di frequenze più ampio di quello della banda base. Nella trasmissione analogica i segnali sono continui e non discreti. I segnali scorrono attraverso il supporto trasmissivo come onde elettromagnetiche.

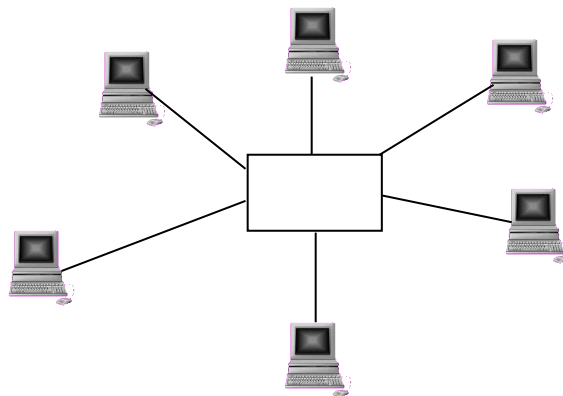
3. Controllo degli accessi

Una caratteristica comune a tutte le reti locali sta nella molteplicità di apparecchiature che si trovano a condividere l'accesso al singolo supporto fisico di trasmissione. Esistono diversi metodi di controllo per la gestione dei supporti fisici e tali metodi sono un fattore importante di classificazione delle differenti tecnologie LAN. Tra i principali fattori, di cui i progettisti di tecnologie LAN devono tenere conto nella selezione dei particolari metodi di controllo degli accessi al supporto fisico, ci sono la topologia della rete e la tecnica di controllo delle trasmissioni, che può essere random, distribuita o centralizzata.

3.1 Topologie di reti

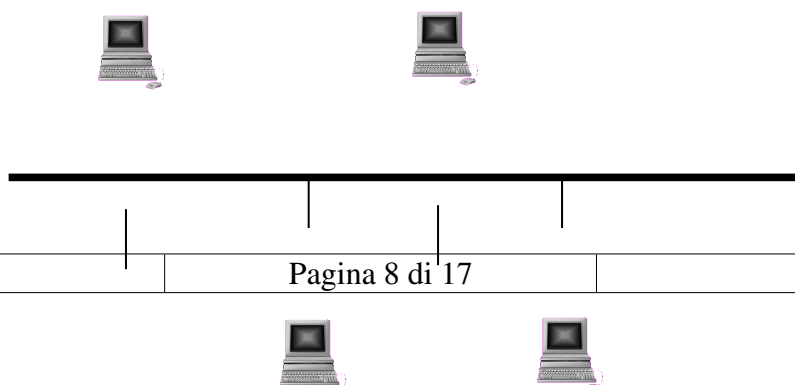
La topologia di una rete di comunicazione riguarda sia la configurazione *fisica* del cablaggio che quella logica. Esistono tre topologie principali nella tecnologia di collegamento LAN che sono **star** (stella), **ring** (anello) e **bus**.

Nella configurazione **star** c'è un punto centrale sul quale è connesso un gruppo di sistemi. Con la topologia star, tutte le trasmissioni da un sistema all'altro passano attraverso il punto centrale, che consiste in una apparecchiatura che assume il ruolo di gestore e controllore della comunicazione.

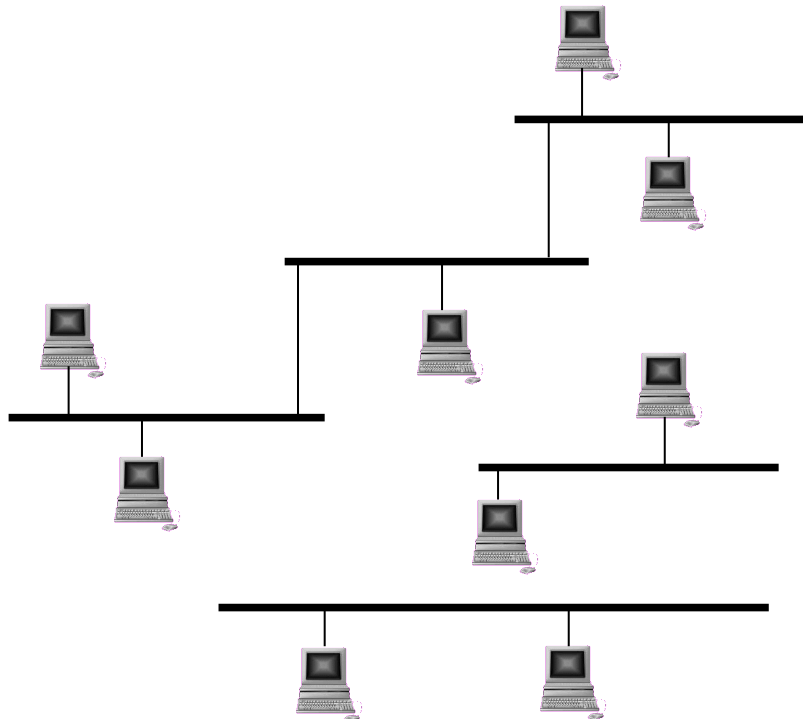


L'unità al centro della stella può comportarsi da sistema di commutazione. Quando un sistema ha necessità di comunicare con un altro, il commutatore centrale stabilisce un circuito tra i due sistemi. Una volta stabilito il collegamento, i dati possono essere scambiati tra i due sistemi come se fossero collegati da un collegamento punto-punto.

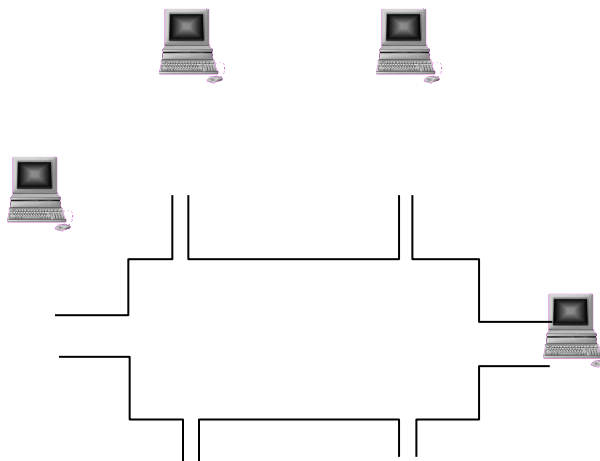
Nella topologia **bus** ogni sistema è collegato direttamente ad un canale di comunicazione comune. Ogni sistema riceve i segnali (corrispondenti ai messaggi) trasmessi sul canale. Ogni sistema esamina l'indirizzo di destinazione contenuto nel messaggio. Il sistema che riconosce l'indirizzo di destinazione come il proprio, accetta e processa il messaggio stesso. I sistemi che non riconoscono l'indirizzo di destinazione come il proprio, ignorano il messaggio.



Una estensione della topologia bus è la struttura ad albero. Nella topologia ad albero, il canale di comunicazione comune prende la forma di un cavo con più rami, dove i sistemi sono collegati come le foglie di un ramo. Anche qui, tutti i sistemi della struttura ad albero ricevono tutte le trasmissioni.



Nella topologia ad **anello** i collegamenti formano un anello attraverso semplici connessioni punto-punto di un sistema con il successivo. Ogni sistema si comporta da ripetitore per tutti i segnali ricevuti che vengono da essi ritrasmessi al sistema successivo nella forma e nella potenza originale. I segnali (corrispondenti ai messaggi) trasmessi lungo l'anello da un sistema sono ricevuti da tutti gli altri sistemi, ma non simultaneamente bensì da un sistema dopo l'altro. Sulla base dell'indirizzo di destinazione contenuto nel messaggio, ogni sistema determina se occorre copiare e processare un dato messaggio. Il sistema che origina il messaggio generalmente è anche quello che determina che il messaggio ha compiuto un giro completo e lo rimuove.

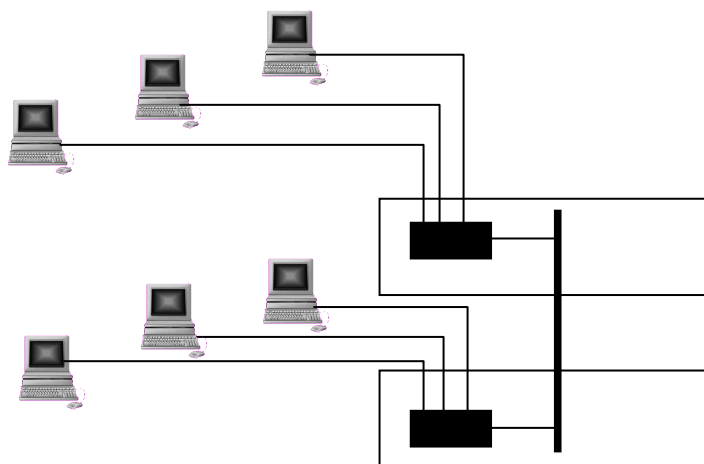




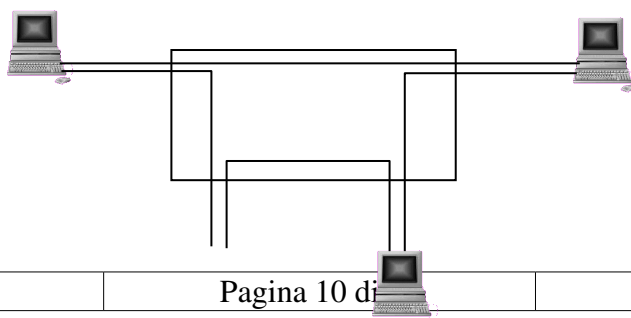
Topologie con differenti aspetti fisici e logici

Molte tecnologie LAN impiegano topologie di rete dove lo schema fisico del cablaggio può essere diverso dalla struttura logica che i sistemi della LAN percepiscono. Le tecnologie di rete più comuni impiegano strutture logiche del tipo bus o ad anello, mentre la maggior parte dei prodotti LAN richiede che, per semplicità di installazione o manutenzione, lo schema fisico di cablaggio sia a stella.

Strutture ad albero con allacciamenti a stella. La tecnologia LAN che utilizza una struttura logica a bus o ad albero, spesso impiega dei concentratori o dei ripetitori per il collegamento dei singoli sistemi ai punti centrali. Ogni concentratore con i sistemi a lui collegati forma una struttura a stella. Ogni concentratore può essere collocato in un armadio di distribuzione e connesso con gli altri a formare un'ampia struttura ad albero.



Strutture ad anello con allacciamenti a stella. La tecnologia LAN che impiega topologie logiche strutturate ad anello spesso utilizza delle unità di accesso situate centralmente con le quali i singoli sistemi si allacciano in una configurazione a stella. Nelle LAN strutturate ad anello, generalmente, viene utilizzato un unico cavo con due canali di comunicazione per il collegamento dei singoli sistemi all'unità di accesso centrale. Il cablaggio è organizzato in modo tale che i sistemi della LAN percepiscano una struttura ad anello, mentre l'allacciamento fisico è costituito da tante connessioni punto-punto tra i singoli sistemi.





3.2 Tecniche di controllo degli accessi ai supporti fisici di trasmissione

Un metodo di controllo degli accessi ai supporti fisici di trasmissione può gestire gli accessi al supporto trasmissivo in tre modi:

- **Gestione random:** non è richiesto un permesso esplicito per la trasmissione, ed ogni sistema può tentare di trasmettere quando vuole. Il sistema, prima di cominciare a trasmettere, deve controllare se il supporto trasmissivo è libero.
- **Gestione distribuita:** tutti i sistemi partecipano tramite un algoritmo distribuito alla gestione degli accessi al supporto trasmissivo. In questo modo, attraverso la cooperazione dei sistemi stessi, un solo sistema alla volta ha il permesso di trasmettere
- **Controllo centralizzato:** un solo sistema controlla tutta la rete mentre gli altri sistemi devono ricevere un permesso esplicito dal sistema di controllo per poter trasmettere

Non c'è un metodo migliore per la gestione del controllo delle trasmissioni; deve essere il progettista della tecnologia LAN a scegliere quello ottimale per il caso particolare.

Controllo random	Controllo distribuito	Controllo centralizzato
CSMA/CD	Token ring	Polling
Slotted ring	Token bus	Circuito di commutazione
Register insertion	CSMA/CA	TDMA

Le più importanti tra queste sono:

- 1) **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)**, che è il metodo di controllo degli accessi usato nella tecnologia Ethernet.
- 2) **Token Bus**, che è il metodo di controllo degli accessi usato nelle tecnologie Token Bus.
- 3) **Token Ring**, che è il metodo di controllo degli accessi usato nelle tecnologie Token Ring e FDDI (Fiber Distributed Data Interface)
- 4) **CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)**, che è il metodo di controllo degli accessi usato nella tecnologia LocalTalk.

3.3 Controllo degli accessi random

Con i metodi di controllo degli accessi *random*, ad ogni sistema è consentito di trasmettere allorché il mezzo trasmissivo si renda disponibile. I tre metodi di controllo degli accessi random sono il CSMA/CD, lo Slotted ring e il Register insertion.

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection). E' stato utilizzato nella tecnologia Ethernet per molti anni ed è il più comune nelle topologie bus e ad albero. Il principio di base riguardante il funzionamento del CSMA/CD è il seguente:

un sistema, prima di trasmettere, ascolta il supporto trasmissivo per verificare che non ci sia un altro sistema in trasmissione. Il termine *carrier sense* (rivelatore di portante) indica che il sistema ascolta prima di trasmettere. Se il mezzo trasmissivo è in quiete, il che indica che nessun altro sta

trasmettendo, il sistema invia il suo messaggio. Quando viene trasmesso un messaggio, esso viaggia verso tutti gli altri sistemi della rete. Appena il messaggio raggiunge un sistema in ricezione, il sistema esamina l'indirizzo di destinazione contenuto nel messaggio. Se l'indirizzo di destinazione indica che il messaggio è diretta a quel sistema ,il sistema lo riceve e processa il messaggio. Occasionalmente può accadere che due (o più) sistemi inviino i loro messaggi quasi in simultaneità, producendo una trasmissione mutilata chiamata collision (collisione). Tutti i sistemi di rete, incluso quello in trasmissione, ascoltano continuamente il supporto trasmissivo e sono in grado di apprezzare se c'è stata una collisione. Non appena viene rilevata la collisione, il sistema in ricezione ignora la trasmissione mutilata e sospende immediatamente l'invio del messaggio. A seguito della collisione, i sistemi attendono per periodi di tempo varianti prima di ritentare la trasmissione.

Un vantaggio del metodo CSMA/CD è che l'accesso al mezzo trasmissivo è molto veloce ed un sistema può trasmettere ogni qualvolta il canale risulta libero. In caso di un carico di traffico più pesante, il numero delle collisioni aumenta ed il tempo speso nel rispondere alle collisioni e nel ritrasmettere può comportare l'abbassamento delle prestazioni. Le collisioni non rappresentano un problema significativo a meno che il traffico non sia veramente pesante. Con la tecnica CSMA/CD è possibile andare oltre il 90% della capacità di utilizzazione del canale.

3.4 Controllo distribuito

Sono due i metodi comunemente usati che implementano tecniche distribuite: il token passing ed il CSMA/CA.

Nelle reti con una configurazione ad anello, il metodo di controllo degli accessi più utilizzato è il token passing. Le tecnologie di collegamenti di rete Token Ring e FDDI utilizzano delle varianti del metodo di controllo degli accessi e token ring.

In un tipico metodo token ring, un breve messaggio, detto *token*, viene passato da un sistema all'altro lungo la rete. Se il token è marcato libero, il sistema che lo ha ricevuto è abilitato a trasmettere un messaggio. Il sistema marca il token come occupato, lo aggancia al messaggio e lo trasmette con il messaggio stesso. Il messaggio circola lungo l'anello da un sistema all'altro, portando con se il token occupato.

Ogni sistema che riceve il messaggio, verifica l'indirizzo di destinazione per vedere se debba copiare o processare il messaggio. In ogni caso il sistema trasmette il messaggio ed il token occupato al sistema successivo. Quando il messaggio raggiunge il sistema che lo ha prodotto, viene rimosso dal sistema stesso e il token viene riportato a libero e trasmesso al sistema successivo. Il token ricomincia a circolare per l'anello finchè un altro sistema non abbia l'esigenza di trasmettere.

Particolari condizioni di errore possono impedire al sistema che ha inviato il messaggio di riconoscere e rimuovere il messaggio stesso. Per gestire questa condizione, viene designato come monitor uno dei sistemi di rete. Un monitor ha il compito di rilevare un token non resettato correttamente, rimuoverlo e ritrasmetterne un altro libero.

Con la tecnica token-ring, viene garantito ad ogni sistema di trasmettere un messaggio entro un periodo di tempo predeterminabile. Il metodo permette di assegnare differenti priorità ai sistemi collegati alla rete. I principali svantaggi della tecnica token-ring, invece, sono dati dalla complessità degli algoritmi di elaborazione e di monitoraggio dei token e dal sovraccarico che ne consegue.

4. Il modello di riferimento OSI

Mentre venivano sviluppate le architetture di rete ed i protocolli di comunicazione, nell'ambito dell'ISO (International Standard Organization) prendeva il via un ambizioso progetto di sviluppo di un unico pacchetto di protocolli di comunicazione di rete che costituisse uno standard internazionale. Dal 1984, ISO ha definito un modello globale di comunicazione per sistemi di calcolo detto *Reference Model for Open Systems Interconnection* o *Modello OSI*. Il modello OSI, (vedi standard ISO 7498) descrive un modello generalizzato di sistema di interconnessione.

Il modello OSI è progettato per predisporre una base comune per il coordinamento dello sviluppo degli standard per l'interconnessione di sistemi aperti. Il termine *apert*, in questo contesto, prende il significato dal mutuo utilizzo di standard applicabili.

Il modello OSI descrive come le macchine possano comunicare tra loro in modo standardizzato e flessibile, definendo degli strati funzionali che dovrebbero essere incorporati in ciascuna delle macchine in comunicazione. Il modello OSI non definisce il software di rete, né dettagli degli standard di riferimento per quel software, ma semplicemente le ampie categorie di funzionalità che ogni strato dovrebbe rendere disponibili.

4.1 Strati funzionali del modello OSI

Il modello OSI definisce i sette strati funzionali mostrati in figura:

<i>Strato Applicazione</i>
<i>Strato Presentazione</i>
<i>Strato Sessione</i>
<i>Strato Trasporto</i>
<i>Strato Rete</i>
<i>Strato Collegamento</i>
<i>Strato Fisico</i>

Ogni strato produce un insieme di funzioni, riuniti in modo tale da rendere il più indipendente possibile uno strato dagli altri.

Strato Fisico: è responsabile della trasmissione di una stringa di bit attraverso un circuito fisico. In questo strato vengono prodotte le funzioni che permettono lo scambio dei segnali elettrici, ottici o radio, tra le macchine in comunicazione. E' costituito dall'hardware installato nelle apparecchiature di comunicazione. In questo strato sono collocati anche i cavi, i modem e le altre apparecchiature che permettono la comunicazione fisica tra le macchine. I dispositivi di ciascuna delle macchine in comunicazione sono quelli che controllano la generazione e la rilevazione dei segnali da interpretare come bit 0 o bit 1. Lo strato fisico non attribuisce alcun significato ai bit: verifica quanti bit formano ciascun pacchetto di dati, ma non si occupa del significato dei dati trasmessi. In questo strato accade semplicemente che un dispositivo trasmette un segnale ed un altro lo riceve.

Strato Collegamento: è responsabile della trasmissione dei dati da un sistema all'altro. Meccanismi di controllo gestiscono la trasmissione delle unità di dati, chiamate *trame*, su un circuito fisico. Le funzionalità dello strato permettono la trasmissione dei dati tendenzialmente senza errori su un circuito fisico talvolta predisposto agli errori. Questo strato è realizzato in base alle modalità di raggruppamento dei bit nelle trame ed alle funzioni di sincronizzazione che tengono conto dei possibili errori dovuti allo strato fisico: mette cioè in atto meccanismi di rilevazione degli errori che

permettono l'identificazione di problemi di trasmissione. In alcuni casi, può anche disporre di procedure per il controllo del flusso, di sequenziamento delle trame e di recupero degli errori di trasmissione.

Strato Rete: è concepito in modo da essere in grado di prendere le decisioni di indirizzamento e di smistamento dei dati da una apparecchiatura all'altra. Il modello OSI classifica i sistemi di una rete in due tipologie: i *sistemi finali* che sono quelli da cui nascono i dati o quelli a cui sono destinati, ed i *sistemi intermedi* che permettono l'indirizzamento e lo smistamento dei dati. Le funzioni contenute dallo strato rete permettono lo spostamento delle unità dati, dette anche pacchetti, attraverso numerosi sistemi intermedi. Generalmente i sistemi finali possiedono tutti e sette gli strati del modello OSI, contenendo applicazioni per lo scambio di informazioni. I sistemi intermedi, in genere, permettono le sole funzioni di indirizzamento e smistamento corrispondenti ai primi tre strati del modello OSI. Le funzioni di rete dei sistemi finali ed intermedi gestiscono insieme le operazioni di indirizzamento e di smistamento. Mentre lo strato del collegamento dati provvede alla trasmissione di trame tra sistemi adiacenti, lo strato Rete consente funzioni ben più complesse come la trasmissione di pacchetti tra due qualsiasi sistemi finali.

Strato Trasporto: è basato sui servizi forniti dallo strato rete e dagli altri strati sottostanti per formare lo strato più elevato di un affidabile servizio di trasporto dati tra sistemi finali. Lo strato trasporto ignora tutti i dettagli relativi al movimento di pacchetti e di trame tra un sistema e l'altro e protegge l'utente dalla complessità delle funzioni di rete. I primi tre strati del modello OSI realizzano una rete fisica comune che diverse macchine possono utilizzare in modo indipendente. Le funzioni dello strato trasporto possono includere funzioni di controllo integrità, di recupero di quanto perso, del controllo del fuori sequenza e della duplicazione dei messaggi. Consente inoltre l'indirizzamento dei processi, come gli applicativi, che la rete utilizza per le comunicazioni, e controlla la velocità del flusso con il quale i messaggi attraversano la rete, in modo tale da prevenire fenomeni di congestionamento.

Strato Sessione: è responsabile dell'organizzazione del dialogo tra programmi e della gestione dello scambio dei dati. Definisce tre tipi di dialogo: interazione simultanea a due vie, dove entrambi i programmi inviano e ricevono dati in concorrenza; interazione a due vie alternativa, dove i programmi trasmettono e ricevono a turno; interazione ad una via, dove un programma trasmette e l'altro riceve. Oltre ad organizzare il dialogo, lo strato Sessione stabilisce dei punti di sincronizzazione all'interno del dialogo.

Strato Presentazione: i cinque strati sottostanti a questo sono concepiti per il movimento di stringhe di bit tra programmi. Lo strato Presentazione è quello che meno si occupa del significato di questi bit. Il modello OSI definisce due funzioni principali dello strato presentazione: deve stabilire una sintassi comune tra due sistemi in comunicazione per il trasferimento di messaggi, e deve far sì che un sistema non si debba preoccupare della sintassi locale utilizzata dall'altro sistema. Questo strato attua le necessarie conversioni permettendo ad ogni programma di lavorare con il proprio formato dati senza dover essere a conoscenza di quello utilizzato dall'altro.

Strato Applicazione: è costituito da funzioni di alto livello, che sono di supporto ai programmi che utilizzano la rete per le comunicazioni. Questo strato rappresenta un mezzo per l'accesso degli applicativi alle funzioni di scambio delle informazioni. Questo strato rende disponibili tutte quelle funzioni legate alla comunicazione tra sistemi che non sono attuate dagli strati sottostanti. Costituisce pertanto un mezzo affinché i programmi applicativi possano scambiarsi informazioni nascondendo la complessità degli strati sottostanti.

5. L'ambiente di Internetworking

Le LAN sono spesso usate per interconnettere un certo numero di computer situati in un certo ambiente allo scopo di condividere alcune risorse. Una rete di computer in cui un certo numero di reti fisiche relativamente piccole sono collegate insieme per formare un'unica grande rete logica è chiamata *internet*.

I sistemi che costituiscono una rete aziendale sono interconnessi mediante *collegamenti dati*. I sistemi e i collegamenti dati insieme formano le *sottoreti*. Definiamo sottorete un insieme di sistemi collegati attraverso un unico mezzo di trasmissione virtuale in modo che ciascun sistema della sottorete debba percorrere un solo tratto (hop) per raggiungere qualunque altro sistema della stessa. Un *hop* è definito come un attraversamento da un sistema ad un altro attraverso un unico collegamento dati.

Una sottorete che utilizza una tecnologia di collegamento broadcast, come una LAN, può supportare uno o più sistemi, mentre una sottorete che impiega una tecnologia di collegamento point-to-point, come un tratto di rete geografica, supporta esattamente due sistemi. Una caratteristica importante di una sottorete è che ai software operanti a livelli superiori allo strato Collegamento del modello OSI appare come se ogni dispositivo nella rete potesse comunicare direttamente con tutti gli altri.

5.1 Reti aziendali

Una caratteristica importante delle reti aziendali è che esse in molti casi non sono esplicitamente progettate e coordinate da un'unica entità centralizzata. Le reti aziendali tipicamente crescono e si evolvono nel tempo in rapporto al cambiamento e alla maturazione dei bisogni della rete. Un'altra caratteristica delle reti aziendali è che nella loro realizzazione sono spesso impiegate varie tecnologie di rete. L'eterogeneità si riferisce anche al software che la rete fisica usa per comunicare. Una rete aziendale può servire a trasportare il traffico generato da diversi tipi di software di rete.

LAN interconnesse

Le reti locali possono essere interconnesse in vario modo per formare internet:

1. **Interconnessione diretta.** Due o più LAN fisiche nella stessa locazione possono essere direttamente collegate a un'altra per formare una sottorete più grande a volte chiamata LAN estesa. Le singole LAN possono essere dello stesso o di diverso tipo (Ethernet, Token Ring e LocalTalk)
2. **Interconnessione in rete geografica.** Due o più LAN situate in diverse aree geografiche possono essere collegate grazie a servizi di telecomunicazione su rete geografica. In alcuni casi i servizi di telecomunicazione possono sostenere velocità di trasmissione più basse che le LAN
3. **Interconnessione di LAN tramite dorsale.** Le singole LAN fisiche possono essere collegate ad una dorsale, sempre in tecnologia LAN. Spesso una dorsale consiste in una LAN a cui sono collegate altre due o più LAN. I sistemi non vengono collegati direttamente alla dorsale, ma alle singole LAN. In alcuni casi la dorsale può supportare una velocità di trasmissione superiore a quella delle singole LAN.

L'interconnessione di LAN fisiche che usano una rete locale come dorsale offre, rispetto ad altri metodi di interconnessione di rete, molti vantaggi:

- Le LAN singole possono operare in parallelo. Ciascuna LAN può continuare a funzionare nel caso di errore di una delle altre o della dorsale.
- La rete dorsale può filtrare il traffico e inviare i dati solo a una particolare LAN se quei messaggi sono destinati a stazioni di quella rete locale.
- Una LAN dorsale può essere ottimizzata per fornire un'elevata velocità, per trasmettere a lunghe distanze e per essere altamente affidabile.
- Ogni singola LAN collegata alla dorsale può essere ottimizzata per la flessibilità e può supportare collegamenti a basso costo.

I collegamenti in fibra ottica sono particolarmente adatti per l'uso in una LAN dorsale a causa della loro capacità di fornire una banda molto larga e di prevedere lunghe distanze di trasmissione.

5.2 Elementi dell'internetworking

Le reti aziendali sono tipicamente realizzate usando tre diversi elementi: *reti locali*, *reti geografiche* e *dispositivi di interconnessione*.

Le **reti locali** vengono impiegate per interconnettere sistemi di elaborazione in singoli gruppi di lavoro. Si sono sviluppate per andare incontro alle richieste di alta velocità e di comunicazione fra sistemi di elaborazione a distanza relativamente breve. Le LAN normalmente sono progettate per risiedere in un singolo edificio o all'interno di un complesso di edifici, e di solito operano su cavi privati. I servizi di rete locale sono generalmente usati per creare reti many-to-many che permettono ad ogni dispositivo in rete di comunicare fisicamente con tutti gli altri.

Quando le LAN sono localizzate in luoghi molto distanti tra loro l'interconnessione non può che avvenire con tratti di **rete geografica** e dispositivi idonei. I tratti di rete geografica sono molto spesso usati per implementare collegamenti point-to-point tra coppie di dispositivi di interconnessioni di rete.

Le velocità di trasferimento dati usate comunemente sono 9600, 14400, 19200, 28800, 33600 e 56.000 bit al secondo. I servizi digitali T1 e T3 sono ampiamente usati nelle reti aziendali, e forniscono velocità di trasmissione rispettivamente di 1,544 e 45 megabit al secondo.

Alcuni dei servizi di rete geografica comunemente usati nelle reti di computer sono:

- Reti di comunicazione pubbliche
- Reti pubbliche a commutazione di pacchetto X.25
- Reti Frame Relay
- Reti ISDN
- Reti ATM (Asynchronous Transfer Mode)

Per creare reti aziendali flessibili è necessario interconnettere singole reti locali e integrarle con i servizi di rete geografica. Vi è una grande varietà di dispositivi che possono essere utilizzati per realizzare tali reti. Ognuno di essi ha un proprio uso ed è adatto per diverse forme di interconnessione. Questi tipi di apparati possono essere divisi nelle seguenti categorie generali:

- Ripetitori
- Bridge
- Router
- Commutatori

- Convertitori