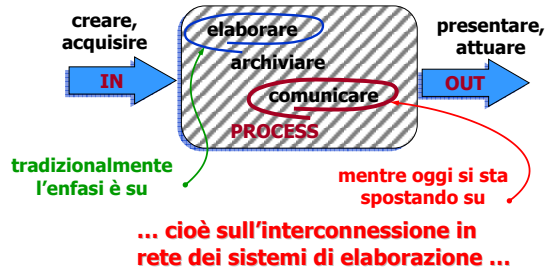


Capitolo 4 – Parte 2

Le infrastrutture hardware

La connettività

Gestire informazione



01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

2

Reti di calcolatori vs Sistemi distribuiti

- Rete di calcolatori
 - insieme di calcolatori autonomi tra loro collegati mediante una rete di comunicazione;
 - gli utenti sono in grado di interagire in modo esplicito con la rete (e in alcuni casi sono tenuti a farlo);
 - i calcolatori connessi alla rete mantengono un certo grado di indipendenza: in caso di guasto o indisponibilità della rete ogni calcolatore continua a funzionare individualmente.
- Sistemi distribuiti
 - gli utenti non hanno visibilità sull'architettura del sistema;
 - il sistema si presenta come un sistema omogeneo, progettato per eseguire un'applicazione particolare (e.g. Bancomat)
- In effetti, si dovrebbe parlare di applicazioni distribuite piuttosto che di sistemi distribuiti.

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

3

Perché una rete?

- Condividere risorse
 - utilizzo razionale di dispositivi costosi
 - modularità della struttura
 - affidabilità e disponibilità
- Comunicare tra utenti
 - scambio informazioni
 - collaborazione a distanza

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

4

Perché una rete?

	Condivisione di risorse fisiche	Condivisione di risorse informative
Reti di dimensioni medio-piccole (un ufficio, un'aula, ...)	✗	✗
Reti di dimensioni medio-grosse (una regione, un'azienda, ...)		✗

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

5

Evoluzione dei sistemi informativi

- Da organizzazione centralizzata ...
 - tanti "terminali" collegati allo stesso calcolatore (in genere un mainframe);
- ... a organizzazione distribuita ...
 - tanti PC collegati tra di loro;
 - la rete di collegamento tra i PC è il mezzo principale per condividere le informazioni e le risorse
- ... attraverso operazioni di **downsizing** (= riduzione delle dimensioni) ...
 - crescita e diffusione delle reti sono state assai disomogenee:
 - in ogni sede o edificio dell'azienda si è dapprima realizzata una rete locale che servisse alle proprie esigenze;
 - poi si è rivelato necessario collegare le diverse sedi mediante una rete geografica;
- ... e di **internetworking** (=collegamento di reti diverse)
 - evoluzione **bottom-up** della rete aziendale:
 - integrazione delle **diverse reti locali**;
 - interesse verso l'organizzare di reti di calcolatori aziendali **multiprotocollo**.

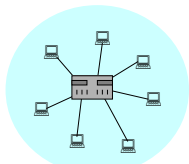
01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

6

La struttura dei sistemi informatici come metafora dell'organizzazione dei sistemi informativi

Mainframe-terminali



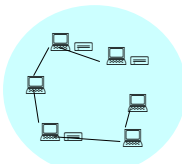
Informazione centralizzata

PC stand alone



Informazione "sparpagliata"

Rete di PC



Informazione distribuita e coordinata

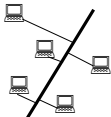
Tassonomia delle reti:

1. la tecnologia di comunicazione

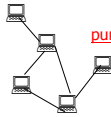
- Reti broadcast (multipunto)
 - canali di trasmissione condivisi da tutti i calcolatori della rete
 - ogni calcolatore deve essere associato un identificatore univoco (**indirizzo di rete**), associato al dispositivo fisico utilizzato per connettersi alla rete,
 - un messaggio inviato "sulla rete" raggiunge tutti i calcolatori della rete, ma solo il calcolatore il cui indirizzo corrisponde a quello presente nel messaggio lo tratterà per elaborarlo.
- Reti punto a punto
 - più connessioni individuali tra coppie di calcolatori;
 - comunicazione tra due calcolatori
 - ➔ esiste un canale di trasmissione diretto
 - ➔ lo si usa per la comunicazione
 - non esiste un canale di trasmissione diretto (calcolatori troppo distanti oppure numero elevato di nodi)
 - ➔ la comunicazione avviene passando attraverso calcolatori intermedi

Tecnologia di comunicazione

multipunto



punto-a-punto



si entra nella rete connettendosi a:

la linea comune

un nodo già connesso

il vantaggio principale:

la riconfigurabilità

l'estendibilità

il problema principale:

la condivisione della linea

l'instradamento

Soluzione adatta quando la rete è:

totalmente controllabile

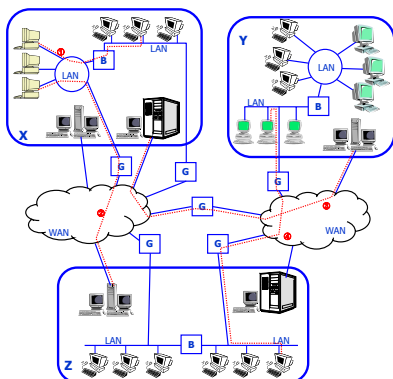
controllabile solo localmente

Tassonomia delle reti:

2. la dimensione delle reti

- **Reti locali (Local Area Network, LAN)**
 - di limitata estensione
 - collegano dispositivi collocati nello stesso edificio o in edifici adiacenti.
- **Reti metropolitane (Metropolitan Area Network, MAN)**
 - collegano di dispositivi collocati nella stessa area urbana.
- **Reti geografiche (Wide Area Network, WAN)**
 - collegano di dispositivi diffusi in un'ampia area geografica (nazione, continente, ...);
- **"Reti di reti" (Internetwork),**
 - collegano più reti differenti (in termini sia hardware che software) mediante opportuni elementi di interfaccia, che si possono estendere su tutto il pianeta (e.g. Internet).

Interconnessione di reti



I mezzi di trasmissione

- Qual è il mezzo fisico utilizzato per realizzare il canale di trasmissione?
 - **mezzi guidati**
 - linee fisiche che portano il segnale fino al ricevitore,
 - supportano la trasmissione di segnali elettrici oppure ottici,
 - segnali elettrici: doppino telefonico o cavo coassiale;
 - segnali ottici: fibre ottiche.
 - **mezzi non guidati**
 - irradiazione di segnali elettromagnetici nello spazio, in modo più o meno diretto;
 - antenne, satelliti, infrarossi, ...

Cosa influenza la trasmissione?

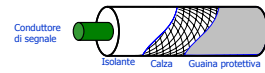
- La **capacità del canale** (chiamata anche larghezza di banda)
 - quanti bit il canale trasmette nell'unità di tempo;
 - maggiore è la larghezza di banda del canale, maggiore è la velocità di trasmissione.
- Il grado di **attenuazione del segnale**
 - limita la distanza percorribile da un segnale,
 - diversi supporti fisici hanno diverse caratteristiche di attenuazione,
 - i ripetitori hanno il compito di amplificare e ritrasmettere il segnale per eliminare l'attenuazione;
- Le **interferenze tra segnali**
 - nei mezzi guidati si può adottare una schermatura del cavo;
 - nei mezzi non guidati il problema è più critico;
- Il **numero di ricevitori**:
 - punto-a-punto: pochi disturbi
 - multipunto: ogni connessione introduce fenomeni di attenuazione e distorsione della linea, riducendo la velocità di trasmissione e le distanze coperte.

Mezzi guidati

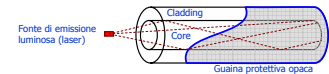
Doppino telefonico



Cavo coassiale



Fibra ottica



Mezzi guidati

Mezzo di trasmissione	Velocità di trasmissione	Larghezza di banda	Distanza tra ripetitori
Doppino telefonico	1-200 Mbps	3 MHz	100 m (100 Mbps) < 5 km (1 Mbps)
Cavo coassiale	500 Mbps	350 MHz	1-5 km
Fibra ottica	10 Gbit/s	2 GHz	10-160 km

Mezzi non guidati

- i segnali vengono trasmessi e ricevuti mediante antenne
 - l'antenna del trasmettitore irradia nello spazio onde elettromagnetiche, che l'antenna ricevente capta
 - può essere direzionale (punto-a-punto) o non direzionale (multipunto).
- Lo spettro di frequenze utilizzato nelle trasmissioni non guidate può essere suddiviso in tre intervalli:
 - [30 MHz, 1 GHz]
 - adatto alle trasmissioni non direzionali
 - le trasmissioni cellulari utilizzano 900 Mhz e 1800 Mhz;
 - [2 GHz, 40 GHz] (microonde)
 - trasmissioni direzionali, punto-a-punto,
 - utilizzato anche per le comunicazioni via satellite (multipunto);
 - [300 GHz, 200 THz] (infrarossi)
 - trasmettitore e ricevitore devono essere visibili l'uno all'altro;
 - molto importante in applicazioni locali punto-a-punto e multipunto in aree limitate.

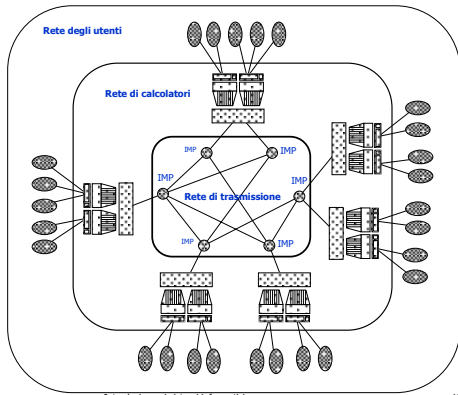
Trasmissione sincrona/asincrona

- Trasmettitore e ricevitore debbono cooperare:
 - i dati vengono tipicamente trasmessi un bit per volta lungo il canale (trasmissione seriale)
 - la temporizzazione di questi bit deve essere la stessa tra trasmettitore e ricevitore
- Trasmissione **sincrona**:
 - trasmettitore e ricevitore devono avere orologi sincronizzati per gestire la temporizzazione dei bit trasmessi;
 - l'informazione di sincronizzazione può essere contenuta nei dati mediante speciali codifiche.
- Trasmissione **asincrona**:
 - trasmissioni di breve durata, un carattere per volta (da 5 a 8 bit),
 - il ricevitore deve risincronizzarsi all'inizio di ogni nuovo carattere (segnalato mediante un bit di **start**),
 - la fine di un carattere è poi segnalata da un altro bit di controllo, il bit di **stop**.
- Direzione della trasmissione
 - **Simplex**: solo in una direzione (solo da A verso B)
 - **Full duplex**: contemporaneamente in entrambe le direzioni (da A a B e da B ad A contemporaneamente)
 - **Half duplex**: in entrambe le direzioni, ma non contemporaneamente (da A a B **xor** da B ad A)

Condivisione di un canale (multiplexing)

- Obiettivo: utilizzare un **canale fisico** come più **canali logici**, ognuno dei quali dedicato a una sorgente che trasmette lungo il canale fisico.
- TDM (**Synchronous Time-Division Multiplexing**)
 - il tempo di trasmissione viene suddiviso in intervalli di uguale durata
 - ogni sorgente, a turno, ha la possibilità di inviare i propri dati sul canale
- FDM (**Frequency-Division Multiplexing**)
 - a ogni flusso di dati viene assegnato un diverso spettro di frequenze,
 - le diverse trasmissioni possono condividere il canale fisico nello stesso tempo.
- Problemi (di entrambi)
 - Se una delle sorgenti non ha dati da inviare, la sua parte di canale (ossia il suo intervallo di tempo o la banda di frequenze assegnatagli) rimane inutilizzata, anche se esiste qualche altro flusso di dati che potrebbe sfruttare il canale.
 - Queste tecniche sono efficienti quando è noto e fissato il numero massimo di flussi.
- STDM (**Statistical Time-Division Multiplexing**)
 - il canale è condiviso nel tempo,
 - gli intervalli associati alle sorgenti dipendono dalle richieste di trasmissione: quando una sorgente intende inviare un flusso di dati non deve attendere il suo intervallo di tempo ma, se il canale è libero, può farlo immediatamente.

Reti Geografiche (WAN)

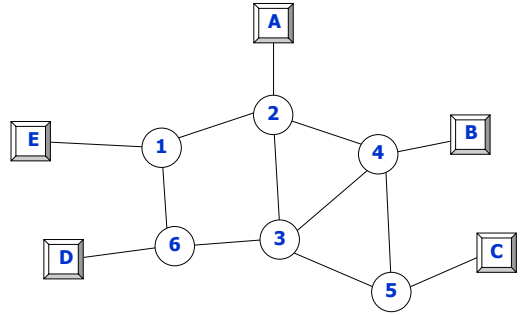


01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

19

Rete commutata e instradamento

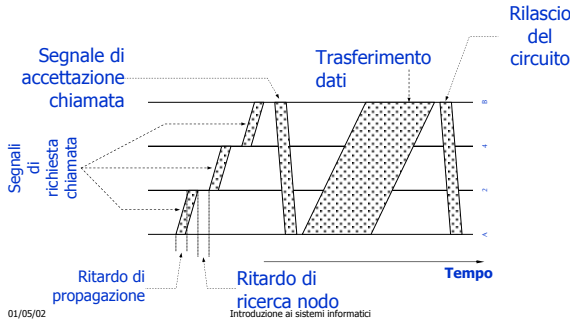


01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

20

Commutazione di circuito

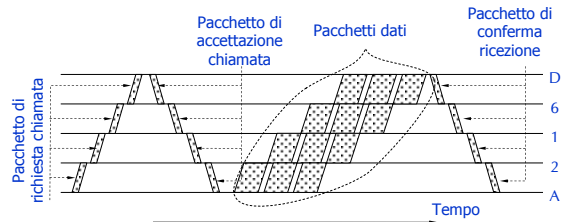


01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

21

Commutazione di pacchetto



01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

22

Le reti locali

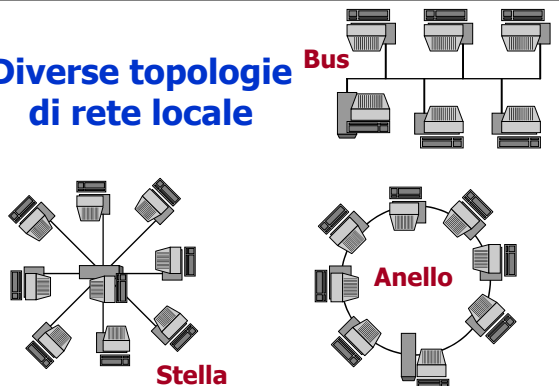
- Caratteristiche generali:
 - ampia larghezza di banda;
 - modularità e facilità di connessione;
 - notevole affidabilità dell'intero sistema;
 - espandibilità e flessibilità nella modifica delle dimensioni della rete;
 - economicità;
 - ogni stazione è collegata alla rete mediante un connettore (*tap*) agganciato alla scheda di interfaccia di rete (*Network Interface Card, NIC*)
 - esegue le operazioni di conversione dei segnali e implementa il metodo di accesso alla rete
 - a ogni scheda di rete è associato un indirizzo fisico univoco.
- Differenze tra diverse tipologie di LAN:
 - i mezzi di trasmissione utilizzati;
 - la topologia, ossia la configurazione fisica (anello, dorsale, stella e albero) e logica (anello, dorsale, albero) della rete;
 - i metodi di accesso ai mezzi trasmissivi, ossia le regole di accesso al mezzo che tutte le stazioni collegate devono rispettare;
 - l'architettura di rete;
 - i metodi di comunicazione, ovvero il software di rete.

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

23

Diverse topologie di rete locale



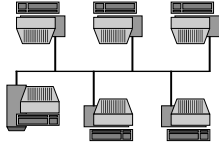
01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

24

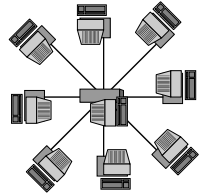
Topologia a bus

- Fu la prima a essere utilizzata nel progetto delle reti locali
- Richiede un mezzo trasmissivo intrinsecamente bidirezionale, con trasmissioni generalmente in banda base.
- Vantaggi
 - semplicità,
 - flessibilità,
 - bassi costi,
 - affidabilità
 - il guasto di una stazione non provoca la disabilitazione dell'intera rete ma solo della stazione stessa, dato che, se non stanno trasmettendo, le stazioni sono passive.
- Svantaggio
 - tutte le stazioni dipendono da un solo mezzo trasmissivo condiviso: le prestazioni possono divenire un fattore critico nel momento di traffico elevato.



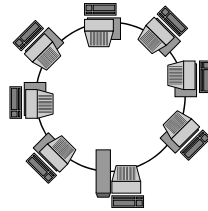
Topologia a stella

- Le connessioni, in genere punto-a-punto, fanno capo a un unico nodo centrale
- Consente un controllo centralizzato delle comunicazioni
- Vantaggi:
 - prestazioni elevate, grazie alle connessioni punto-a-punto dedicate
 - facilità di controllo centralizzato del server
 - semplicità del protocollo di comunicazione
- Svantaggi:
 - possibilità di sovraccarico in caso di traffico elevato, con possibile blocco delle comunicazioni,
 - lunghezza dei cavi richiesti
 - dipendenza dall'affidabilità del server, dato che un suo guasto blocca l'intera rete.
- Oggi si usa una topologia "star-wired bus": tutte le postazioni sono collegate a un dispositivo centrale (HUB), che ritrasmette i dati ricevuti a tutte le postazioni di lavoro a esso collegate
 - collegamenti realizzati mediante doppino telefonico
 - connettore RJ45.



Topologia ad anello

- Connessione circolare punto-a-punto tra tutte le stazioni collegate
- L'informazione transita in una direzione e viene ricevuta a turno da ogni stazione, che verifica se essa è la destinataria del messaggio: in caso negativo la stazione rigenera il segnale e lo trasmette alla stazione successiva.
- Un anello può estendersi su distanze elevate, grazie al fatto che ogni stazione rigenera il segnale prima di inviarlo alla stazione successiva, e i limiti di distanza riguardano in genere solo la distanza tra due stazioni adiacenti.
- Svantaggi:
 - limitata flessibilità: l'aggiunta di una nuova stazione comporta l'apertura dell'anello e il collegamento della nuova stazione tra due già collegate tra loro e richiede quindi la sospensione dell'attività di rete per il tempo necessario all'inserimento.
 - affidabilità della rete: dipende dall'affidabilità di tutte le stazioni collegate, se una di esse ha un malfunzionamento, l'anello si interrompe e i messaggi possono essere scambiati solo sui tratti rimasti collegati e comunque sempre in una sola direzione.
 - Per ovviare a questo problema, si realizzano reti a doppio anello, con due collegamenti, uno per direzione, tra ogni coppia di stazioni, in modo che la rete mantenga la sua funzionalità anche in caso di guasto di una stazione.



Metodi di accesso

- Contesto:
 - trasmissioni broadcast che condividono un unico canale di trasmissione
 - è necessario verificare che il canale sia effettivamente libero prima di effettuare una trasmissione
 - è necessario risolvere conflitti tra più stazioni che vogliano accedere contemporaneamente alla risorsa.
- Metodo di accesso
 - algoritmo che ogni stazione utilizza per accedere al canale di trasmissione e ottenere il diritto a trasmettere
- Tecniche a contesa
 - Accesso in modo casuale
 - Se due o più stazioni cercano di trasmettere simultaneamente, il conflitto viene risolto secondo alcune regole di mediazione.
 - Le prestazioni possono essere calcolate solo statisticamente, in relazione alla probabilità che all'inizio di una trasmissione non vi sia una contesa tra stazioni per l'accesso al canale.
- Tecniche non a contesa
 - danno luogo a reti deterministiche, in cui ogni trasmissione avviene in un istante definito e sicuramente via a buon fine, dato che in quell'istante la stazione trasmittente è l'unica a possedere l'accesso al canale.
 - Le prestazioni delle reti non a contesa possono quindi essere determinate con precisione, in funzione di un ben definito insieme di parametri.

CSMA/CD

Carrier Sense Multiple Access Collision Detection

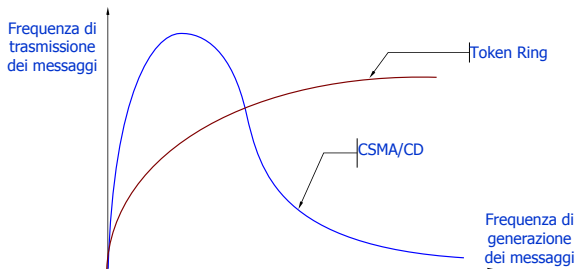
- Adottato dagli standard *Ethernet* e IEEE 802.3,
- Non prevede la presenza di alcun sistema con funzioni di controllore centrale, ma tutti sono collegati in parallelo alla rete
- Schema di funzionamento:
 - Ogni stazione della rete è in ascolto continuo di quanto avviene sul canale (fase di rilevazione della trasmissione, *carrier sense*).
 - Non appena il canale risulta libero da trasmissioni in transito, ogni stazione che abbia informazioni da inviare può iniziare a trasmettere.
 - Qualora più stazioni siano in attesa di trasmettere, le diverse informazioni si propagano da zone diverse del canale fino a collidere (*multiple access*).
 - Non appena le stazioni trasmettenti rilevano queste interferenze, sospendono la trasmissione e si pongono in attesa per un intervallo di tempo.
- Vantaggi:
 - flessibilità nella connessione e disconnessione di stazioni alla rete, dato che il protocollo di accesso è indipendente dalla conoscenza delle stazioni presenti sulla rete e quindi una stazione può essere aggiunta o eliminata senza alcuna modifica alle altre stazioni.
 - in situazioni di scarso traffico il protocollo risulta essere molto efficiente, dal momento che la stazione che vuole trasmettere ha elevate probabilità di trovare il canale libero e quindi di non entrare in collisione con altre stazioni.
- Svantaggi:
 - In situazioni di traffico molto elevato sulla rete, in quanto ogni stazione che voglia trasmettere ha una elevata probabilità di entrare in collisione con altre stazioni;
 - non esiste un modo di garantire la consegna di un messaggio entro un certo intervallo di tempo.

Tecniche non a contesa

Token ring e token bus

- Ogni stazione deve attendere il suo turno per trasmettere.
- Protocollo a gettone circolante: il diritto a trasmettere si basa sul continuo passaggio di un gettone (*token*) fra le stazioni della rete.
 - è definita una successione circolare di passaggio del gettone;
 - ogni stazione riceve il gettone dalla precedente;
 - il gettone rimane in possesso della stazione che trasmette finché non è terminato l'invio del messaggio;
 - il gettone viene passato alla stazione successiva.
- Una rete *token ring* è costituita da stazioni collegate in successione con una configurazione ad anello.
 - Il token è un insieme di bit con una particolare configurazione (per esempio 11111111), che circola continuamente sull'anello indicando che esso è libero.
 - Se una stazione deve inviare un messaggio, nel momento in cui riceve il gettone pone a 0 il primo bit e vi aggancia il suo messaggio con in testa l'indirizzo del destinatario.
 - Il destinatario, quando viene raggiunto, controlla la correttezza del messaggio e lo ritrasmette, aggiungendo un messaggio in coda che indica la corretta o errata ricezione del messaggio.
 - La stazione emittente, quando riceve nuovamente il suo messaggio, esamina l'esito della ricezione e quindi rimette in circolazione il gettone "libero" (riportando a 1 il bit messo a 0), eliminando il messaggio se la ricezione è andata a buon fine.
- La tecnica del gettone circolante può essere applicata anche alle configurazioni a bus (**token bus**).
 - Ogni stazione deve conoscere l'identificatore del proprio predecessore e del proprio successore nella successione.
- Svantaggi:
 - Rigidità della rete (è necessario definire un ordinamento delle stazioni della rete e ogni modifica della configurazione richiede la ridefinizione della successione di circolazione)
 - Traffico scarso: una stazione che vuole trasmettere deve comunque attendere il gettone anche se il canale è libero
- Vantaggi
 - Traffico intenso: ogni stazione ha la garanzia di poter inviare un messaggio entro un dato tempo massimo.

Token ring vs CSMA/CD

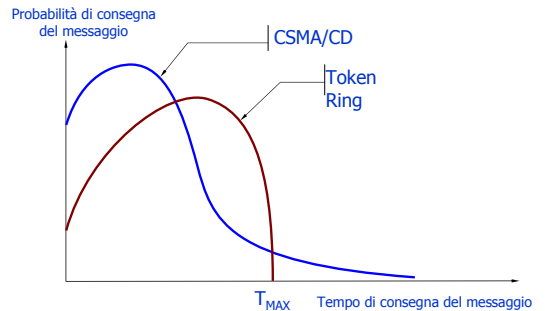


01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

31

Token ring vs CSMA/CD



01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

32

Tipologie di rete

➤ client-server

- il **server** gestisce la condivisione delle risorse e la sicurezza della rete
- le altre stazioni della rete sono dette **client**
- le risorse condivise e rese accessibili ai client sono quelle collegate direttamente al server, per cui la condivisione di dati e programmi richiede che essi siano stati memorizzati su un disco di rete collegato e gestito direttamente dal server.

➤ peer-to-peer

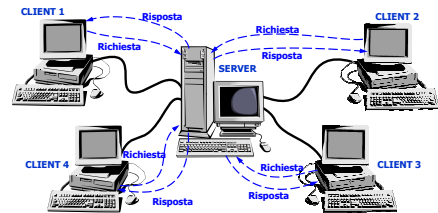
- insieme di stazioni connesse in modo paritetico, in modo tale che non esiste una gerarchia tra stazioni per la gestione e il controllo della rete: ognuna può inviare messaggi e condividere risorse sia hardware che software
- ogni stazione deve gestire il controllo degli accessi alle proprie risorse, definendo cosa condividere e con chi, in modo da proteggersi da eventuali intrusioni.

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

33

Rete client-server



01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

34

Un confronto

➤ consistenza del software

- client-server: il software applicativo che risiede sul server ogni stazione client esegue le stesse versioni dei vari programmi, ma questo comporta un sovraccarico di traffico sulla rete e quindi rallentamenti nell'esecuzione
- peer-to-peer: necessità di sostituire il software individualmente su ogni stazione della rete

➤ flessibilità hardware

- client-server: i client possono avere prestazioni inferiori rispetto al server;
- peer-to-peer: ogni stazione deve avere prestazioni sufficienti per essere in grado di agire sia da client che da server;

➤ memorizzazione dei dati

- client-server: i dati da condividere devono risiedere sui dischi del server, quindi il server è il punto critico della rete
- peer-to-peer: i dati risiedono sul disco del proprietario;

➤ sicurezza

- client-server: la sicurezza degli accessi al server è gestita centralmente dal gestore della rete;
- peer-to-peer: sta al singolo utente assicurare la sicurezza dei propri dati;

➤ backup

- client-server: il mantenimento dei dati sul server semplifica il problema del backup (cioè della memorizzazione di una copia di riserva), che deve essere effettuato per una sola stazione.
- peer-to-peer: ogni utente deve preoccuparsi del backup dei propri dati.

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

35

Interconnessione di LAN

➤ Repeater

- Collega di reti identiche,
- Rigenera i segnali in transito tra una rete e l'altra.

➤ Bridge

- Collega reti diverse, ma con uno stesso schema di indirizzamento, oppure reti uguali in cui si vuole filtrare il traffico
- Ritrasmette solo i pacchetti che devono transitare da una rete all'altra: rimane in ascolto sulle due reti e, quando riconosce un pacchetto proveniente da una rete e destinato a una stazione appartenente all'altra rete, lo preleva, lo memorizza e quindi lo ritrasmette con il metodo di accesso proprio della rete di destinazione.

➤ Router

- Trasferisce da una rete all'altra pacchetti con schemi di indirizzamento diverso, ma che condividono lo stesso protocollo di rete.
- L'instradamento tra le reti avviene attraverso una **tabella di instradamento**, presente sul router, che può anche variare dinamicamente. Questi dispositivi sono in genere utilizzati per interconnettere una rete locale a una rete geografica, come per esempio Internet.

➤ Gateway

- Creare dei collegamenti tra reti con ambienti applicativi differenti.

01/05/02

Introduzione ai sistemi informatici

36