Aspetti hardware delle reti

Due parametri sono utili per definire le caratteristiche di una rete, anche se non esiste una tassonomia universalmente accettata: tecnologia trasmissiva e scala dimensionale.

Tecnologia trasmissiva

Ci sono due tipologie per quanto riguarda la tecnologia trasmissiva:

- reti broadcast;
- reti punto a punto.

Le ***reti broadcast*** sono dotate di un unico canale di comunicazione che è condiviso da tutti gli elaboratori. Brevi messaggi (spesso chiamati pacchetti) inviati da un elaboratore sono ricevuti da tutti gli altri elaboratori. Un indirizzo all'interno del pacchetto specifica il destinatario.
Quando un elaboratore riceve un pacchetto, esamina l'indirizzo di destinazione; se questo coincide col proprio indirizzo il pacchetto viene elaborato, altrimenti viene ignorato.
Le reti broadcast, in genere, consentono anche di inviare un pacchetto a tutti gli altri elaboratori, usando un opportuno indirizzo (*broadcasting*). In tal caso tutti prendono in considerazione il pacchetto.
Un'altra possibilità è inviare il pacchetto ad un sottoinsieme degli elaboratori (*multicasting*). In tal caso solo gli elaboratori di tale sottoinsieme lo prendono in considerazione, gli altri lo ignorano. In questo caso, un bit dell'indirizzo indica che si tratta di una trasmissione in multicasting. I rimanenti (n-1) bit dell'indirizzo rappresentano l'indirizzo del gruppo destinatario.

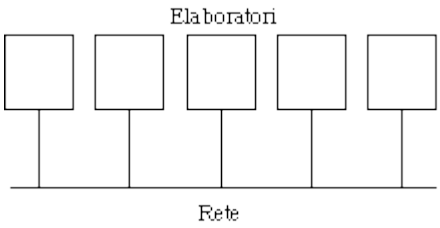

Figura 1: *una rete broadcast.*

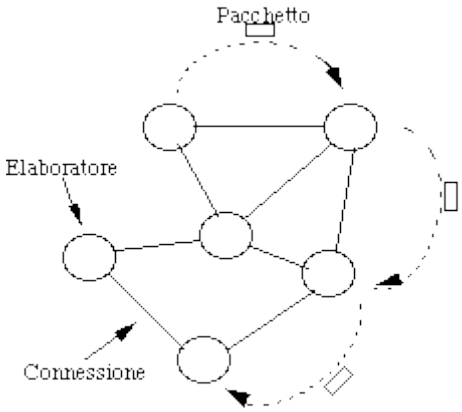

Figura 2: *una rete punto a punto.*

Le ***reti punto a punto*** consistono invece di un insieme di connessioni fra coppie di elaboratori.
Per arrivare dalla sorgente alla destinazione, un pacchetto può dover attraversare uno o più elaboratori intermedi. Spesso esistono più cammini alternativi, per cui gli algoritmi di instradamento (*routing*) hanno un ruolo molto importante.
In generale (ma con molte eccezioni):

- le reti geograficamente localizzate tendono ad essere broadcast;
- le reti geograficamente molto estese tendono ad essere punto a punto.

Alcune eccezioni:

- rete geografica realizzata via satellite (e quindi broadcast);
- rete locale basata su ATM (e quindi punto a punto).

Scala dimensionale

Un criterio alternativo di classificazione è la scala dimensionale delle reti. In questo contesto si distingue fra reti locali, reti metropolitane e reti geografiche.

Distanza fra processori	Ambito	Tipo di rete
10 m.	Stanza	Rete locale
100 m.	Edificio	Rete locale
1 km.	Campus	Rete locale
10 km.	Città	Rete metropolitana
100 km.	Nazione	Rete geografica
1000 km.	Continente	Rete geografica
10.000 km.	Pianeta	Internet (Rete geografica)

La distanza è un fattore molto importante, poiché a differenti scale dimensionali si usano differenti tecniche.

Reti locali

Le reti locali (Local Area Network, LAN), in genere:

- sono possedute da una organizzazione (reti private);
- hanno un'estensione che arriva fino a qualche km;
- si distendono nell'ambito di un singolo edificio o campus (non si possono, di norma, posare cavi sul suolo pubblico);
- sono usatissime per connettere PC o workstation.

Esse si distinguono dagli altri tipi di rete per tre caratteristiche:

- dimensione: la dimensione non può andare oltre un certo limite, per cui è noto a priori il tempo di trasmissione nel caso peggiore. Questa conoscenza permette di utilizzare delle tecniche particolari per la gestione del canale di comunicazione;
- tecnologia trasmissiva: come già accennato, le LAN sono in generale reti broadcast. Velocità di trasmissione tipiche sono da 10 a 100 Mbps (megabit al secondo, cioé milioni di bit al secondo), con basso ritardo di propagazione del segnale da un capo all'altro del canale (qualche decina di microsecondi) e basso tasso di errore;
- topologia: sono possibili diverse topologie, le più diffuse sono il bus ed il ring;
  - topologia bus:
    - in ogni istante solo un elaboratore può trasmettere, gli altri devono astenersi;
    - è necessario un meccanismo di arbitraggio per risolvere i conflitti quando due o più elaboratori vogliono trasmettere contemporaneamente;
    - l'arbitraggio può essere centralizzato o distribuito;
    - lo standard IEEE 802.3 (chiamato impropriamente Ethernet) è per una rete broadcast, basata su un bus, con arbitraggio distribuito, operante a 10 oppure 100 Mbps;
    - gli elaboratori trasmettono quando vogliono; se c'è una collisione aspettano un tempo casuale e riprovano;
  - topologia ring:
    - in un ring ogni bit circumnaviga l'anello in un tempo tipicamente inferiore a quello di trasmissione di un pacchetto;
    - anche qui è necessario un meccanismo di arbitraggio (spesso basato sul possesso si un gettone (token) che abilita alla trasmissione);

- lo standard IEEE 802.5 (derivante dalla rete IBM Token Ring) è una rete broadcast basata su ring, con arbitraggio distribuito, operante a 4 o 16 Mbps.

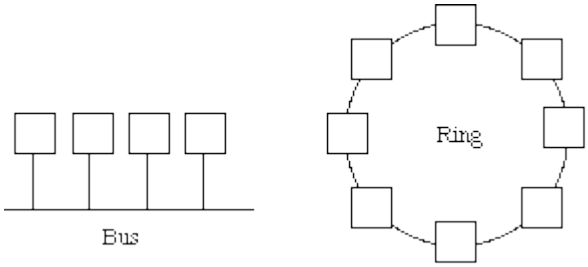

Figura 3: *topologie bus e ring.*

Infine le reti broadcast possono essere classificate a seconda del meccanismo scelto per l'arbitraggio:

- *Allocazione statica*: le regole per decidere chi sarà il prossimo a trasmettere sono fissate a priori, ad esempio assegnando un time slot ad ogni elaboratore con un algoritmo round-robin. Lo svantaggio è rappresentato dallo spreco dei time slot assegnati a stazioni che non devono trasmettere.
- *Allocazione dinamica*: si decide di volta in volta chi sarà il prossimo a trasmettere; è necessario un meccanismo di arbitraggio delle contese, che può essere:
  - *arbitraggio centralizzato*: un apposita apparecchiatura, ad esempio, una bus arbitration unit, accetta richieste di trasmissione e decide chi abilitare;
  - *arbitraggio distribuito*: ognuno decide per conto proprio (come in 802.3); vedremo come si può evitare un prevedibile caos.

Reti metropolitane

Le reti metropolitane (Metropolitan Area Network, MAN) hanno un'estensione tipicamente urbana (quindi anche molto superiore a quella di una LAN) e sono generalmente pubbliche (cioé un'azienda, ad es. Telecom Italia, mette la rete a disposizione di chiunque desideri, previo pagamento di una opportuna tariffa).
Fino a qualche anno fa erano basate essenzialmente sulle tecnologie delle reti geografiche, utilizzate su scala urbana.
Recentemente però é stato definito un apposito standard, lo IEEE 802.6 o DQDB (Distributed Queue Dual Bus), che é effettivamente utilizzato in varie realizzazioni, molto più vicino alla tecnologia LAN che WAN.
Esiste un mezzo trasmissivo di tipo broadcast (due bus in 802.6) a cui tutti i computer sono attaccati.

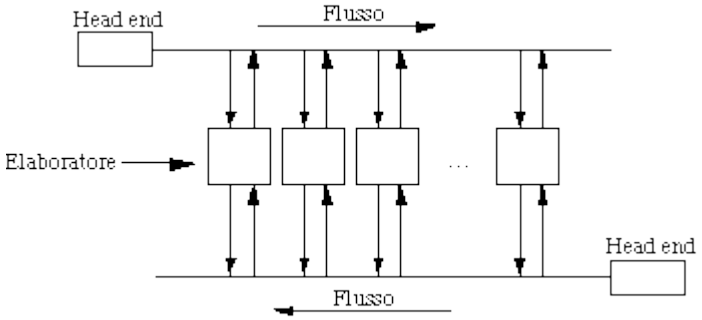

Figura 4: *Distributed Queue Dual Bus.*

Ogni bus (cavo coassiale o fibra ottica) é unidirezionale, ed ha una head-end che cadenza l'attività di trasmissione.

Reti geografiche

Le reti geografiche (Wide Area Network, WAN) si estendono a livello di una nazione, di un continente o dell'intero pianeta. Una WAN è tipicamente costituita di due componenti distinte:

- un insieme di elaboratori (host oppure end system) sui quali girano i programmi usati dagli utenti;
- una comunication subnet (o subnet), che connette gli end system fra loro. Il suo compito è trasportare messaggi da un end system all'altro, così come il sistema telefonico trasporta parole da chi parla a chi ascolta.

Di norma la subnet consiste, a sua volta, di due componenti:

- linee di trasmissione (dette anche circuiti, canali, trunk);
- elementi di commutazione (switching element): gli elementi di commutazione sono elaboratori specializzati utilizzati per connettere fra loro due o più linee di trasmissione. Quando arrivano dati su una linea, l'elemento di commutazione deve scegliere una linea in uscita sul quale instradarli. Non esiste una terminologia standard per identificare gli elementi di commutazione. Termini usati sono:
  - sistemi intermedi;
  - nodi di commutazione pacchetti;
  - router (quello che utilizzeremo noi).

Una tipica WAN è utilizzata per connettere più LAN fra loro.

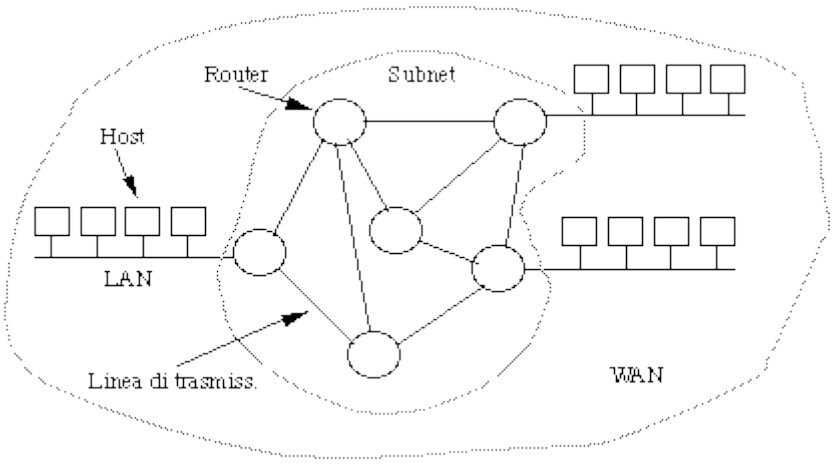

Figura 5: *struttura tipica di una WAN.*

In generale una WAN contiene numerose linee (spesso telefoniche) che congiungono coppie di router.
Ogni router, in generale, deve:

1. ricevere un pacchetto da una linea in ingresso;
2. memorizzarlo per intero in un buffer interno;
3. appena la necessaria linea in uscita è libera, instradare il pacchetto su essa.

Una subnet basata su questo principio si chiama:

- punto a punto;
- store and forward;
- a commutazione di pacchetto (packet switched).

Molte topologie di interconnessione possono essere impiegate fra i router:

- a stella (ridondanza zero);
- ad anello (ridondanza zero);
- ad albero (ridondanza zero);
- magliata (ridondanza media);
- completamente connessa (ridondanza massima).

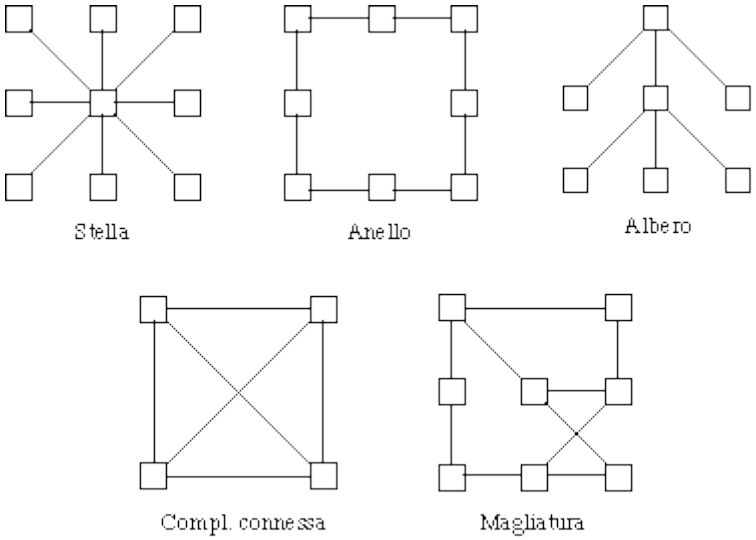

Figura 6: *topologie di interconnessione.*

Un'altra possibilità è una WAN basata su satellite oppure radio al suolo.

- Satellite: ogni router sente l'output del satellite e si fa sentire dal satellite. Dunque, in generale si ha:
  - broadcast downlink (cioé dal satellite a terra);
  - broadcast uplink (cioé da terra al satellite) se i router possono "sentire" quelli vicini, point to point altrimenti.

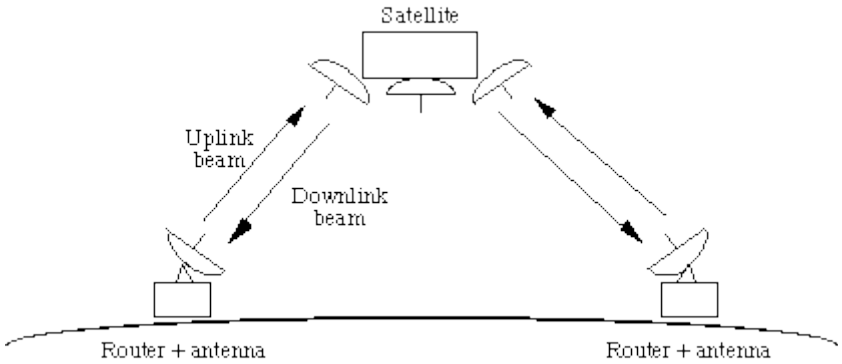

Figura 7: *interconnessione di router via satellite.*

- Radio al suolo: ogni router sente l'output dei propri vicini (entro una certa distanza massima):
  - anche qui siamo in presenza di una rete broadcast.

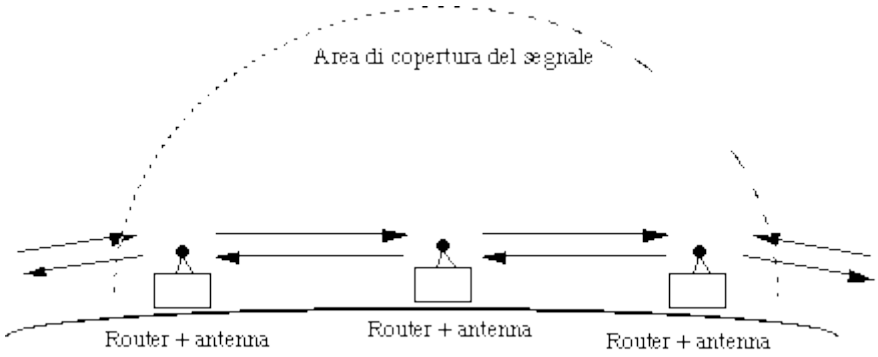

Figura 8: *interconnessione di router via radio al suolo.*

Una WAN può essere anche realizzata in maniera mista: in parte cablata, in parte basata su radio o satellite.

Interconnessione di reti (Internetwork)

Una internetwork è formata quando reti diverse (sia LAN che MAN o WAN) sono collegate fra loro.
A prima vista, almeno in alcuni casi, la cosa è apparentemente uguale alla definizione di WAN vista precedentemente (se al posto di subnet si scrive WAN, abbiamo una internetwork costituita da una WAN e quattro LAN).
Alcuni problemi però sorgono quando si vogliono connettere fra di loro reti progettualmente diverse (spesso incompatibili fra loro). In questo caso si deve ricorrere a speciali attrezzature, dette gateway (o router multiprotocollo), che oltre ad instradare i pacchetti da una rete all'altra, effettuano le operazioni necessarie per rendere possibili tali trasferimenti.

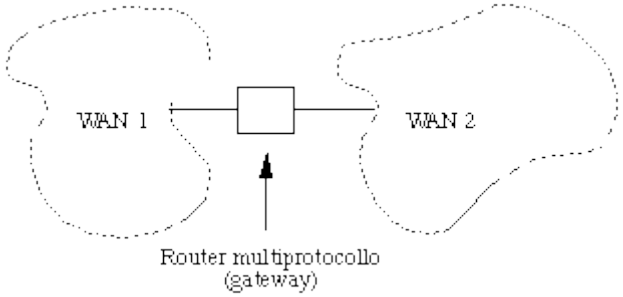

Figura 9: *interconnessione di reti.*

Nel contesto utilizzeremo:

- internet come sinonimo di internetwork, cioé la interconnessione di più reti generiche;
- Internet (con la I maiuscola) per riferirci alla specifica internetwork, basata su TCP/IP, che ormai tutti conoscono.

C'è molta confusione sui termini:

- sottorete (subnet), che nel contesto di una WAN è l'insieme dei router e delle linee di trasmissione;
- rete (network), che altro non è che una subnet più tutti gli host collegati;
- internetwork, che è una collezione di più network, anche non omogenee, collegate per mezzo di gateway.

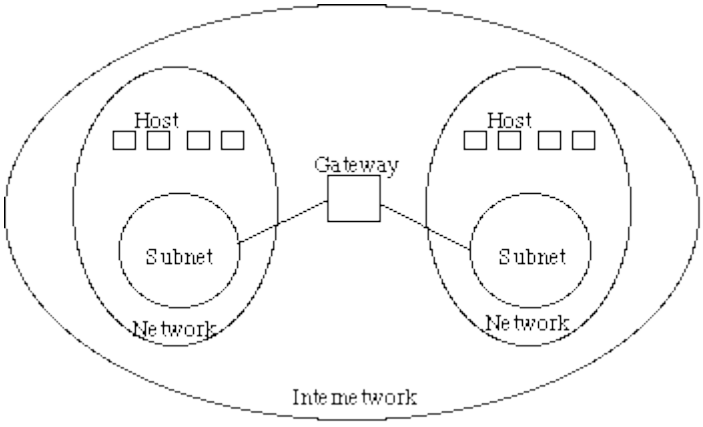

Figura 10: *relazioni fra subnet, network e internetwork.*