

Reti di Telecomunicazioni

Topologia di una rete di computer

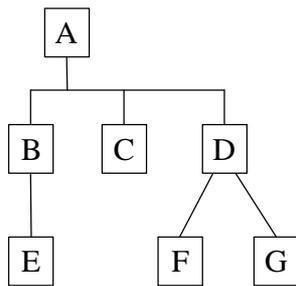
<i>Concetti generali</i>	1
<i>Topologia a stella</i>	2
<i>Topologia ad anello</i>	3
<i>Topologia a dorsale</i>	6
<i>Considerazioni generali sulle topologie</i>	8

Concetti generali

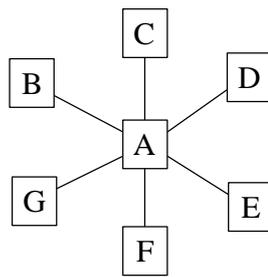
La **topologia** di una rete di computer è la configurazione logica dei collegamenti tra le varie stazioni (in generale i vari componenti) della rete. La topologia di una rete di computer rappresenta una delle scelte fondamentali nella progettazione della rete stessa, specialmente se si tratta di una rete locale (LAN): la topologia determina infatti le dimensioni e la “forma” di una rete, con particolare riferimento al numero massimo di stazioni collegabili, al numero di linee di interconnessione ed alla lunghezza complessiva del cavo utilizzato. La topologia influenza inoltre i costi, l'affidabilità, l'espandibilità e la complessità della rete.

Ci sono essenzialmente 5 tipi di tipologie di rete, rappresentate nella prossima figura, ed un numero piuttosto grande di varianti. Tra tutte le tipologie, tre hanno avuto ampia accettazione di mercato: sono le strutture a stella, ad anello e a dorsale. Accettazione anche buona c'è stata per la topologia ad albero. Per quanto riguarda, invece, la struttura a maglia, essa è tipicamente usata solo nelle reti geografiche (**WAN**).

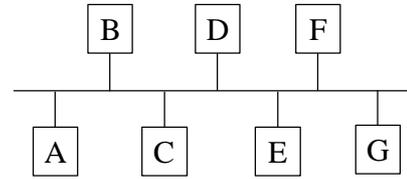
Struttura ad **albero** (*tree*)



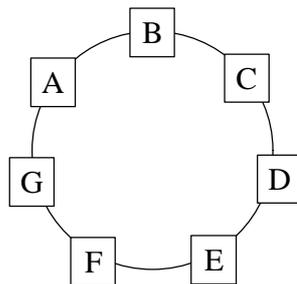
Struttura a **stella** (*star*)



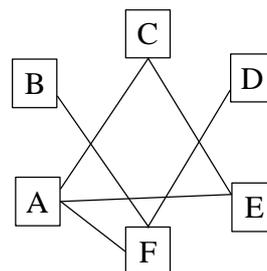
Struttura a **dorsale** (*bus*)



Struttura ad **anello** (*ring*)



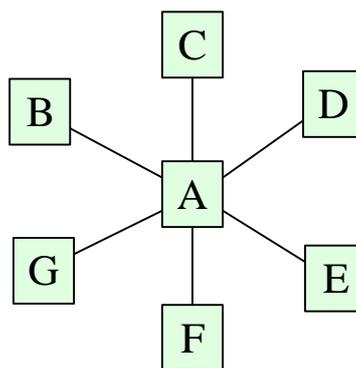
Struttura a **maglia**



Principali topologie di rete

Topologia a stella

Consideriamo per prima la topologia a stella:



Topologia di rete a stella

Tutte le stazioni sono collegate ad una stazione centrale (**centro-stella**) e tali connessioni sono di tipo punto-a-punto. Nel caso delle reti 10BaseT o 100BaseT, il centro-stella prende il nome di **HUB**.

I vantaggi della topologia a stella sono essenzialmente i seguenti:

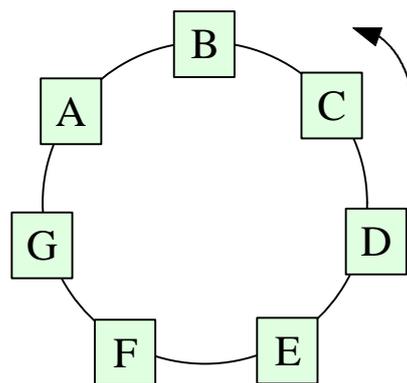
- *alte prestazioni*: essendo i collegamenti di tipo punto-a-punto, non c'è mai contesa sul mezzo trasmissivo, il quale quindi, a differenza di altre soluzioni, è praticamente sempre disponibile per una stazione che voglia trasmettere;
- *semplicità di protocollo*, per lo stesso motivo di cui al punto precedente;
- *facilità di controllo*: il controllo è tutto concentrato (centralizzato) in un unico punto della rete il *centro stella* appunto;
- l'eventuale andata fuori uso di una stazione (che non sia ovviamente il centro stella) non ha alcuna influenza sul funzionamento della rete.

A fronte di questi vantaggi, ci sono i seguenti svantaggi:

- in caso di intenso traffico, il nodo centrale può risultare sovraccaricato di lavoro e questo potrebbe portare al blocco delle richieste di connessione;
- analogamente, l'affidabilità dell'intero sistema dipende tutta dall'affidabilità del componente centrale: si parla di **single point of failure**.

Topologia ad anello

Nella topologia ad anello, tutte le stazioni sono collegate in una caratteristica configurazione circolare, chiusa su se stessa, nella quale le stazioni sono tra loro collegate tramite linee punto-a-punto:



Topologia di rete ad anello

La trasmissione avviene in un unico senso, ad esempio quello antiorario indicato in figura.

Tutte le stazioni prendono parte alla trasmissione: quando una stazione invia sulla linea il proprio pacchetto, questo percorre l'intero anello, in quanto ciascuna stazione riceve il pacchetto, lo memorizza, lo rigenera e lo ritrasmette sulla linea successiva. Proprio il fatto per cui ogni stazione provvede a rigenerare il segnale, l'anello può avere anche una elevata estensione. Al contrario, i limiti di estensione riguardano la distanza massima tra stazione e stazione.

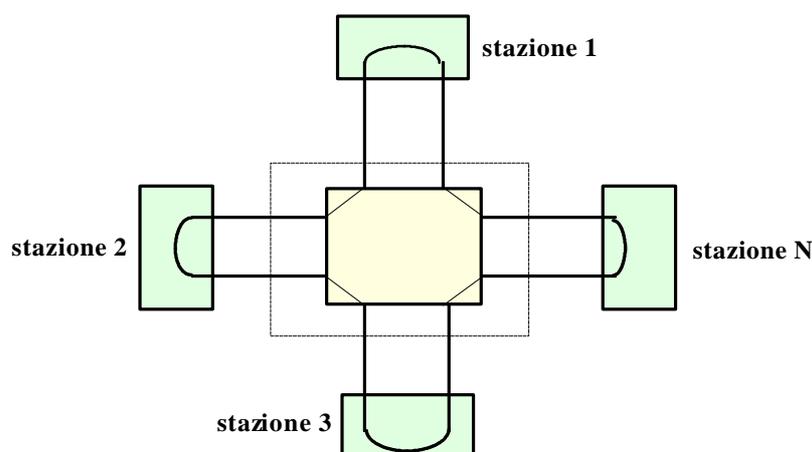
Questa soluzione si rivela ottima se vengono usate le **fibre ottiche** (che sono notoriamente mezzi trasmissivi unidirezionali).

Il numero di stazioni può variare da poche decine fino a migliaia di unità.

Gli svantaggi fondamentali sono i seguenti:

- la lunghezza complessiva del cavo non è minimizzata;
- l'affidabilità dell'intero sistema è critica (a meno di accorgimenti speciali che vedremo): la caduta o il malfunzionamento di una singola stazione o di una linea provoca la caduta dell'intera rete;
- l'inserimento di una eventuale nuova stazione rende necessario interrompere il funzionamento dell'intera struttura.

I problemi principali sono proprio gli ultimi due, ossia l'affidabilità e l'inserimento di nuove stazioni. Per eliminare entrambi questi problemi, si può adottare il seguente accorgimento: si inserisce, nell'anello, un **centro di commutazione** (detto **relay**), al quale si connettono tutte le stazioni:



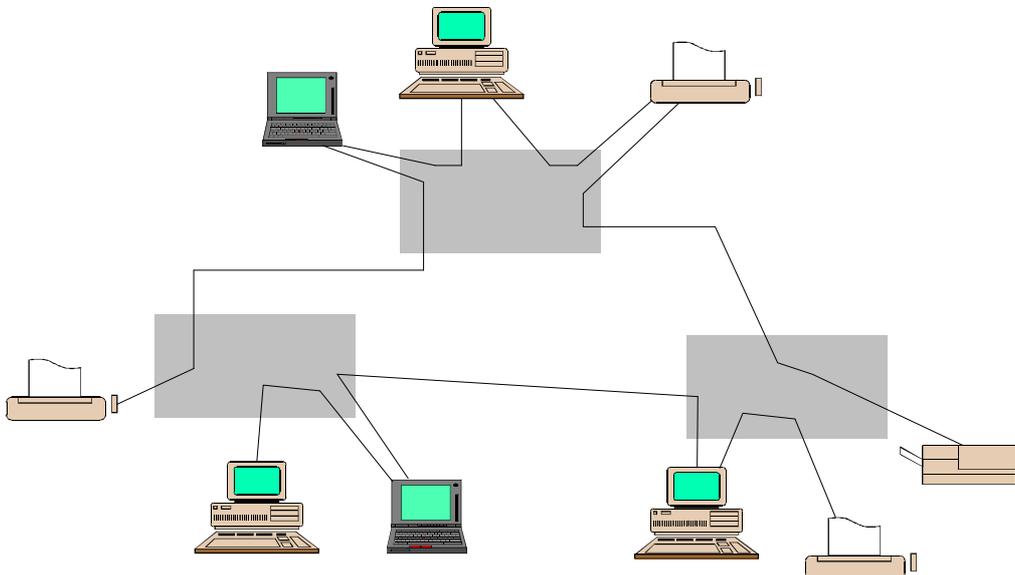
Topologia ad anello con centro di connessione centrale: il centro di connessione è connesso a ciascuna stazione con un cavo di andata ed uno di ritorno; in caso di caduta di una stazione, all'interno del centro di connessione si usano appositi circuiti che escludono la stazione stessa dall'anello, mantenendo quest'ultimo perfettamente funzionante

Così facendo, la configurazione ottenuta è ad anello solo a livello logico, ma invece è a stella a livello fisico. Questo risolve il problema dell'affidabilità: infatti, il centro ha la capacità di mettere fuori rete una qualsiasi stazione, usando appositi circuiti elettrici; In caso di guasto o spegnimento di una determinata stazione, il relay disinserisce dall'anello il relativo cavo di giunzione tra centro e stazione (detto **lobo**), in modo da ricostruire l'anello senza la stazione.

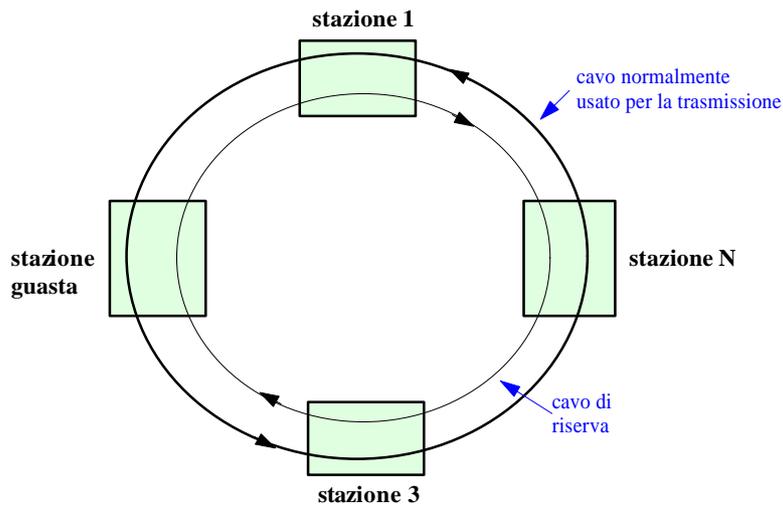
Da notare che i relay possono essere attivati e disattivati dalle stazioni stesse: una stazione che volesse staccarsi temporaneamente dalla rete, manda un *segnale elettrico di inizializzazione*, il quale fa scattare il relativo circuito nel centro di connessione, escludendo la stazione dall'anello; quando la stazione vuole rientrare, procede in modo analogo, inviando un segnale che riporti la configurazione nella situazione originale, reinserendo cioè la stazione stessa.

Uno svantaggio che appare subito evidente è che la lunghezza complessiva del cavo praticamente si raddoppia.

Talvolta, può capitare che si debbano connettere alla rete più stazioni di quante il centro di connessione possa gestire. In questo caso, si può far uso di più elementi centrali, tra loro collegati come nella figura seguente:



C'è anche un diverso approccio con cui risolvere il problema dell'affidabilità dell'anello, approccio che non prevede l'uso di un nodo centrale. *Esso consiste nel realizzare la connessione tra le stazioni non più con un unico cavo, ma con un doppio cavo*, secondo uno schema del tipo seguente:

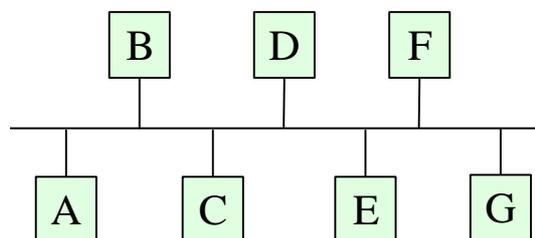


I due cavi sono entrambi monodirezionali ed uno solo di essi viene normalmente usato per la trasmissione (ad esempio quello che in figura è stato disegnato con maggiore spessore). L'altro, di riserva, permette la comunicazione in verso opposto.

Ancora una volta, lo svantaggio fondamentale è nel fatto che la lunghezza complessiva dei cavi è raddoppiata rispetto alla semplice topologia ad anello. Oltre a questo, è chiaro che, in caso di caduta di due o più stazioni, si formano anelli parziali fra loro non connessi. Per ovviare a questo problema, le **reti token-ring** e le **reti FDDI**, che adottano questo tipo di topologia, usano insieme l'accorgimento del doppio anello e quello del centro stella.

Topologia a dorsale

Nella topologia a dorsale (adottata dalle reti di tipo **Ethernet**), c'è un unico cavo che si estende su tutta l'area in cui sono situate le stazioni:



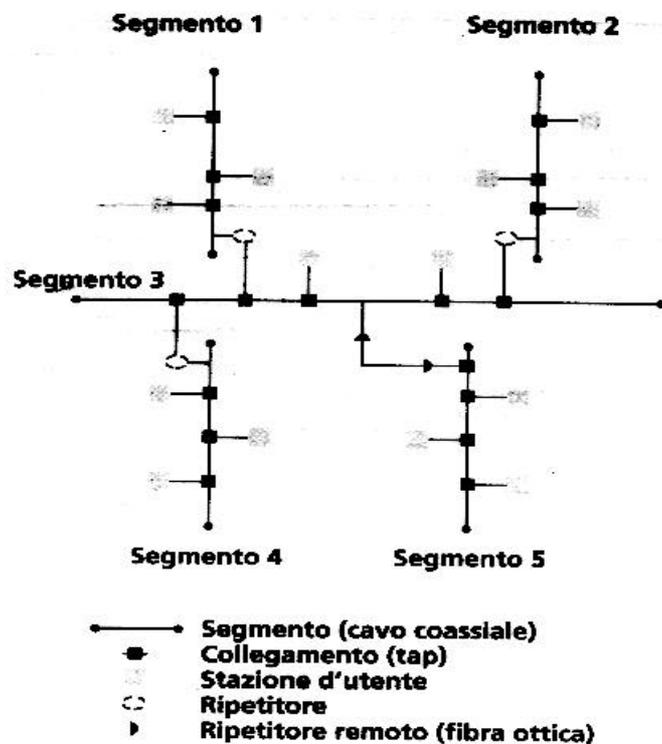
Topologia di rete a dorsale

I dati viaggiano sul cavo e sono quindi leggibili da parte di tutte le stazioni. Quindi, la trasmissione di una stazione viene ricevuta da tutte le altre, nonostante possa esser in realtà diretta ad una sola stazione destinataria.

I maggiori vantaggi consistono nella semplicità, nei bassi costi e nell'affidabilità di questa topologia. Non solo, ma è evidente che il guasto di una qualsiasi stazione non provoca la disattivazione dell'intera rete, dato che le stazioni sono passive quando non trasmettono, al contrario di quanto abbiamo visto nel caso della topologia ad anello (nella sua forma più semplice), dove invece ciascuna stazione deve ricevere, rigenerare e ritrasmettere ogni pacchetto.

E' molto facile anche inserire nuove stazioni sulla dorsale.

Oltre ad aggiungere nuove stazioni, si può anche pensare di collegare varie dorsali, dette in questo caso **segmenti**, secondo uno schema del tipo seguente:



Abbiamo qui una rete formata da 5 segmenti; si distinguono allora una serie di "entità":

- in primo luogo, a ciascun segmento sono collegate (tramite i cosiddetti **tap**) un certo numero di stazioni d'utente;
- anche il collegamento tra segmenti è effettuato tramite tap, il che significa che un segmento vede un altro segmento come semplicemente una stazione d'utente; la differenza tra un collegamento segmento-stazione ed un

collegamento segmento-segmento è nel fatto che, in quest'ultimo, è presente un **ripetitore**, allo scopo di aumentare la potenza del segnale prima di fornirlo alle varie stazioni connesse. Il motivo è chiaramente nell'inevitabile attenuazione subita dal segnale durante la propagazione;

- i ripetitori possono essere dei semplici *amplificatori elettronici* nel caso di usi, come mezzo trasmissivo, un doppino telefonico oppure un cavo coassiale, ma possono anche essere qualcosa di più complesso se si usano, per collegare i segmenti, delle fibre ottiche;
- infine, alle estremità di ciascun segmento è necessario sistemare un adattatore di impedenza (detto anche **tappo**) che realizzi l'adattamento perfetto e quindi impedisca la riflessione del segnale.

I principali inconvenienti di una rete a dorsale sono i seguenti:

- i potenziali problemi di prestazioni dovuti al fatto che unico cavo serve tutte le stazioni: le prestazioni possono peggiorare quando il carico trasmissivo delle stazioni è elevato;
- una eventuale interruzione del cavo mette fuori uso l'intera rete;
- la mancanza di punti di concentrazione rende difficoltosa l'individuazione di eventuali punti di malfunzionamento;
- dato che le stazioni sono puramente passive, le distanze raggiungibili sono piuttosto ridotte anche con segnali di buon livello, a meno ovviamente di far uso dei ripetitori, che risolvono il problema a prezzo però di maggiori spese.

Generalmente, le LAN a dorsale supportano da alcune decine fino al massimo di un migliaio di stazioni.

Considerazioni generali sulle topologie

Ogni topologia ha dunque caratteristici punti di forza e di debolezza. La scelta della topologia va pertanto fatta tenendo presente fundamentalmente l'affidabilità, l'espandibilità, la complessità dell'installazione, le possibilità di controllo, i costi, l'ampiezza di banda disponibile.

Le configurazioni ad anello ed a stella appaiono come quelle più vulnerabili a causa della ripercussione sull'intera rete della caduta, rispettivamente, della stazione singola o del nodo centrale, mentre la soluzione a dorsale non sembra presentare questo rischio. In realtà, abbiamo osservato sia che esistono opportuni accorgimenti atti a risolvere i problemi delle reti ad anello ed a stella sia che anche la soluzione a dorsale cessa di funzionare nel momento in cui si verifica una interruzione del cavo.

In generale, quindi, *possiamo affermare che ogni topologia presenta i propri inconvenienti, ma è sempre possibile pensare ad accorgimenti che risolvano tali inconvenienti*. Naturalmente, l'implementazione pratica di questi accorgimenti potrà poi risultare più o meno conveniente, soprattutto da un punto di vista economico.

A proposito degli aspetti economici, un elemento cui si è dato in passato una certa rilevanza è il costo dei cavi; tuttavia, grazie alla progressiva diminuzione dei prezzi, questo aspetto è attualmente di secondo piano.

Osserviamo inoltre che *le strutture ad anello ed a stella sono quelle che si prestano maggiormente a collegamenti ad alta o altissima velocità, grazie al fatto che esse utilizzano solo collegamenti punto-a-punto*. Disponendo di mezzi trasmissivi idonei (tipicamente le **fibre ottiche**), le velocità di trasmissione raggiungibili sono molto elevate. D'altra parte, se consideriamo una struttura a stella con collegamenti punto-a-punto ad altissima velocità, appare evidente che le elevate prestazioni sono raggiungibili solo se il centro stella ha una elevata velocità di commutazione; in caso contrario, se cioè il centro stella fosse lento, l'alta velocità con cui le stazioni scambiano i dati con il centro stella verrebbe compensata dalla bassa velocità con cui il centro stella smista i dati sulle varie linee.

Autore: **Sandro Petrizzelli**
e-mail: sandry@iol.it
sito personale: <http://users.iol.it/sandry>