

Topologie WAN Reti di reti

Nel modulo 5 si è discusso delle topologie di rete e si è affermato che una rete di telecomunicazioni può essere rappresentata con un grafo, ossia una struttura logica, composta da nodi e da archi, dove i nodi rappresentano gli elementi che svolgono funzioni di commutazione ed i rami gli elementi (collegamenti) che svolgono funzioni di trasmissione. La struttura del grafo è anche topologia della rete.

Sempre nel modulo 5 si sono discusse varie alternative per le topologie di rete evidenziando che, quando la rete assume una certa complessità possono risultare convenienti topologie di tipo gerarchico.

Inoltre si è detto che le reti vengono tradizionalmente classificate in base alla distanza:

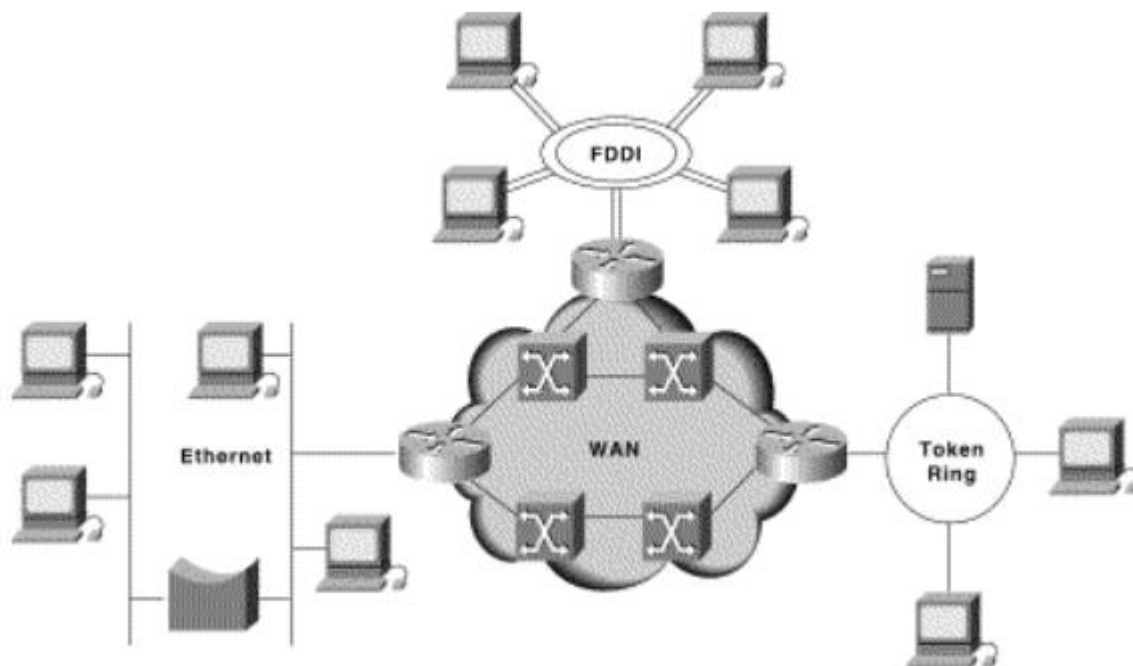
- **LAN** - *Local Area Network* o **reti locali**: tipicamente sono reti private per l'interconnessione di *computer* ed altri apparati appartenenti ad un unico ente o azienda.
- **MAN** - *Metropolitan Area Network* o **reti metropolitane**: possono essere reti private o pubbliche e fornire servizi di vario tipo in ambito urbano, dall'interconnessione di *computer*, alla telefonia, alla TV via cavo.
- **WAN** - *Wide Area Network* o **reti geografiche**: in passato erano le reti dei grandi gestori tipicamente pubblici che fornivano servizi e connettività a livello nazionale; oggi, dopo la *deregulation*, possono anche appartenere a privati ed offrire connettività a livello mondiale.

Le reti WAN, a causa della complessità e dimensione che le caratterizza, sono solitamente realizzate utilizzando una topologia di tipo gerarchico che permetta di distinguere diversi livelli di rete e, come tali, risultano dall'interconnessione di reti di minori dimensioni, che possono utilizzare anche tecnologie di tipo diverso.

Ci si trova quindi di fronte ad una tipologia di reti diverse da quelle studiate finora, fatto di reti fra loro interconnesse che danno origine ad un panorama di reti di reti

Solitamente una rete di reti si dice *internetwork*, facendo riferimento ad un insieme di reti individuali, collegate tra loro attraverso dispositivi di rete, che agisce come una singola grande rete. *Internetworking* si riferisce all'industria, ai prodotti, e alle procedure che concorrono al raggiungimento dello scopo della creazione e dell'amministrazione di una rete.

La figura illustra un esempio di realizzazione di una *internetwork* tramite collegamento di alcune reti realizzate con varie tecnologie.



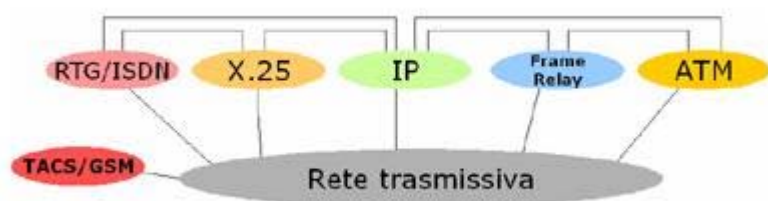
Reti geografiche e reti pubbliche

Le reti WAN sono quindi caratterizzate dal fatto che si estendono su di un'ampia area geografica che solitamente comprende l'attraversamento del suolo pubblico. In generale, sia per i notevoli costi di realizzazione, sia per la complessità di gestione, una rete WAN appartiene ad un gestore che è un soggetto avente come compito primario quello di realizzare e mantenere la rete e venderne i servizi a terzi, realizzandone un profitto.

Fino a qualche anno fa, per ragioni di tipo strategico, la normativa prevedeva l'esistenza di un solo gestore nazionale di reti di questo tipo, parzialmente sotto il controllo statale, che operava in regime di monopolio. La deregolamentazione del settore delle telecomunicazioni, avvenuta in Italia negli anni '90, ha posto fine al monopolio ed oggi esiste una pluralità di soggetti possono svolgere la funzione di gestore realizzando il mercato multi-gestore che conosciamo.

Le reti WAN sono anche dette reti geografiche e, quando appartenenti ad un gestore pubblico, reti pubbliche.

Le interazioni fra i terminali (telefoni, calcolatori, eccetera) delle reti d'utente (centralino telefonico locale, rete LAN, eccetera) in una grande organizzazione avviene su distanze locali, regionali, nazionali ed a volte anche internazionali. Per realizzare questa interconnessione si ricorre ai servizi di trasmissione forniti dalle infrastrutture pubbliche.



Un'infrastruttura pubblica è quindi preposta a fornire una qualche forma di connettività (più o meno trasparente) fra reti private. Tradizionalmente le reti geografiche di telecomunicazioni sono state progettate, realizzate ed esercitate nell'ottica di reti dedicate. Una rete dedicata è un'infrastruttura

pensata per la fornitura di una ristretta classe di servizi di telecomunicazioni e quindi adatta a determinate fasce di applicazioni di utente.

Reti WAN per la trasmissione dati

In una rete WAN per la trasmissione dati, gli elementi di commutazione sono elaboratori specializzati utilizzati per connettere fra loro due o più linee di trasmissione. Gli elementi di commutazione sono tipicamente identificati da dispositivi denominati *router*. Una tipica WAN è utilizzata per connettere più LAN fra loro.

In generale una WAN contiene numerose linee, spesso telefoniche, che congiungono coppie di *router*. I compiti dei *router* sono:

- ricezione dei pacchetti dalle linee di ingresso;
- memorizzazione dei pacchetti in un *buffer* interno;
- instradamento dei pacchetti sulle linee se queste non sono già occupate da altre trasmissioni di pacchetti.

Per connettere i *router* tra di loro vengono utilizzate delle linee di trasmissione. Queste differiscono per tipologia dei circuiti, che possono essere analogici (obsoleti) o digitali, per modalità trasmissiva, plesiocrona o sincrona, infine per modalità di commutazione, ossia di circuito, di pacchetto, di trama o di cella. In base a queste qualità, le tecnologie per la trasmissione dati vengono suddivise in queste categorie:

- tecnologie trasmissive a collegamento diretto; i collegamenti diretti possono essere sia analogici (CDA) che numerici (CDN), in questa categoria rientra il PDH (*Plesiochronous Digital Hierarchy*) e SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*);
- tecnologie commutate a circuito; sono tecnologie commutate a circuito sia la rete telefonica nazionale (RTN), analogica, che ISDN, digitale;
- tecnologie di strato data link; fanno parte di questa categoria sia l'ATM (*asynchronous transfer mode*) che il *Frame relay*;
- tecnologia a commutazione di etichetta o MPLS (*Multi Protocol Label Switching*); una nuova tecnologia sviluppata per migliorare le prestazioni della funzione di instradamento dei *router* nonché permettere la gestione qualità di servizio.

Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)

Plesiocrono vuol dire che gli orologi (*clock*) degli apparati di una stessa rete lavorano a frequenze simili ma non identiche. Più canali numerici, detti tributari possono essere raggruppati mediante tecniche TDM (multiplicazione temporale) per formare canali più veloci.

La rete telefonica tradizionale utilizza una rete di trasporto di tipo PDH con i canali tributari multiplati secondo una ben precisa gerarchia. La prima trama della gerarchia plesiocrona PDH è negli USA la trama T1, mentre in Europa è la trama E1.

La trama T1 permette l'invio di 24 canali tributari a 64 Kbps su un canale multiplo a 1.544 Mbps, di cui 1.536 Mbps sono utilizzati per la trasmissione dei dati e 8 Kbps per le informazioni di sincronismo. I canali tributari della trama T1 possono essere utilizzati a 56 Kbps (soluzione idonea nel caso di canali telefonici digitali) lasciando libero l'ottavo bit che può essere dedicato a funzioni di segnalazione, oppure a 64 Kbps (soluzione migliore nel caso di trasmissione dati) dedicando un intero canale tributario alle funzioni di segnalazione.

La trama E1 prevede invece la trasmissione di 32 canali a 64 Kbps, di cui uno riservato al sincronismo e uno alle informazioni di controllo.

La trasmissione dati su flussi della gerarchia plesiocrona può avvenire in due modalità: non

strutturata o strutturata. Nel collegamento non strutturato, l'apparecchiatura di interfaccia, fornisce un flusso a 2.048 Mbps (1.544 Mbps negli USA) senza imporre alcuna struttura di trama. L'unico vincolo è la necessità di sincronizzarsi al *clock* di trasmissione fornito dall'interfaccia.

Nel collegamento strutturato, invece, è necessaria la conformità alla struttura di trama E1 (T1). È anche possibile non utilizzare tutti i 30 (23) canali tributari disponibili, ottenendo canali a velocità pari a un multiplo di 64 Kbps, ed in tal caso si parla di collegamento strutturato partizionato. L'apparecchiatura di interfaccia è programmabile per estrarre dalla trama E1 (T1) i canali destinati all'utente.

I limiti principali delle gerarchie PDH possono essere così riassunti:

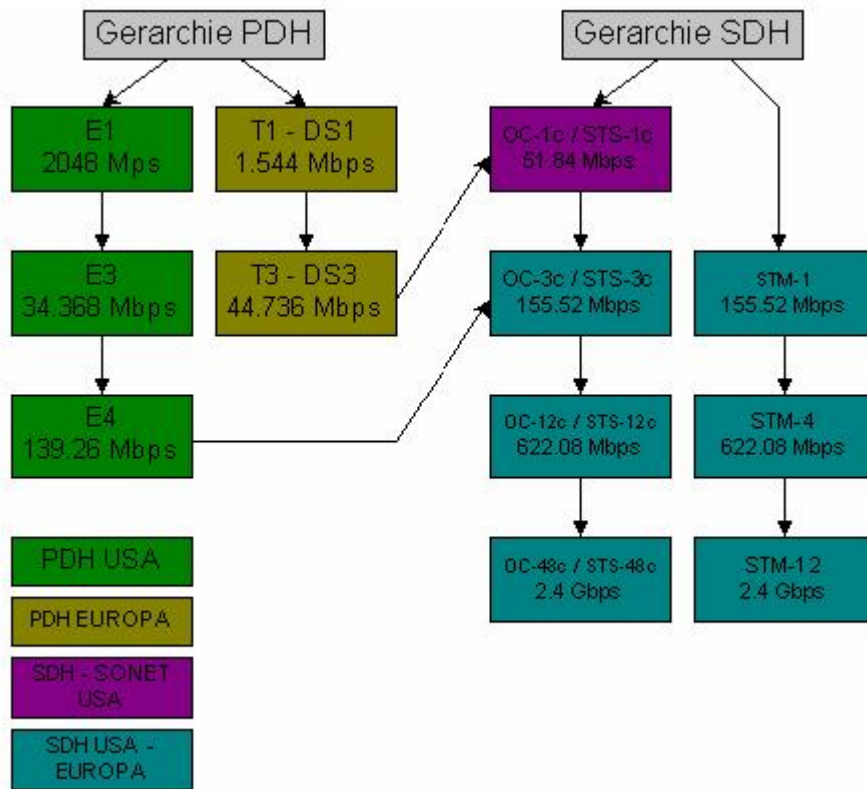
- mancata unificazione a livello mondiale: esistono tre gerarchie (europea, nord-americana e giapponese) tra loro incompatibili;
- la relazione di fase tra i diversi canali tributari in una trama multipla è casuale e variabile nel tempo; questo richiede complesse operazioni di riallineamento (*pulse stuffing*) ed impedisce di inserire od estrarre facilmente un canale tributario se non ricorrendo ad un'operazione di demultiplazione completa della trama multipla seguita da una multiplazione dei nuovi tributari;
- formati di trame diversi per i diversi ordini gerarchici; non esiste un modo standard per ottenere a partire da una trama quella di ordine superiore;
- il formato dei dati non prevede esplicitamente informazioni per il controllo e la gestione della rete.

Synchronous Digital Hierarchy (SDH)

Per superare i limiti presenti in PDH è stata introdotta la gerarchia SDH che è unificata a livello mondiale anche se negli USA si chiama SONET e ha anche una velocità di 51.84 Mbps non presente altrove. In questo caso il *synchronous* significa che gli apparati di una stessa rete utilizzano un unico *clock* di riferimento. Le rete SDH prevede anche la possibilità di trasportare trame di diversi formati, fra cui il PDH, all'interno delle sue trame.

I vantaggi principali del SDH sono:

- l'utilizzo di una multiplazione sincrona che permette di inserire flussi a bassa velocità in flussi ad elevata velocità senza dover effettuare una demultiplazione e una multiplazione completa; analogamente è possibile l'estrazione diretta di un flusso a bassa velocità da un flusso ad alta;
- una topologia di rete ad anello che offre una maggior resistenza ai guasti;
- l'integrazione di vari canali ausiliari nelle trame che permettono un controllo continuo del tasso di errore e contengono le informazioni per le procedure di gestione, amministrazione, manutenzione e configurazione, che sono a loro volta standardizzate.



Vale la pena notare che entrambi gli standard, ed in particolare SDH, sono caratterizzati da un ambiente multivendor.