

Tipologie di linee dati Tipologie di collegamenti

Non sempre è conveniente instaurare una connessione diretta per il trasferimento dati tra reti WAN (*Wide Area Network*), sia per motivi economici legati al costo delle tratte, sia per un utilizzo poco razionale delle risorse. Inoltre le nuove tecnologie trasmissive non sempre hanno una copertura geografica capillare, per cui si utilizza ancora la rete telefonica per il trasferimento di dati. La rete telefonica può essere sia di tipo analogico (PSTN - *Public Switched Telephone Network*) che di tipo digitale (ISDN - *Integrated Services Digital Network*). In tutti e due i casi si opera commutazione di circuito, ossia il percorso da un estremo all'altro deve essere libero prima dell'inizio della comunicazione, e viene impegnato per tutta la durata della comunicazione stessa. Il ritardo prodotto dall'attraversamento da parte del flusso dati della linea telefonica è quantificabile in decine di millisecondi.

Tipologie PSTN

La rete telefonica PSTN (*Public Switched Telephone Network*) nasce con l'obiettivo di trasferire informazioni di natura vocale. Viene utilizzato un canale con banda passante inferiore ai 4 KHz, in particolare si usa la banda che va dai 400 Hz ai 3400 Hz. Per poter trasferire dati sulla linea PSTN si utilizzano dei dispositivi che operano una modulazione, chiamati modem (modulatori-demodulatori). Per permettere una comunicazione *full duplex* si è suddivisa la banda passante in due parti. In fase di trasmissione il modem converte il flusso numerico proveniente dall'elaboratore in un segnale analogico adatto per transitare sulle linee PSTN e lo trasmette, mentre in fase di ricezione campiona il segnale ricevuto e ricostruisce il flusso informativo, passandolo all'elaboratore. Nel corso degli anni si sono imposti alcuni standard per la trasmissione via modem, e sono:

- V.21, trasmette 300 bps in modalità *full duplex*.
- V.22, trasmette 1200 bps in modalità *full duplex*.
- V.22 bis, come la V.22 ma trasmette 2400 bps in modalità *full duplex*.
- V.23, trasmette 1200 bps in modalità *half duplex* con canale di segnalazione a 75 bps, questo standard è stato utilizzato principalmente per il Videotel.
- V.29, trasmette a 9600 bps in modalità *full duplex*, viene utilizzato per i fax.
- V.32, trasmette a 9600 bps in modalità *full duplex*.
- V.32 bis, trasmette sia a 14400 bps che a 12000 in modalità *full duplex*.
- V.34, trasmette a 28800 bps in modalità *full duplex*, utilizza però 9 bit per carattere invece degli 8 utilizzati normalmente, perciò trasferisce 3200 caratteri al secondo.
- V.34+ trasmette a 33600 bps in modalità *full duplex*.
- V.90, opera fino a 56000 bps in trasmissione e 32000 bps in ricezione, però richiede che i canali fino alle centrali telefoniche siano completamente digitali (in pratica solo dalla centrale all'utente è analogico).
- V.42, standard per la correzione degli errori.
- V.42 bis, standard per la compressione dei dati da trasmettere e ricevere.

I modem utilizzano per il controllo il set di comandi *Hayes*, che è di tipo unificato, ossia vale per tutti i produttori di modem e per qualsiasi standard implementato dal modem stesso.

Tipologie ISDN

ISDN (*Integrated Services Digital Network*) rappresenta l'evoluzione delle reti commutate pubbliche analogiche. Basata sulla tecnologia digitale, offre l'integrazione di servizi di elevata qualità, quali telefonia digitale, trasmissione dati, telecontrolli e teleallarmi, fax G4, videotelefonia, attraverso un ridotto numero di interfacce standard. Trattandosi di uno standard internazionale per rete digitale commutata, è possibile collegarsi e usufruire di questi servizi con qualsiasi utente della rete. La rete ISDN prevede due tipi di accesso: l'accesso base, principalmente concepito per l'utente finale, e

l'accesso primario, destinato a centri a loro volta erogatori di servizi, quale un centralino telefonico privato.

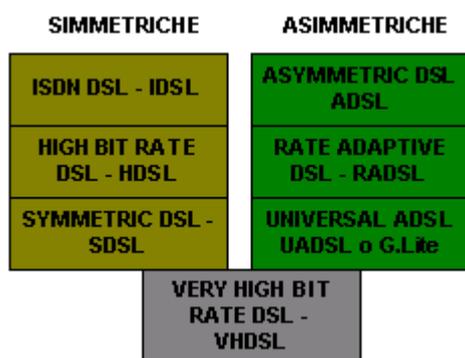
L'accesso base consiste in due canali a 64 Kbps (detti canali B) e in un canale dati di servizio a 16 Kbps (detto canale D). L'accesso base prevede una velocità di trasmissione di 192 Kbps, di cui 144 utilizzati per i 2 canali B e il canale D, e i restanti 48 per informazioni di controllo e di sincronismo. Per il collegamento ad utenze particolari, è previsto un altro tipo di accesso, detto accesso primario. Si tratta di un accesso a 1.544 Mbps negli Stati Uniti (23 canali B più un canale D) e a 2 Mbps in Europa (30 canali B più un canale D).

Oltre ai canali di tipo B e D, esistono anche canali di tipo H, formati dall'aggregazione di più canali B:

- H0, 384 Kbps formato da 6 canali B;
- H11, 1536 Kbps formato da 24 canali B;
- H12, 1920 Kbps formato da 30 canali B.

Tipologie DSL

Allo stato attuale, la fibra ottica è il mezzo trasmissivo con velocità di trasferimento più alta. Per sfruttare le possibilità si dovrebbero cablare nuovamente le reti, visto che l'impiego della fibra ottica si limita normalmente ai collegamenti dorsali e difficilmente viene portata fino all'utente finale. La transizione dal doppino telefonico alla fibra ottica sarà graduale ed avverrà per passi intermedi. Il primo di questi consiste nello sfruttare l'attuale infrastruttura, mediante l'utilizzo di nuove tecnologie digitali. *Digital Subscriber Line* (DSL) è una tecnologia che consente la gestione del traffico dati (di natura simmetrica e asimmetrica), ma anche del traffico vocale con valori di bit *rate* dell'ordine di qualche Mbps, sia su doppino che su fibra ottica. Le versioni di DSL sono



I pregi di DSL: ogni utente è collegato direttamente alla centrale, dove per ogni utente è presente un modem, ad esempio nelle connessioni *dial up* telefoniche i modem gestiscono più utenti; non servono procedure di chiamata (*dialing*) per instaurare una sessione; i collegamenti DSL sono virtualmente sempre attivi; elevato grado di sicurezza dovuto al canale che non è condiviso con altri utenti. I difetti di DSL: lunghezza delle linee realizzate con doppini intrecciati in rame che costituiscono l'attuale rete d'accesso; presenza di elementi di disturbo per le DSL, elementi che sono comunemente utilizzati nella telefonia analogica.

Tipologie DSL Asimmetriche

Le DSL (*Digital Subscriber Line*) esistono anche in forme asimmetriche, che presentano cioè velocità di trasmissione e ricezione diverse.

Le principali linee di questo tipo sono: ADSL e UADSL, detta anche *G.Lite*.

- **ADSL (*Asymmetrical Digital Subscriber Line*)**. Il sistema ADSL fu proposto per la prima volta dai laboratori *BellCore* nella seconda metà degli anni '80, ma solo nei primi anni '90 ha acquistato notevole interesse. La spinta verso la realizzazione della tecnologia ADSL è venuta dal tentativo di soddisfare esigenze di tipo residenziale. ADSL garantisce la coesistenza dei nuovi servizi offerti da questa tecnologia con il tradizionale PSTN. Le prestazioni che si raggiungono sono bit *rate* fino a 8 Mbps per il canale *downstream* (in ricezione) e fino a 640 Kbps per quello *upstream* (in trasmissione), per distanze dalla cabina di commutazione di circa 4.5 chilometri (sezione da 0.4 millimetri) e 5.5 chilometri (sezione da 0.6 millimetri). ADSL implementa due tipi di modulazione:
 - *Discrete MultiTone (DMT)*; a modulazione multiportante, nella banda compresa tra 26 KHz e 1,1 MHz vengono posizionate 256 portanti mutuamente ortogonali ed equispaziate, per dare origine ad altrettanti sottocanali, caratterizzati da una banda di 4.3125 KHz. Per il canale *upstream* si possono usare fino a 31 portanti, quelle più basse di fatto non vengono utilizzate, per lasciare spazio, nella banda base, alla telefonia analogica;
 - *Carrierless Amplitude and Phase modulation (CAP)*; evoluzione della modulazione a singola portante QAM (a dispetto della dicitura *carrierless*).
 Queste due tecniche sono in competizione per il raggiungimento dello status di standard e per la diffusione sul mercato. Attualmente la modulazione DMT è entrata a far parte degli standard ANSI (T1.413), ETSI e ITU, quindi le sue specifiche sono state fissate univocamente. Per la modulazione CAP esistono numerosi brevetti proprietari di aziende. La separazione in frequenza tra canale telefonico e segnale numerico si opera con degli *splitter*, poi c'è un'ulteriore separazione fra flussi di *upstream*, di *downstream* e di controllo.
- **ADSL Lite**. Questo tipo di ADSL non richiede l'installazione di *splitter*. In realtà non significa che non ci sia bisogno di un filtro in grado di separare in frequenza il segnale telefonico analogico dal segnale dati digitale, ma si indica che tale funzione è realizzata sulla scheda del modem, direttamente inseribile nel PC da parte dell'utente. I *data rate* del ADSL Lite sono:
 - per il collegamento *downstream* 64 Kbps - 1,5 Mbps;
 - per il collegamento *upstream* 32 Kbps - 512 Kbps.

Tipologie DSL Simmetriche

Le forme simmetriche di DSL (*Digital Subscriber Line*) che analizzeremo sono HDSL e VDSL, che in realtà può essere implementato in forma sia simmetrica che asimmetrica.

- **HDSL (*High Bit Rate Digital Subscriber Line*)**. *Bellcore* (centro di ricerca finanziato da tutte le varie compagnie telefoniche degli U.S.A) alla fine degli anni Ottanta ha proposto il sistema HDSL. Consiste in un miglioramento tecnologico della ISDN (*Integrated Services Digital Network*) DSL (IDSL). Distribuisce i servizi disponibili con le linee T1 (1.544 Mbps - standard in USA, Canada e Giappone) ed E1 (2.048 Mbps Europa) sull'infrastruttura esistente dei doppini intrecciati in rame.
- **VDSL (*Very High Bit Rate Digital Subscriber Line*)**. Il sistema VDSL è pensato per operare sia in modalità simmetrica che asimmetrica su una linea che offre il tradizionale POTS (*Plain Old Telephone Service*) o un accesso base ISDN (*Integrated Services Digital Network*). Nel caso di flussi asimmetrici il *data rate* è per il canale *downstream* 6 - 52 Mbps, mentre per il canale *upstream* 1.6 - 6.4 Mbps. I flussi simmetrici, invece, hanno *data rate* di 26 Mbps, 13 Mbps o 6 Mbps per distanze rispettivamente di 300 metri, 1 chilometro e 1,5 chilometri. L'intenzione delle compagnie telefoniche, nel lungo periodo, è quella di cablare la fibra ottica all'interno della rete di accesso fino alle singole abitazioni, sostituendo completamente il doppino.

Radio Link

I recenti sviluppi nel campo delle tecnologie punto-multipunto hanno permesso di offrire un servizio

di accesso via radio alle reti dati che è ad alta velocità, a costo minore e con tempi di installazione minori di molte soluzioni basate su cavo. L'architettura che viene utilizzata si chiama *Local Multipoint Distribution System* (LMDS).

LMDS è un sistema di comunicazione *wireless* a banda larga di tipo punto-multipunto, che lavora a frequenze dai 40.5 ai 42 GHz (ma la frequenza di utilizzo è soggetta alle normative vigenti nelle varie nazioni), che fornisce telefonia *full duplex* digitale, trasmissione dati e servizi video. È possibile implementare varie architetture di rete all'interno di LMDS, anche se l'architettura più utilizzata è quella punto-multipunto. La struttura LMDS consiste principalmente di 4 parti:

- *network operations center* (NOC); Il NOC contiene il sistema di gestione di rete che gestisce la rete dei clienti;
- *infrastruttura basata su fibra ottica*; connette i NOC alle reti ottiche sincrone basate su ATM (*Asynchronous Transfer Mode*);
- *nodo di accesso*; è dove avviene la conversione tra infrastruttura cablata e infrastruttura *wireless*. È connesso tramite infrastruttura ottica al NOC, e trasmette verso i CPE;
- *customer premises equipment* (CPE); sono le apparecchiature poste nei locali dei clienti che ricevono dati dai nodi di accesso.

La banda è dipendente dallo schema di modulazione impiegato, può arrivare fino a 50 Mbps in ricezione e 2 Mbps in trasmissione. Mentre la trasmissione dai nodi è punto-multipunto, quella dai CPE ai nodi è punto-punto. La portata di un nodo d'accesso va da 1 a 4 Kilometri, a seconda dello schema di modulazione, della frequenza di trasmissione, della piovosità della zona. C'è però il requisito della visione diretta tra antenna del nodo di accesso e quelle degli utenti.