

Mezzi trasmissivi

Doppino intrecciato

E' il più antico e diffuso. Consiste di una coppia di conduttori in rame intrecciati l'uno coll'altro in forma elicoidale. Ciò fa sì che si minimizzino le interferenze fra coppie adiacenti (due fili paralleli costituiscono un'antenna; se sono intrecciati no). E' usato, in particolare, per le connessioni terminali del sistema telefonico (da casa alla centrale più vicina).

La larghezza di banda dipende dalla lunghezza, ma comunque si può trasmettere a diversi Mbps su distanze fino a qualche km.

Due tipi di doppino sono importanti nella trasmissione dati:

- **categoria 3**: due fili isolati, leggermente attorcigliati. Quattro coppie contenute in una guaina di plastica. Comune nei cablaggi telefonici interni agli edifici (si possono avere quattro telefoni per stanza);
- **categoria 5** (dal 1988): simile alla categoria 3, ma con un più fitto avvolgimento (più giri per centimetro) e con isolamento in teflon. Migliore qualità del segnale sulle lunghe distanze, adatto a collegamenti in alta velocità in ambito LAN (ad esempio per Ethernet a 100 Mbps, ATM a 34 Mbps).

Entrambi i tipi sono spesso chiamati **UTP (Unshielded Twisted Pair)**, per distinguerli da un altro tipo, detto **STP (Shielded Twisted Pair)** che è schermato e quindi offre migliori prestazioni, ma è molto più ingombrante e, di fatto, non viene usato quasi più.

Cavo coassiale

E' un altro comune mezzo di trasmissione; offre un miglior isolamento rispetto al doppino e quindi consente velocità di trasmissione maggiori su distanze superiori.

E costituito da un conduttore centrale in rame circondato da uno strato isolante all'esterno del quale vi è una calza metallica.

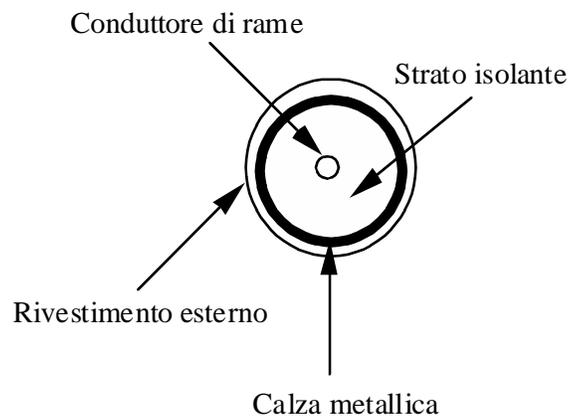


Figura: Sezione di un cavo coassiale

Era molto usato nel sistema telefonico per le tratte a lunga distanza, ma in tale ambito è ormai sostituito quasi ovunque dalla fibra ottica. Rimane in uso per la TV via cavo e in molte LAN.

Ci sono due tipi di cavo coassiale, per ragioni storiche più che tecniche.

Premessa: il termine **baseband (banda base)** significa che l'intera banda passante è usata per una singola trasmissione, di tipo digitale. Il termine **broadband**, invece, nella telefonia indica qualunque trasmissione più

ampia di 4 kHz, mentre nella trasmissione dati si riferisce a un cavo su cui viaggia un segnale analogico che, con opportune tecniche di **multiplazione**, viene usato per effettuare contemporaneamente più trasmissioni distinte, separate in differenti bande di frequenza.

- **Baseband coaxial cable** (50 ohm): il cavo baseband è usato per la trasmissione digitale, e consente velocità da 1 a 2 Gbps fino a circa 1 km. Per distanze superiori si devono interporre amplificatori.
- **Broadband coaxial cable** (75 ohm): è usato per la trasmissione analogica. E' il cavo standard della TV. Offre una banda di 300 MHz e può estendersi fino a quasi 100 km. La banda totale è suddivisa in canali di banda più piccola (ad es. 6 MHz per ciascun segnale TV) indipendenti gli uni dagli altri. Mentre un canale porta un segnale TV, un altro può portare una trasmissione dati (ovviamente con apparecchiature di conversione digitale/analogica e viceversa), tipicamente a 3 Mbps.



Figura: Multiplazione di più trasmissioni su un unico canale

Tecnicamente, il cavo broadband è inferiore a baseband per la trasmissione digitale, ma ha il vantaggio di essere già in opera in grandi quantità (TV via cavo). Dunque, attraverso essa, le compagnie pay-TV prevedibilmente entreranno in competizione con quelle telefoniche per l'offerta di servizi trasmissione dati.

Fibre ottiche

Sono uno dei mezzi più recenti, e stanno rivoluzionando il mondo delle telecomunicazioni. Sono fatte di un sottilissimo cilindro centrale in vetro, (**core**) circondato da uno strato esterno (**cladding**) di vetro avente un diverso indice di rifrazione e da una guaina protettiva. Sono quindi raggruppate insieme in una guaina contenitrice esterna.

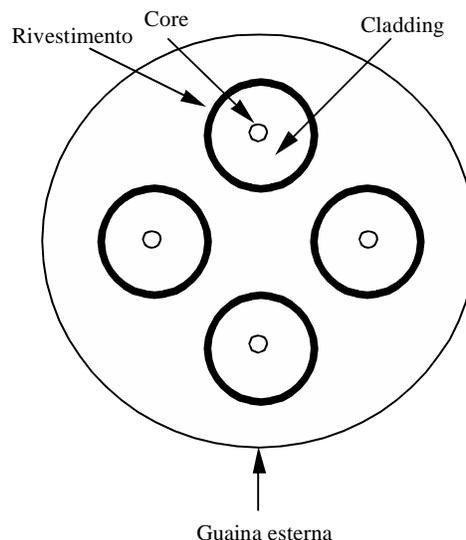


Figura: Sezione di un cavo contenente fibre ottiche

Le fibre ottiche sfruttano il principio della deviazione che un raggio di luce subisce quando attraversa il confine fra due materiali diversi (core e cladding nel caso delle fibre). La deviazione dipende dagli indici di rifrazione dei due materiali. Oltre un certo angolo, il raggio rimane intrappolato all'interno del materiale.

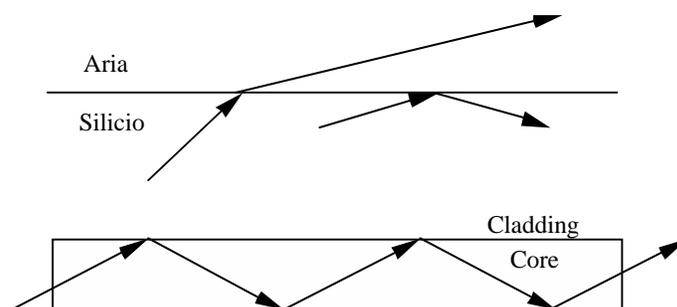


Figura: Deviazione del raggio luminoso

Le fibre ottiche sono di due tipi :

- **multimodali:** raggi diversi possono colpire la superficie con diversi angoli (detti **mode**), proseguendo quindi con diversi cammini. Il diametro del core è di 50 micron, come quello di un un capello;
- **monomodali:** sono così sottili (il diametro del core è 8-10 micron) che si comportano come una guida d'onda: la luce avanza in modo rettilineo, senza rimbalzare. Sono più costose ma reggono distanze più lunghe (fino a 30 km).

Le fibre ottiche hanno prestazioni strepitose: con le correnti tecnologie è raggiungibile una velocità di trasmissione di 50.000 Gbps (50 Tbps) con un bassissimo tasso d'errore. La pratica attuale di usare velocità dell'ordine dei Gbps dipende dall'incapacità di convertire più velocemente segnali elettrici in luminosi. Infatti, nelle fibre ottiche, il mezzo fisico utilizzato è ovviamente la luce, e un impulso luminoso rappresenta un 1 mentre la sua assenza uno zero.

Le fibre ottiche sono fatte di un vetro speciale, molto trasparente (si vedrebbe il fondo del mare, se esso fosse di questo vetro), per cui offrono una bassissima attenuazione del segnale luminoso. L'attenuazione dipende anche dalla lunghezza d'onda della luce, per cui si usano comunemente tre particolari bande per la trasmissione (tutte nell'infrarosso vicino), larghe da 25.000 GHz a 30.000 GHz ciascuna (un'enormità).

Un sistema di trasmissione ottica ha tre componenti :

- **sorgente luminosa:** può essere un LED o un laser. Converte un segnale elettrico in impulsi luminosi;
- **mezzo di trasmissione:** è la fibra ottica vera e propria;
- **fotodiodo ricevitore:** converte gli impulsi luminosi in segnali elettrici. Il tipico tempo di risposta di un fotodiodo è 1 nsec., da cui il limite di 1 Gbps.

Ci sono due topologie comuni per le reti basate su fibre ottiche:

- **anello:** mediante la concatenazione di più spezzoni di fibre ottiche si crea un anello. Tutti collegamenti sono punto a punto. L'interfaccia può essere passiva (fa passare l'impulso luminoso nell'anello) o attiva (converte l'impulso in elettricità, lo amplifica e lo riconverte in luce);
- **stella passiva:** l'impulso, inviato da un trasmettitore, arriva in un cilindro di vetro al quale sono attaccate tutte le fibre ottiche; viene poi distribuito alle fibre ottiche uscenti. Si realizza così una rete broadcast.

Vantaggi delle fibre ottiche rispetto al rame:

- leggerezza a parità di banda (due fibre sono più capaci di 1.000 doppini, 100 kg/km contro 8.000 kg/km);
- totale insensibilità a disturbi elettromagnetici;
- difficile l'inserimento di intrusi per spiare il traffico.

Svantaggi delle fibre ottiche rispetto al rame:

- costo delle giunzioni;
- comunicazione unidirezionale (due fibre sono necessarie per una comunicazione two-way).

Trasmissione senza fili

Le onde elettromagnetiche, create dal movimento degli elettroni, viaggiano nello spazio (anche vuoto) alla velocità della luce e possono indurre una corrente in un dispositivo ricevente (antenna) anche molto distante.

Le porzioni dello spettro elettromagnetico utilizzabili per la trasmissione dati includono:

- onde radio;
- microonde;
- raggi infrarossi;
- luce visibile;
- raggi ultravioletti.

In generale, almeno per le onde radio, l'allocazione delle frequenze dipende da un'autorità statale.

Man mano che si sale di frequenza si hanno comportamenti diversi :

- le onde radio, di frequenza più bassa, passano attraverso gli edifici, percorrono lunghe distanze e vengono riflesse dalla ionosfera;
- a frequenze più elevate (lunghezza d'onda dell'ordine dei cm o mm) sono estremamente direzionali e vengono fermate dagli ostacoli (anche dalle gocce di pioggia!);
- in tutti i casi sono soggette a interferenze elettromagnetiche;
- la trasmissione (almeno per basse frequenze) è prevalentemente di tipo broadcast.

Anche in questo ambito la velocità di trasmissione è funzione dell'ampiezza della banda utilizzata. Si trasmettono informazioni modulando l'ampiezza, la frequenza e/o la fase dell'onda.