

# 1 Livello Fisico

Ogni mezzo trasmissivo ha una certa banda di frequenza a cui vengono trasmesse delle informazioni senza una forte attenuazione.

Segnali che partono da 0 fino alla frequenza massima vengono chiamati in *Banda Base*, mentre i segnali che vengono traslati per occupare frequenze più alte vengono chiamate in *Banda Passante*.

**Teorema di Shannon** É possibile identificare un limite superiore della capacità di un mezzo trasmissivo sotto le ipotesi che esso attenui e aggiunga solo rumore al segnale:

$$C = B * \log_2(1 + S/N)$$

dove:

- C [bit/s]: capacità del canale
- B [Hz]: banda del canale
- S [J]: energia del segnale per ciascun bit trasmesso
- N [J]: energia del rumore del canale aggiunto

Il rapporto  $S/N$  é un numero puro e viene chiamato *rapporto segnale-rumore* ed espresso in *Decibel*:

$$dB = 10 * \log_{10}(S/N)$$

## 1.1 Modulazione Digitale e Multiplexing

Ogni mezzo trasmissivo, cablato o wireless, trasmette un segnale analogico che varia nel tempo. Per questo motivo si usano tecniche per associare ad intervalli continui del segnale analogico, un singolo valore del segnale digitale.

Il secondo problema é quello della condivisione del mezzo trasmissivo, ovvero come permettere a piú stazioni di trasmettere simultaneamente utilizzando lo stesso canale. Per risolvere questo problema si utilizzano le tecniche di *Modulazione*, cioè tecniche finalizzate ad imprimere un segnale elettrico, detto *modulante* su di un altro segnale elettrico detto *Portante*.

### 1.1.1 Trasmissione in Banda Base

Questo tipo di trasmissione prevede l'uso di tensione positiva per rappresentare un "1" (digitale) e negativa per lo "0". Questo approccio viene chiamato *NRZ (Non Zero Return)* il che significa che il segnale segue l'andamento dei dati.

Presenta però molti problemi tecnici, che vengono parzialmente risolti utilizzando altri tipi di codifiche (ad esempio la codifica di Manchester).

**Multiplexing a Divisione di Tempo** La tecnica piú semplice per permettere a piú segnali di trasmettere su unico mezzo trasmissivo é quella di assegnare l'intero canale ad una singola stazione per un certo lasso di tempo; questa multiplexazione del canale viene chiamata *TDM (Time Division Multiplexing)*.

**Efficienza di Banda** Un segnale potrebbe oscillare da 0 a 1 (ovvero da negativo a positivo) ogni 1 bit, il che vuol dire che la banda richiesta é di  $B/2$  Hz se il tasso di invio dei bit (bit rate) é di  $B$  bit/s. Di conseguenza non si può aumentare la velocità di trasmissione senza incrementare la banda.

Una possibile soluzione sarebbe di usare quattro livelli di tensione, al posto di due, per rappresentare il segnale digitale. Questo porterebbe ad un dimezzamento del bit rate e di conseguenza di banda, ma con l'unico svantaggio che richiederebbe apparecchiature piú costose in quanto devono amplificare di piú il segnale ed essere piú sensibili alle variazioni dei quattro livelli di tensione.

**Clock Recovery** Per effettuare una corretta codifica, il ricevitore deve sapere quando un simbolo termina e quando inizia il successivo. Questo può essere un problema nel caso di lunghe sequenze di 1 o di 0. Una delle tecniche per risolvere questo genere di problematiche é quello di temporizzare il ricevitore.

### 1.1.2 Trasmissione in Banda Passante

Usare un segnale che non inizia ad una gamma di frequenze a zero, viene chiamato *trasmissione in banda passante*. Un segnale in banda base può essere traslato in banda passante senza perdita di informazioni.

**Multiplexing a Divisione di Frequenza** Per permettere a molti segnali di condividere uno stesso canale trasmissivo, sono nate le tecniche di multiplexing *FDM* (*Frequency Division Multiplexing*), ovvero divide lo spettro di frequenza in bande e ogni segnale viene traslato in quella banda.

## 1.2 La Rete Telefonica

La rete telefonica viene definita come *PSTN*, ovvero *Public Switched Telephone Network*, ha come obbiettivo la trasmissione della voce umana in modo piú o meno comprensibile.

### 1.2.1 Struttura del Sistema Telefonico

Da ogni telefono partono due cavi in rame che si collegano direttamente alla centrale (chiamata che Centrale Locale). Le connessioni di ogni telefono con la propria centrale locale viene chiamato *local loop* o *ultimo miglio*.

Ogni Centrale Locale ha molti collegamenti in uscita verso uno o piú centri di comunicazione, chiamati *Centrali Interrurbane*, le quali a loro volta sono collegate a grandi centri di commutazione nazionali.

## 1.3 Collegamenti Locali: Modem, ADSL, Fibre

Il collegamento locale é chiamato ultimo miglio, ovvero il collegamento tra la centrale del gestore telefonico e l'utente finale. Per utilizzare questa linea venivano utilizzati Modem fonici, ovvero che utilizzavano il canale vocale per trasmettere dati digitali.

**MoDem** Il termine *MoDem* significa *Modulatore-Demodulatore*, ovvero un dispositivo in grado di Modulare una serie di segnali digitali secondo un segnale portante e Demodularlo per ottenere tutti i segnali originali.

Al giorno d'oggi sono sostituiti con i Modem *ADSL*, ma entrambi risentono delle caratteristiche negative dell'ultimo miglio.

### 1.3.1 Modem Telefonici

I Modem Telefonici hanno il compito di trasmettere bit su canali analogici. Dall'altra parte del cavo il segnale viene riconvertito in bit. Dal punto di vista logico il modem si colloca tra il computer (digitale) e il sistema telefonico (analogico).

### 1.3.2 Linee DSL

I collegamenti *DSL* (*Digital Subscriber Line*), hanno portato un'incredibile miglioramento delle prestazioni in quanto non usano la frequenza di banda della voce (300 Hz - 3400 Hz) ma l'intera banda messa a disposizione del mezzo trasmissivo.

Il servizio DSL é stato progettato per funzionare su doppi di categoria 3 e non devono interferire con fax e telefoni.

La tecnica utilizzata per trasmettere i segnali é *OFDM* (*Ortogonal Frequency Division Multiplexing*). L'ampiezza di banda viene divisa per permettere di trasmettere i dati vocali, e per gestire il downstream e l'upstream dei dati.

Si parla di *ADSL* (*Asymmetric DSL*) quando il downstream é maggiore dell'upstream.

## **1.4 Commutazione**

Attualmente le reti utilizzano due diverse tecniche di commutazione: la Commutazione di Circuito e quella di Pacchetto.

### **1.4.1 Commutazione di Circuito**

Quando si effettua una chiamata telefonica classica, l'apparecchiatura di commutazione cerca di creare un percorso fisico completo tra il telefono chiamante e il chiamato.

### **1.4.2 Commutazione di Pacchetto**

I pacchetti vengono inviati non appena disponibili, al contrario della commutazione di circuito non é necessario creare un collegamento fisico tra i due apparecchi; non esiste un percorso stabilito. É compito dei Router instradare i pacchetti secondo la tecnica Store-and-Forward.

La commutazione di pacchetto non spreca banda, in quanto a differenza della commutazione di circuito, non viene pre-allocato un quantitativo di banda per ogni utente.