

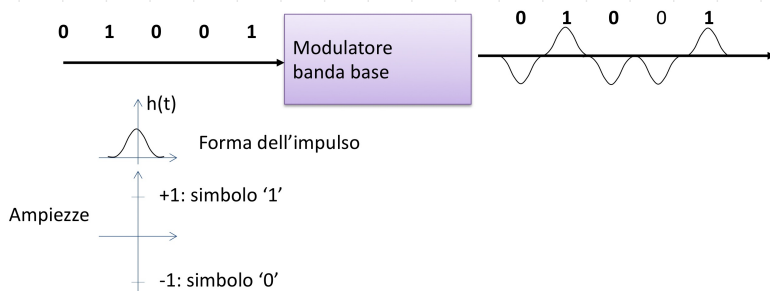
...

2.3 MODULAZIONE E TRASMISSIONE

La trasmissione di un segnale digitale richiede di creare un segnale adatto a essere trasportato da un mezzo trasmissivo. La sequenza digitale viene usata per MODULARE una grandezza fisica di una dato segnale.

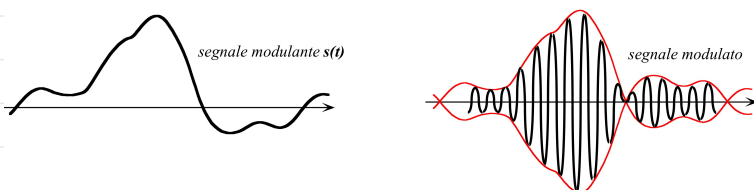
Esistono due tipi di modulazione:

- 1) **BANDA BASE**: i segnali usati hanno uno spettro continuo rispetto all'origine (PAM)



- 2) **BANDA TRASLATA**: i segnali hanno uno spettro traslato su intervalli non contigui all'origine

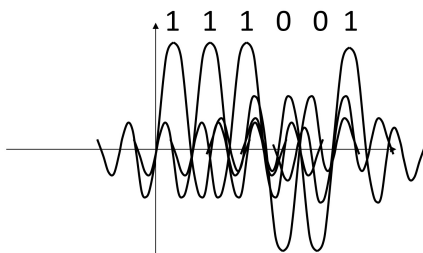
Da un segnale modulante si usa un'onda elettromagnetica sinusoidale a frequenza f_p (detta portante) per trasmettere il segnale.



Se per la modulazione PAM usiamo la funzione $P(t)$, otteniamo un utile risultato:

$$P(t) = A \frac{\sin(\pi \frac{t}{T})}{\pi \frac{t}{T}} \rightarrow \text{Rectangular pulse from } -\frac{T}{2} \text{ to } \frac{T}{2} \text{ with height } A$$

Usiamo questa funzione perché è molto compatta nel dominio delle frequenze: un rettangolo con lato T simmetrico rispetto a γ . Un segnale modulato avrà forma:



La banda occupata dal segnale sarà, quindi, pari al numero di bit: $R \approx 2B$. L'efficienza spettrale η non è altro che il rapporto tra bit/s e banda. Per il segnale che consideriamo abbiamo:

$$\eta = \frac{R}{B} = 2 \text{ bps/Hz}$$

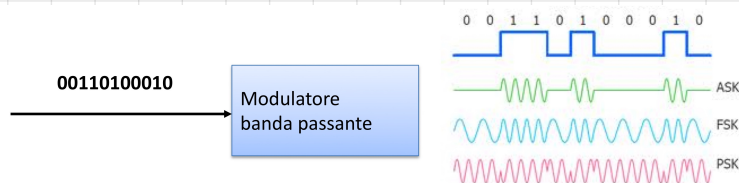
Se usiamo la banda traslata, η sarà: $\eta = \frac{T}{T} = 1 \text{ bps/Hz}$

La portante del segnale è un'onda elettromagnetica a opportuna frequenza. Esse si possono propagare nell'atmosfera o guidate in cavi ecc... Le onde elettromagnetiche sono classificate in base alla frequenza.

Le trasmissioni radio avvengono su frequenze regolari a livello internazionale per evitare interferenze. In più il mezzo trasmissivo ci può vincolare nell'uso di alcune delle frequenze. Per questo motivo, è preferibile l'uso della banda traslata in modo da trasmettere il segnale in bande portanti senza alterarlo.

Esistono diversi modi di modulare la portante.

- ASK: si modifica l'ampiezza
- FSK: si modifica la frequenza tra più frequenze note
- PSK: si modifica la fase
- QAM: si modifica sia ampiezza che fase.

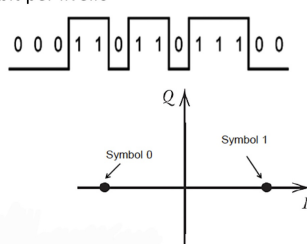


Per migliorare l'efficienza, si può modulare su più livelli:

- Il flusso è diviso in gruppi di $\log_2 N$ (N livelli) bit
- Per ogni livello di ampiezza (chiamato simbolo) corrispondono $n = \log_2 N$ bit

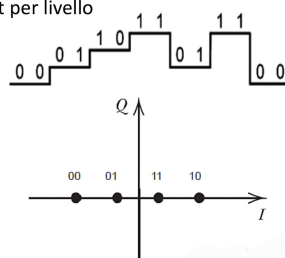
ASK o PAM binario

2 livelli di ampiezza
1 bit per livello



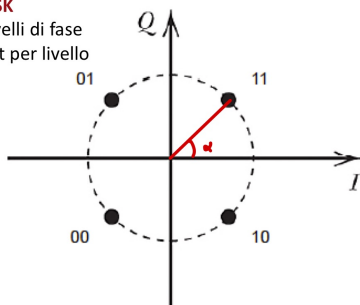
4-ASK o 4PAM

4 livelli di ampiezza
2 bit per livello



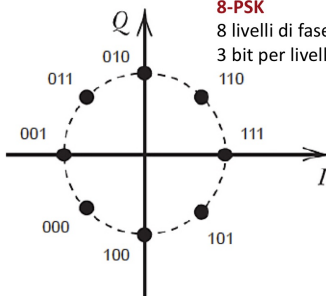
QPSK

4 livelli di fase
2 bit per livello



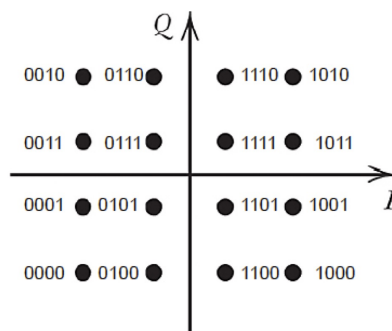
8-PSK

8 livelli di fase
3 bit per livello



16QAM

16 livelli di fase e ampiezza
(chiamati anche SIMBOLI)
4 bit per livello



L'efficienza spettrale aumenta di circa n volte rispetto a quella binaria. Definendo R_s il rate in simboli al secondo (baud) e con R_b il rate in bps si ha:

$$R_b = n R_s$$

$$\eta_s = n \eta_b$$

Queste equazioni valgono sia per banda base che per banda trasmissa e passante.

Si definisce canale trasmissivo l'insieme di:

- trasmettitore
- mezzo: modifica la trasmissione $S_T(f)$ con $H(f)$: $S_R(f) = S_T(f) \cdot H(f)$
- ricevitore.

Esso è caratterizzato da una velocità di trasmissione (capacità/rate) R e da un ritardo di propagazione τ .

Il mezzo trasmissivo introduce principalmente:

- attenuazioni della potenza in funzione della distanza e della frequenza:

$$A = \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad A_{dB} = 10 \log_{10} \left(\frac{P_{out}}{P_{in}} \right)$$

- dispersioni, ossia un ritardo differente per diverse componenti in freq. del segnale

Qui mezzo ha una frequenza in cui lavora meglio è detta BANDA PASSANTE DEL CANALE. La banda passante si riduce all'aumentare della distanza. Affinché il segnale arrivi intatto, la banda di trasmissione deve essere più ampia di quella ricevuta.

In ricezione si può sommare un rumore casuale causato da: temperatura, interferenza ecc... Se l'alterazione causata dal rumore è più ampia del livello complessivo un errore. Al pari livello di rumore la probabilità di errore dipende dalla distanza tra i livelli della energia d'impulso. Tale energia dipende dalla potenza del segnale ricevuto. L'attenuazione riduce l'energia tanto più aumenta la distanza percorsa dal segnale. Si può ridurre la probabilità di errore attraverso dei codici di parità e poi ritrasmettere il pacchetto.

Esiste un limite massimo alla velocità di un canale (teorema di Shannon):

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

con: C capacità

B banda

S potenza segnale

N potenza rumore

Il teorema di Shannon costituisce il limite invalicabile che non ci permette di aumentare a piacere il rate di un link: ad esempio l'aumento di livelli comporta la riduzione dell'energia di impulso e l'aumento della probabilità di errore; per superare il rumore bisogna aumentare la potenza.

3 LIVELLO APPLICATIVO

Per comunicare tra processi remoti bisogna avere un metodo di indirizzamento e un protocollo di scambio dei dati. Lo scambio avviene grazie all'istituto di Service Access Point (servizio di comunicazione).

Per identificare l'applicazione usiamo:

- 1) un indirizzo dell'host (IP)
- 2) un numero di porta che identifica il SAP (porta)

Un socket è una porta di comunicazione identificata da un indirizzo e una porta.

Si possono usare diversi servizi offerti dal S.O.:

- 1) TCP: sistema affidabile in quanto garantisce la ricezione corretta e ordinata dei pacchetti. Non garantisce velocità
- 2) UDP: sistema non affidabile in quanto non garantisce nulla né velocità.

Le applicazioni possono essere strutturate in modo:

- client-server
- P2P: le applicazioni sono sia client che server
- ibrida

Nell'architettura client-server, il server è sempre disponibile (IP fisso, attivo 24/7). Il client, invece, non ha vincoli.

Nella P2P pure non c'è nessun server fisso e i terminali comunicano direttamente in modo intermittente. Essi possono anche comunicare indirettamente. Una parte fissa di solito c'è, ma riguarda il repository di informazioni su come comunicare (es. BitTorrent e i torrent).