

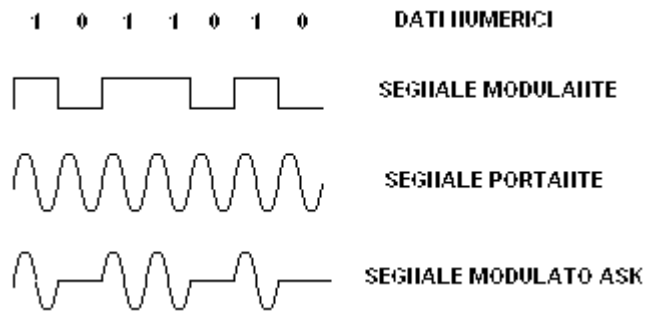
MODULAZIONI NUMERICHE

Si chiamano *modulazioni numeriche* quel tipo di modulazioni in cui il segnale modulante è di tipo numerico e vengono impiegate nella trasmissione dati fra **modem**, nei **ponti radio**, nei **cellulari**, nei collegamenti via **satellite**.

Essenzialmente sono le tre seguenti:

- **ASK** (*Amplitude Shift Keying* = modulazione a spostamento di ampiezza).
- **FSK** (*Frequency Shift Keying* = modulazione a spostamento di frequenza).
- **PSK** (*Phase Shift Keying* = modulazione a spostamento di fase).

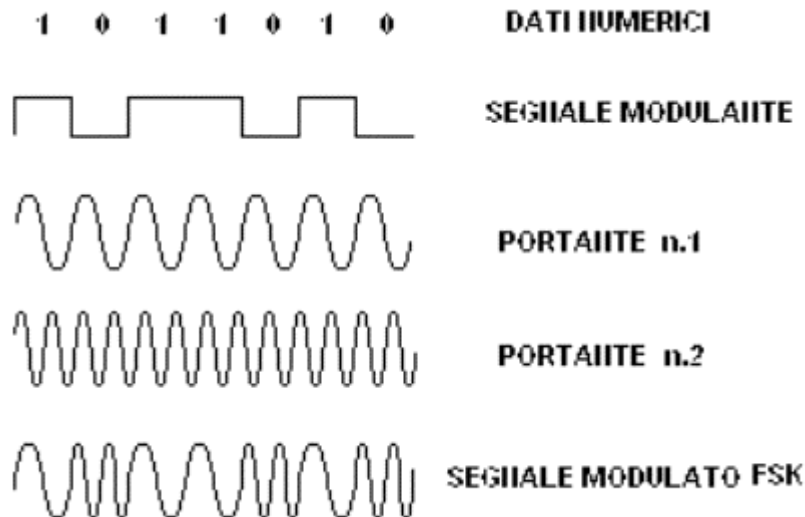
Nella **ASK** il segnale digitale, che costituisce l'informazione da trasmettere, va a modulare una portante sinusoidale facendone variare l'ampiezza in modo tale da far corrispondere all'uno logico la portante stessa e, allo zero logico l'assenza della portante, come in figura.



Questo tipo di modulazione, di facile realizzazione sia nei modulatori che nei demodulatori, è stata usata sempre nelle telescriventi e in qualche tipo di ponte radio a breve distanza.

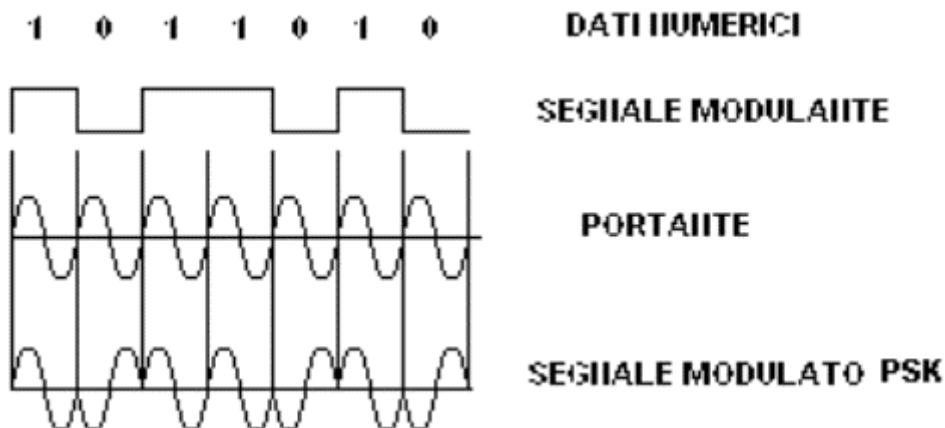
Purtroppo è molto sensibile al rumore, per cui oggi è quasi caduta in disuso nonostante sia stata usata per prima.

Nella **FSK** si hanno due possibili portanti a frequenze diverse che vengono abbinate ai due valori logici binari uno e zero come in figura.



Questo tipo di modulazione è stata usata nei primi modem, V21 e V23 molto lenti rispetto a quelli odierni, ed è tuttora usata nei ponti radio e nelle trasmissioni fra cellulari del tipo GSM.

*La modulazione numerica più moderna è certamente la **PSK**, nella quale si ha una sola portante e quindi i due valori numerici uno e zero vengono fatti corrispondere a due fasi diverse della stessa frequenza: 0° e 180° rispettivamente, come in figura.*



*Per aumentare la velocità di trasmissione dell'informazione, mantenendo costante la velocità di modulazione, invece di trasmettere solo due valori angolari, 0° e 180° , oggi si è pensato di trasmettere un maggior numero di angoli diversi fra loro, e per consentire una più facile demodulazione in ricezione, visto che il demodulatore potrebbe commettere errore di interpretazione, si è pensato di far variare anche l'ampiezza del segnale modulato dando luogo così alla modulazione **QAMPSK** (*Quadrature Amplitude Modulation Phase Shift Keying*).*

Le più moderne modulazioni numeriche, quelle quindi che determinano grandi velocità di trasmissione sono quindi modulazioni di fase e di ampiezza.

Questo tipo di modulazioni sono usate soprattutto nel campo dei modem, ma anche dei ponti radio, delle trasmissioni satellitari e dei cellulari del tipo GSM.

La modulazione **16 QAM PSK**, ad esempio, è una modulazione numerica di ampiezza e fase a 16 livelli diversi.

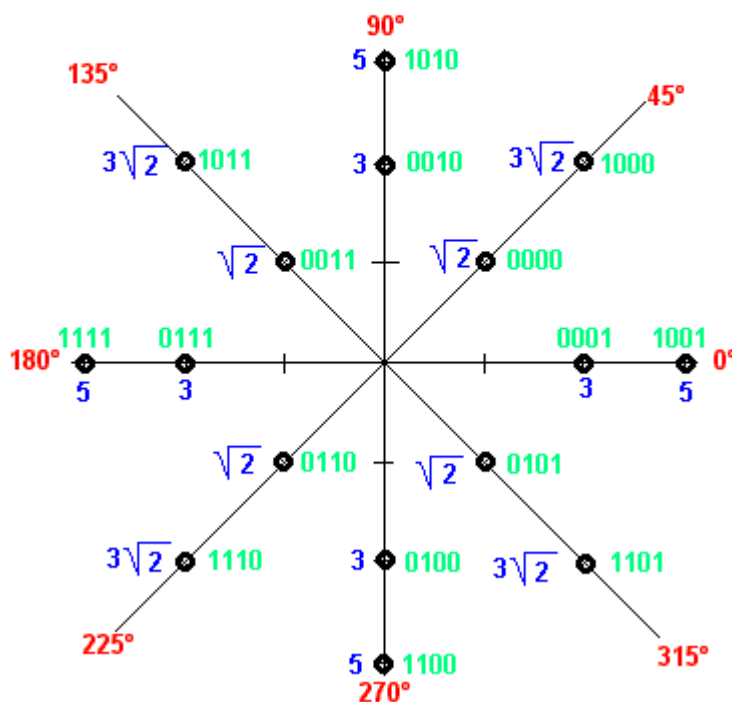
In questo caso quindi si ha una sola portante sinusoidale a una sola frequenza, ma si possono trasmettere 16 simboli diversi tra loro per cui, poiché $2^4 = 16$, l'informazione racchiusa in ogni simbolo che arriva a destinazione è eguale a 4 bit.

I 16 simboli che si vengono così a determinare sono costituiti da due gruppi di 8 ciascuno:

- un tratto di sinusoide con fase scelta fra: $0^\circ - 90^\circ - 180^\circ - 270^\circ$ e ampiezza $3V$ oppure $5V$;
- un tratto di sinusoide con fase scelta fra: $45^\circ - 135^\circ - 225^\circ - 315^\circ$ e ampiezza $\sqrt{2}V$ oppure $3\sqrt{2}V$

COSTELLAZIONE PER LA MODULAZIONE 16 QAMPSK

IN ROSSO: ANGOLI
IN VERDE: QUADRIBIT
IN BLU: AMPIEZZE



Come già detto, ogni configurazione che arriva a destinazione porta con sé l'informazione di 4 bit, per cui a ciascuna di esse è abbinato un quadrabit,

cioè un gruppo di 4 bit cui corrisponde secondo lo schema il diagramma seguente in cui ad ogni configurazione è fatta corrispondere, una fase angolare, un'ampiezza, ed un gruppo di 4 bit.