

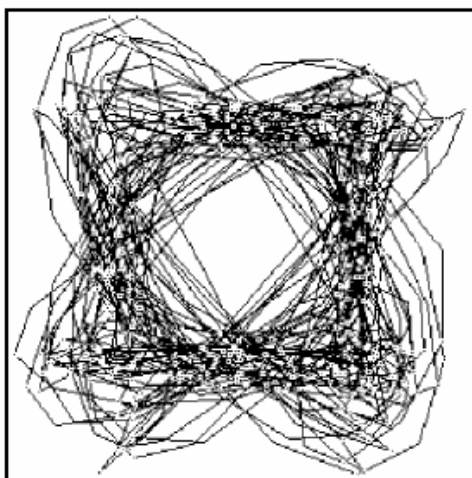


Appendice: La modulazione HPSK

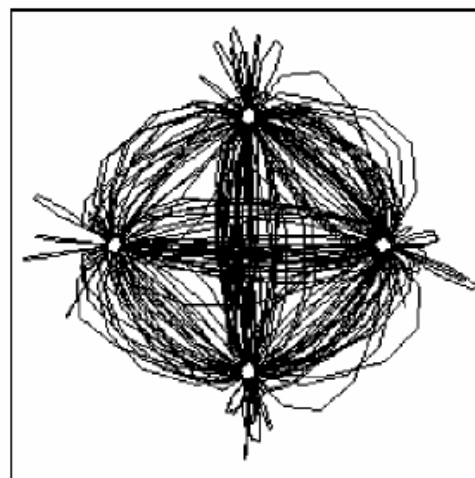
Uno degli obiettivi principali di una tecnica di modulazione per applicazioni wireless è di ridurre il PAR (peak-to-average power ratio). Il problema è che un elevato PAR determina una più rapida mortalità delle batterie. Nei sistemi 2G le tecniche OQPSK e GMSK riescono a ridurre le transizioni per lo zero nello spazio dei segnali abbassando così il PAR. Queste tecniche però sono progettate per la trasmissione di un solo servizio, ma non danno buoni risultati per realizzare tecniche CDMA. I sistemi 3G invece sono introdotti per mettere a disposizione dell'utente più servizi lavorando con canali a livelli di potenza diversi.

Nei sistemi con più canali a differenti livelli di potenza c'è bisogno di bilanciare la potenza sui due rami. Questo si fa con il complex scrambling. L'utilizzo delle sequenze pn fa sì che tutte le transizioni nello spazio dei segnali sono possibili non garantendo un PAR basso.

OQPSK



QPSK with BASIC
COMPLEX SCRAMBLING

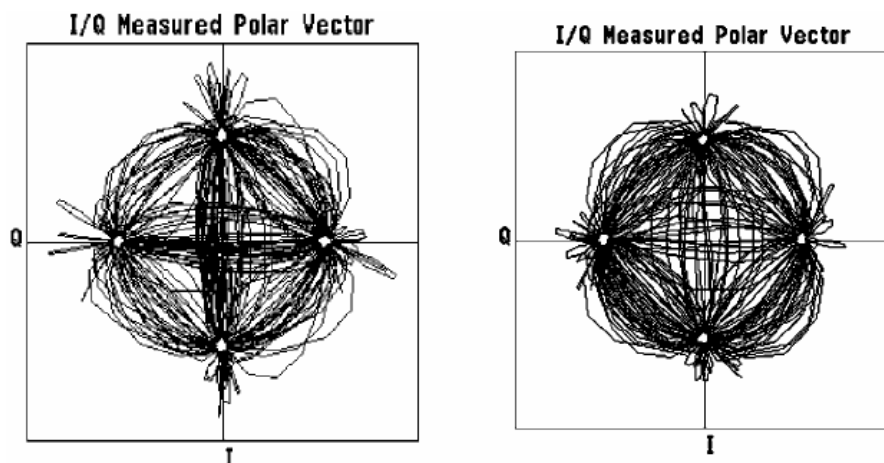




Nella prima figura l'OQPSK lavora per un solo canale, non ci sono passaggi attraverso lo zero nello spazio dei segnali. Nella seconda il QPSK con complex scrambling permette sia i passaggi per lo zero sia traiettorie a fase nulla.

L'HPSK è una variazione del complex scrambling che:

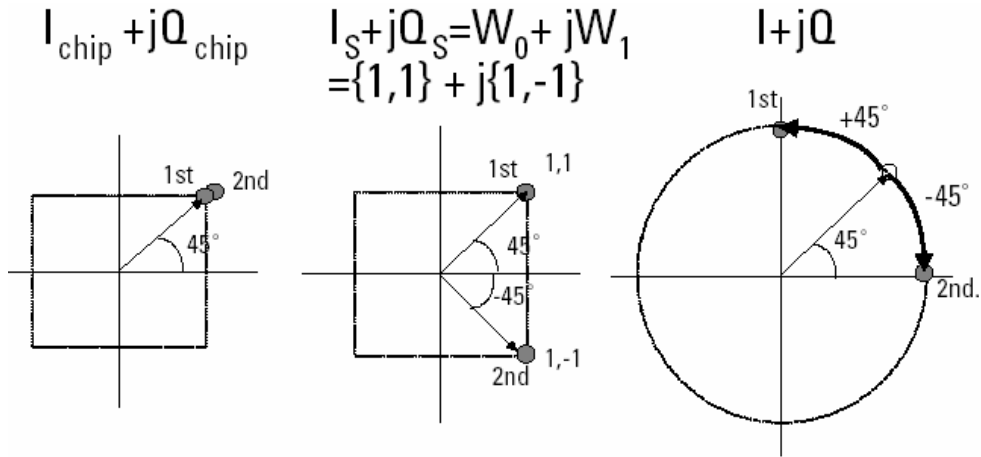
- (a) Riduce le transizioni attraverso lo zero dei simboli nello spazio dei segnali.
- (b) Elimina le traiettorie a fase nulla.



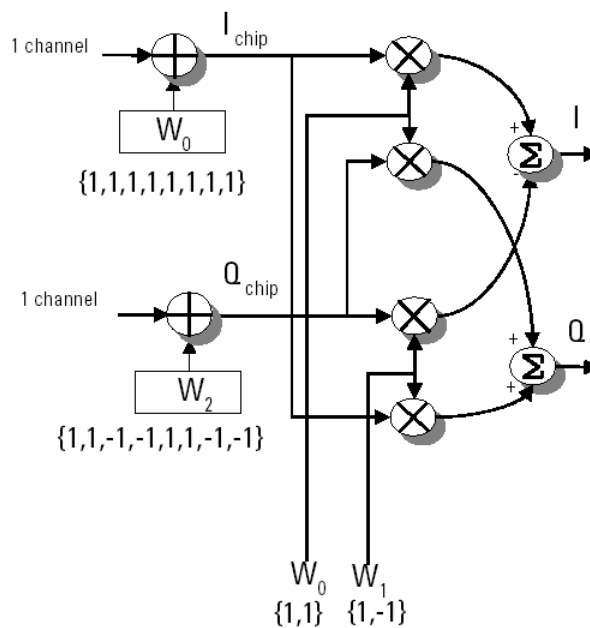
La figura a sinistra rappresenta le traiettorie dei simboli senza HPSK, mentre quella di destra con HPSK presenta un netto miglioramento.

Per I_s e Q_s presenta due sequenze fisse: $I_s=W_0=[1,1]$ e $Q_s=W_1=[1,-1]$.

W_0 e W_1 sono detti Walsh Rotator.

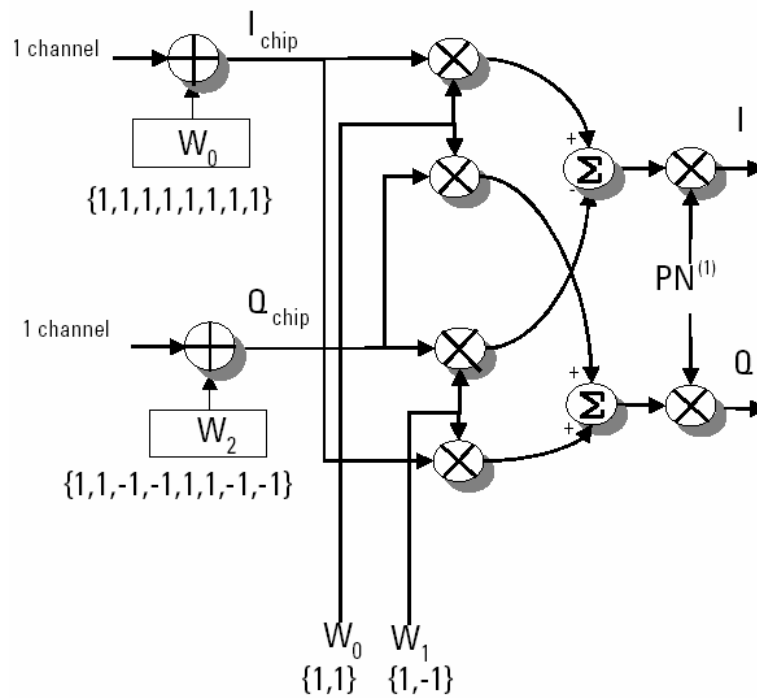


I Walsh Rotator determinano uno sfasamento di 90° tra due simboli consecutivi uguali. Così evita i passaggi attraverso lo zero per raggiungere quel punto e le traiettorie a fase nulla all'interno di una coppia di simboli. In questo modo sicuramente dimezzo le traiettorie a fase nulla se però mi arrivano sempre simboli a coppie uguali. Per garantirmi questo, utilizzo sequenze di spreading a coppie uguali.



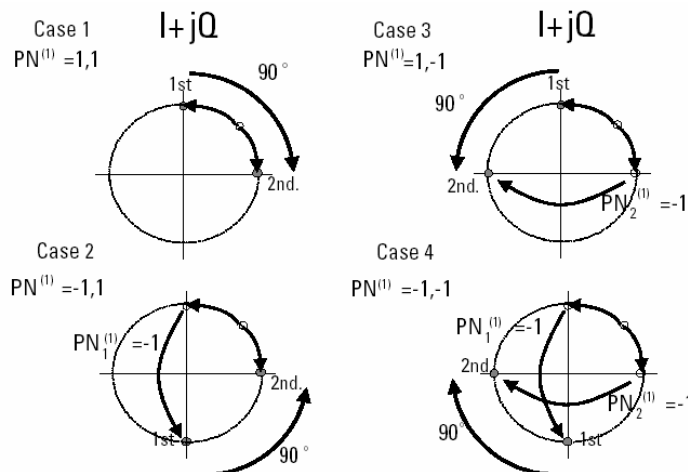


La scelta di I_s e Q_s fissi non consente però di distinguere i vari servizi, a questo proposito si introduce una sequenza pseudonoice PN1 che è la stessa per entrambi i rami I e Q.



La moltiplicazione per la sequenza PN1 può essere fatta anche prima moltiplicando direttamente per I_s e Q_s .

Questa operazione non modifica gli sfasamenti di 90° tra i simboli consecutivi uguali:

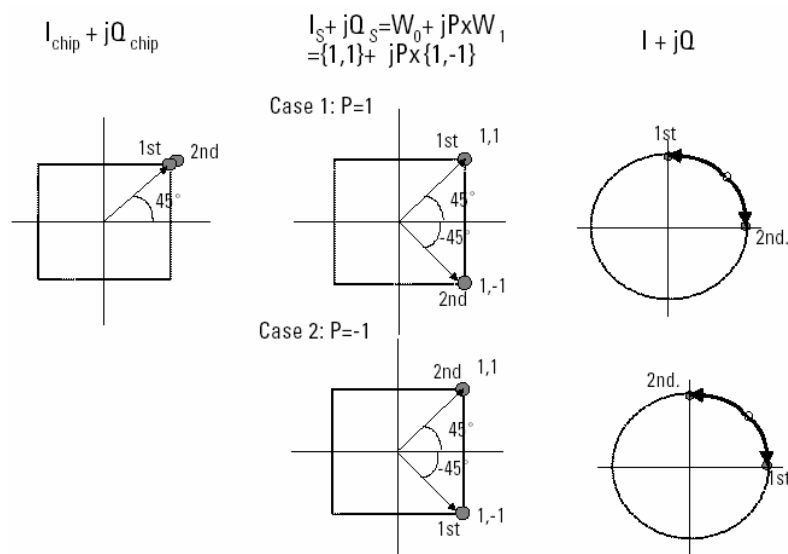




Si vede dalla figura che i simboli che avevano uno sfasamento di 90° vengono spostati nello spazio dei segnali, ma conservano lo stesso sfasamento.

Per evitare periodicità nelle rotazioni e per ridurre le MAI (Multi Access Interference) si introduce una seconda sequenza PN2 che agisce solo su Q. Per garantire lo stesso rate sui due rami la PN2 va decimata.

La figura seguente mostra come agisce la sequenza PN2 decimata (P). Nel primo caso con $P=1$ il primo simbolo è ruotato di $+45^\circ$ mentre il secondo di -45° . Invece quando $P=-1$ le rotazioni per i simboli sono invertite. In questo modo si è reso random il verso della rotazione.

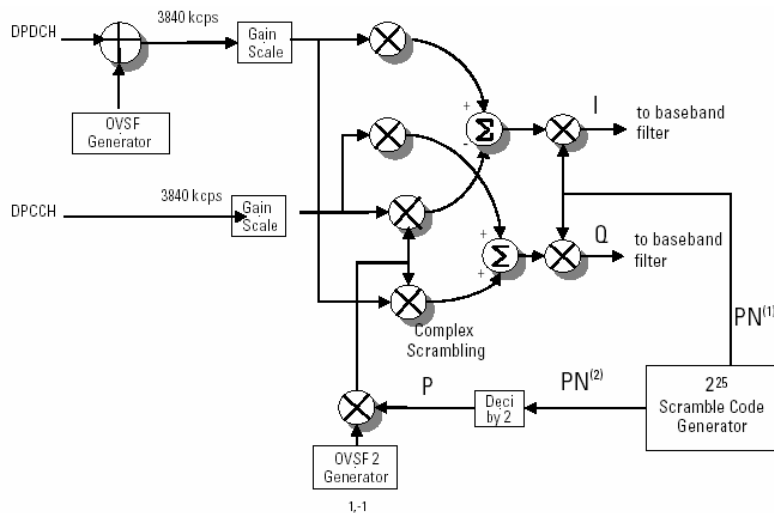


Alla fine otteniamo $I+jQ = (I_{\text{chip}}+jQ_{\text{chip}})(I_S+jQ_S)$ con

- $I_S = \text{PN1} * W_0 = \text{PN1}$
- $Q_S = \text{PN1} * P * W_1$



Lo schema di trasmissione finale per il W-CDMA che utilizza l'HPSK è il seguente:



Nello schema sopra OVSF2 generator produce W_1 . Siccome la moltiplicazione per W_0 non modifica PN_1 l'operazione non è implementata. I valori dei rate si riferiscono allo standard del W-CDMA.

CONCLUSIONI:

La probabilità di passaggi attraverso lo zero e di traiettorie a fase nulla è ridotta da $1/4$ a $1/8$ passando dal PNCQPSK all'HPSK che comporta un miglioramento del PAR di 1.5 dB.