

Digitalne modulacije

OQAM (*Offset* QPSK)

OQAM

Uvod

- OQAM je modifikacija QAM modulacije, nastala sa ciljem da se smanji maksimalna promena faze koja može da se dogodi na prelazu između susednih signalizacionih intervala
 - Promena faze na prelazima između susednih intervala uzrokuje skokovitu promenu amplitude
 - Za realizaciju pojedinih prenosnih sistema koriste se nelinearni elementi
 - Primer – transponderi u satelitskim sistemima
 - Skokovite promene amplitude u signalu na ulazu transpondera uzrokuju da signal na izlazu transpondera bude značajno šireg spektra nego ulazni signal
 - Ovaj efekat je nepovoljan i potrebno ga je minimizovati
 - Zato se u praksi, u pojedinim situacijama, umesto QPSK koristi OQPSK modulacija

QPSK

- QPSK signal nastaje kao kombinacija dva binarna polarna ASK signala, jedan je sa nosiocem u fazi, a drugi sa nosiocem u kvadraturi:

$$s_m(t) = s_{m_1}(t) + s_{m_2}(t)$$

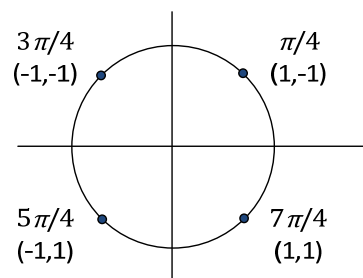
gde su:

$$s_{m_1}(t) = s_1(t) \cos(2\pi f_0 t)$$

$$s_{m_2}(t) = s_2(t) \sin(2\pi f_0 t)$$

- $s_1(t)$ i $s_2(t)$ su modulišući signali u osnovnom opsegu – binarni polarni NRZ signali
 - Radi jednostavnosti, uzećemo da su amplitude modulišućih signala ± 1

- Konstelacija QPSK signala:

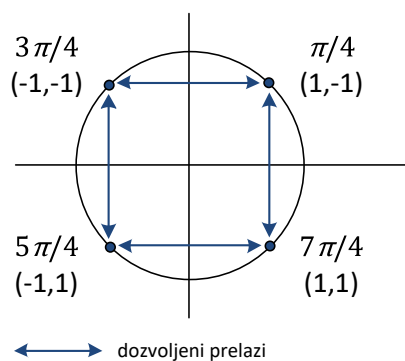


- Uz simbole u konstelaciji prikazane su odgovarajuće vrednosti amplitude modulišućih signala

- Kod QPSK, dozvoljen je „prelaz“ iz bilo kog simbola u konstelaciji u bilo koji drugi simbol
 - tj, moguće je da u narednom signalizacionom intervalu signal dobije bilo koju vrednost faze (iz skupa dozvoljenih vrednosti)
 - Maksimalna promena vrednosti faze je stoga π
 - Do ove promene dolazi ukoliko se simultano promene vrednosti amplituda oba modulišuća signala, npr:
 - $(1,-1) \leftrightarrow (-1,1)$
 - $(1,1) \leftrightarrow (-1,-1)$

OQPSK

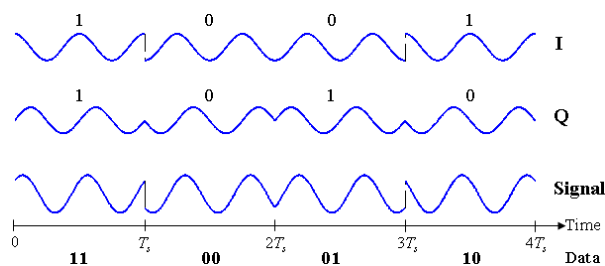
- OQPSK modulacija je modifikacija QPSK kod koje su modulišući signali pomereni za polovinu signalizacionog intervala
 - Odatle i termin *offset* u imenu modulacije
- Ovim se postiže da promene amplitude kod oba modulišuća signala nisu simultane, nego se na polovini signalizacionog intervala menja samo jedna od njih
 - Posmatrano na konstelacionom dijagramu, to znači da su dozvoljeni samo prelazi:
 - $(1,-1) \rightarrow (1,1)$ i $(1,-1) \rightarrow (-1,-1)$
 - $(-1,-1) \rightarrow (-1,1)$ i $(-1,-1) \rightarrow (1,-1)$
 - $(-1,1) \rightarrow (-1,-1)$ i $(-1,1) \rightarrow (1,1)$
 - $(1,1) \rightarrow (1,-1)$ i $(1,1) \rightarrow (-1,1)$



- Maksimalna promena vrednosti faze je $\frac{\pi}{2}$
 - Manje nego kod QPSK
- Stoga su i skokovite promene amplitude kod OQPSK manje nego kod QPSK

Primer (preuzet sa wikipedia.org)

- Neka se prenosi informaciona sekvenca 1,1,0,0,1,1,0
- Informaciona sekvenca se deli na dva modulišuća signala, jedan u fazi, drugi u kvadraturi
 - Neparni biti se prenose prvim signalom, parni drugim signalom
 - Amplitude modulišućih signala su:
 - Komponenta u fazi (označena se I, *in-phase*): 1,-1,-1,1
 - Komponenta u kvadraturi (označena se Q, *quadrature*): 1,-1,1,-1
- Vremenski oblik QPSK signala je:

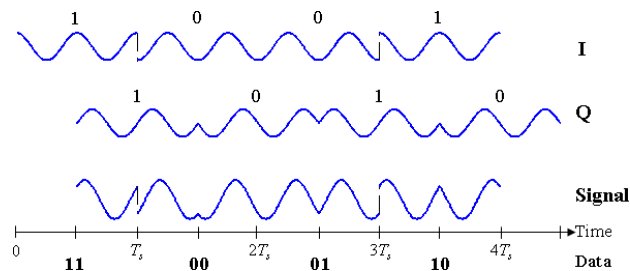


Digitalne modulacije

7/20

Primer

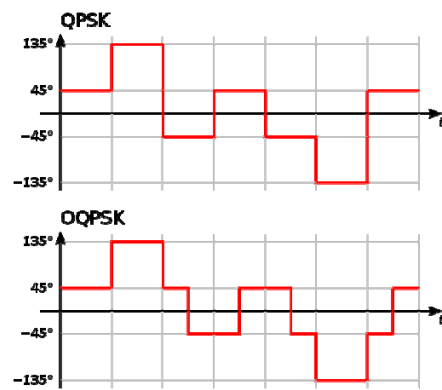
- Vremenski oblik OQPSK signala je:



Digitalne modulacije

8/20

- Devijacije faze su:



- Iz primera se vidi da kod OQPSK, za razliku od QPSK, ne postoje promene faze veće od $\pi/2$

KRAJ