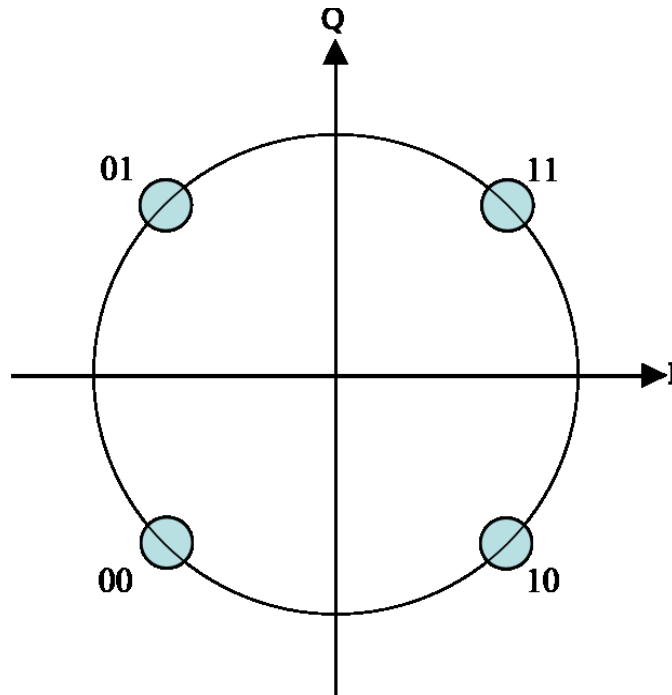


Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra telekomunikácií

Bloková a elektronická schéma zapojenia štvorstavovej fázovej modulácie QPSK

QPSK modulacia

Známa ako kvartálna PSK, 4-PSK, alebo 4-QAM. QPSK používa 4 body v súhvezdí, ako diagram, okolo kruhu. QPSK môže zakódovať dva bity na symbol v štyroch fázach, čo je zobrazené na obrázku, s Grayovým kódovaním. Analýza ukazuje, že táto modulácia môže byť použitá buď pre zdvojnásobenie prenosovej rýchlosti v porovnaní s obyčajným BPSK systémom pri zachovaní šírky pásma signálu alebo pre zachovanie data-rate BPSK, ale bude zmenšená šírka pásma o polovicu.



Použitie

Využitie QPSK modulácie prevláda viac ako BPSK modulácia a taktiež zdôrazňuje implementáciu vyššej PSK modulácie.

Základný vzťah pre QPSK moduláciu na prenos sínusových a kosínusových signálov:

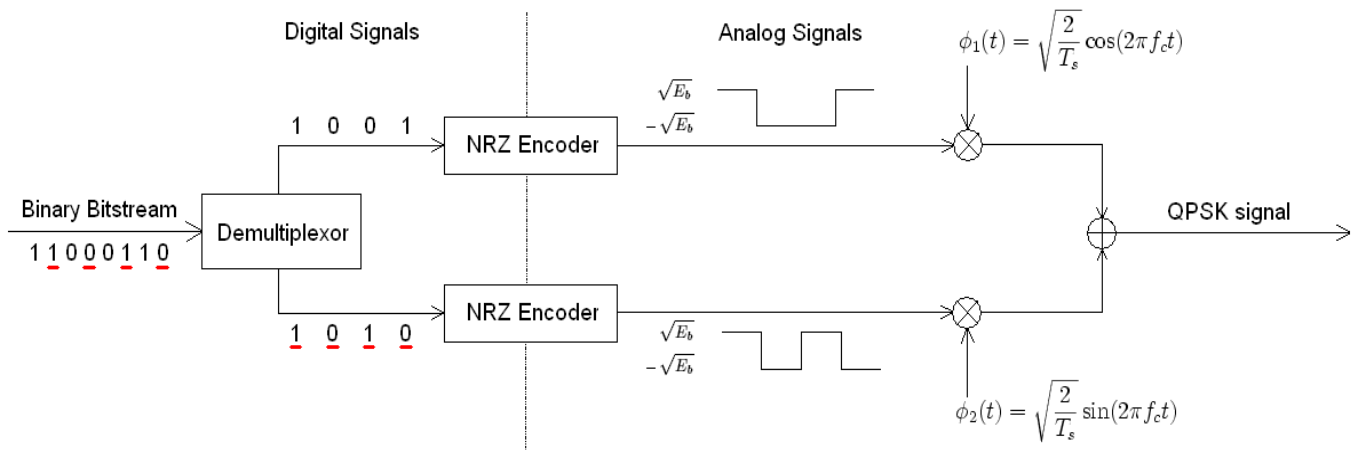
$$s_i(t) = \sqrt{\frac{2E_s}{T}} \cdot \cos\left(2\pi f_c t + (2i-1)\frac{\pi}{4}\right), i=1,2,3,4$$

Výsledok v dvojrozmernom signálnom priestore s bázovými funkciami

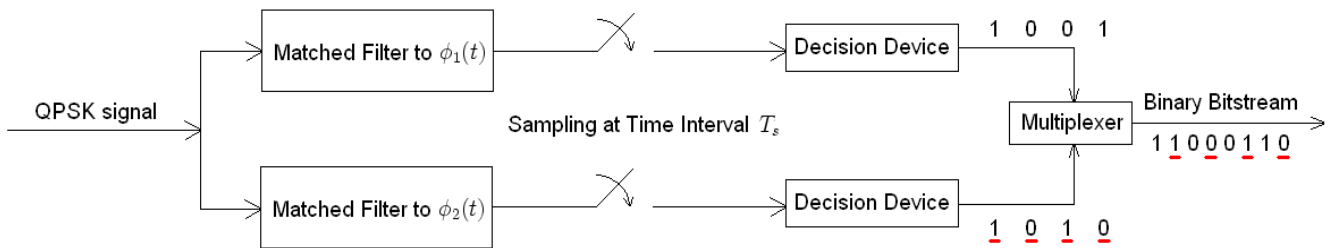
$$\Phi_1(t) = \sqrt{\frac{2}{T_s}} \cos(2\pi f_c t)$$
$$\Phi_2(t) = \sqrt{\frac{2}{T_s}} \sin(2\pi f_c t)$$

Prvá bázová funkcia je používaná vo fázových komponentoch signálu a druhá funkcia ako kvadraturný komponent signálu.

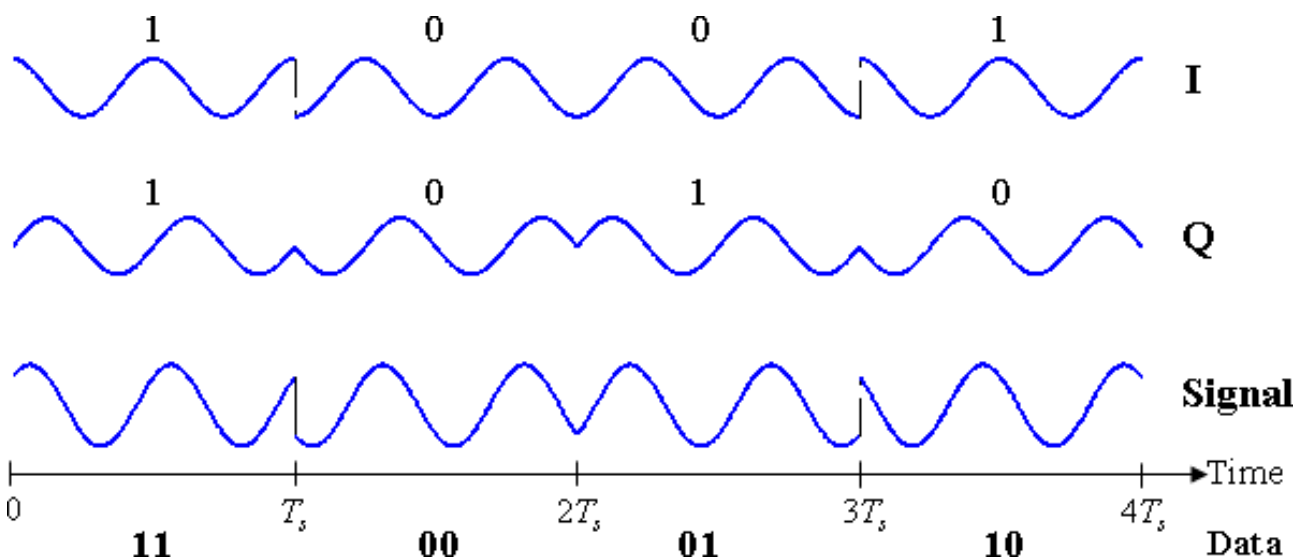
V porovnaní s BPSK moduláciou, základnými funkciami, môžeme vidieť, že QPSK modulácia môže byť zobrazená ako 2 nezávislé BPSK signály. QPSK systémy môžu byť implementované v rôznych smeroch. Na obrázku sú znázornené hlavné komponenty vysielača a prijímača a kódovanie signálu.



Schéme prijímača QPSK.



QPSK signál v časovej oblasti



Podľa obrázku vidno, že signál je prenášaný ako sínus a kosínus. Výsledný signál je znázornený najbližšie k časovej osi.

Chybovosť

Pravdepodobnosť chyby na bit je rovnaká ako pri BPSK a vypočíta sa podľa vzťahu

$$P_b = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right),$$

čo je veľkou výhodou oproti BPSK, že pri dvojnásobnej prenosovej rýchlosti dosiahneme rovnakú chybovosť.

Pravdepodobnosť chyby na symbol sa vypočíta podľa vzťahu

$$P_s = 1 - (1 - P_b)^2 = 2Q\left(\sqrt{\frac{E_s}{N_0}}\right) - Q^2\left(\sqrt{\frac{E_s}{N_0}}\right)$$

Ak je odstup signál-šum príliš nízky, pravdepodobnosť chyby na symbol bude aproximovať k

$$P_s \approx 2Q\left(\sqrt{\frac{E_s}{N_0}}\right)$$

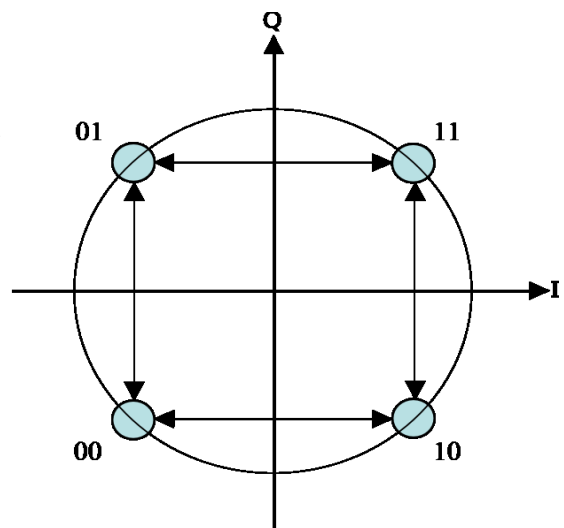
Varianty QPSK

Offset QPSK

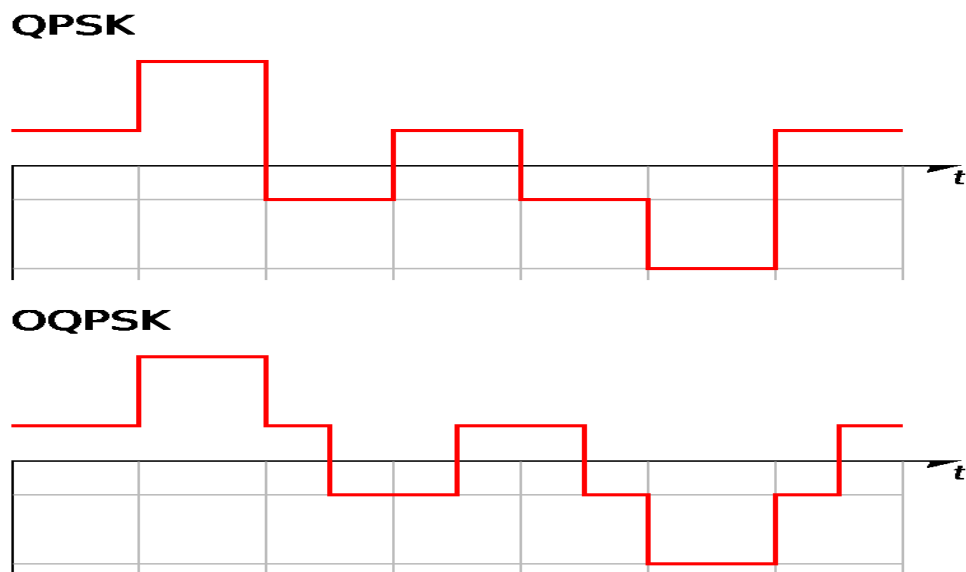
Offset QPSK je variantom PSK modulácie používajúca 4 rôzne hodnoty fázy na prenos informácie. Je to niekedy nazývané aj SQPSK.

Ako je vidno na obrázku, signál nikdy nepretína nulu ak sa zmení len jeden bit symbolu v čase.

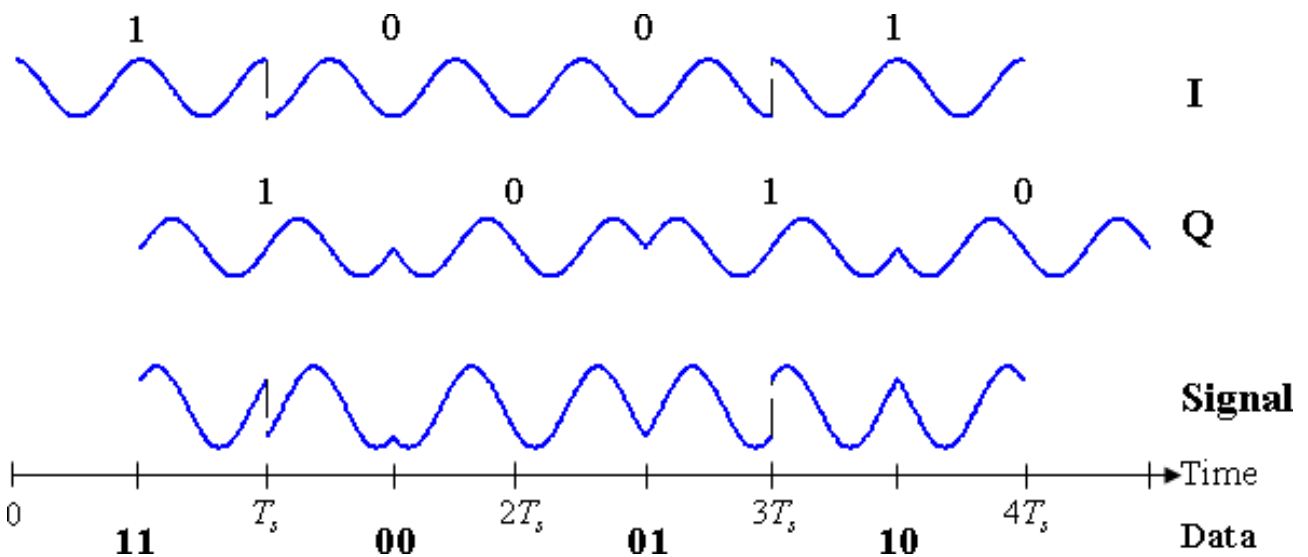
Keď zoberieme 4 hodnoty fázy v čase, symbol dovoľuje fáze signálu skok až o 180°. Keď je signál filtrovaný cez dolnopriepustný filter (ako je typické pre vysielateľ), tento fázový skok má za následok veľké výkyvy amplitúdy, čo je nežiaduce v telekomunikačných systémoch. Vyrovnávaním načasovania nepárnych a párnych bitov v jednej bitovej perióde, alebo v polperióde symbolu, fázové a kvadráturke zložky sa nikdy nezmenia v rovnakom čase. Toto môže obmedziť posun fázy na nie viac ako 90° naraz. To zabezpečuje oveľa nižšie výkyvy amplitúdy ako non-offset QPSK a preto je častejšie preferovaná v praxi.



Obrázok nižšie ukazuje rozdiel v správaní fázy medzi obyčajným QPSK a OQPSK. Môžeme vidieť, že QPSK sa môže fáza zmeniť až o 180° , zatiaľ čo v OQPSK zmeny nie sú nikdy väčšie ako 90° .



Ako je vidno na obrázku nižšie, k náhlejšej zmene fázy dochádza približne dvakrát tak často ako u QPSK, ale veľkosť skokov je menšia pri použití OQPSK v porovnaní QPSK.

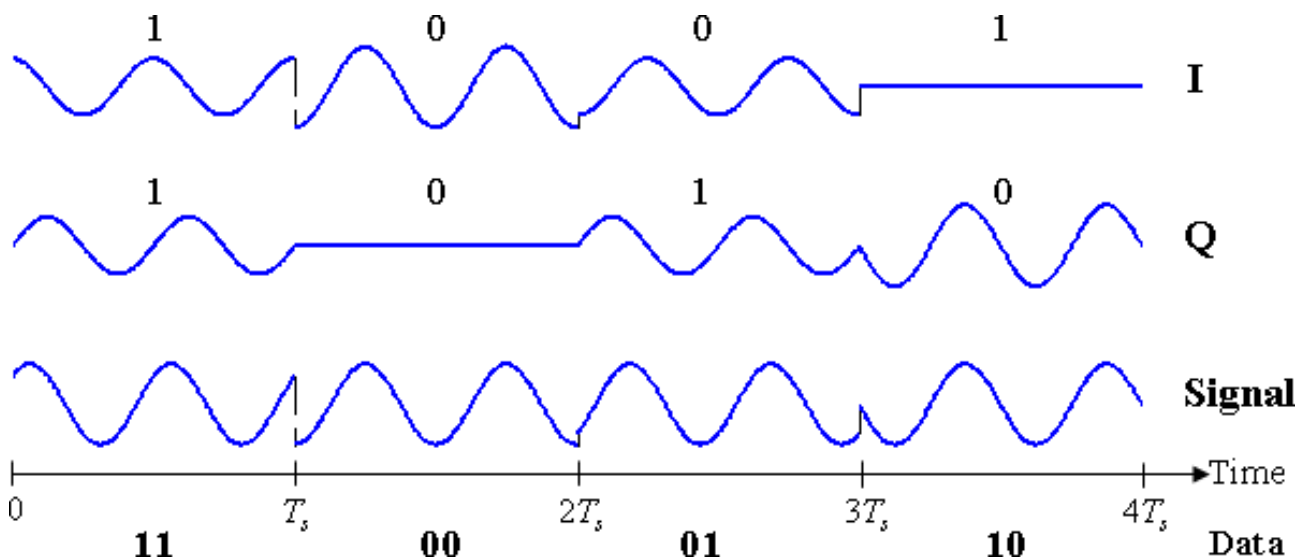
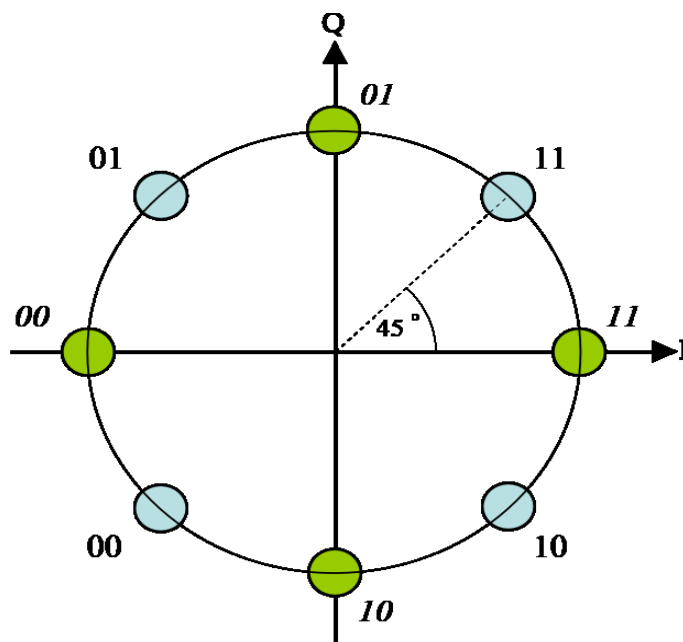


$\pi/4$ QPSK

Tento variant QPSK používa 2 identické konštalácie, ktoré sú otáčené o 45° ($\pi/4$ radiánov, odtiaľ je odvodený názov) vo vzťahu jeden k druhému. Zvyčajne a to buď párne alebo nepárne symboly sa používajú pre výber bodov z jednej z konštelácií a ďalšie symboly vyberajú body z iných konštelácií. To znižuje fázový posun z max. 180° , ale len do posunu o 135° a tak amplitúda kolísania $\pi/4$ -QPSK je medzi OQPSK a QPSK.

Jednou z charakteristík tejto modulačnej schémy je, že ak je modulovaný signál zastúpený v komplexnej oblasti, tak nemá žiadne cesty cez začiatok. Inými slovami, signál neprechádza počiatkom. To znižuje dynamický rozsah kolísania signálu, čo je žiaduce, keď riadiacich signáloch.

$\pi/4$ -QPSK je vhodný pre jednoduché demodulovanie a bol prijatý na použitie, napríklad v TDMA mobilných telefónnych systémoch.



SOQPSK

Bezličenčná shaped-offset QPSK (SOQPSK) je interoperabilná s Feherovou QPSK (Feher-patented FQPSK), v tom zmysle, že integrovaný odstupový QPSK detektor produkuje rovnaký výstup, bez ohľadu na to, aký vysielateľ bol použitý.

Tieto modulácie sledujú tvar krivky I a Q tak, že zmena prebieha veľmi hladko a amplitúda zostáva zachovaná počas celého trvania vysielania.

DPQPSK

Duálne polarizovaná QPSK (dual-polarization QPSK – DPQPSK).

Použitá literatúra:

http://en.wikipedia.org/wiki/Phase-shift_keying