

Osnova ZKSI Přednáška 10

POKROČILÉ MODULACE

Vícestavové modulace

Použití vícestavových modulací

- úspora šířky pásma
- menší odolnost proti rušení
- nutné lineární zesilovače (rozdíl proti dvoustavovým FSK a PSK)

$$V_p = V_m \log_2 s$$

$$V_m = V_p / \log_2 s$$

Šířka pásma B [Hz]:

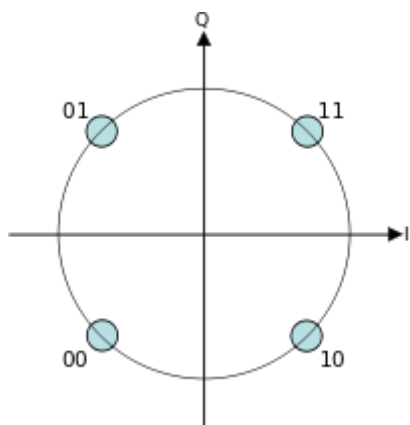
$$V_m / 2 < B < V_m$$

I-Q rovina

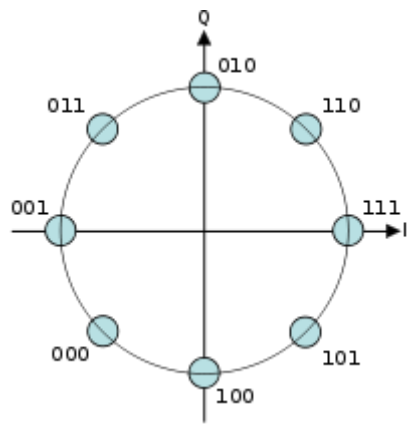
I – osa signálu ve fázi

Q- osa signálu pootočeného o $\pi/2$ (90 stupňů)

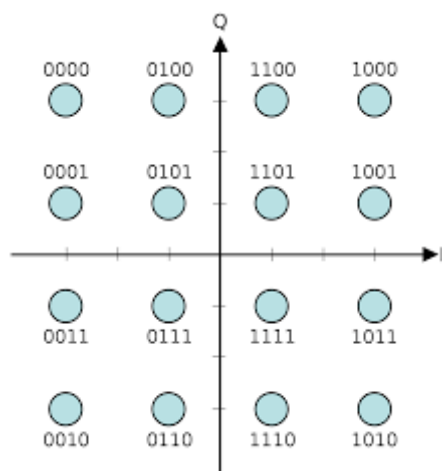
Možnost přehledného zobrazení vícestavových signálů



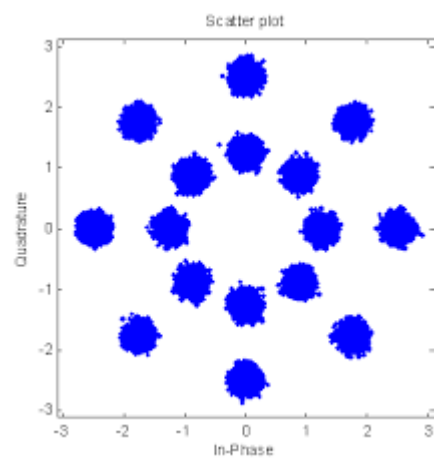
Příklad čtyřstavové modulace 4-PSK (QPSK)



8-PSK

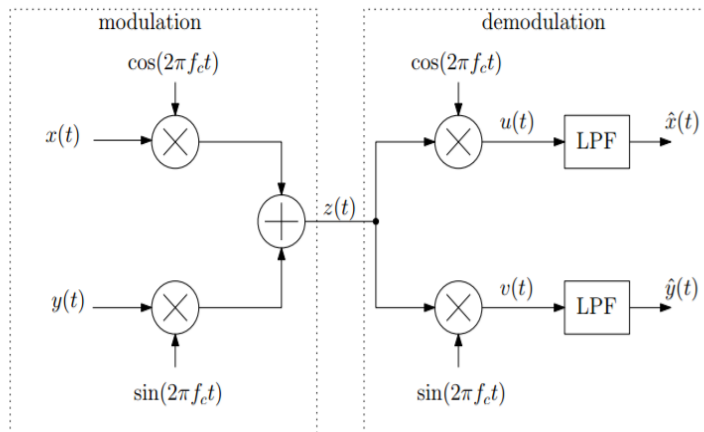


16-QAM



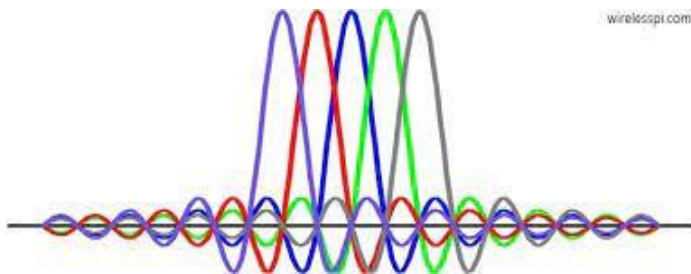
16-ASK-PSK

Modulace a demodulace vícepravových modulací

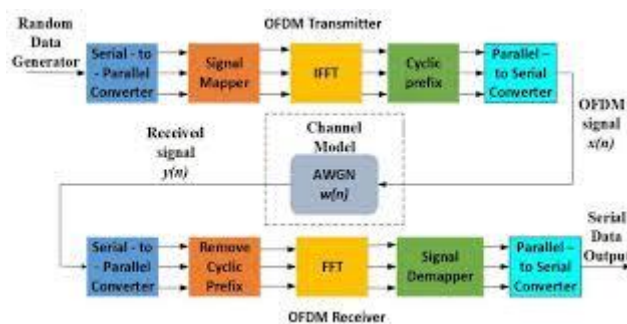


OFDM – ortogonální frekvenční multiplex

- Sousední nosné ortogonální v rámci jednoho symbolu
- Každá nosná může být namodulována např. BPSK, QAM, ...



OFDM spektrum



Modulátor a demodulátor OFDM

Použití:

- Digitální televize DVB-T, DVB-C – 8k nosných
- Digitální rozhlas DAB – 2k nosných
- LTE, 5G, 6G – až 128 nosných
- WiFi

Modulace – analogové (AM, FM, PM, QAM)

- digitální - v základním pásmu – (PAM, PWM, PPM, PCM, ...)

- s nosnou – (ASK, PSK, FSK, QAM)

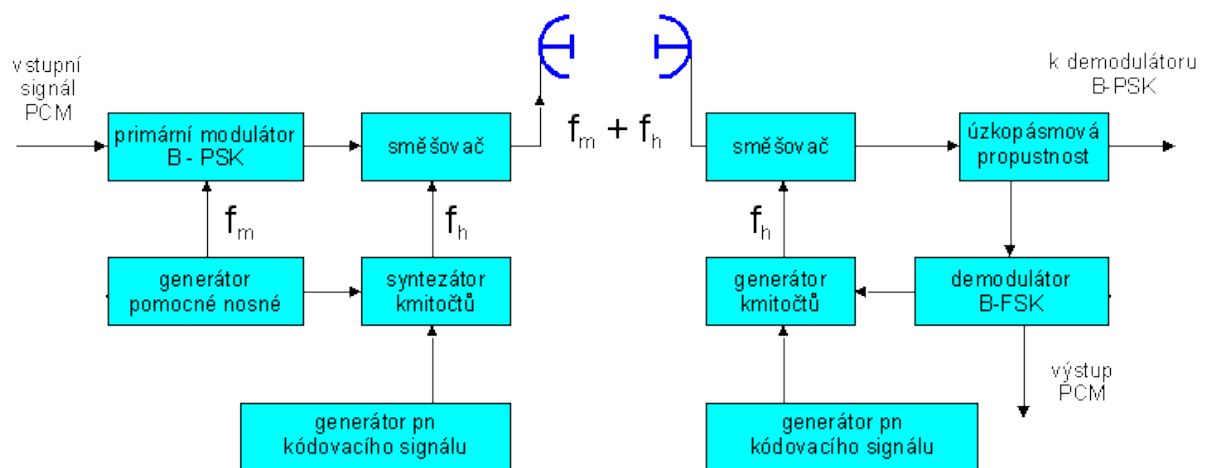
- s rozprostřeným spektrem (FHSS, DSSS)

Modulace s rozprostřeným spektrem

$f_{\text{chip}} \gg f_m$

f_{chip} – frekvence pseudonáhodné posloupnosti

FFHSS – Fast Frequency Hopping Spread Spectrum



DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum

