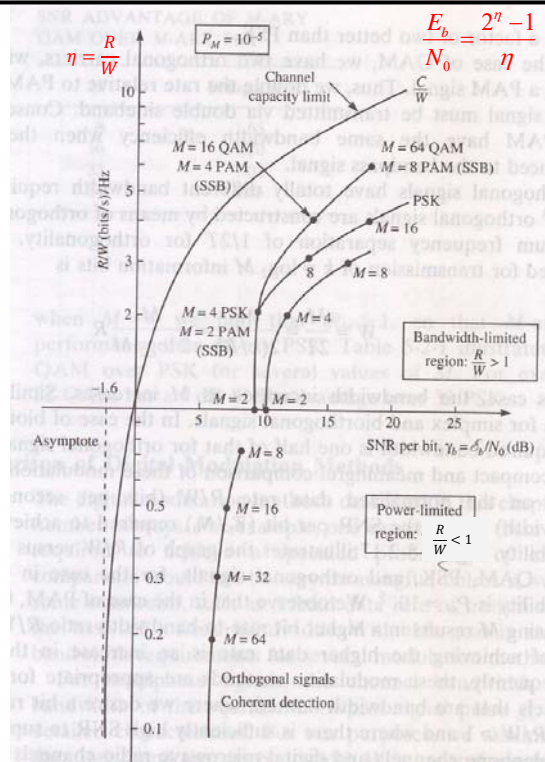


Digitalne modulacije

Poređenje modulacionih postupaka

- Za ocenu modulacionog postupka koriste se sledeći aspekti: verovatnoća (bitske) greške, spektralna efikasnost, kompleksnost modulacionog/demodulacionog postupka ...
- Jednostavno poređenje modulacionih postupaka, koje bi obuhvatilo sve aspekte od interesa nije moguće napraviti
- Osnovna podela modulacija je na modulacije koje „štede“ spektar i modulacije koje „štede“ snagu
 - U prvu grupu spadaju: prenos u osnovnom opsegu (PAM – *Pulse Amplitude Modulation*), PSK, QAM
 - Kod ovih modulacija, porastom broja simbola u alfabetu raste spektralna efikasnost (ne povećava se širina spektra signala sa porastom M)
 - Sa porastom M , verovatnoća greške značajno raste, pa je potrebno povećavati snagu signala, kako bi se verovatnoća greške kontrolisala
 - U drugoj grupi se nalazi FSK modulacija
 - Sa porastom M , raste širina spektra signala, pa opada spektralna efikasnost
 - Sa porastom M , verovatnoća greške raste sporo, pa nije potrebno značajno povećavati snagu signala

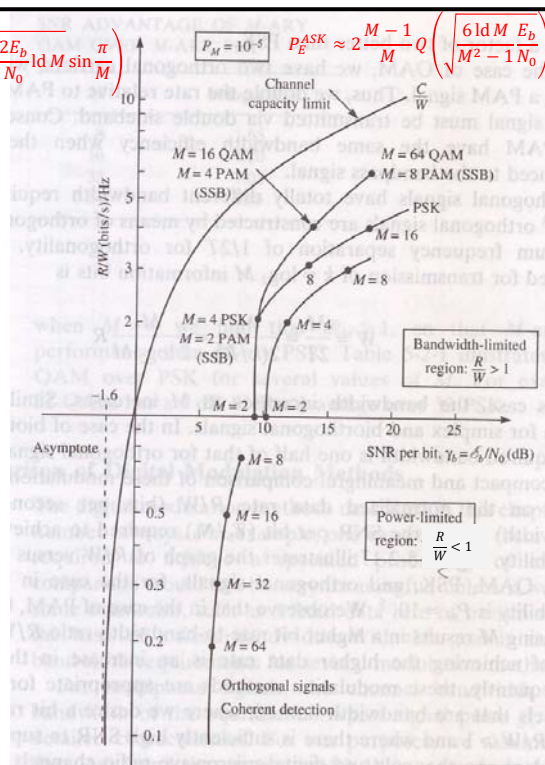
- Grafik je preuzet iz: Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill
- Grafik prikazuje odnos digitalnog protoka i širini spektra signala (tj. spektralnu efikasnost), označen sa $\frac{R}{W}$ u funkciji odnosa signal-šum po informacionom bitu, označenom sa $\gamma_b = \frac{E_b}{N_0}$, pri čemu je verovatnoća greške fiksirana na 10^{-5}
- Sa grafika se mogu izvesti sledeći zaključci:
 - QAM i PSK imaju istu spektralnu efikasnost za isti broj simbola u alfabetu (isto M)



$$P_E^{QAM} \leq 4Q \left(\sqrt{\frac{3 \text{ld} M E_b}{M-1 N_0}} \right)$$

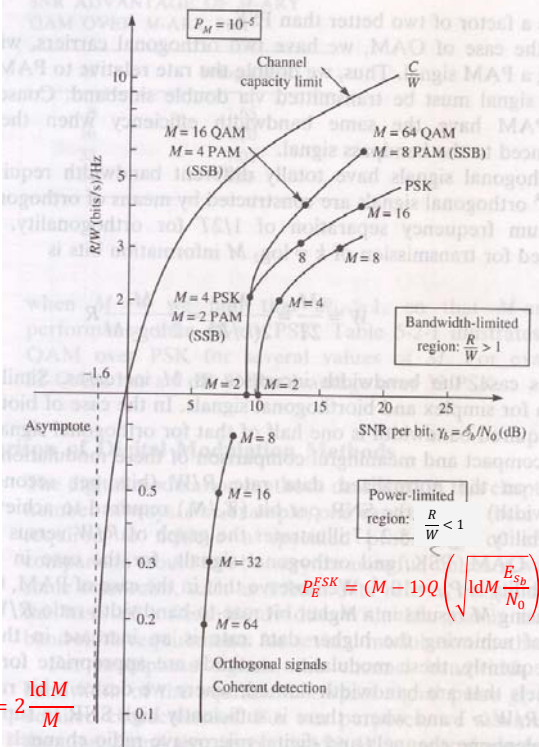
$$P_E^{PSK} \approx 2Q \left(\sqrt{\frac{2 E_b}{N_0} \text{ld} M \sin \frac{\pi}{M}} \right)$$

- Grafik je preuzet iz: Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill
- Grafik prikazuje odnos digitalnog protoka i širini spektra signala (tj. spektralnu efikasnost), označen sa $\frac{R}{W}$ u funkciji odnosa signal-šum po informacionom bitu, označenom sa $\gamma_b = \frac{E_b}{N_0}$, pri čemu je verovatnoća greške fiksirana na 10^{-5}
- Sa grafika se mogu izvesti sledeći zaključci:
 - QAM i PSK imaju istu spektralnu efikasnost za isti broj simbola u alfabetu (isto M)



- Za dato M , QAM modulacija zahteva manje γ_b nego PSK
 - QAM je najbolji izbor za vrednosti $M > 10$, ukoliko je širina opsega u sistemu ograničena
- Kod FSK modulacije, spektralna efikasnost opada sa porastom M , što je očekivano
- Kod FSK modulacije, sa porastom M , zahtevani odnos signal šum po bitu *informacije*, da bi se obezbedila zahtevana verovatnoća greške, opada!
 - Očigledno da FSK modulacija štedi snagu (po bitu informacije)

$$\eta = 2 \frac{\log M}{M}$$



KRAJ