

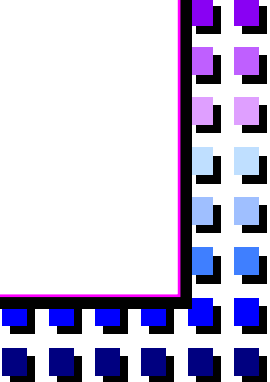


Infokommunikáció - 8. gyakorlat

<http://tel.tmit.bme.hu/InfoKomm>

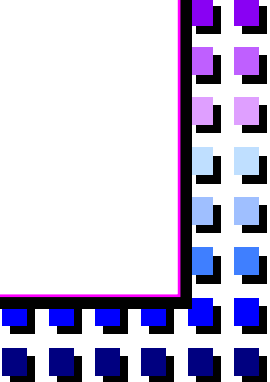
Marosi Gyula

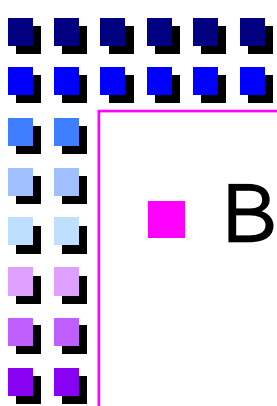
I.B.222., tel.: 1864
marosi@tmit.bme.hu



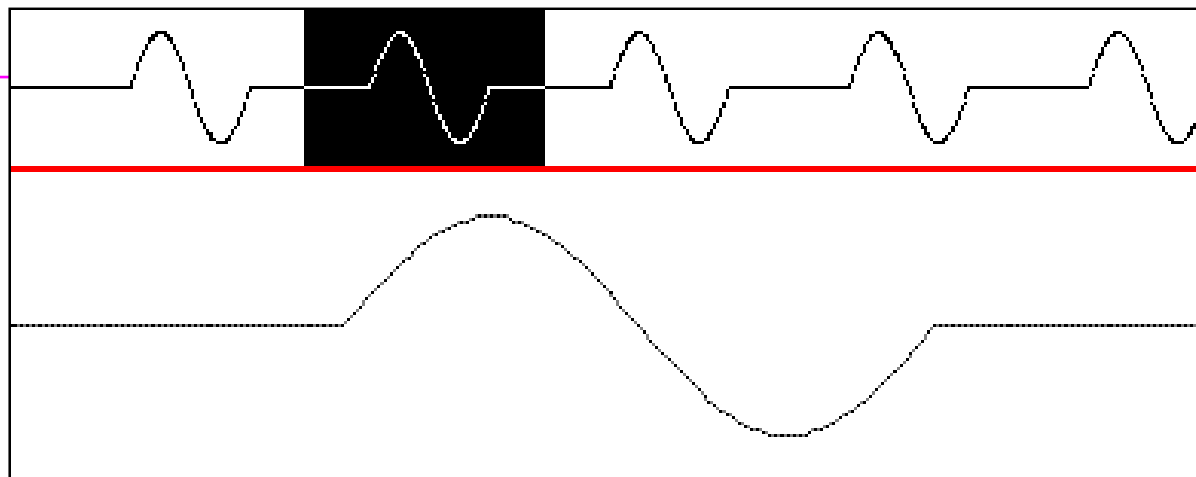


Szinuszos vivőjű digitális modulációk

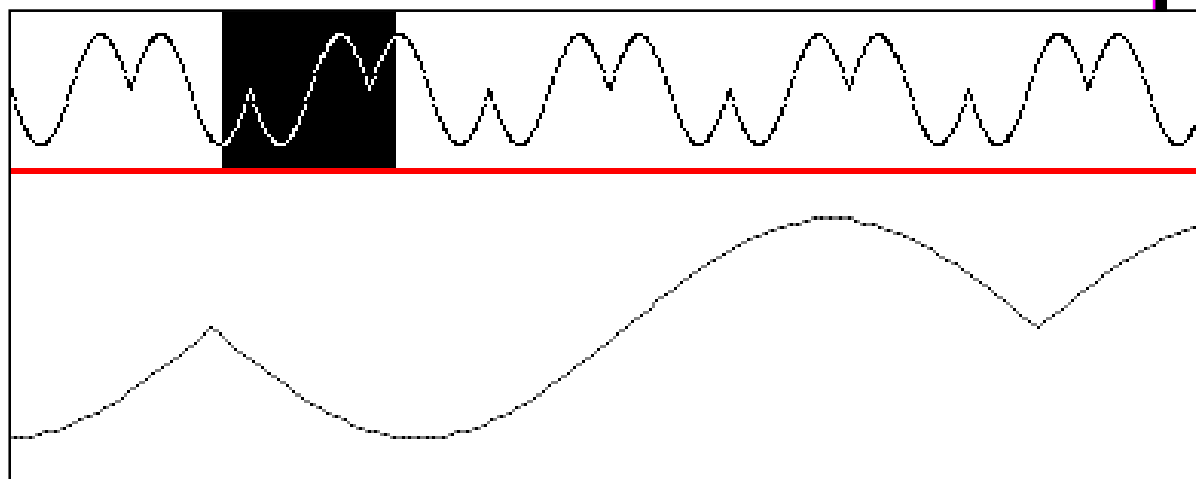
- Rajzoljuk fel:
 - » az elemi jelalakokat bináris ASK, PSK és FSK jelekhez;
 - » az $\{1, 0, 1, 1, 0\}$ bitsorozathoz tartozó jelszakaszokat!
 - Mi a reláció az OOK és a BPSK eljárások között?
 - Lehetne PAM + AM-xSB?
- 



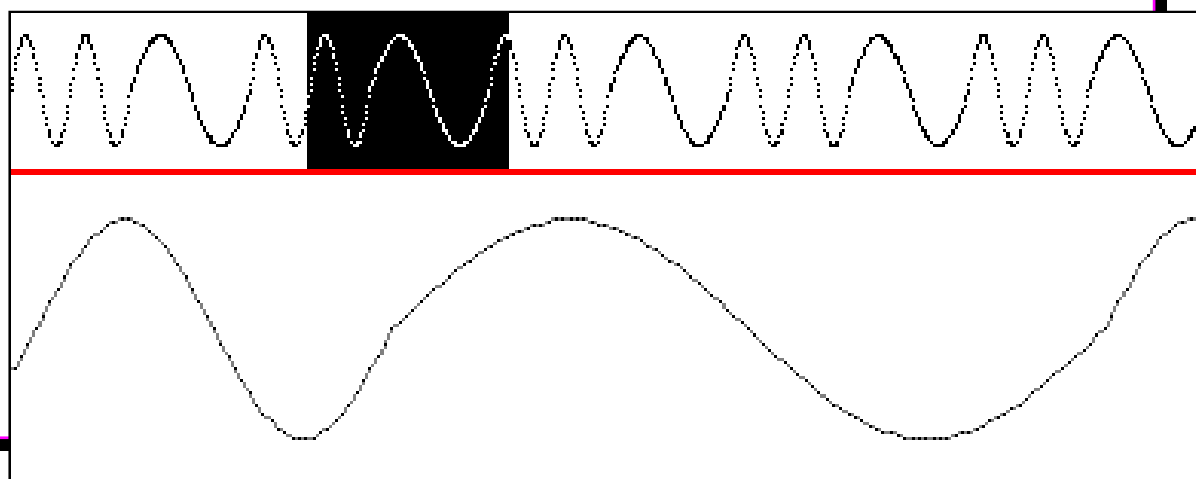
■ Bináris ASK jel:
(OOK)



■ Bináris PSK jel:
(BPSK)

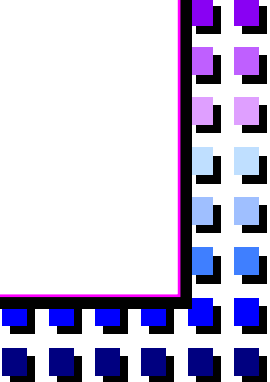


■ Bináris FSK jel:





Digitális modulációs eljárások

- Ismételjük át tudásunkat a megismert digitális modulációkról!
 - » moduláció
 - » demoduláció
 - » spektrum
 - » zajérzékenység
 - bithibaarány
 - » alkalmazási terület
- 

FSK jelek demodulálása

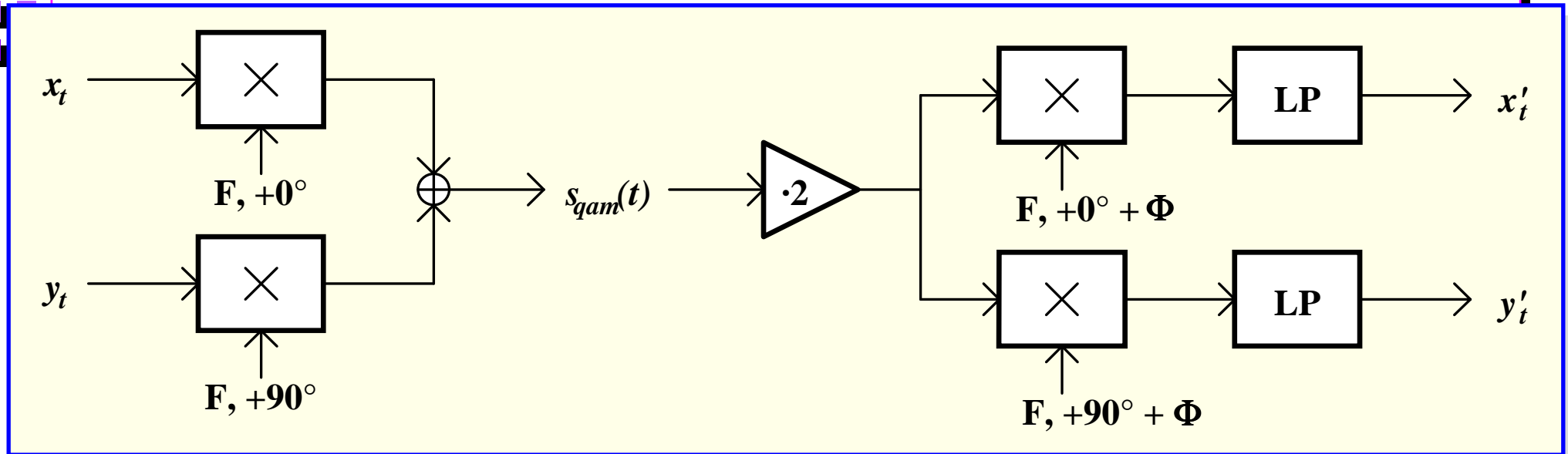
- Vajon alkalmazható-e a megismert “fázistolós-szorzós” FM demodulátor FSK jelek demodulálására is?

ismétlés:

Szögmodulált jelek demodulálása fázistolós szorzóval:

$$\begin{aligned}\cos (2 \cdot \pi \cdot F \cdot t + \mu_t) \cdot \cos (2 \cdot \pi \cdot F \cdot t + \mu_{t-T} - \Phi) &= \\ &= 0.5 \cdot \cos (\mu_t - \mu_{t-T} + \Phi) + \\ &+ 0.5 \cdot \cos (2 \cdot \pi \cdot 2F \cdot t + \mu_t + \mu_{t-T} - \Phi)\end{aligned}$$

QAM



$$\cos \alpha \cdot \cos(\alpha + \Phi) = \frac{1}{2} \cdot \cos \Phi + \frac{1}{2} \cdot \cos(2 \cdot \alpha + \Phi)$$

$$\sin \alpha \cdot \cos(\alpha + \Phi) = -\frac{1}{2} \cdot \sin \Phi + \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot \alpha + \Phi)$$

$$\sin \alpha \cdot \sin(\alpha + \Phi) = \frac{1}{2} \cdot \cos \Phi - \frac{1}{2} \cdot \cos(2 \cdot \alpha + \Phi)$$

$$\cos \alpha \cdot \sin(\alpha + \Phi) = +\frac{1}{2} \cdot \sin \Phi + \frac{1}{2} \cdot \sin(2 \cdot \alpha + \Phi)$$

A QPSK jel

- Rajzoljuk fel egy 4QAM jel kétdimenziós szemábráját!

$$s_{QAM}(t) = x_t \cdot \cos(2\pi \cdot F \cdot t) + y_t \cdot \sin(2\pi \cdot F \cdot t)$$

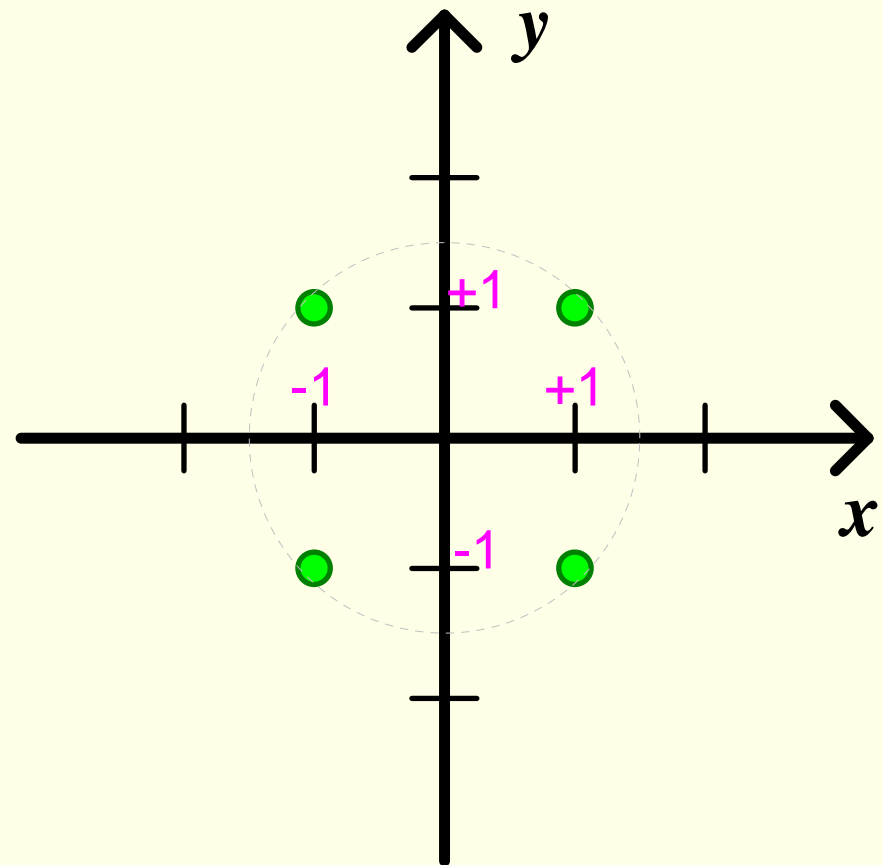
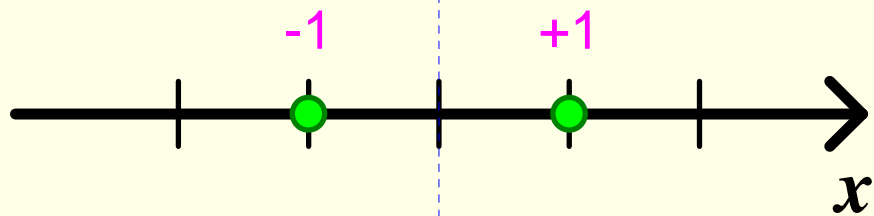
$$s_{QAM}(t) = \sqrt{x_t^2 + y_t^2} \cdot \cos\left(2\pi \cdot F \cdot t - \arctan_2 \frac{y_t}{x_t}\right)$$

- Milyen hibát okoz a demodulált jelben a szorzó demodulátor Φ fokos fázishibája?

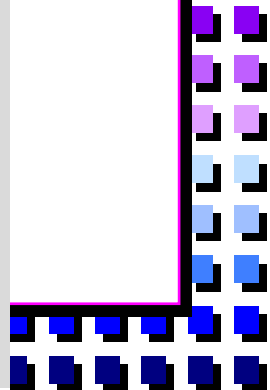
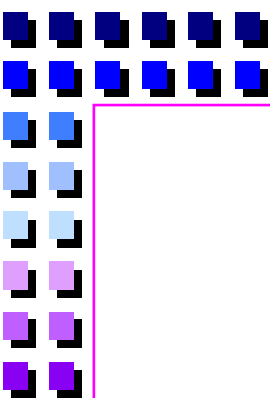
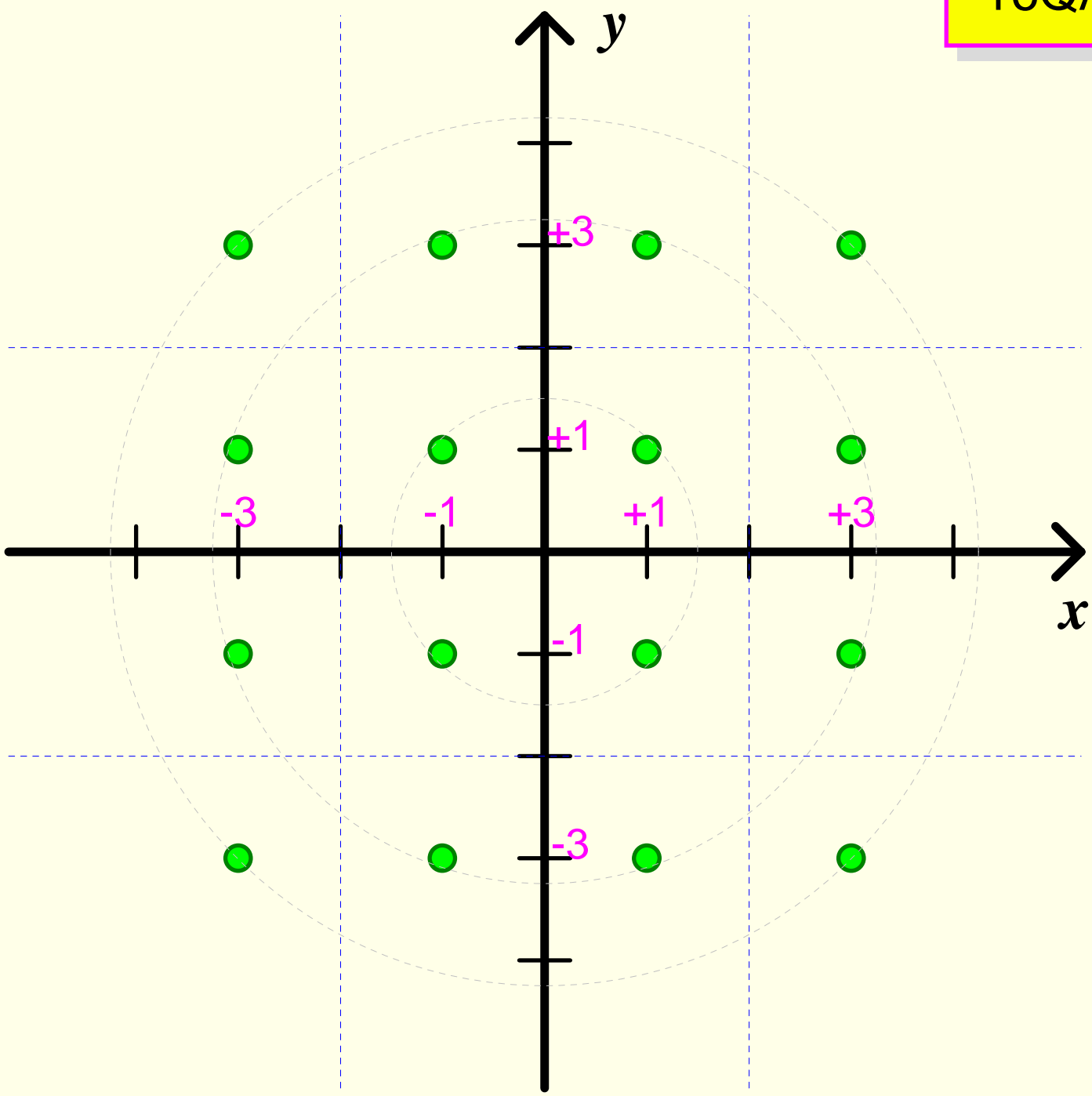
$$x'_k = x_k \cdot \cos \Phi - y_k \cdot \sin \Phi$$

$$y'_k = x_k \cdot \sin \Phi + y_k \cdot \cos \Phi$$

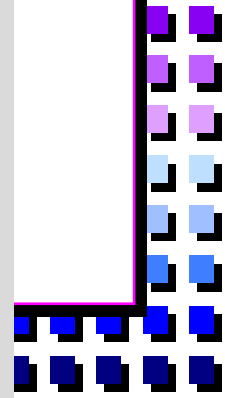
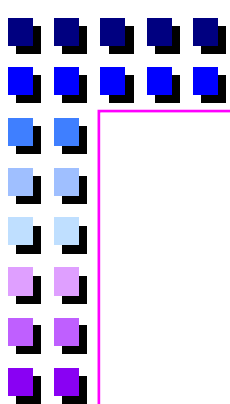
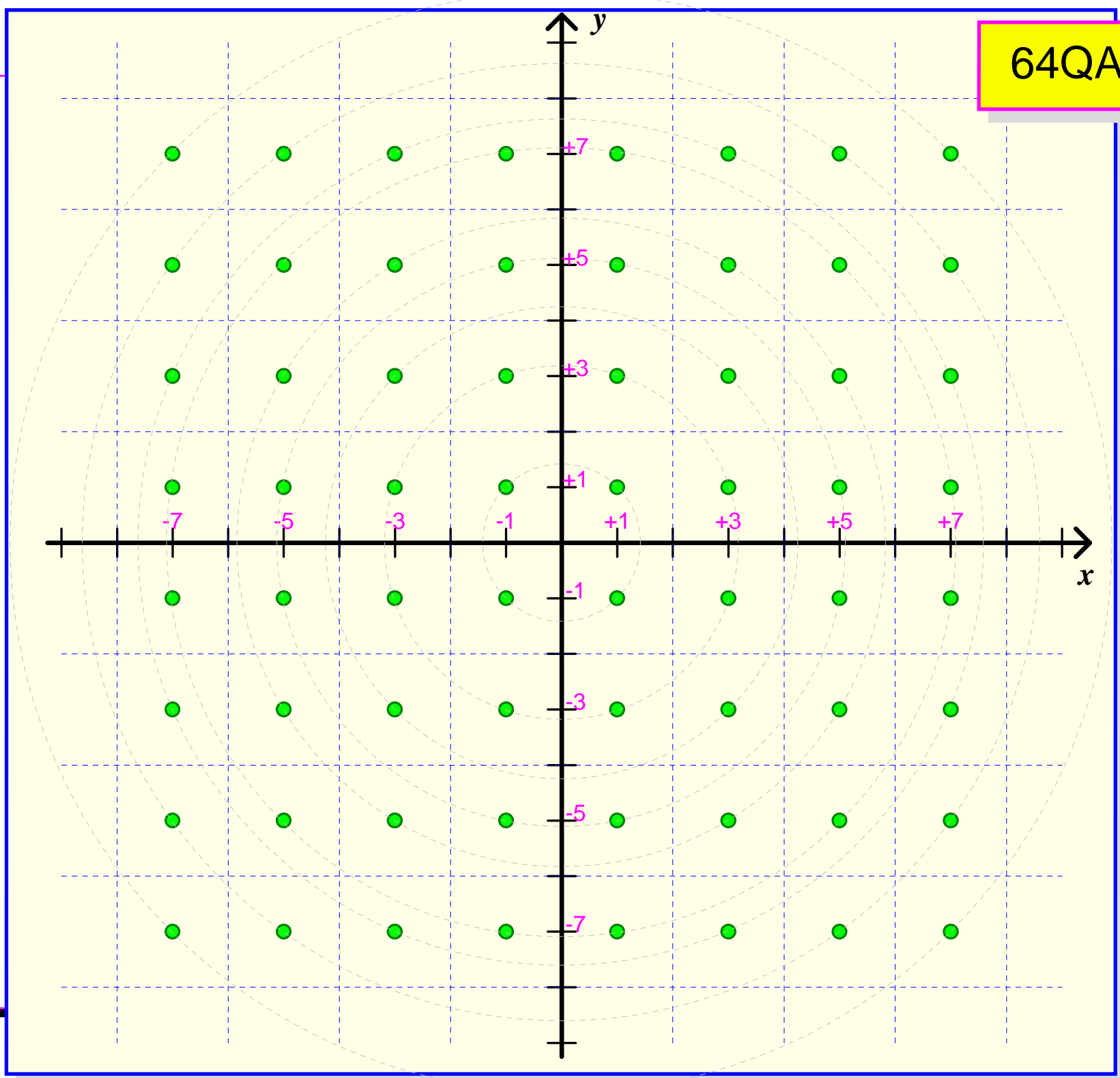
BPSK és QPSK (4QAM)



16QAM



64QAM



QAM jelek érzékenysége

- Vizsgáljuk meg, mekkora erősítés és mekkora fázishibát visel el egy 16QAM jel!
 - » Rajzoljuk fel a kétdimenziós szemábrát!

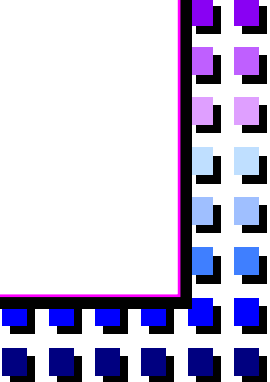
$$s_{QAM}(t) = \sqrt{x_t^2 + y_t^2} \cdot \cos\left(2\pi \cdot F \cdot t - \arctan_2 \frac{y_t}{x_t}\right)$$



QAM feladat

- Hogyan lehetne teljesítménytakarékos 16QAM illetve 64QAM jeleket előállítani?

Azaz: hogyan lehetne az ő teljesítményigényüket csökkenteni anélkül, hogy a jelpontok egymás közötti távolsága csökkenne?



Doppler effektus

- Mekkora lehet a Doppler effektus okozta frekvenciahiba az $F = 900 \text{ MHz}$ -es sávban működő GSM rendszerben,
 - » amikor a telefonáló gyalogol ($v = 1 \text{ m/s}$),
 - » illetve amikor autóban utazik ($v = 30 \text{ m/s}$)?
- E(z az utóbbi) frekvenciahiba mekkora szögelfordulást okoz időreseként egy $f = 100 \text{ kBaud}$ jelzési sebességű QAM jel kétdimenziós szemábráján?