

P.8.1. Szögmodulált jelek löketének növelése

Egy fázismodulátor 0.1 radián fázislöketű, 25 kHz sávszélességű modulált jelet szolgáltat, a jel vivőfrekvenciája 500 kHz. Hogyan lehet ebből a jelből 10 radián fázislöketű jelet előállítani? Mennyi lesz a keletkező jel vivőfrekvenciája és sávszélessége?

P.8.2. QAM jelek teljesítménye

Mi az aránya a 16, 64, 256 szintű és a 4 szintű QAM jelek teljesítményének? Becslés?

P.8.3. Teljesítménytakarékos QAM jelek

A viszonylag kényelmes dekódolás érdekében az m QAM (m pontszámú QAM) jelpontjainak egy négyzetrács pontjait szokták választani. Vizsgáljuk meg, nem lehetne-e a jelpontok alkalmas kijelölésével pl. a 16QAM jel teljesítményigényét csökkenteni, anélkül, hogy a jelpontok egymás közötti távolságát megváltoztatnók!

P.8.4. Frekvenciaváltozás a Doppler effektus miatt

A 100 MHz frekvencián sugárzott műsort rádiónkkal futva, autóban, illetve repülőgépen vesszük. Mekkora lehet a vett jel frekvenciájának eltolódása?

P.8.5. Botantenna hatásos felülete

Határozza meg a 600 kHz-en, illetve a 100 MHz-en működő rövid botantenna hatásos felületét! (A botantenna nyeresége $3/2$.)

9. gyakorlat

2017.04.06.

①

$\Phi_0 = 0,1 \text{ rad}$

~~$Bf = 2B(1 + \Phi_0)$~~

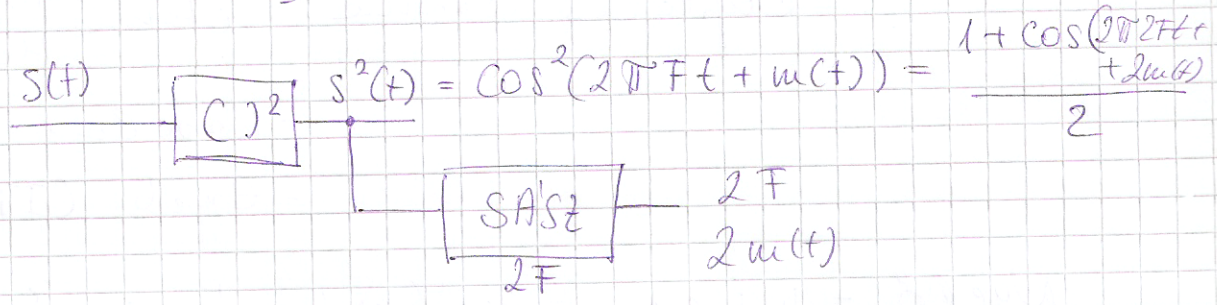
~~$50 \cdot 1,1 = 55 \text{ kHz}$~~

$B = 25 \text{ kHz}$

$f_w = 500 \text{ kHz}$

$s(t) = \cos(2\pi F t + m(t))$

$\Delta\hat{\Phi} = \max |m(t)| = 0,1 \text{ rad}$



$(\cos^3 x = a_1 \cos x + a_3 \cos 3x)$

$\frac{\Delta\hat{\Phi}}{\Delta\Phi} = \frac{10}{0,1} = 100$

$100 = 4 \cdot 25$
 Ke't $()^2$ e's $2 \text{ db } ()^5$

$\hat{F} = 100 f_w = 50 \text{ MHz}$

~~$B = 2B_k(1 + \Phi_0) = 2 \cdot 25(1,1) = 55 \text{ kHz}$~~

$220 \text{ kHz} \sim B = 2(B + f_0) = 12,5 \text{ kHz}$

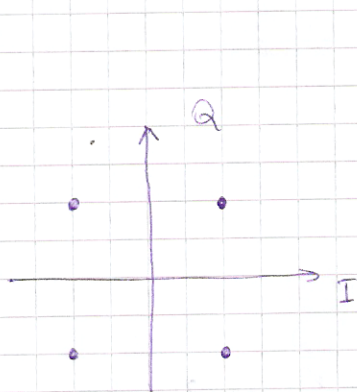
$B = 2f_0(1 + \sqrt{\Phi_0} + \Phi_0)$ **STINUSOS!**

$\hat{f}_0 = 100 f_0$

↓
 $f_0 = 0,1 \cdot f_0$

② QAM

$$s(t) = I(t) \cos(2\pi Ft) - Q(t) \sin(2\pi Ft)$$



PAM (2, 4, 8, 16, ...)

$$P_s = \frac{1}{2} M(I^2) + \frac{1}{2} M(Q^2) = M(I^2) = M(Q^2)$$

$$\text{alt: } M(I^2) = M(Q^2)$$

$$a) \quad L = 2 \xrightarrow{4} \pm 1 \Rightarrow P_I = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} (-1)^2 = \underline{1}$$

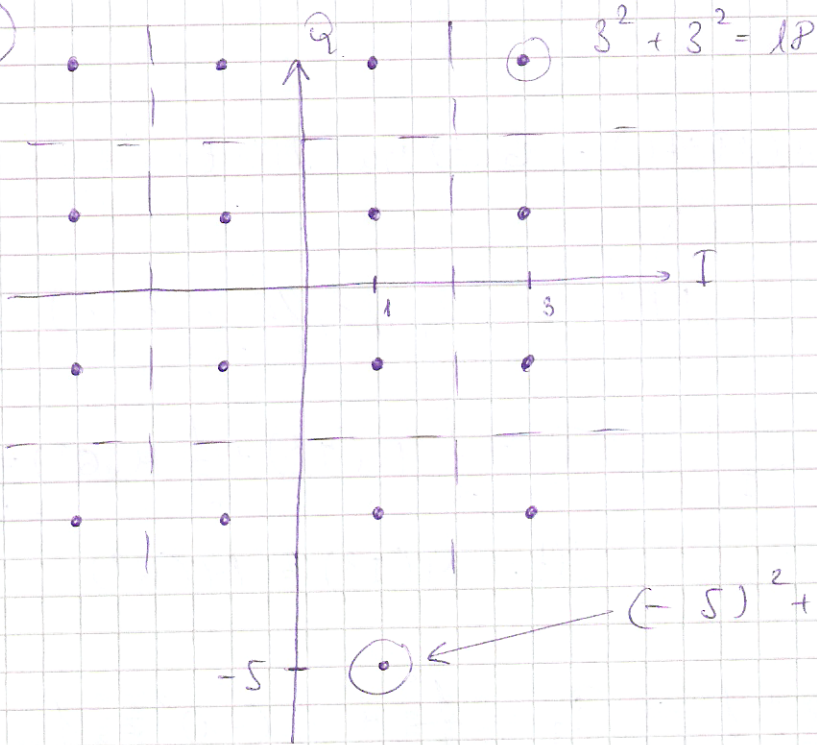
$$L = 4 \xrightarrow{16} \pm 1, \pm 3 \Rightarrow P_I = \frac{1}{4} 1^2 + \frac{1}{4} 3^2 + \frac{1}{4} (-1)^2 + \frac{1}{4} (-3)^2 = \underline{5}$$

$$L = 8 \xrightarrow{64} \pm 1, \pm 3, \pm 5, \pm 7 \\ \rightarrow P_I = 2 \left(\frac{1}{8} 1 + \frac{1}{8} 3^2 + \frac{1}{8} 5^2 + \frac{1}{8} 7^2 \right) = \frac{84}{4} = \underline{21}$$

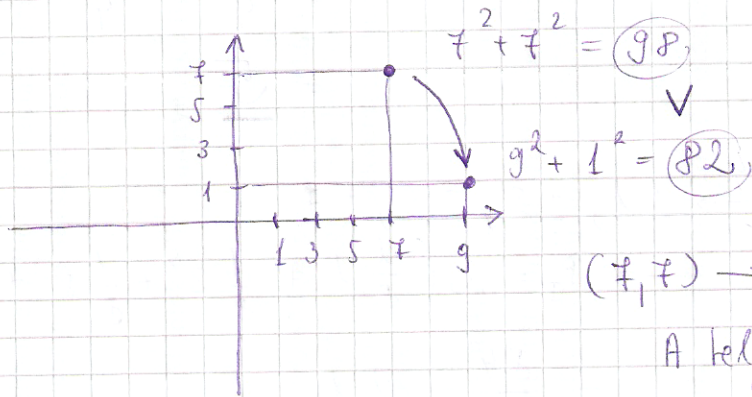
$$L = 16 \xrightarrow{256} \pm 1, \pm 3, \pm 5, \dots \\ P_I = \underline{85}$$

$$P_I = \frac{L^2 - 1}{3}$$

3



64 QAM



$(7, 7) \rightarrow (9, 1)$

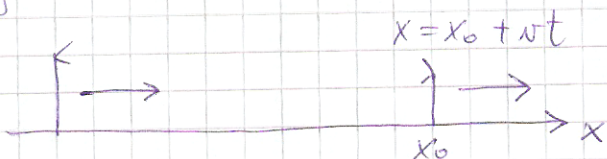
A telj csökken!

A kör a legmegfelelőbb telj szempontból

4

$f = 100 \text{ MHz}$

$E = E_0 e^{j2\pi f(t - \frac{x}{c})}$



$E = |E_0| \cdot \sin(2\pi \frac{vt - x_0}{r\lambda})$

$E_0 e^{j2\pi f(t - \frac{x_0}{c} - \frac{vt}{c})} = E_0 e^{j2\pi f(1 - \frac{v}{c})t} \cdot e^{-j2\pi \frac{x_0}{\lambda}}$

Futó: $3 \frac{m}{s}$ $\frac{v}{c} = \frac{3}{3 \cdot 10^8} \cdot 10^8 = \underline{1 Hz}$ frekvencia
 eltöltés

Audó \rightarrow 10 Hz

Repülő \rightarrow 100 Hz

(5) $g, f = 600 kHz \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{6 \cdot 10^5} = \frac{1}{2} \cdot 10^3 = 500 m$

$\frac{3 \cdot 1000^2}{2 \cdot 16 \pi} = A_u = G \cdot \frac{4 \pi \lambda^2}{4 \pi} = 8 \pi \cdot 16 \pi \cdot d, 5 m^2$ $\frac{16 \pi}{(10^3)^2 \cdot 1,5}$

$f = 100 MHz \rightarrow \lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \cdot 10^8}{10^8} = 3$

$\frac{4 \pi}{9} \cdot \frac{3}{2} = \frac{2 \pi}{3} = A_u$

$\frac{9}{4 \pi} \cdot \frac{3}{2} = A_u = \frac{27}{8 \pi} \sim \underline{1,08 m^2}$

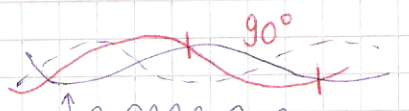
(6) PM vagy FM?

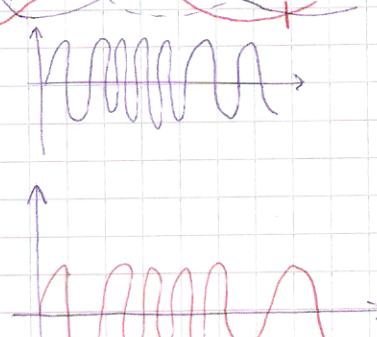
$x(t)$ moduláló jel

$s(t) = U \cos(2\pi Ft + u(t))$

Ha, $u(t) = A x(t) \rightarrow$ PM

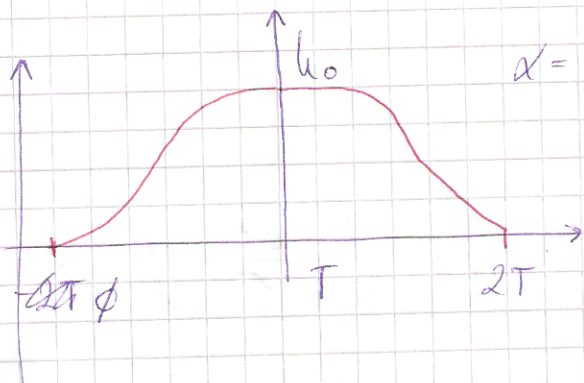
$[u(t)]' = B x(t) \rightarrow$ FM

Rajzról:  FM

 PM

7

$$h(t) = h_0 \cos\left(\frac{\pi}{2} \frac{t-T}{T}\right), \quad t \in (0, 2T)$$



$\alpha = 100\%$ emelt cos

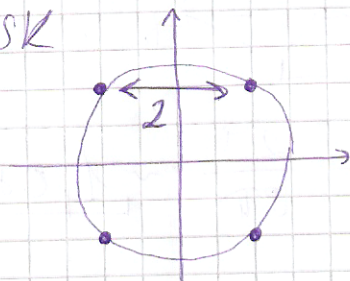
ISI mentes jel

spektrummal az egységre leosztva összege konstans

8

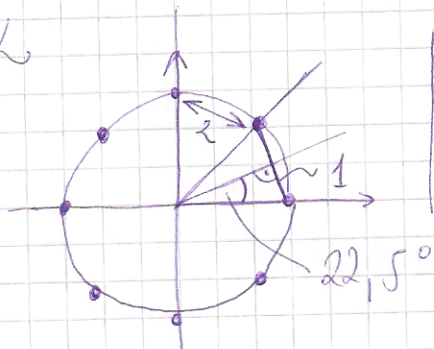
4PSK \rightarrow 8PSK

4PSK



2 egység a zaj érzékenysége

8PSK



$$R = \frac{1}{\sin 22,5^\circ}$$