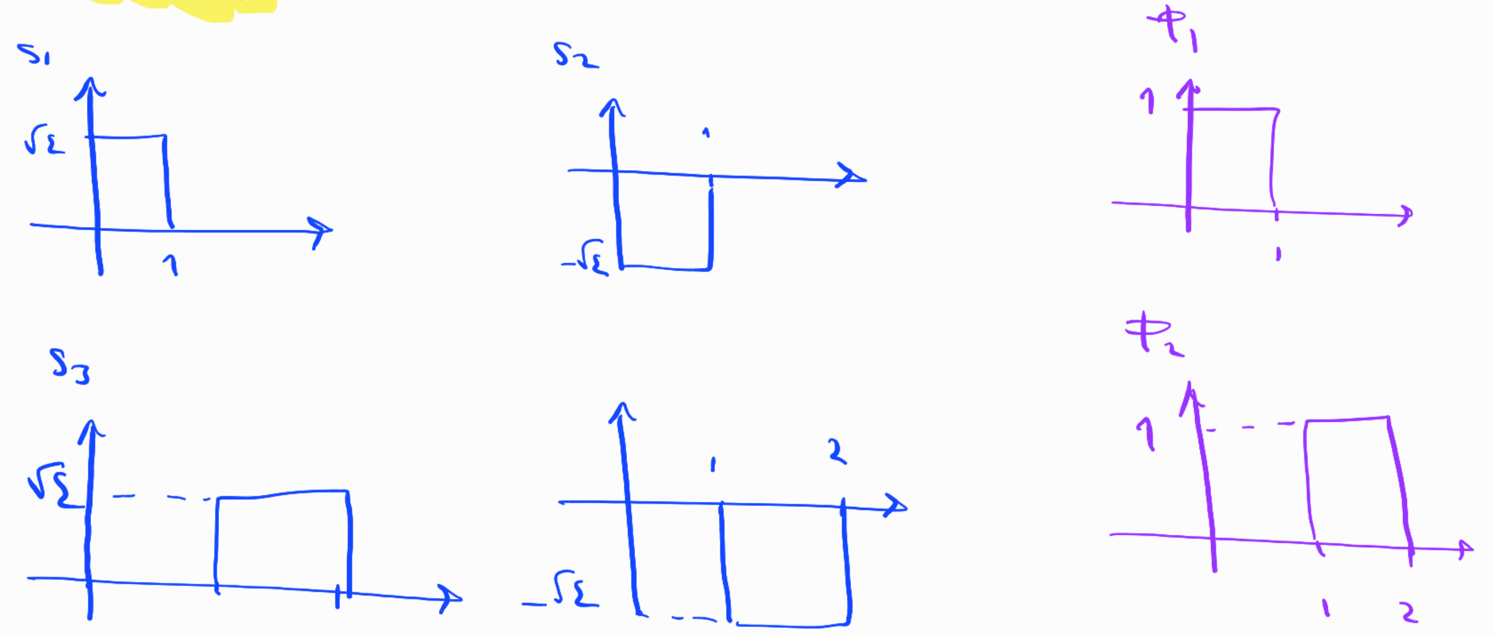
سری سوم تمرینات مخابرات پیشرفته دکتر الفت

علیرضا حسنی   شماره دانشجویی: ۸۱۰۱۰۱۱۴۲

Problem 1

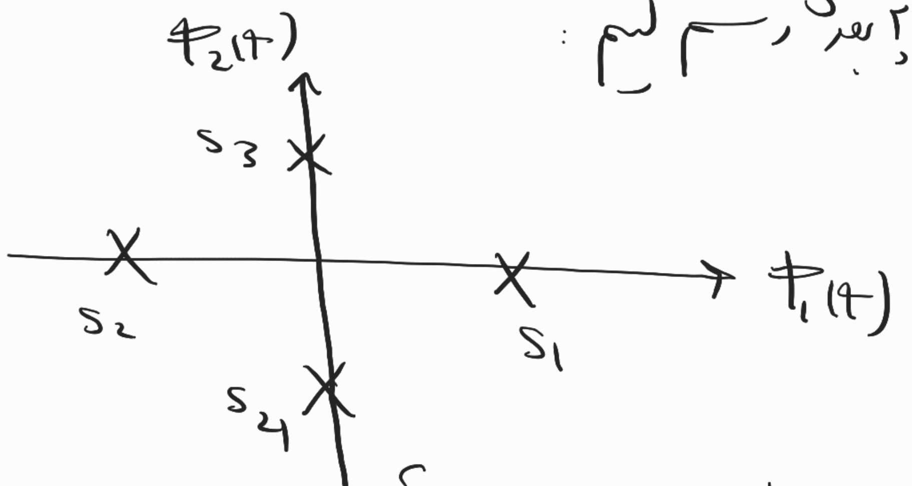


با توجه به $\phi_1(t)$ و $\phi_2(t)$ داده شده داریم:

$\underline{s_1} = \sqrt{E}\,\phi_1$, $\underline{s_3} = \sqrt{E}\,\phi_2$

$\underline{s_2} = -\sqrt{E}\,\phi_1$, $\underline{s_4} = -\sqrt{E}\,\phi_2$

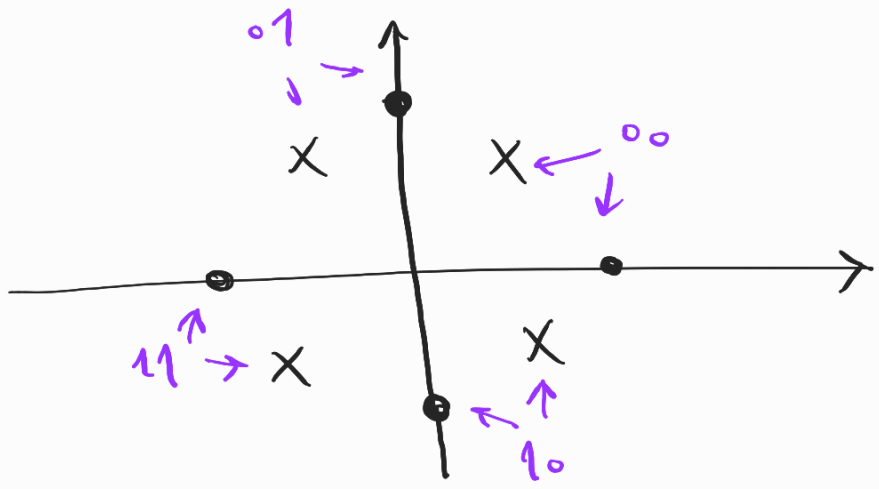
به عبارتی اگر روی محور ۲ بعدی رسم کنیم:



حال همانطور که دیده می‌شود معادل 4-PSK می‌باشد.

Problem 2 :

۱,۲ :

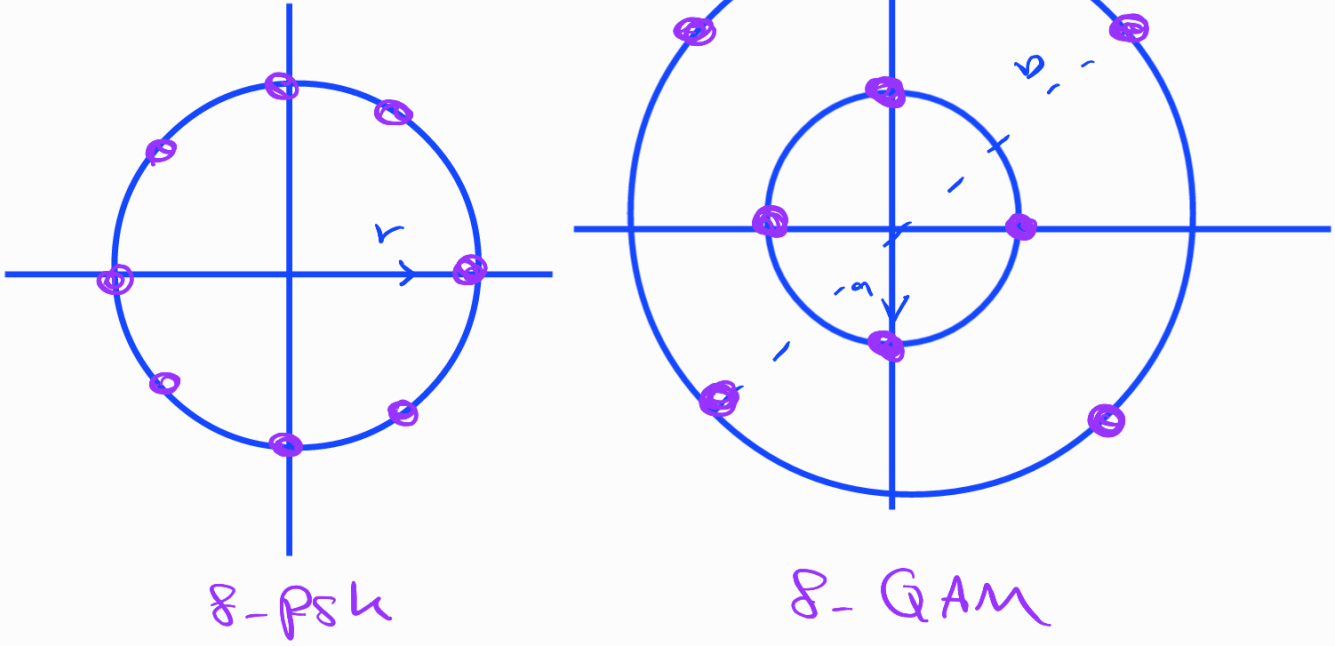


• → ۰, 2T, 4T, .. → بیت‌های ۲n‌T

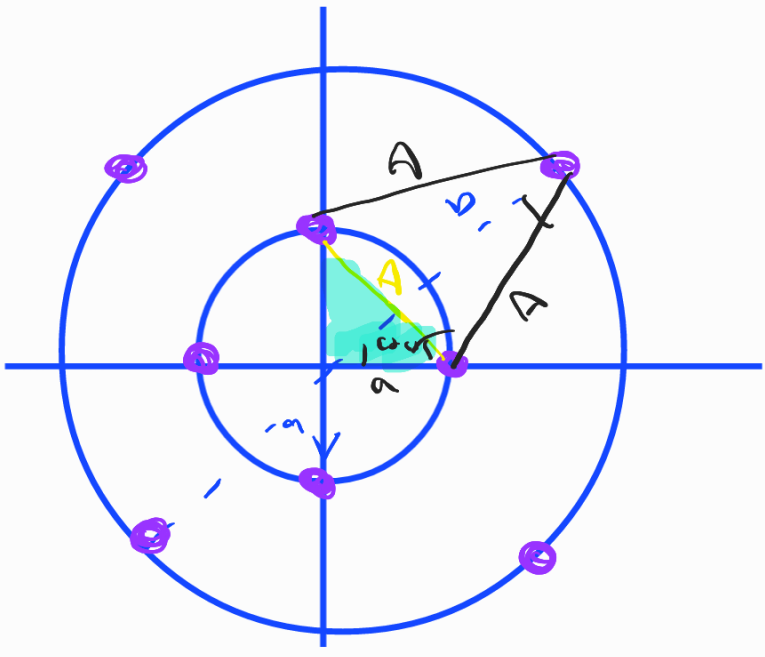
X → T, 3T, 5T, .. → بیت‌های ۲n+1T

نیز در شکل فوق مشخص شده است. Gray coding

Problem 3 :



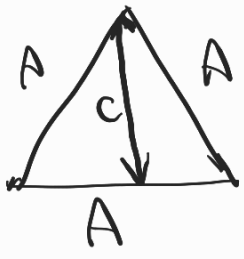
① 8-QAM :



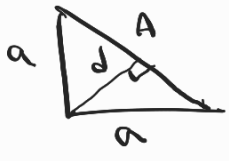
8-QAM

$$\sqrt{a^2+a^2} = A$$

$$\Rightarrow \sqrt{2}a = A \Rightarrow a = \frac{\sqrt{2}}{2}A$$



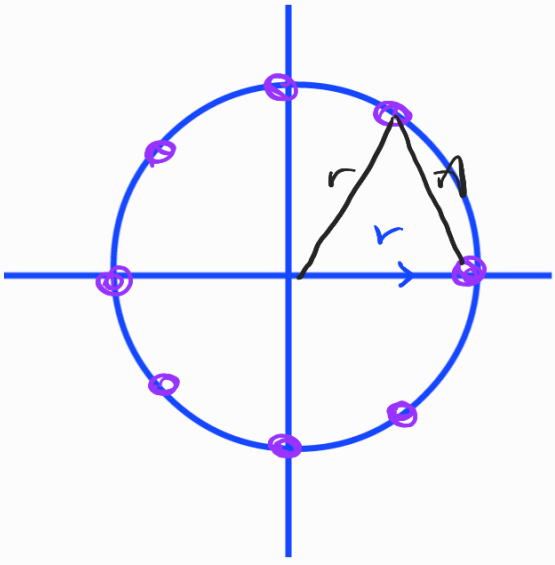
$$\rightarrow \quad C^2 = A^2 - \frac{A^2}{4} = \frac{3A^2}{4} \rightarrow C = \frac{\sqrt{3}}{2}A$$



$$\rightarrow \quad d = \frac{A}{2}$$

$$b = c + d = \frac{A}{2} + \frac{\sqrt{3}A}{2} = \frac{\sqrt{3}+1}{2}A$$

② 8-PSK



8-PSK

$$A^2 = r^2 + r^2 - 2r^2 \cos 45^\circ$$

$$A^2 = 2r^2 - 2r^2\frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$A^2 = r^2\left(2 - \sqrt{2}\right)$$

$$\Rightarrow \boxed{r = \frac{A}{\sqrt{2-\sqrt{2}}}}$$

(3)

$$P_{8\text{-PSK}} = 8 \times \frac{1}{8}\left(\frac{A}{\sqrt{2-\sqrt{2}}}\right)^2 = \frac{A^2}{2-\sqrt{2}}$$

$$P_{8\text{-QAM}} = \frac{1}{8}\left(4\,\frac{A^2}{2} + 4 \times \left(\frac{1+\sqrt{3}}{2}\right)^2 A^2\right)$$

$$= \frac{1}{8}\left(2A^2 + (1+\sqrt{3})^2 A^2\right)$$

$$= \frac{2 + (1+\sqrt{3})^2}{8} A^2$$

$$\text{relativePower} = \frac{P_{PSK}}{P_{QAM}}$$

$$= \frac{A^2}{2-\sqrt{2}} \times \frac{8}{2+(1+\sqrt{3})^2 A^2}$$

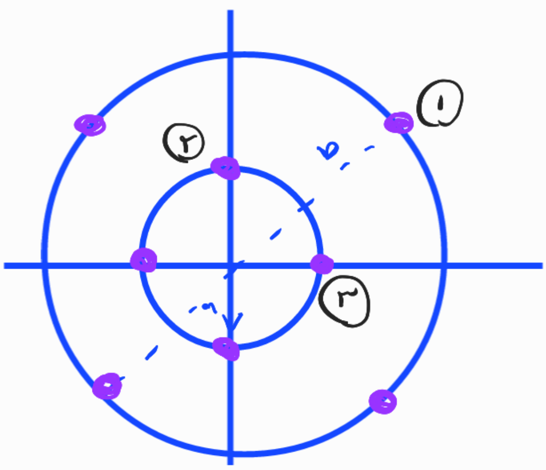
$$= \frac{8}{(2-\sqrt{2})(2+(1+\sqrt{3})^2)} \simeq 1,443$$

$$\varepsilon_{avg\,QAM} < \varepsilon_{avg\,PSK}$$

$\varepsilon_{avg\,QAM} \rightarrow 1,18A^2$

$\varepsilon_{avg\,PSK} \rightarrow 1,7A^2$

Problem 4



8-QAM

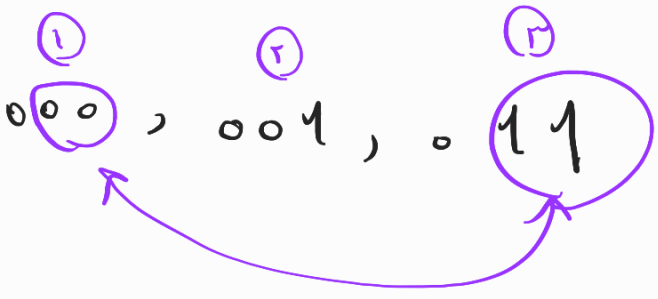
4.1 : نمی‌شود ؛ مثلا ۳ نقطه ①، ② و ③ را در نظر بگیرید

با توجه به گراف همسایگی سه‌تایی که تشکیل می‌دهند با ۳ بیت

اگر ① و ② مثلا در یک بیت متفاوت باشند و ② و ③ هم همینطور

در یک بیت متفاوت باشند ① و ③ حداقل در ۲ بیت متفاوت

هستند.

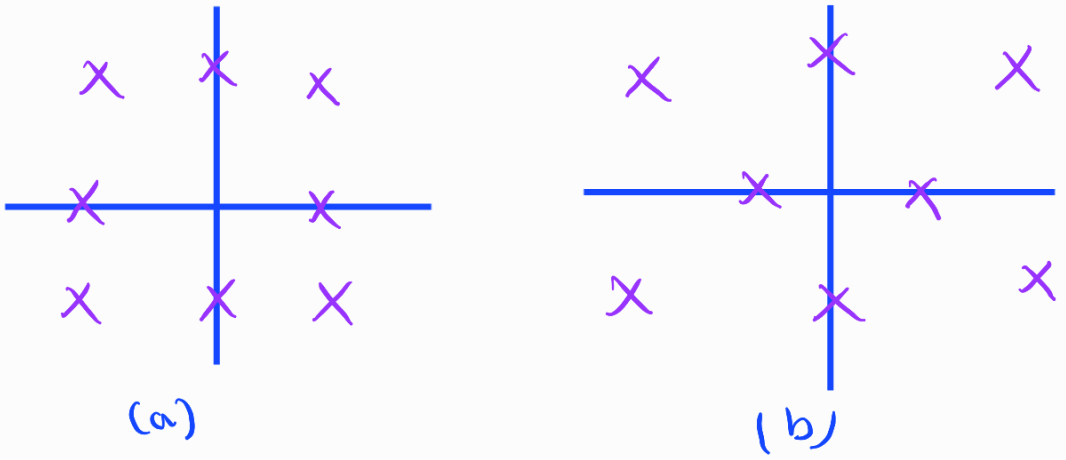


4.2 :

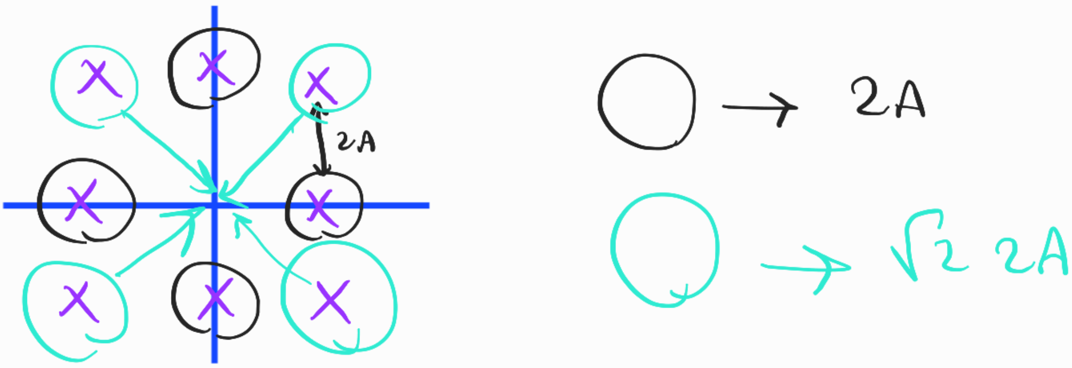
$$R_S = \frac{R_b}{\log_2 M} = \frac{90 \times 10^6}{\log_2 8} = \frac{90 \times 10^6}{3}$$

$$= 30 \times 10^6 \ \frac{\text{symbol}}{\text{second}}$$

Problem 5 :

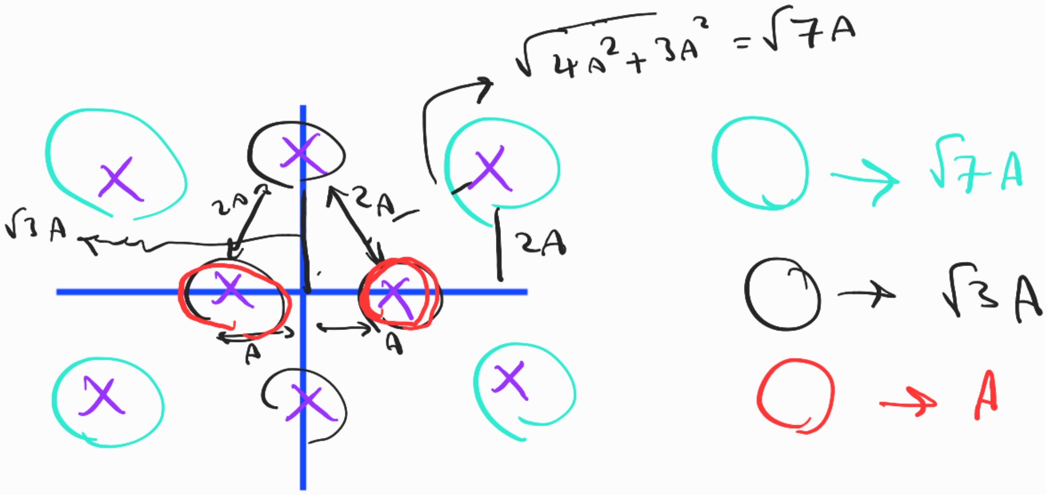


min distance : 2A



(a)

$$P_a = \frac{1}{8}\left[4 \times (2A)^2 + 4\left(\sqrt{2}\,2A\right)^2\right] = 6A^2$$



(b)

$$P_b = \frac{1}{8}\left[4 \times \left(\sqrt{7}A\right)^2 + 2 \times \left(\sqrt{3}A\right)^2 + 2A^2\right]$$

$$= \frac{9}{2}A^2$$

با توجه به اینکه $P_b > P_a$ میباشد پس b ، power efficient میباشد.

Problem 6 :

$0 \rightarrow -1$

$1 \rightarrow 1$

$$\theta(n;a) = \frac{\pi}{2} \sum_{k=0}^{n} a_n + \theta_0$$

θ_0	b_0	b_1	a_0	a_1	$\theta(n,a)$
0	0	0	-1	-1	$-\pi$
0	0	1	-1	1	0
0	1	0	1	-1	0
0	1	1	1	1	π
π	0	0	-1	-1	0
π	0	1	-1	1	π
π	1	0	1	-1	π
π	1	1	1	1	2π

Problem 7:

1. $h = 2/3, 3/4$, binary

General: $\theta_n = \pi h \sum I_h = \frac{m\pi}{p} \sum I_h$

$$= \begin{cases} \{0, \frac{m\pi}{p}, \frac{2m\pi}{p}, \dots, \frac{(p-1)m\pi}{p}\} & \text{فرد: } m \\ \{0, \frac{m\pi}{p}, \frac{2m\pi}{p}, \dots, \frac{(2p-1)m\pi}{p}\} & \text{زوج: } m \end{cases}$$

$$h = \frac{m}{p} = \frac{2}{3} \rightarrow \theta_n \in \{0, \frac{2\pi}{3}, \frac{4\pi}{3}\}$$

$$h = \frac{m}{p} = \frac{3}{4} \rightarrow \theta_n \in \{0, \frac{3\pi}{4}, \frac{3\pi}{2}, \frac{9\pi}{4}, \pi, \frac{15\pi}{4}, \frac{18\pi}{4}, \frac{21\pi}{4}\}$$

2. $L = 3$, $h = 2/3, 3/4$

$h = 2/3$: $S_n = (\theta_n, I_{n-1}, I_{n-2})$

$\downarrow \quad \swarrow$

± 1 بیت

$3 \times 2 \times 2 = 12 \rightarrow$ number of state

: $\in \{ (0,-1,-1), (0,-1,1), (0,1,-1) (0,1,1) \}$

به طور مشابه در ۴ حالت بعدی $\frac{2\pi}{3}$ و ۴ حالت دیگر

برای $\frac{4\pi}{3}$ می باشد.

$h = 3/4 \rightarrow$ به طور مشابه تعداد حالت های شود:

$$8 \times 2 \times 2 = 32 \quad \#\text{state}$$

8 ← طبق بخش ۱ ، 2 ← ± 1 (I_{n-1}) ، 2 ← ± 1 (I_{n-2})

Problem 8 :

Gray code: