答案

一、

A 卷

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
55	36	13	2	52	4	31	39	53	14
(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)
59	48	49	12	3	18	5	59	29	12
(21)	(22)	(23)	(24)	(25)	(26)	(27)	(28)	(29)	(30)
25	50	57	56	56	40	3	12	34	3
(31)	(32)	(33)	(34)	(35)	(36)	(37)	(38)	(39)	(40)
3	12	3	42	38	26	8	19	41	48

B 卷

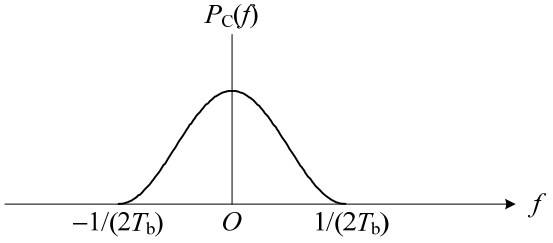
(41)	(42)	(43)	(44)	(45)	(46)	(47)	(48)	(49)	(50)
55	9	42	23	1	19	30	45	60	43
(51)	(52)	(53)	(54)	(55)	(56)	(57)	(58)	(59)	(60)
15	13	51	4	36	35	33	15	29	17
(61)	(62)	(63)	(64)	(65)	(66)	(67)	(68)	(69)	(70)
24	29	34	14	14	48	36	4	38	36
(71)	(72)	(73)	(74)	(75)	(76)	(77)	(78)	(79)	(80)
36	4	36	25	41	8	47	5	50	13

二、

(1) 【3 分】$h(t)=\mathrm{sinc}\left(\frac{t}{T_\mathrm{b}}\right)$

(2) 【2 分】$P_\mathrm{A}(f)=\frac{1}{T_\mathrm{b}}$

(3) 【2 分】$P_\mathrm{B}(f)=P_\mathrm{A}(f)\left|1+\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\pi fT_\mathrm{b}}\right|^2=\frac{4\cos^2\pi fT_\mathrm{b}}{T_b}$



【2 分】

(4)【3 分】000110

三、(1) 【3 分】频差是 1Hz，最小频差是 $1/(2T_\mathrm{b})$，因此 Tb=0.5s

(2) $g(t)=2\sin(\pi t)\sin(11\pi t)=\cos 10\pi t-\cos 12\pi t=\frac{s_1(t)-s_2(t)}{\sqrt{2}}$

判决量 z 中的均值是信号成分，为

$$\int_0^{T_\mathrm{b}}\frac{s_1(t)-s_2(t)}{\sqrt{2}}s_1(t)\,\mathrm{d}t=\frac{E_1}{\sqrt{2}}=\frac{T_b}{\sqrt{2}}$$ 【2 分】

方差是

$$\frac{N_0}{2}E_g=\frac{N_0}{4}\left[E_1+E_2\right]=\frac{N_0T_b}{2}$$ 【2 分】

$$f_1(z)=\frac{1}{\sqrt{\pi N_0T_\mathrm{b}}}\exp\left(-\frac{\left(z-\frac{T_b}{\sqrt{2}}\right)^2}{N_0T_\mathrm{b}}\right)$$ 【2 分】

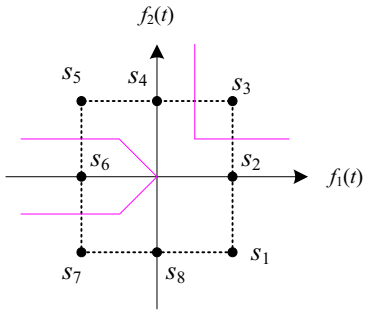
(3) 判决错误率等于噪声小于 $-\frac{T_b}{\sqrt{2}}$ 的概率，为

$$\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\frac{\frac{T_b}{\sqrt{2}}}{\sqrt{N_0T_b}}\right)=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{T_b}{2N_0}}\right)$$ 【3 分】

四、(1) 【4 分】

$$E_s=\frac{4\times2+4\times1}{8}=1.5\text{，}\ d_{\min}=1$$

(2)【4 分】

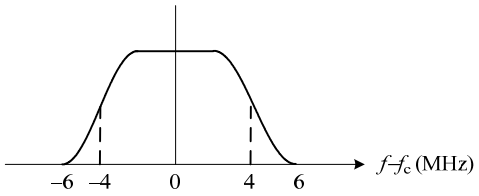


(3) 【4 分】 $1-(1-p)^2=2p-p^2$

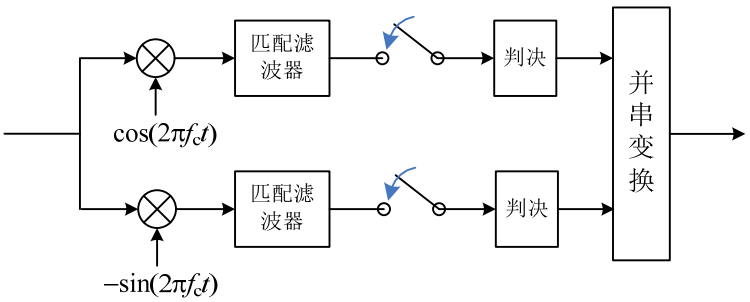
五、(1) 【4 分】

$$R_s(1+\alpha)=B\text{，}\quad R_s=\frac{12}{1+0.5}=8\text{MBaud}\text{，}\quad R_b=4R_s=32\text{Mbps}$$

(2)【4 分】



(3)【4 分】



六、(1)【3 分】编码结果是 11101001

(2) Δ=1/4，−(8−Δ/2)=−7.875【3 分】，$N_q=\frac{\Delta^2}{12}=\frac{1}{192}$【3 分】

(3) 【3 分】$R_b=4\times64=256$kbps

附加题（10 分）：

(1)【4 分】

$$\frac{1}{E_g}\int_{-\infty}^{\infty} s(t)g_n(t)\mathrm{d}t = \frac{1}{E_g}\int_{-\infty}^{\infty}\left(\sum_{k=-\infty}^{\infty} a_k g_k(t)\right)g_n(t)\mathrm{d}t$$

$$= \frac{a_n}{E_g}\int_{-\infty}^{\infty} g_n^2(t)\mathrm{d}t = a_n$$

(2) 【6 分】(证明方法不唯一)

$$a_n = \frac{1}{E_g}\int_{-\infty}^{\infty} s(t)g(t-nT_s)\mathrm{d}t = \frac{1}{E_g}\int_{-\infty}^{\infty} S(f)\left[G(f)\mathrm{e}^{-\mathrm{j}2\pi fnT_s}\right]^*\mathrm{d}t$$

其中 $G(f)$是 $g(t)$的傅氏变换，为

$$G(f) = \begin{cases} T_s, & |f| \le W \\ 0, & |f| > W \end{cases}$$

从频域可以求出 $E_g = \int_{-\infty}^{\infty}\left|G(f)\right|^2\mathrm{d}f = 2WT_s^2 = T_s$。$S(f)$的带宽是 W，因此

$$a_n = \frac{1}{T_s}\int_{-W}^{W} S(f)G^*(f)\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\pi fnT_s}\mathrm{d}t = \int_{-W}^{W} S(f)\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\pi fnT_s}\mathrm{d}t$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} S(f)\mathrm{e}^{\mathrm{j}2\pi fnT_s}\mathrm{d}t = s(nT_s)$$