

## 2020-2021-1 通信原理 B 卷答案

1. (1)  $I_s = -\frac{5.275}{6.4} \times 2048 = -1688\Delta$  (1 分)
 

因为  $I_s$  为负, 所以极性码  $C_1 = 0$ ; (1 分)

因为  $1024 < |I_s| < 2048$ , 所以段落码  $C_2C_3C_4 = 111$ ; (1 分)

因为  $(1688-1024)/64=10.375$ , 所以段内码  $C_5C_6C_7C_8 = 1010$ ;

所以, 编码器输出码组为 01111010。 (1 分)

编码电平为  $I_c = -(1024+10 \times 64) = -(2^{10} + 2^9 + 2^7) = -1664\Delta$  (2 分)

(2) 因为  $I_c = -(1024+10 \times 64) = -(2^{10} + 2^9 + 2^7)$ , 所以, 码组对应的  
均匀量化的 12 位码: 011010000000 (2 分)

(3)

译码电平为  $I_D = I_c - \Delta V_i / 2 = -1664 - 64/2 = -1696\Delta$  (2 分)

译码后的量化误差为  $I_s - I_D = -1688\Delta - (-1696\Delta) = 8\Delta$  (2 分)

  
- 2. (1) 各符号的概率之和为 1, 故第四个符号的概率为 1/2, 该符号集的平均信息信息量为  
为  $H = -\sum_{i=1}^4 p_i \log_2 p_i = 1.75(b/\text{符号})$  (2 分)
  
- (2) 平均信息速率为  $R_b = R_B \cdot H = 1000 \times 1.75 = 1750 b/s$

所以, 2 分钟传送的信息量为  $I = R_b \cdot t = 1750 \times 2 \times 60 = 210kb$  (2 分)

  
- (3) 等概时,  $R_b = R_B \cdot \log_2 M = 1000 \times 2 = 2kb/s$

所以, 2 分钟传送的信息量为  $I = R_b \cdot t = 2 \times 2 \times 60 = 240kb$  (2 分)

  
- (4) 0.5 小时内传送的码元个数  $N = R_B \cdot t = 1000 \times 60 \times 60 \times 0.5 = 1.8 \times 10^6$  (个)

所以, 误码率为  $P_e = \frac{N_e}{N} = \frac{180}{1.8 \times 10^6} = 10^{-4}$  (2 分)

  
- 3. (1) 量化器的取值范围为  $(\frac{\Delta}{2}, \frac{\sigma \cdot f_s}{\omega_k}]$ ,

$A_{\max} \leq \frac{\sigma \cdot f_s}{\omega_k} = \frac{0.1 \times 16k}{2000\pi} = 0.255V$ ,  $A_{\min} = \frac{\Delta}{2} = \frac{0.1}{2} = 0.05v$

所以，量化器的取值范围为  $(0.05v, 0.255v]$  (6 分)

(2)  $R_b = f_s \times N = 32k \times 1 = 32k(b/s)$  (2 分)

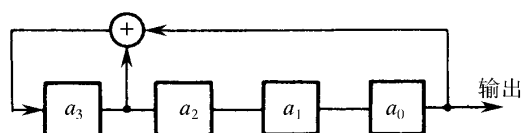
4.

二进 码:		1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
AMI 码:	-1	+1	0	0	0	0	-1	+1	0	0	0	0	-1
HDB <sub>3</sub> 码:	V+	-1	0	0	0	V-	+1	-1	B+	0	0	V+	-1
CMI 码:	00	11	01	01	01	01	00	11	01	01	01	01	00

5. (1) 特征多项式的八进制表达式为  $(23)_8$ ,  $(23)_8 = (010011)_2$

特征多项式为  $f(x) = x^4 + x + 1$  (2 分)

结构图如下 (2 分)



结构图中的得分点:

① 寄存器个数 (1 分)

② 反馈线的连接 (3 分)

注: 寄存器的状态标识不限于使用  $a_3 \dots a_0$ 。

(2) 级数为  $n = 4$ , 故周期为  $m = 2^n - 1 = 15$  (2 分)

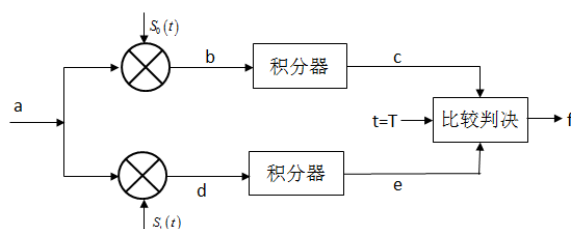
m 序列的自相关函数有 2 种取值

取值分别为 1、 $-\frac{1}{15}$  (2 分)

(3) 总游程数为  $2^{n-1} = 8$  (2)

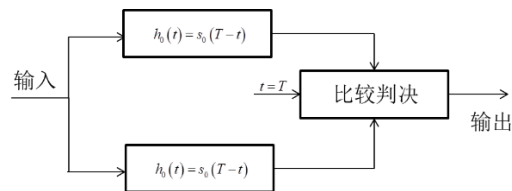
长度为 2 的游程数占  $\frac{1}{2^2}$ , 故有 2 个, 为 00 和 11 (2 分)

6. (1) 相关接收机原理图如下



(4 分)

(2) 匹配滤波接收机原理图如下



(4 分)

$$(3) E_b = \int_0^T s_1^2(t)dt = \int_0^T s_2^2(t)dt = \frac{T}{4}$$

(2 分)

$$\rho = \frac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)dt}{E_b} = 0$$

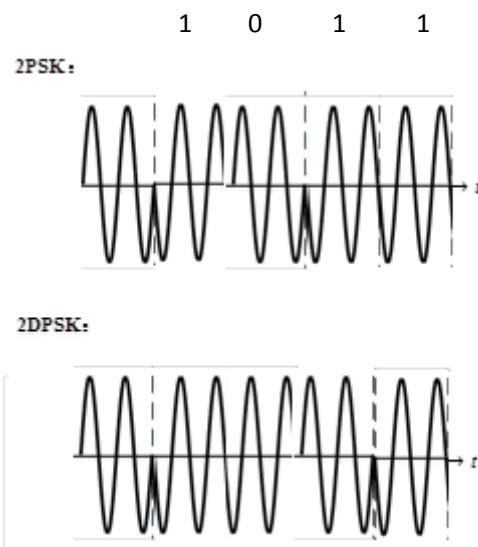
(2 分)

最小误码率为

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b(1-\rho)}{2n_0}} \right) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b(1-0)}{2n_0}} \right) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{E_b}{2n_0}} \right) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{T}{8n_0}} \right)$$

(2 分)

7. ) 2PSK 及 2DPSK 的信号波形如下



(3) 2PSK 相干解调的误码率为:  $P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}(\sqrt{16})$

2DPSK 相干解调的误码率为:  $P_e = \operatorname{erfc}(\sqrt{16})$  (2 分)

8. (1)  $\because \Delta f_{\min} = \frac{1}{T_B} = R_B = 4kHz$

每个子载波的比特率  $R_b = R_B \log_2 M = 4k \times 2 = 8k(b/s)$  (1分)

系统所需要的子载波数目:  $N = \frac{r_b}{R_b} = \frac{2048}{8} = 256$  (1分)

(2) 频带宽度  $B = (N+1)\Delta f_{\min} = (256+1) \times 4k = 1028kHz$  (1分)

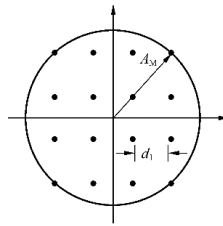
频带利用率  $\eta = \frac{N}{N+1} \log_2 M = 1.99 (b/(s.Hz))$  (1分)

(3) 每个子载波的比特率  $R_b = R_B \log_2 M = 4k \times 4 = 16k(b/s)$

系统所需要的子载波数目:  $N = \frac{r_b}{R_b} = \frac{2048}{16} = 128$  (1分)

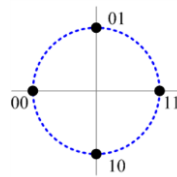
频带利用率  $\eta = \frac{N}{N+1} \log_2 M = 3.96 (b/(s.Hz))$  (1分)

(4) 16QAM 的星座图



(2分)

4PSK 的星座图



(2分)

9. (1) 抽样频率  $f_s = 2f_H = 12kHz$

量化电平数为  $M = \frac{2 - (-2)}{1/32} = 128 = 2^7$

码元速率  $R_B' = R_b' = f_s \times N = 12 \times 7 = 84kHz$  (3分)

(2) 10 路时分多路系统码元速率:

$R_B = R_b = 10 \times R_b' = 840kbaud$

第一谱零点带宽:

$f_B = R_B = 840kHz$  (3分)

(3) 第一谱零点带宽:

$$f_B = 2R_B = 1680 \text{ kHz} \quad (2 \text{ 分})$$

10. (1) 该码的监督位个数 3 (1 分), 以及编码效率  $\frac{4}{7}$ ; (1 分)

(2) 典型生成矩阵和监督矩阵;

$$\text{监督矩阵: } \begin{bmatrix} 1110100 \\ 1101010 \\ 1011001 \end{bmatrix} \quad (2 \text{ 分}) \quad \text{生成矩阵: } \begin{bmatrix} 1000111 \\ 0100110 \\ 0010101 \\ 0001011 \end{bmatrix} \quad (2 \text{ 分})$$

(3) 当输入信息序列  $m = 1111$ , 求输出码序列; 1111111 (2 分)

(4) 接收到码组为 1000011 时,  $S = B \cdot H^T \neq 0$ , 该码组中有错码 (2 分)。

$$11. \quad R_b = \frac{R_b}{\log_2 M} = \frac{3600}{3} = 1200 (\text{Baud}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$(1) \quad B = (1 + \alpha) f_N = \frac{1}{2} (1 + \alpha) R_b = 960 (\text{Hz}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\eta = \frac{R_b}{B} = 3.75 \quad (\text{B/Hz}) \quad (2 \text{ 分})$$

$$(2) \quad B = (1 + \alpha) f_N = \frac{1}{2} (1 + \alpha) R_b = 1200 (\text{Hz}) \quad (1 \text{ 分})$$

$$\eta_b = \frac{R_b}{B} = 3 \quad (\text{b/(s.Hz)}) \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 因为最高信息传输速率 3600b/s 是 900b/s 的整数倍, 所以无 ISI。 (2 分)