

2019-2020-1 通信原理 A 卷答案

1. (1) 平均信息速率为 $R_b = R_B \cdot \log_2 256 = 10000 \times 8 = 80 \text{ kb/s}$

所以, 1 分钟传送的信息量为 $I = R_b \cdot t = 80 \times 60 = 4800 \text{ kb}$ (4 分)

- (2) 1 分钟传送的码元个数为 $N = R_b \cdot t = 10000 \times 60 = 6 \times 10^5$ (个)

所以, 误码率为 $P_e = \frac{N_e}{N} = \frac{10}{6 \times 10^5} = 1.67 \times 10^{-5}$ (4 分)

2. (1) 因为 I_s 为负, 所以极性码 $C_1 = 0$;

因为 $512 < |I_s| < 1024$, 所以段落码 $C_2 C_3 C_4 = 110$;

因为 $(625 - 512) / 32 = 3$ 余 17, 所以段内码 $C_5 C_6 C_7 C_8 = 0011$;

所以, 编码器输出码组为 0110 0011。 (4 分)

- (2) 编码电平为 $I_c = -(512 + 3 \times 32) = -608 \Delta$

译码电平为 $I_D = I_c - \Delta V_i / 2 = -608 - 32 / 2 = -624 \Delta$ (2 分)

译码后的量化误差为 $I_s - I_D = 624 \Delta - 625 \Delta = -\Delta$ (2 分)

3. (1) 抽样频率 $f_s = 2f_H = 10 \text{ kHz}$ (3 分)

- (2) 概率密度为 $f(x) = \frac{1}{a} (0 \leq x \leq 2)$, 量化间隔为 $\Delta = 1/32$

$$\text{信号功率 } S = \int_0^a x^2 \cdot f(x) dx = \int_0^a x^2 \cdot \frac{1}{a} dx = \frac{a^2}{3} = \frac{4}{3}$$

$$\text{噪声功率 } N_q = \frac{\Delta^2}{12} = \frac{1}{12288}$$

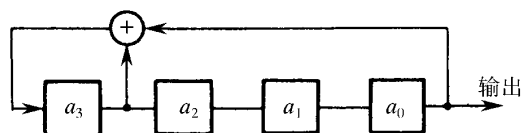
量化信噪比 $S/N_q = 16384$ 或 42.1 dB (4 分)

- (3) 量化电平数 $M = \frac{2V}{1/32V} = 64$

所需二进制码组的位数 $N = 6$

码元速率 $R = f_s \times N = 10 \times 10^3 \times 6 = 6 \times 10^4 \text{ b/s}$ (3 分)

4. (1) (4分) 结构图如下



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 a3...a0。

(2) (2分) 级数为 $n=4$, 故周期为 $m=2^n-1=15$

(3) 总游程数为 $2^{n-1}=8$

长度为 1 的游程数占 $\frac{1}{2^1}$, 故有 4 个 (1分)

长度为 4 的游程数: 即连 1 游程, 有 1 个 (1分)

(4) m 序列的自相关函数有 2 种取值 (1分)

取值分别为 1、 $-\frac{1}{15}$ (1分)

5. 系统带宽为 $B=\frac{3}{T}$ (3分)

最大传码率为 $R_{B\max}=2f_N=\frac{6}{T}$ (3分)

6. 从以下三方面对传输特性进行比较

(1) 是否满足无码间串扰的条件 (4分)

传输特性实现无码间串扰传输的最高码元速率 $R_{B\max}=2f_N$

(a) 系统: $R_{B\max}=2f_N=2\times 10^3 \text{ Baud}$, 是 R_b 的整数倍, 故能实现无 ISI 传输;

(b) 系统: $R_{B\max}=2f_N=2\times 10^3 \text{ Baud}$, 是 R_b 的整数倍, 故能实现无 ISI 传输;

(b) 系统: $R_{B\max}=2f_N=10^3 \text{ Baud}$, 是 R_b 的整数倍, 故能实现无 ISI 传输;

故 (a) (b) (c) 均可实现无 ISI 传输。

(2) 频带利用率 (4分)

(a) 系统: $B=2\times 10^3 \text{ Hz}$, $\eta=\frac{R_b}{B}=\frac{10^3}{2\times 10^3}=0.5(\text{Baud/Hz})$

(b) 系统: $B=10^3 \text{ Hz}$, $\eta=\frac{R_b}{B}=\frac{10^3}{10^3}=1(\text{Baud/Hz})$

(c) 系统: $B=10^3 \text{ Hz}$, $\eta=\frac{R_b}{B}=\frac{10^3}{10^3}=1(\text{Baud/Hz})$

故 (b) (c) 的频谱利用率较高。

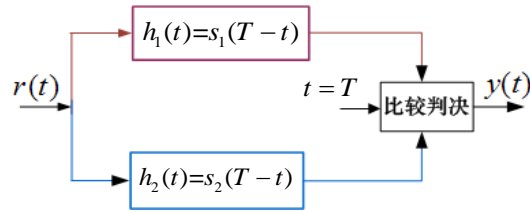
(3) 冲激响应“尾巴”的收敛程度 (4分)

(b) 是理想低通特性, 冲激响应为 $\text{Sa}(x)$ 型, 与时间 t 成反比, 尾部收敛慢且传输函数难实现;

(a) (c) 是三角形特性, 冲激响应为 $\text{Sa}^2(x)$ 型, 与时间 t^2 成反比, 尾部收敛快且传输函数较易实现。

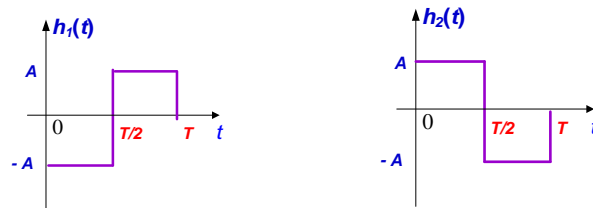
综上, 选择传输函数 (c) 较好。 (2分)

7. (1) 最佳接收机原理图如下



(4 分)

(2) $h_1(t)=s_1(T-t)$, $h_2(t)=s_2(T-t)$, 时间波形如下



(4 分)

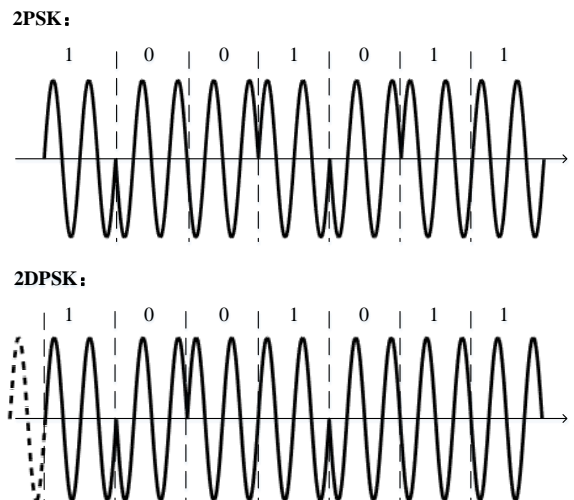
$$(3) E_b = \int_0^T s_1^2(t)dt = \int_0^T s_2^2(t)dt = A^2T$$

$$\rho = \frac{\int_0^T s_1(t)s_2(t)dt}{E_b} = -1$$

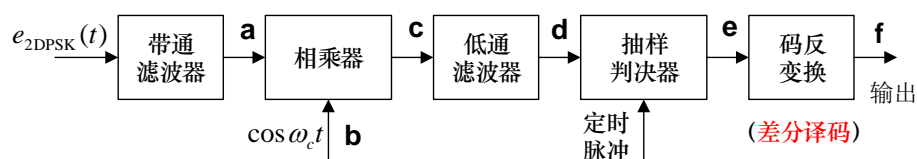
$$\text{最小误码率为 } P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{E_b(1-\rho)}{2n_0}} \right) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\sqrt{\frac{A^2T}{n_0}} \right)$$

(6 分)

8. (1) (4 分) 2PSK 及 2DPSK 的信号波形如下



(2) (4 分) 2DPSK 信号相干解调的原理框图如下



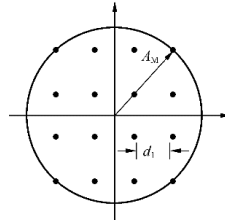
9. (1) 无 ISI 条件下, 该信道所允许的最大传输速率为 $R_{b\max} = \frac{B \log_2 M}{1+\alpha} = \frac{300 \times 4}{1.5} = 800 \text{ kb/s}$

实际的传输速率为 $R_b = 12 \times f_s \times n + 128$

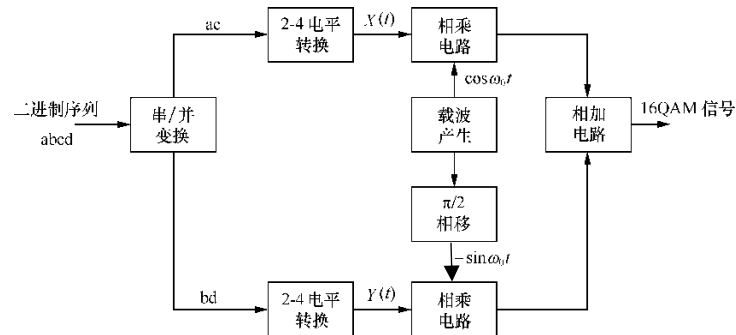
由 $R_b = R_{b\max}$ 得, 最多编码位数为 $n=7$ (4 分)

量化级数 $N=2^n=128$ (2 分)

(2) (1 分) 16QAM 的星座图



(1 分) 16QAM 的调制器实现方框图



(3) (2 分) 最小距离 $d_1 = \frac{\sqrt{2}A_M}{3} = 0.47$

10. (1) 典型监督矩阵为

$$H = \left[\begin{array}{cccc|cccc} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right] \quad (4 \text{ 分})$$

典型生成矩阵为

$$G = \left[\begin{array}{cccc|cccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{array} \right] \quad (4 \text{ 分})$$

(2) 信息码 (0011) 对应的系统码组

$$A = [0 \ 0 \ 1 \ 1] \cdot G = [0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0] \quad (1 \text{ 分})$$

信息码 (1010) 对应的系统码组

$$A = [1 \ 0 \ 1 \ 0] \cdot G = [1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1] \quad (1 \text{ 分})$$

(3) 校正子 $S = R \cdot H^T = [0 \ 0 \ 0 \ 0]$

S 为 0, 故接收码组 R 为正确码组。 (2 分)