

2006 级数字通信原理期末考试试题 A 卷

班级 _____ 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

| 题号/分数 | 一/30 | 二/12 | 三/18 | 四/15 | 五/15 | 六/10 | 合计/100 |
|-------|------|------|------|------|------|------|--------|
| 实际得分 | | | | | | | |

一、填空: (每空 2 分, 共计 30 分)

1. 如下三种二进制数字调制系统, 2ASK、2FSK 和 2PSK 中, 在码元速率相同的情况下, 传送 2FSK 所需要的信道带宽最宽。2. 模拟信号数字化包括三个步骤: 抽样 量化 编码。其中, 输出信号为数字信号的步骤为 量化 编码。3. 为了解决在 2PSK 相干解调载波恢复相位模糊问题, 可采取 2DPSK。4. 某线性分组码的生成矩阵为 $G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, 该码有 4 位监督元, 编码效率为 $\frac{3}{7}$ 。输入信源信息为 [0 0 1], 编码码字为 0 0 1 1 0 1, 该码字的码重为 4。5. 现 2FSK 信号使用频率 f_1 和 f_2 的载波调制二进制信号。码元持续时间为 T_s , 记 $f_s = 1/T_s$ 。若以功率谱的第一个零点的频率间隔计算 2FSK 信号的带宽, 2FSK 信号的带宽近似为 $|f_2 - f_1| + 2f_s$ 。最小移频键控(MSK)信号采用相干接收, f_1 和 f_2 的最小间隔为 _____。6. 关于二进制数字调制系统 2ASK, 2FSK, 2PSK 和 2DPSK 的误码率性能, 对于同一调制方式, 采用相干解调方式的误码率 低于 (填低于、高于) 采用非相干解调的误码率。在抗加性高斯白噪声方面, 将 2ASK、2FSK 和 2PSK 从性能最好到最差排序应为 2PSK 2FSK 2ASK。7. 目前的公用电话网中所传送的语音数字信号是经过抽样后非均匀量化后再编码得到的。量化主要有 A 律 13 折线和 μ 律 15 折线两种制式。采用非均匀量化主要是为了 提高小信号的信噪比。A 律 13 折线非均匀量化制式中, 参数 A 的值为 87.6。准同步数字体系中, 一次群的比特速率为 2.048 Mbps。

二、(12分) 问答题

1. 能否用非相干解调 2PSK 信号和 2DPSK 信号?

2PSK 不能

2DPSK 能

2. 多电平数字调制的优缺点是什么?

3. 某编码的全部码字集合为 $C=\{000, 010, 101, 111\}$ 。该码为线性码吗? 是循环码吗? 为什么?

4. 采用 QPSK 等多进制调制时, 经常采用格雷码映射信号。试说明使用格雷码映射的优点。

可使误码率尽量减小

三、(18分) 设有四路音频信号, 每路信号的频带限制在 3400 Hz 以下。为防止混叠和串话, 每路信号留出 600 Hz 防护带宽再进行抽样。今以时分复用方式对此四路信号进行抽样、量化, 再编成二进制码。试计算:

(a) 每路最低抽样频率 (4分)。

8 kHz

~~8 kHz~~ $8 \text{ kHz} \times 8 \text{ bit} = 64 \text{ kbps}$

(b) 采用 A 律 13 折线进行量化编码, 时分复用复接之后的总比特速率为多少? (7分)

$64 \times 4 = 256$

(c) 将输入信号抽样值动态范围归一化到 -1 到 +1 之间, 将此动态范围划分为 4096 个量化单位。某路输入抽样值量化为 -1270 个量化单位, 按 A 律 13 折线对其进行编码。

(7分) $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8$

$C_1 = 0$

$C_5 C_6 C_7 C_8 = 1001$

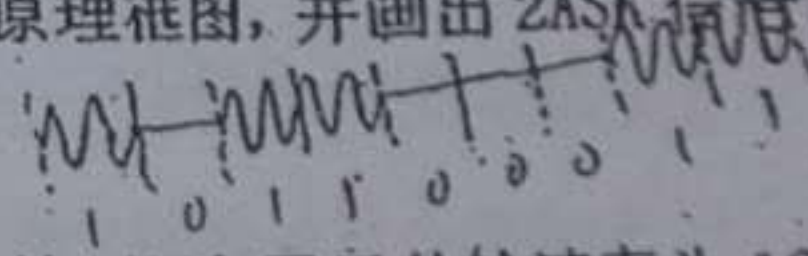
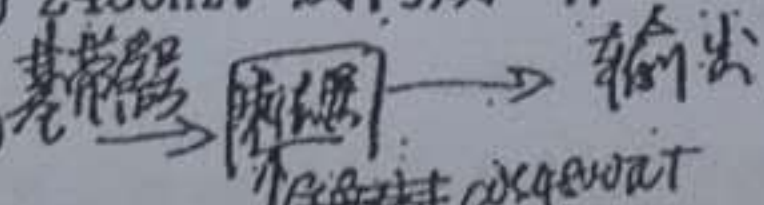
$C_2 C_3 C_4 = 111$

01110011

四、(15分) 考虑数字频带传输中的典型调制方式,

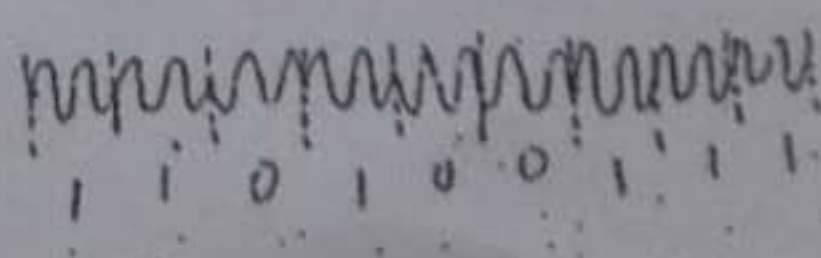
(1) 设发送的二进制信息为 101100011, 采用 2ASK 方式传输。已知码元传输速率为 1200

波特, 载波频率为 2400 Hz。试构成一种 2ASK 信号调制器原理框图, 并画出 2ASK 信号的时间波形; (7分)



(2) 设发送的二进制信息为 110100111, 采用 2PSK 方式传输。已知码元传输速率为 1200 波特, 载波频率为 2400 Hz。构成一种 2PSK 信号调制器原理框图, 并画出 2PSK 信号的时间波形。 (8分)

时间波形。 (8分)



五、(15分) 已知 $(7, 3)$ 分组码的监督关系式为

$n=7, k=3$

$$\begin{cases} x_6 + x_3 + x_2 + x_1 = 0 \\ x_5 + x_4 + x_3 + x_2 = 0 \\ x_6 + x_5 + x_4 = 0 \\ x_5 + x_4 + x_3 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda \\ x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{bmatrix}$$

试求其监督(或校验)矩阵、生成矩阵、全部码字及纠错能力。

H

六、(10分) 设某系统的接收信号 $s(t)$ 是如本图题 (a) 所示的理想矩形脉冲。分析表明

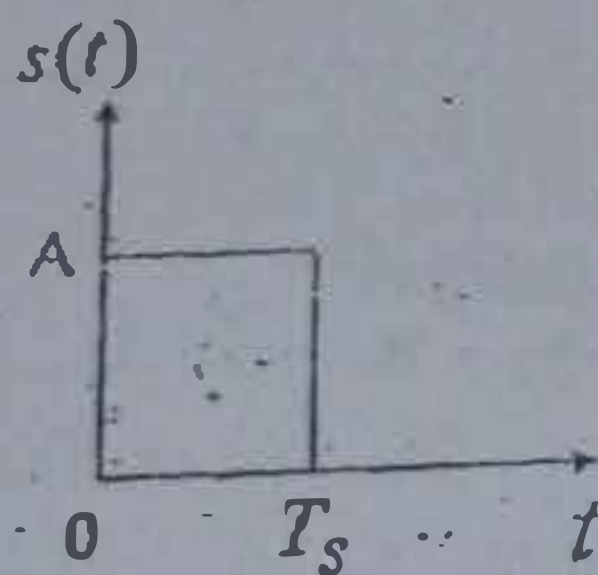
若使用 RC 低通滤波器 (本题图 (b)) 接收该信号, 当 $\frac{T_s}{2\pi RC} = 0.2$ 时有最佳效果。若噪

声的双边功率谱为 $n_0/2$ 。计算此时 RC 滤波后的输出信噪比, 并与匹配滤波器接收时的接收信噪比进行比较。

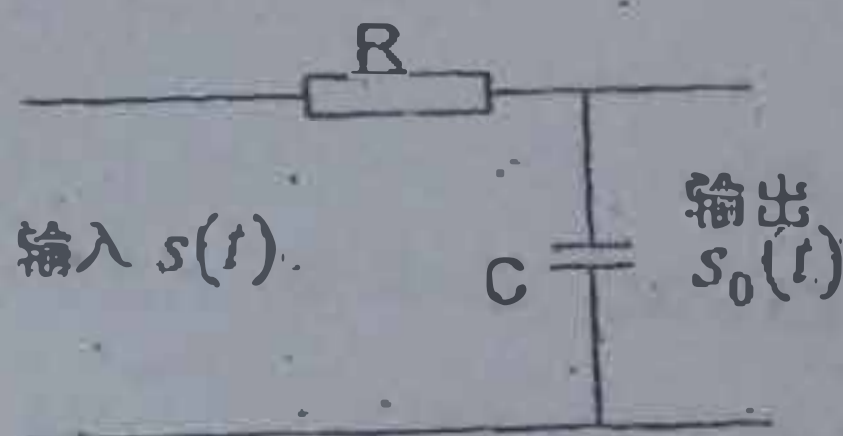
注 1: 设 $U(t) = \begin{cases} 1, t \geq 0 \\ 0, t < 0 \end{cases}$ 为单位阶跃函数。RC 低通滤波器的单位阶跃响应为

$$(1 - e^{-t/RC})U(t).$$

注 2: $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{1+x^2} dx = \pi$ 。



(a)

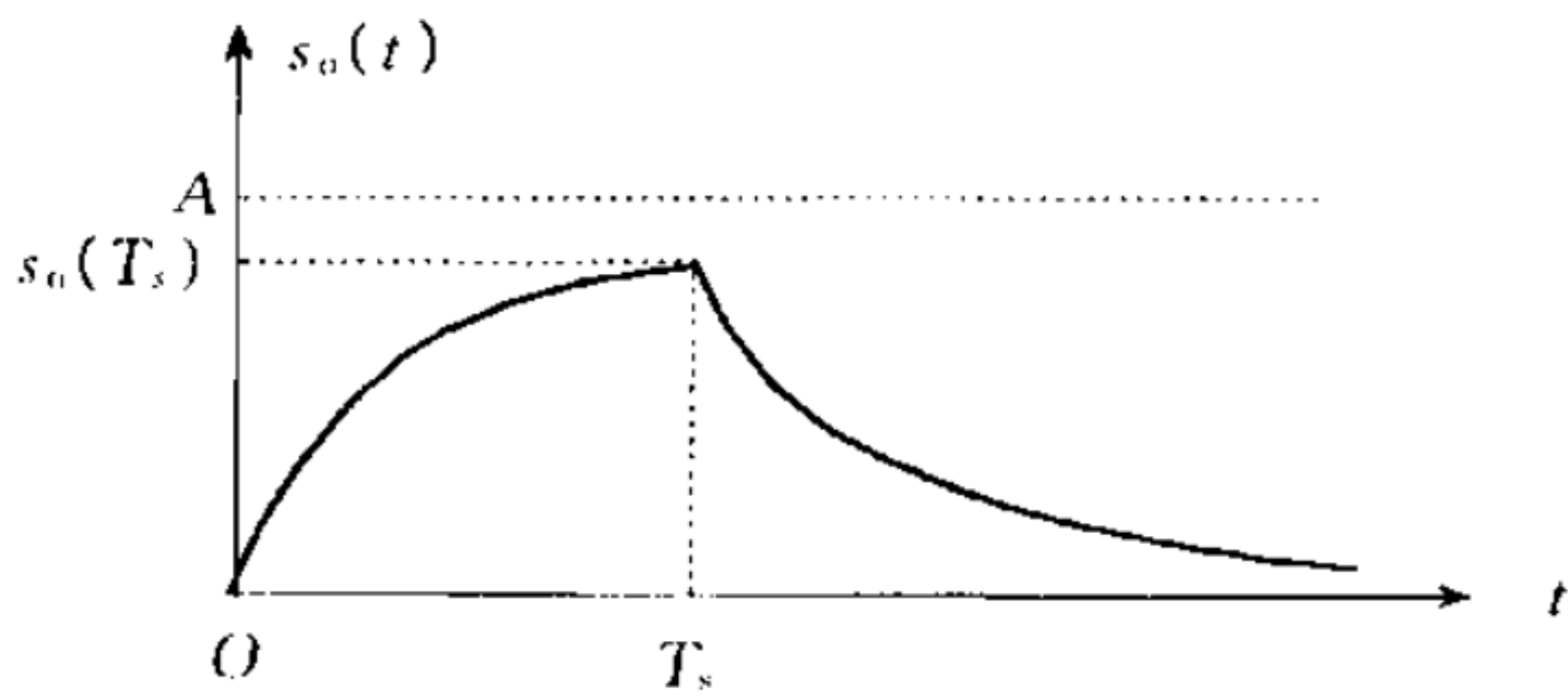


(b)

图题六: 接收信号波形与 RC 低通滤波器

解: RC 低通滤波器 $H(\omega) = \frac{1}{1 + j\omega RC}$ 输入 $s(t) = A[u(t) - u(t - T_s)]$

【答案】RC低通滤波器。输入，式中U(t)为单位阶跃函数。RC低通滤波器输出信号项(见下图)



图

$$\begin{aligned} s_o(t) &= A\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)U(t) - A\left(1 - e^{-\frac{t-T_s}{RC}}\right)U(t - T_s) \\ &= \begin{cases} A\left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right), & 0 \leq t < T_s \\ Ae^{-\frac{t}{RC}}\left(e^{\frac{T_s}{RC}} - 1\right), & t \geq T_s \end{cases} \end{aligned}$$

取

$$\frac{T_s}{2\pi RC} = 0.2 \Rightarrow \frac{T_s}{RC} = 0.4\pi \Rightarrow T_s = 0.4\pi RC$$

抽样时刻有

$$s_o(T_s) = A(1 - e^{-\frac{T_s}{RC}}) = A(1 - e^{-0.4\pi}) = 0.7154 A$$

输出噪声功率

$$N_0 = \frac{n_0}{2} \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |H(\omega)|^2 d\omega = \frac{n_0}{2} \cdot \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{1 + (\omega RC)^2} d\omega = \frac{n_0}{4RC}$$

信噪比为

$$r_{RC, \max} = \frac{s_o^2(T_s)}{N_0} = \frac{(0.7154 A)^2}{\frac{n_0}{4RC}} = \frac{2.0472 A^2 RC}{n_0}$$

记，则匹配滤波器接收信噪比

$$r_{\text{match}, \max} = \frac{2E}{n_0} = \frac{2A^2 T_s}{n_0} = \frac{0.8\pi RCA^2}{n_0}$$

从而得到

$$\frac{r_{RC, \max}}{r_{\text{match}, \max}} = \frac{\left(\frac{2.0472 A^2 RC}{n_0}\right)}{\left(\frac{0.8\pi A^2 RC}{n_0}\right)} = 0.815$$

即-0.89dB。