

2010 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	一/22	二/30	三/12	四/12	五/12	六/12	合计/100
实际得分							

一、填空（每空 2 分，共 22 分）

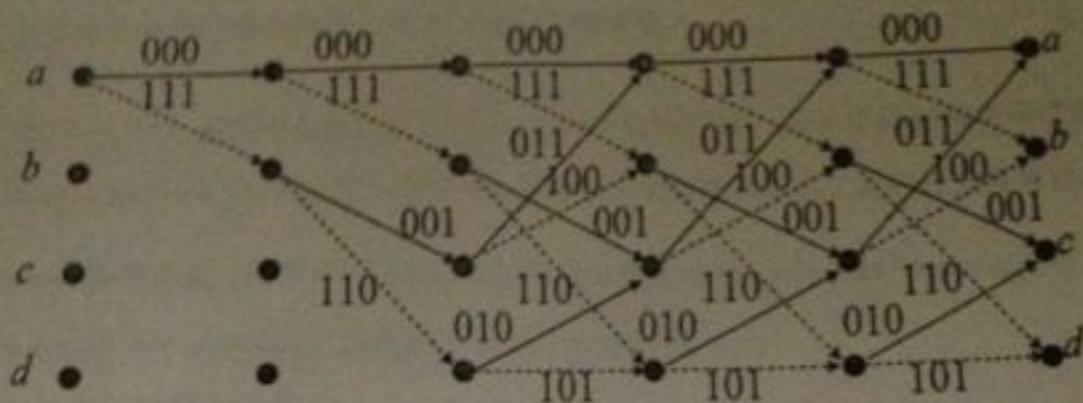
1. 高斯白噪声 $\xi(t)$ 的双边功率谱密度为 $\frac{N_0}{2}$ ，经频率特性为 $H(\omega)$ 的线性系统，其输出噪声 $\xi_0(t)$ 的功率谱密度为 _____， $\xi_0(t)$ 是分布函数类型为 _____ 的随机过程。
2. 信号 $m(t)$ 是截止频率为 f_m 的低通信号。已调信号 $s_m(t) = m(t)\cos\omega_c t$ 的带宽为 _____，可通过 _____ 方法进行解调。
3. 无码间串扰数字基带传输，理论上可实现的最高频带利用率为 _____ 波特/赫兹。一个基带系统，如果不满足无码间串扰传输条件，在该系统中插入一个抽头数量为无限的 _____，理论上可完全消除码间串扰。
4. 四进制 PSK 调制信号（QPSK）星座中，二进制编码与信号点之间通常使用格雷码编码规则进行映射。采用格雷码映射，星座中相邻信号点所代表的二进制编码之间的汉明距离为 _____。

5. 某线性分组码的生成矩阵 $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$ 。当

编码器输入序列为 $m = [1 \ 0 \ 0 \ 0]$ 时，计算编码器输出的码字 e 为

_____。

6. 某 $(3, 1, 3)$ 卷积编码器的网格图如图题 1.6 所示。实线和虚线分别表示输入为“0”和输入为“1”时的支路及输出情况。设编码器初始状态为 a 。若输入信息序列为“1001”，则编码器输出为 _____。



图题1.6

7. 抛掷 1 元的硬币，若出现正面记为“0”，出现反面记为“1”。某通信连的士兵重复抛掷硬币，每次抛掷 2 枚硬币，并记录二硬币产生数值的和，以产生随机序列供通信加密使用。每天派出一名士兵，抛掷频率为每分钟 2 次，每天抛掷时间 4 小时。采用这种方法抛掷获得的序列，其平均信息量为 _____ 比特/符号。一年（按 300 个工作日计算）所产生序列的信息量为 _____ 比特。

二、简答题（每题 6 分，共 30 分）

1. 什么是白噪声？画出其功率谱密度和自相关函数示意图。
 2. 简述数字带通传输系统接收机输入带通滤波器的作用。
 3. 模数转换需要经过哪几个主要步骤？语音信号使用非均匀量化有什么优点？
 4. 试从通信系统的有效性和可靠性两方面对 2PSK 和 8PSK 两种调制方式进行比较。
 5. 什么是线性分组码的码重？简述线性分组码的码重和最小码距之间的关系？

三、(12分) 某双音多频电话按键及产生的频率信号如下表所示。其拨号键盘是 4×4 的矩阵，每一行代表一个低频，每一列代表一个高频，每按一个键就发送一个高频和低频的正弦信号组合，比如按'1'对应697赫兹和1209赫兹。

	1209Hz	1336Hz	1477Hz	1633Hz
697Hz	1	2	3	A
770Hz	4	5	6	B
852Hz	7	8	9	C
941Hz	*	0	#	D

(1) 用户按一次键，设电话机将产生并传递 10ms 的双音信号。设主叫交换机用户电路以 8000Hz 的抽样频率对该信号取样，将每个样值按 A 律 13 折线方式量化并编成 8 位二进制码，送入 PCM 线路传送。试计算一个 8 位的电话号码经 PCM 编码后的序列长度。

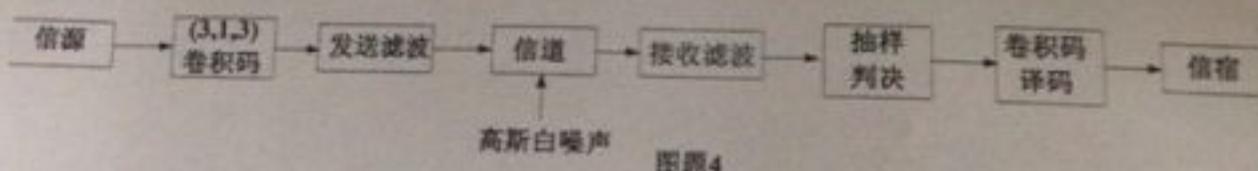
(2) 采用 13 折线 A 律编码，设最小的量化间隔为 1 个单位。某抽样脉冲值为 +198 单位，试求编码器输出码组。

四、(12 分) 某数字基带系统具有余弦滚降特性

$$H(\omega) = \begin{cases} T_s, & 0 \leq |\omega| < \frac{(1-\alpha)\pi}{T_s} \\ \frac{T_s}{2} [1 + \sin \frac{T_s}{2\alpha} (\frac{\pi}{T_s} - \omega)], & \frac{(1-\alpha)\pi}{T_s} \leq |\omega| < \frac{(1+\alpha)\pi}{T_s} \\ 0, & |\omega| \geq \frac{(1+\alpha)\pi}{T_s} \end{cases}$$

记 $f_N = \frac{1}{2T_s}$ 为奈奎斯特带宽； f_n 为基带系统的带宽； α 为滚降系数，定义为 $\alpha = \frac{f_n - f_N}{f_N}$ 。

某通信系统如图题 4 所示，信源输出经 (3, 1, 3) 卷积码编码后送入滚降系数为 α 的二进制数字基带系统传送。数字基带系统码元速率为 $R_b = 9600B$ ，占用的带宽为 6000Hz。



图题4

(1) 求余弦滚降特性的滚降系数。

(2) 计算该传输系统的信息传输速率。

(3) 设信道具有理想传输特性，即 $C(\omega) = 1$ 。试确定实现最佳基带传输的发送和接收滤波器频率特性。

五、(12 分) 设 2PSK 的相位映射规则为：码元“0”对应相位 0，码元“1”对应相位 π 。码元速率为 1000B，载波频率为 2000Hz。

(1) 设发送的信源序列为“10011”，不考虑信道噪声影响，画出 2PSK 信号相干解调系统原理框图及各点时间波形（至少五个点）。

(2) 设 2PSK 接收信噪比为 r ，相干解调判决器输出满足 $P(1/0) = P(0/1) = \frac{1}{2}erfc(\sqrt{r})$ 。现将发送端的 2PSK 调制器的二进制序列输入端和接收端的抽样判决器的输出端之间的

总信道等效为一编码信道。画出该编码信道模型。

六、(12分) 某线性分组码具有 r 行 n 列的校验矩阵 \mathbf{H} ，该分组码的编码码组集合记为 $C = \left\{ \mathbf{v} : \mathbf{H}\mathbf{v}^T = \mathbf{0}, \mathbf{v} \in \{0,1\}^n \right\}$ 。其中 $\{0,1\}^n$ 表示所有长度为 n 的二进制行矢量集合， $\mathbf{0}$ 为维度 $r \times 1$ 的零矢量。选取一个 $r \times 1$ 列的二进制矢量 \mathbf{z} ，称 $C_z = \left\{ \mathbf{v} : \mathbf{H}\mathbf{v}^T = \mathbf{z}, \mathbf{v} \in \{0,1\}^n \right\}$ 为该线性分组码关于 \mathbf{z} 的陪集。设编码 C 的最小汉明距离为 d 。

- (1) 求该编码的码率。
- (2) 作为纠错码，该编码最多可纠正多少位错误？
- (3) 求陪集 C_z 中两个不同矢量的最小汉明距离，并证明该结果。

标准答案

一、填空

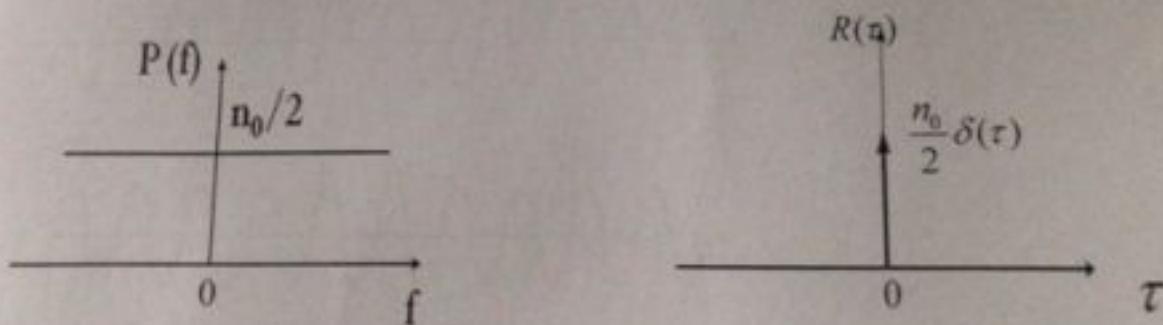
1. $\frac{n_0}{2} |H(\omega)|^2$, 高斯或正态型
2. $2f_s$, 同步检波或相干解调
3. τ , 横向滤波器或时域均衡器
4. 1
5. $c = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1]$
6. 111 001 011 111
7. 1.5, 216000

二、简答题

1 功率谱密度在所有频率上均为一常数的噪声，即：

$P(f) = \frac{n_0}{2}$ ($-\infty < f < +\infty$) (W/Hz)，则称该噪声为白噪声。

白噪声的功率谱密度及自相关函数如下图所示：



- 2 让信号通过并尽可能多的滤除噪声。
- 3 主要步骤：抽样、量化和编码；
语音信号使用非均匀量化可提高小信号信号量噪比。
- 4 2PSK 可靠性高，有效性低；8PSK 可靠性低，有效性高；
- 5 分组码的码重：码组中“1”的个数；
码的最小距离：码的最小重量（除全“0”码组外）

- (1) 每个号码经 PCM 编码后的一进制序列长度为 $8 \times 8000 \times 10^{-3} = 640$
 8 位电话号码输出的一进制序列包含 $640 \times 8 = 5120$ 个二进制符号。
 (2) 编码输出 11001000.

四、

$$(1) \alpha = \frac{f_s - f_{L_{\min}}}{f_s} = \frac{6000 - 4800}{6000} = 0.25$$

$$(2) \text{信息速率 } R_i = R \cdot R_s = \frac{1}{3} \times 9600 = 3200 \text{ (bit/s)}$$

$$(3) G_r(\omega) = G_s(\omega) = \sqrt{H(\omega)}$$

五、

(1)

