

2005~2006 学年第二学期通信原理课内试卷 A

(通信工程专业 03 级)

授课班号 218801 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、填空题 (每空 1 分, 共 20 分)

1. 采用相干解调方式时, 相同误码率条件下, 2ASK、2FSK、2PSK 系统所需信噪比数量关系为 2ASK>2FSK>2PSK。
2. 窄带随机过程在示波器上的波形是一个 包络 和 相位 缓慢变化的正弦波。
3. 恒参信道的传输特性可以用幅频特性 和 相频特性 来表征。
4. 如果解调器的输入噪声功率谱密度相同, 输入的信号功率也相等, 则双边带和单边带在解调器输出端的 输出信噪比 是相同的。
5. 采用部分响应波形, 能实现 2 Bd/Hz 的频带利用率, 而且通常它的“尾巴”衰减大和收敛快, 还可实现基带 频谱 结构的变化。
6. 已知一无线信道的传输带宽为 10KHz, 在最坏传输条件下的信噪比为 30dB, 其信道容量为 99.7Kbit/s。
7. ΔM 是将模拟信号转换成仅由 二 位二进制码组成的数字信号序列。 ΔM 系统中的量化噪声有两种形式: 一种称为 过载 量化噪声, 另一种称为一般量化噪声。
8. 普通接收系统和最佳接收系统, 其性能表示式在形式上是相同的, 由于实际带通滤波器带宽 B 总是 大于 $1/T$, 所以普通接收系统的性能总是比最佳接收系统差。
9. 一个各态历经的平稳随机噪声电压的数学期望代表着 直流分量, 其方差代表着 交流平均功率。
10. m 序列的均衡性是指在 m 序列的一周期中, “1”和“0”的个数相当, 准确地说, “1”的个数比“0”的个数 多 一个。
11. 设一数字传输系统传送 16 进制码元的速率为 2400B, 则这时的系统信息速率为 9600b/s。
12. 一个两径时延差为 1ms 的随参信道, 它在 $(2n+1)/2$ KHz 频率上传输衰耗最大。
13. 已知信息序列为 100000000011, 则对应的 HDB3 码为 +1000V-B-00V-0+1-1。
14. PCM30/32 路 TDM 系统的基本数据速率为 2.048M b/s。
15. 某线性分组码的许用码组的最小码距是 4, 若用于检错, 可检出 3 位错码。

二、简答题 (每题 5 分, 共 40 分)

1. 按传输信号的复用方式, 通信系统如何分类?

答: 按传输信号的复用方式, 通信系统有三种复用方式, 即频分复用、时分复用和码分复用。频分复用是用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围; 时分复用是用抽样或脉冲调制方法使不同信号占据不同的时间区间; 码分复用则是用一组包含正交的码字的码组携带多路信号。

2. 解释半双工通信和全双工通信, 并用实际通信系统举例说明?

答: 半双工, 双向不同时通信, 如: 对讲机; 双工, 双向同时通信, 如: 移动通信系统。

3. 眼图的作用是什么? 怎样才能观察到眼图?

答: 衡量数字通信系统性能好坏。调整示波器的扫描周期与码元周期同步, 可看到眼图。

4. 为什么要进行调制? 线性调制和非线性调制的区别是?

答: 使信号适合信道传输特性, 提高频带利用率, 适合远距离传输。

线性调制是基带信号频谱在频域内的平移, 非线性调制信号中不存在清晰的基带信号谱分量。

5.解释匹配滤波器，并画出基于“匹配滤波器”的先验等概时二进制确知信号最佳接收机结构。

答：输出信噪比最大的最佳线性滤波器。

6.某 2FSK 系统的码元传输速率为 2MB，数字信息为“1”时的频率 f_1 为 2.048MHz，数字信息为“0”时的频率 f_2 为 1.024MHz，试计算已调信号的第一零点带宽。

解： $B=f_1-f_2+2f_s=5.024\text{MHz}$

7.求功率谱密度为 n_0 的白噪声通过理想 LPF 后的自相关函数及噪声功率。

$R_o(t)=2n_0f_H \sin w_H t / w_H t; N=2n_0f_H$

8.解释 ARQ 系统，并说明其主要缺点？

答：在发送端输入的信息码元在编码器中被分组编码后，除立即发送外，暂存于缓冲存储器中。若接收端解码器检出错码，则由解码器控制产生一重发指令，经反向信道送至原发送端。这时由发送端重发控制器控制缓冲存储器重发一次。接收端仅当解码器未发现错码时，才将信码送给收信者，否则在输出缓冲存储器中删除掉，并经反向信道发出不需重发指令。发送端收到指令后，继续发送下一码组，发端缓存的内容随之更新。

缺点：不能用于单向传输系统，也难用于广播系统，实现重发控制比较复杂；信道干扰大时系统可能处在重发循环中，通信效率低；不适合要求严格实时传输的系统。

三、综合题（共 40 分）

1.已知三级最长线性反馈移位寄存器序列的特征方程为 $f(x)=1+x^2+x^3$ 移存器的初始态为 111，画出此 m 序列的连接结构图，写出输出序列的一个周期。（10 分）

解：11100101

2.一模拟信号的幅度范围为 -6.4V~+6.4V，对该信号采用奈奎斯特抽样，其某一抽样值为 2.55V，采用 13 折线 A 律编码，求该抽样值的编码结果（段内码用折叠二进制）。（10 分）

解： $2.55/(6.4/2048)=816$ 个量化单位 11101001

3.已知某线性码的生成矩阵为 $G=\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

试求：(1) 典型生成矩阵 G；

(2) 典型监督矩阵 H；

(3) 列出全部码组；

(4) 列出错码图样表。（10 分）

解：(1) $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

(2) $H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(3) 码组编号 a5 a4 a3 a2 a1 a0

1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1
3	0	1	0	1	1	0
4	0	1	1	1	0	1
5	1	0	0	1	0	1

6	1	0	1	1	1	0
7	1	1	0	0	1	1
8	1	1	1	0	0	0

4. 设某 2DPSK 调制系统的码元传输速率为 1200B，已调信号的载频为 2400Hz，已知相对码序列为 110001，试画出相应的 2DPSK 信号波形（相位偏移 $\Delta\Phi$ 可自行假设）。(10 分)

错码位置	S ₁	S ₂	S ₃
e ₅	1	0	1
e ₄	1	1	0
e ₃	0	1	1
e ₂	1	0	0
e ₁	0	1	0
e ₀	0	0	1
无错	0	0	0

一个码元周期含 2 个载波周期

2006~2007 学年第二学期通信原理试卷 A

(04 级通信与电子信息工程专业)

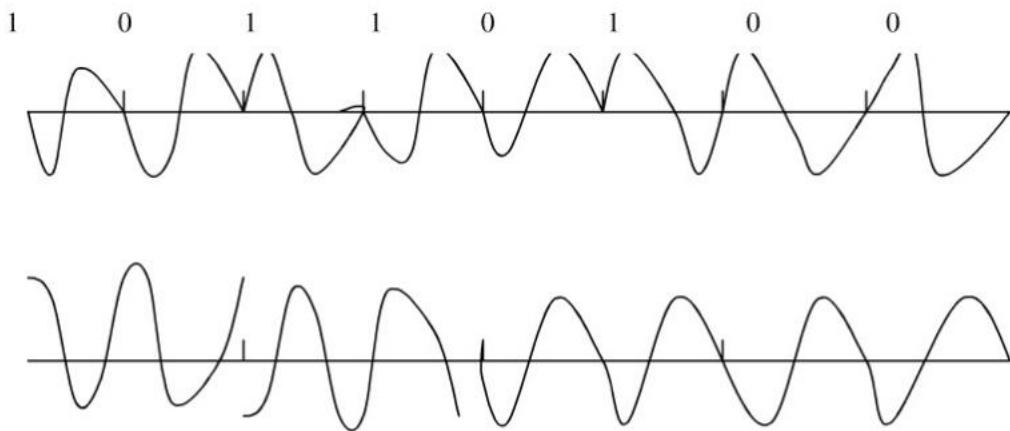
授课班号 “3+1” 教改班 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、 填空题 (每空 0.5 分, 共 10 分)

1. 在八进制中 ($M=8$), 已知码元速率为 1200B, 则信息速率为 3600b/s。
2. 各态历经性就是 统计特性 可由随机过程的任一实现的 时间平均 来代替。
3. 起伏噪声包括 热噪声、散弹噪声 和 宇宙噪声。
4. 恒参信道无失真传输要求振幅-频率特性曲线是一条 水平直线, 相位特性 是一条过原点的直线。
5. 幅度调制又称为 线性调制, 调制信号的频谱完全是基带信号频谱在频域内的 简单搬移。
6. 在同等条件下, 正常工作时, 模拟调制系统, FM 系统 抗噪声性能最好, AM 系统 抗噪声性能最差。
7. 单极性 RZ 信号中 有 定时分量, 双极性等概信号 没有 离散谱。
8. MSK 信号是包络恒定、相位连续、带宽最小 并且严格正交的 2FSK 信号。
9. 当 DPCM 系统中量化器的量化电平数取为 2 时, 此 DPCM 系统就成为 增量调制 系统。
10. 匹配滤波器是指 输出信噪比 最大的线性滤波器, 它可代替最佳接收机里的 相关运算器。

二、 简答题 (每题 8 分, 共 40 分)

1. 窄带随机过程的频谱与时间波形有什么特点?
答: 窄带随机过程的的谱密度集中在中心频率 f_c 附近相对窄的频带范围 Δf 内, 且 $\Delta f \ll f_c$, f_c 远离零频率。窄带随机过程的一个样本波形是一个包络和相位随机缓变的正弦波。
2. FM 系统中采用加重技术的原理和目的是什么?
答: FM 系统中采用加重技术的原理是针对鉴频器输出噪声谱呈抛物线形状, 而高频端的信号谱密度最小, 目的是提高调频解调器的高频端输出信噪比。
3. 等概时对于传送单极性基带波形和双极性基带波形的最佳判决门限各为多少? 为什么?
答: $A/2$ 和 0。因为此时误码率最低。
4. 与二进制数字调制相比较, 多进制数字调制有哪些优缺点?
答: 优点是提高了频带利用率, 缺点是抗噪声性能降低。
5. 卷积码与分组码之间有何异同点?
答: 相同点是它们都是差错控制编码, 且监督位与信息位之间是线性运算关系。不同的是分组码监督位只与本组信息位有关, 分组码可用 G 、 H 矩阵或多项式分析, 能进行纠错。而卷积码编码不仅与本组信息有关还与前 $N-1$ 组有关, G 、 H 是半无限矩阵, 可用矩阵、多项式和图形三种方法分析, 且更适合前向纠错。
6. 综合题 (共 50 分)
 1. 设信息代码为 10110100, 信息速率为 1kb/s, 载波频率为 1kHz, 并假设初始相位为 0° , 试画出 2DPSK 信号波形和 4DPSK 信号波形。其中, 对 2DPSK 规定: $\Delta \phi = 0^\circ$ (对应“0”), $\Delta \phi = 180^\circ$ (对应“1”); 对 4DPSK 规定: $\Delta \phi = 0^\circ$ (对应“00”), $\Delta \phi = 90^\circ$ (对应“10”), $\Delta \phi = 180^\circ$ (对应“11”), $\Delta \phi = 270^\circ$ (对应“01”)。 (10 分)



解：

2. 某通信系统发射端对最高频率为 4.2MHz 模拟信号先进行线性 PCM 编码(抽样频率取 8.4MHz , 量化电平为 32 级), 余弦滚降系数为 $\alpha = 0.6$, 再对载波进行调制, 试求 :

- (1) 线性PCM编码器输出的信息速率 R_{b1} ;
- (2) 余弦滚降滤波器频带利用率 η_b 和带宽 B_b ;
- (3) 若采用2PSK 调制, 求调制器输出信号的码元速率 R_{B2PSK} 和带宽 B_{2PSK} (保持信息速率不变)。 (15分)

解: (1) $f_H = 4.2\text{MHz}$ $f_s = 2f_H = 2 \times 4.2 = 8.4\text{MHz}$ $N = \log_2 32 = 5$

$$R_{b1} = Nf_s = 5 \times 8.4 = 42\text{Mbit/s}$$

$$(2) \eta_b = \frac{R_{b1}}{B_b} = \frac{2}{1+\alpha} = 1.25(\text{bit/(s.Hz)})$$

$$B_b = \frac{R_{b1}}{2}(1+\alpha) = \frac{42}{2}(1+0.6) = 33.6\text{MHz}$$

$$(3) R_{B2PSK} = R_{b1} = 42\text{MBit/s}$$

$$B_{2PSK} = 2B_b = 67.2\text{MHz}$$

3. 设某线性码(n,k)的生成矩阵为 $G = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

试求: (1) 确定 n,k 值, 写出该 (n,k) 码的全部码组;

(2) 典型监督矩阵 H ;

(3) 最小码距 d_0 以及纠错个数 t 。(15 分)

解: (1) 生成矩阵 G 有 k 行 n 列, 所以 $n=6, k=3$ 。

全部码组为:

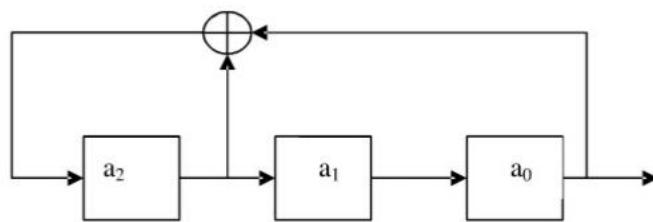
000000, 001011, 010110, 011101, 100101, 101110, 110011, 111000

(2) 典型生成矩阵为

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \quad H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

(3) $d_0=3 \quad t=1$

(4) 已知 3 级线性反馈移存器的原始状态为 111, 本原多项式为 $f(x)=x^3+x+1$, 试画出移存器的连线图并求输出端的 m 序列。(10 分)



1	1	1
0	1	1
1	0	1
0	1	0
0	0	1
1	0	0
1	1	0

输出端的 m 序列为: 11101001110100…

2005~2006 学年第二学期《通信原理》试卷 B

(04 级通信与电子信息工程专业)

授课班号 “3+1” 教改班 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

三、填空题（每空 0.5 分，共 10 分）

1. 在四进制中 ($M=4$)，已知信息速率为 2400b/s，则码元速率为 1200B。
2. 一平稳随机过程 $\xi(t)$ 的 $R(0)$ 代表 $\xi(t)$ 的 平均功率， $R(0) - R(\infty)$ 代表 $\xi(t)$ 的 交流功率。
3. 调制信道的模型可以分为两类，恒参信道 和 随参信道。
4. 针对 FM 系统门限效应，降低门限值的方法很多，常用的有锁相环解调器和负反馈解调器。
5. 眼图是指用示波器 观察接收端的基带信号波形，从而估计和调整系统性能的一种方法。
6. PCM30/32 路体系可复用传输 30 路话音信号，其总码率为 2.048Mb/s。
7. 最佳基带传输系统是指消除了码间干扰，且误码率最小的基带系统。
8. 把码组中1的个数称为码组的重量，把两个码组中对应位上数字不同位数称为码组的距离。
9. 某本原多项式的八进制表示为 211，则该本原多项式 $f(x)$ 为 $x^7 + x^3 + 1$ ，以它产生的 m 序列周期为 127。
10. 在数字调制通信系统的接收机中，应该先采用载波同步，其次采用位同步，最后采用群同步。

四、简答题（每题 8 分，共 40 分）

1. 何谓高斯白噪声？

答：高斯白噪声是指取值的概率分布服从高斯分布，功率谱密度在所有频率上均为常数的噪声。

2. FM 系统的调制制度增益和信号带宽的关系如何？这一关系说明什么问题？

答：FM 系统的调制制度增益和信号带宽成正比关系，这一关系说明可通过增加带宽来换取较高的输出信噪比，从而提高抗噪声性能。

3. 何谓奈奎斯特速率和奈奎斯特带宽？此时的频带利用率有多大？

答：满足奈奎斯特第一准则的带宽 f_N 和速率 R_N 叫奈奎斯特速率和奈奎斯特带宽， $R_N = 2f_N$ ，此时的频带利用率为 $2B/Hz$ 。

4. 2PSK 与 2ASK 和 2FSK 相比有哪些优势？

答：2PSK 对信道的敏感性比 2ASK 低，频带比 2FSK 窄，同样的信噪比时 2PSK 误码率最低。

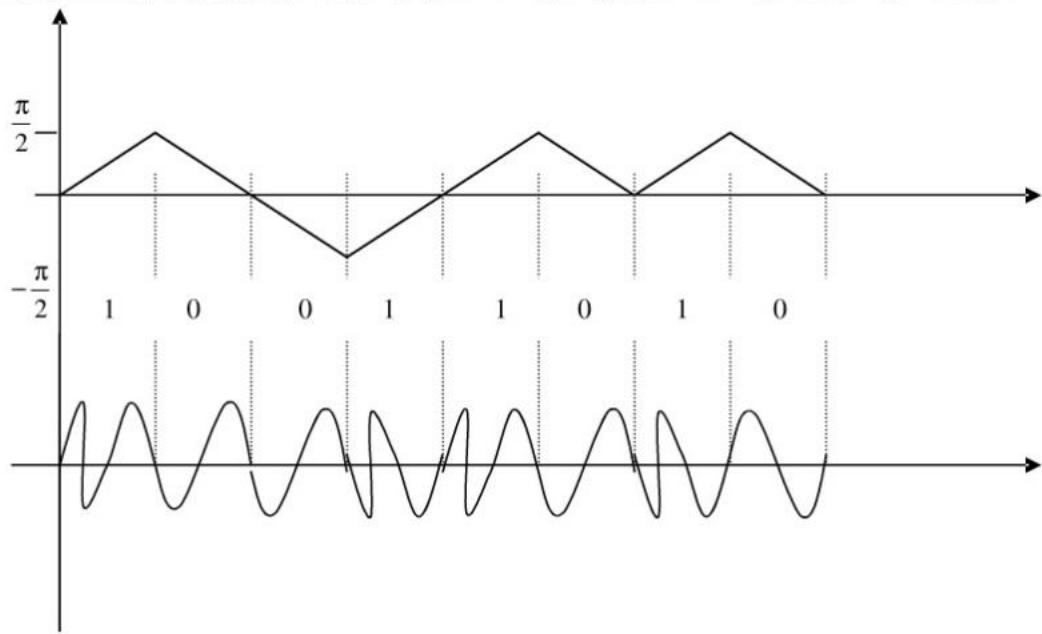
5. 什么是奇偶监督码？其检错能力如何？

答：奇偶监督码就是用 1 位监督码使码组中 1 的个数为奇数个或偶数个，它能检测奇数个错码。

4. 综合计算题（共 50 分）

1. 采用 MSK 调制，设发送的数字序列为 10011010，码元速率为 1600B，载波频率为 2000Hz，试：
(1) 画出 MSK 信号的相位路径图（设初始相位为零）

(2) 画出MSK信号的波形图(频率 f_1 对应“0”码, f_2 对应“1”码, 且 $f_1 < f_2$) (10分)



答:

$$f = 1600B, f_c = 2000\text{Hz}$$

$$f_1 = f_c - \frac{1}{4}f_s = 2000 - 400 = 1600\text{Hz}$$

$$(2) f_2 = f_c + \frac{1}{4}f_s = 2000 + 400 = 2400\text{Hz}$$

$$\frac{T_s}{T_1} = \frac{f_1}{f_s} = 1, \frac{T_s}{T_2} = \frac{f_2}{f_s} = 1.5$$

即在一个码元间隔里, f_1 有1周, f_2 有1.5周, 波形见上图。

2. 设有一传输两路话音的PCM-TDM通信系统, 系统的输入输出均为模拟话音信号, 抽样频率为8000Hz, 要求每样值均编码为8bit, 帧同步码亦取为8bit。

(1) 采用二进制基带传输, 并设滚降系数为0.25, 求系统信息速率, 画出系统原理图和系统频率特性。

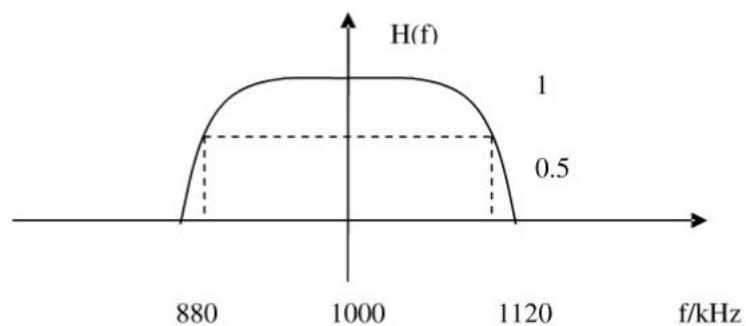
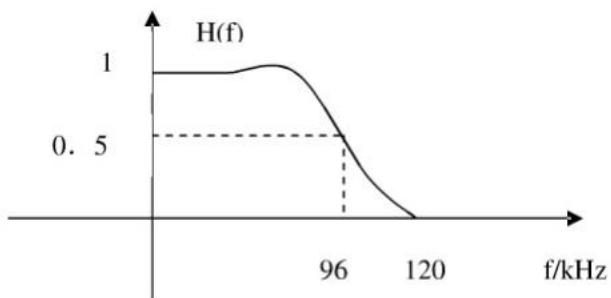
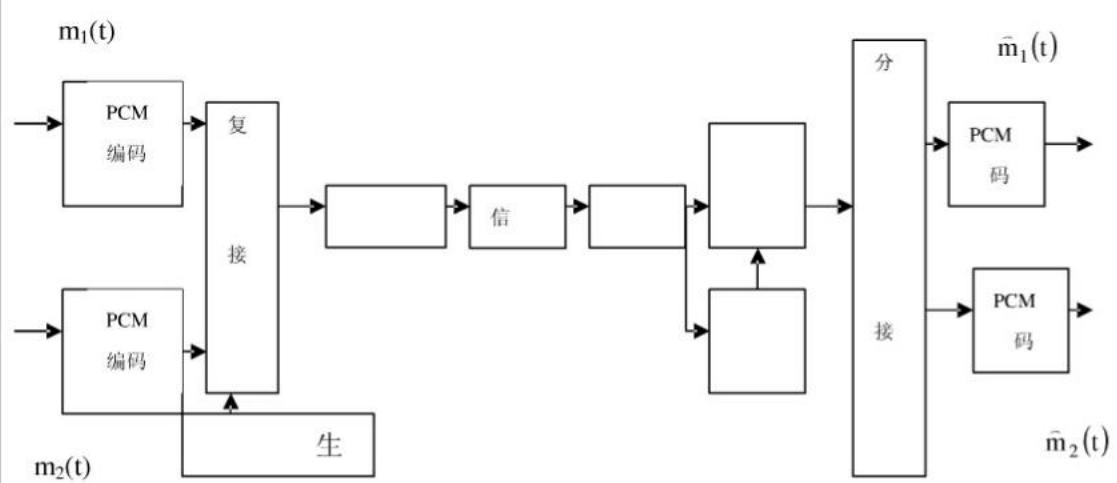
(2) 若采用2DPSK调制, 并保持信息速率不变, 载波频率为1MHz, 求带宽并画出系统频率特性。
(15分)

解:

$$R_b = 3R_{bl} = 3 \times 64 = 192\text{kb/s}$$

$$(1) f_N = \frac{R_b}{2} = 96\text{kHz}$$

$$B = (1 + \alpha)f_N = 1.25 \times 96 = 120\text{kHz}$$



$$(2) B = 2 \times 120 = 240 \text{ KHz}$$

3. 若给定 (7, 4) 循环码的生成多项式 $g(x) = x^3 + x + 1$, 试求:

- (1) 典型生成矩阵 G ;
- (2) 典型监督矩阵 H ;
- (3) 若信息码为 $M=1101$, 计算该码组 A 。(15 分)

$$G(x) = \begin{bmatrix} x^3 g(x) \\ x^2 g(x) \\ x g(x) \\ g(x) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x^6 + x^4 + x^3 \\ x^5 + x^3 + x^2 \\ x^4 + x^2 + x \\ x^3 + x + 1 \end{bmatrix} \quad G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

解：(1) $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$

(2) $H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(3) $A = MG = [I \quad 1] \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} = [I \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1]$

4. 采用 13 折线 A 律编码，归一化 1 分为 2048 个量化单位，已知抽样值为 -340。试求：(1) 编码码组；

解：(1) 极性码 $C_1 = 0$

段落码 $C_2 C_3 C_4 = 101$ (因 $256 < x < 512$)，在第 6 段， $\Delta_K = \frac{256}{16} = 16$

再由 $340 \geq 256 + n\Delta_K = 256 + 16n$ ，得 $n = 5 = (0101)_2$

(2) 译码输出和量化误差。(10 分) 段内码 $C_5 C_6 C_7 C_8 = 0101$

$C = 01010101$

(2) 译码输出 $\bar{x} = -(256 + 16 \times 5 + \frac{\Delta_K}{2}) = -344$

量化误差 $\varepsilon = x - \bar{x} = (-340) - (-344) = 4$

2005~2006 学年第二学期《通信原理》课内试卷 B

(电子信息专业 03 级)

授课班号 205501 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一 填空题（每空 0.5 分，共 10 分）

1. 消息中所含信息量 I 与出现该消息的概率 $P(X)$ 的关系式为 $I = -\log_2 P(x)$ ，常用的单位为 比特。
2. 窄带随机过程在示波器上的波形是一个包络和相位缓慢变化的正弦波。
3. 多经传播不仅会造成信号衰落和频率弥散，同时还可能发生频率选择性衰落。
4. 如果解调器的输入噪声功率谱密度相同，输入的信号功率也相等，则双边带和单边带在解调器输出端的信噪比是相等的。
5. 采用部分响应波形，能实现 2B/Hz 的频带利用率，而且通常它的“尾巴”衰减大和收敛快，还可实现基带 频谱 结构的变化。
6. 二进制数字调制系统，当码元速率相同时，2FSK 系统带宽最宽，抗噪声性能方面，OOK 最差。
7. ΔM 是将模拟信号转换成仅由 一位 二进制码组成的数字信号序列。 ΔM 系统中的量化噪声有两种形式：一种称为过载量化噪声，另一种称为一般量化噪声。
8. 普通接收系统和最佳接收系统，其性能表示式在 形式 上是相同的，由于实际带通滤波器带宽 B 总是 大于 $1/T$ ，所以普通接收系统的性能总是比最佳接收系统差。
9. 卷积码的译码方法有两类：一类是 大数逻辑译码，另一类是 概率译码。
10. m 序列的均衡性是指在 m 序列的一周期中，“1”和“0”的个数 基本相等，准确地说，“1”的个数比“0”的个数 多一个。

二 简答题（每题 8 分，共 40 分）

6. 按传输信号的复用方式，通信系统如何分类？

答：按传输信号的复用方式，通信系统有三种复用方式，即频分复用、时分复用和码分复用。频分复用是用频谱搬移的方法使不同信号占据不同的频率范围；时分复用是用抽样或脉冲调制方法使不同信号占据不同的时间区间；码分复用则是用一组包含正交的码字的码组携带多路信号。

7. 什么是宽平稳随机过程？什么是严平稳随机过程？它们之间有什么关系？

答：随机过程 $\xi(t)$ 的 n 维概率密度函数满足

$$f_n(x_1, x_2, \dots, x_n; t_1, t_2, \dots, t_n) = f_n(x_1, x_2, \dots, x_n; t_1 + \tau, t_2 + \tau, \dots, t_n + \tau)$$

则称 $\xi(t)$ 为严平稳随机过程。

如果平稳随机过程的数学期望与时间 t 无关，而其相关函数只于时间间隔 τ 有关，则称这个随机过程是宽平稳随机过程。

一般满足宽平稳条件不一定满足严平稳条件，反之则可以，

但如果高斯过程是宽平稳的，则是严平稳的。

3. 什么是恒参信道？什么是随参信道？目前常见的信道中，哪些属于恒参信道？哪些属于随参信道？

答：由二对端信道的数学模型得：

$$e_o(t) = k(t)e_i(t) + n(t)$$

当 $k(t)$ 可看成不随时间变化或基本不变化时，这类信道被称为恒参信道。

当 $k(t)$ 随机快变化时，这类信道可称为随参信道。

常见的恒参信道有由架空明线、电缆、中长波地波传播、

超短波及微波视距传播，人造卫星中继，光导纤维以及光波视距传播等传输媒质构成的信道。

随参信道包括短波电离层反射，超短波流星余迹散射，超短波及

微波对流层散射，短波电离层散射以及超短波超视距绕射

等传输媒质所构成的调制信道。

5. 什么是线性调制？常见的线性调制有哪些？

答：线性调制是通过改变载波的幅度来实现基带调制信号的频谱搬移，它所形成的信号频谱还保持原来基带频谱的结构。常见的线性调制有 AM、SSB、DSB 和 VSB。

6. 如何才能使普通接收机的误码性能达到最佳接收机的水平？

答：因为普通接收机和最佳接收机的性能表示式在形式上是相同的，

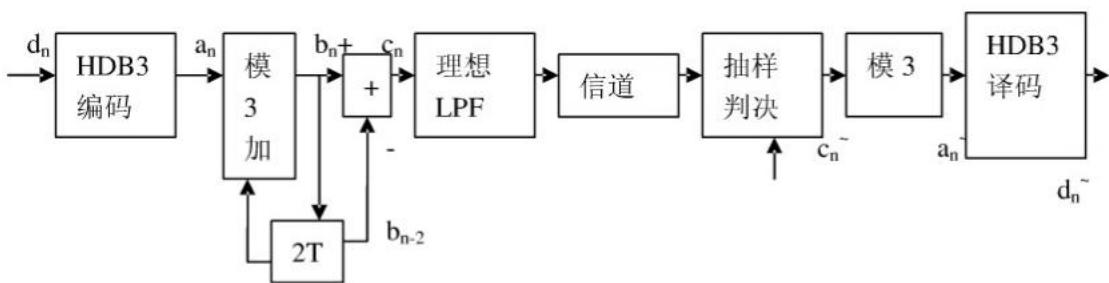
只是一个与 $r = \frac{S}{N} = \frac{S}{n_0 B}$ 有关，而另一个与 $\frac{E_b}{N_0} = \frac{ST}{n_0}$ 有关，当 $B = \frac{1}{T}$ 时

两者性能相同，但通常 $B \geq \frac{1}{T}$ ，因此必须提高普通接收机信噪比才能

达到最佳接收机的性能。

三 综合题（共 50 分）

1. 试画出一个数字基带传输系统组成方框图，它包括 HDB₃ 编码和第 IV 类部分响应系统。若输入信码 {d_n} 为：110000100001，试编写出各点的码，并画出信道中的传输波形（须作必要说明），设信道为理想（无耗无噪）（15 分）



解：

d _n	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
a _n	+1	-1	+1	0	0	+1	-1	0	0	0	-1	+1
b _n	0	0	1	2	2	2	0	1	0	1	0	0
c _n	1	2	1	0	0	-2	-1	0	0	0	-1	1

信道
波形

c _n	1	2	1	0	0	-2	-1	0	0	0	-1	1
a _n	1	-1	1	0	0	+1	-1	0	0	0	-1	+1

d_n^- 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1

2. 一模拟信号的幅度范围为 $-V \sim +V$, 最高频率 $f_H = 1\text{kHz}$ 。现对它采用线性 PCM 传输, 若要求量化误差不超过动态范围的 $\pm 0.1\%$, 试求:

- (1) 最低抽样频率;
- (2) 每个 PCM 码字所需的比特数;
- (3) 该 PCM 码字所需的最低比特率;
- (4) 为传输该 PCM 码字所需的最小理论带宽。(15 分)

解:(1) $f_{s \min} = 2f_H = 2\text{kHz}$

$$(2) \text{量化误差 } \frac{\Delta v}{2} = \frac{V}{M}$$

$$\text{所以要求 } \frac{V/M}{2V} = \frac{1}{2M} \leq 0.1\%$$

得 $M \geq 500$ 。取 $M = 512$, 于是 $N = 9\text{bit}$

$$(3) R_{b \min} = N f_{s \min} = 9 \times 2 \times 10^3 = 18(\text{kbit/s})$$

$$(4) n_{b \max} = 2\text{bit/(s.Hz)} = R_b / B$$

$$B = \frac{R_b}{2} = 9\text{kHz}$$

$$3. \text{ 已知某线性码的生成矩阵为 } G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

- 试求: (1) 典型生成矩阵 G ;
(2) 典型监督矩阵 H ;
(3) 列出全部码组;
(4) 列出错码图样表。(10 分)

$$\text{解: (1)} G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(2) H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

码组编号	a5	a4	a3	a2	a1	a0
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	1	1
3	0	1	0	1	1	0
4	0	1	1	1	0	1
5	1	0	0	1	0	1

6	1	0	1	1	1	0
7	1	1	0	0	1	1
8	1	1	1	0	0	0

(4)

错码位置	S ₁	S ₂	S ₃
e ₅	1	0	1
e ₄	1	1	0
e ₃	0	1	1
e ₂	1	0	0
e ₁	0	1	0
e ₀	0	0	1
无错	0	0	0

5. 设某 2DPSK 调制系统的码元传输速率为 1000B，已调信号的载频为 1000Hz，差分编码规则为“1 变 0 不变”，并设相对码参考码元为“0”。

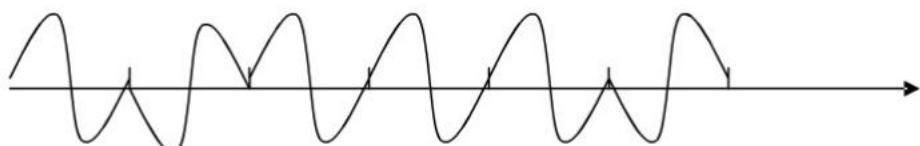
- (1) 若发送数字信息为 011001，试画出相应的 2DPSK 信号波形；
(2) 求 2DPSK 信号的带宽和频带利用率。(10 分)

解：(1)

$$(2) B = 2 \text{ kHz}$$

$$\eta_b = \frac{R_b}{B} = 1000 / (2 \times 10^3) = 0.5 (\text{B} / \text{Hz})$$

0 1 1 0 0 1



2007~2008 学年第二学期通信原理课内试卷 A

(05 级通信与电子信息工程专业)

授课班号 218801/2 学号 _____ 姓名 _____ 成绩 _____

一、填空题 (共 10 分, 每空 0.5 分)

- 1、模拟信号的数字化需要经过抽样, 量化, 编码三步。
- 2、抽样是把时间连续、幅值连续的信号变换成时间离散、幅值连续的信号; 量化是把幅值连续的信号变换为幅值离散的信号。
- 3、某纠错码的最小码距 $d_0 = 5$, 则它可以: 或是检错4位; 或是纠错2位; 或是在 纠错1位的同时, 检错3位。
- 4、当信号消失时, 加性噪声是否存在: 存在, 乘性噪声是否存在: 不存在。
- 5、数字通信系统的有效性用传输速率 频带利用率 衡量, 可靠性用差错率 衡量。
- 6、在(7, 4)线性分组码中, 生成矩阵有3行; 监督矩阵有4行。
- 7、用同一个调制信号分别对载波进行 AM、DSB、SSB、VSB 四种线性调制, 已调信号中占用频带最窄的是: SSB。
- 8、某一消息代码为: 00000101100001000100001, 试对其进行 HDB3 编码:
— +100+10-1+1-1000-1+1000-1+100+1- —。

二、简述题 (共 40 分, 每题 5 分)

- 1、什么是调制制度增益? 其物理意义?

答: 制度增益定义: $G = \frac{S_o / N_o}{S_i / N_i}$

用 G 便于比较同类调制系统采用不同解调器时的性能。

G 也反映了这种调制制度的优劣。

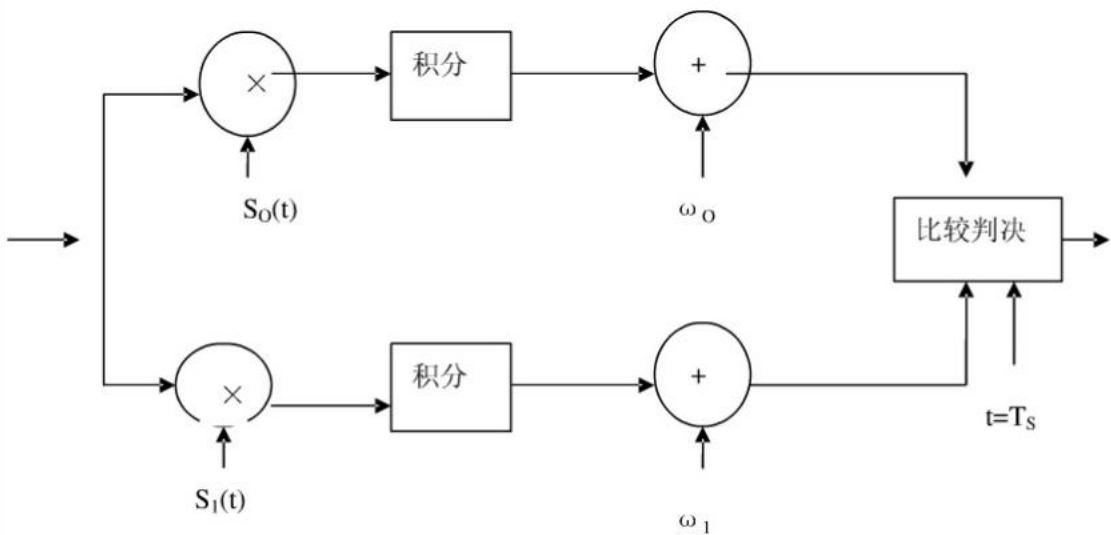
- 2、分析通信系统性能时, 经常会用到加性高斯白噪声 (AWGN), 分别解释: 加性、高斯、白, 这三个限定词的含义。

答: 加性: 表示噪声是叠加在信号上的

高斯: 表示概率密度函数服从高斯分布

白: 表示功率谱密度为常数

- 3、画出二进制确知信号的最佳接收机结构图。



4、什么是分组码？其结构特点如何？

答：将信息码分组，为每组信息码附加若干监督码的编码称为分组码。

在分组码中，监督码元仅监督本码组中的信息码元。

5、什么是包络检波器的门限效应？

答：当包络检波器输入信噪比降低到一个特定的数值后，输出信噪比不是按比例地随着输入信噪比下降，而是急剧恶化的一种现象。

6、设某一恒参信道的幅频特性为： $|H(\omega)| = k_0$ ，相频特性为： $\phi(w) = -w \cdot t_d$ ，其中 k_0, t_d 为常数；

试讨论说明某一宽带信号经过此信道后是否会发生幅频或者相频失真。

答：因为满足无失真的条件，所以不会出现失真。

7、解释码元速率和信息速率，指出它们之间的关系。

答：码元传输速率 R_B ：定义为单位时间（每秒）传送码元的数目，单位为波特（Baud），简记为 B。信息传输速率 R_b ：定义为单位时间内传递的平均信息量或比特数，单位为比特/秒，简记为 b/s，或 bps

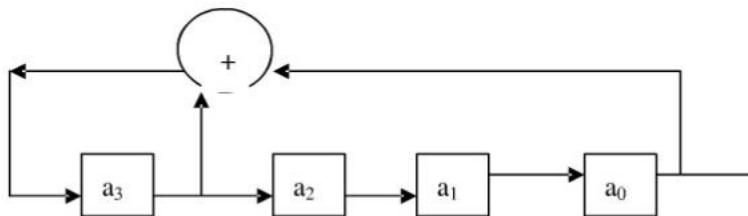
M 进制时： $R_b = R_B \log_2 M$ (bps)

8、什么是部分响应系统？它解决了什么问题？

答：人为地在码元的抽样时刻引入码间串扰，并在接收端判决前加以消除，从而可以达到改善频谱特性、使频带利用率提高到理论最大值、并加速传输波形尾巴的衰减和降低对定时精度要求的目的。通常把这种波形叫部分响应波形。利用部分响应波形传输的基带系统称为部分响应系统。

三、计算题（共 50 分）

1、画出以 $x^4 + x + 1$ 为特征多项式的四级反馈移存器的框图，并写出其一周期的输出 m 序列（设寄存器初始状态为 1000）。(5 分)



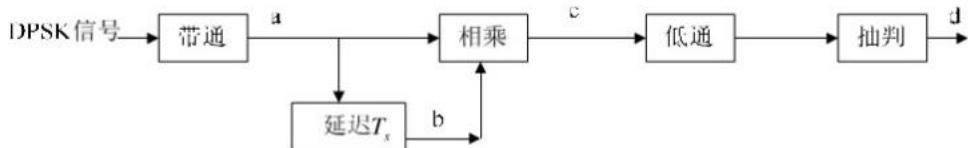
解：

1	0	0	0
1	1	0	0
1	1	1	0
1	1	1	1
0	1	1	1
1	0	1	1
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
0	1	1	0
0	0	1	1
1	0	0	1
0	1	0	0
0	0	1	0
0	0	0	1

输出序列为：000111101011001

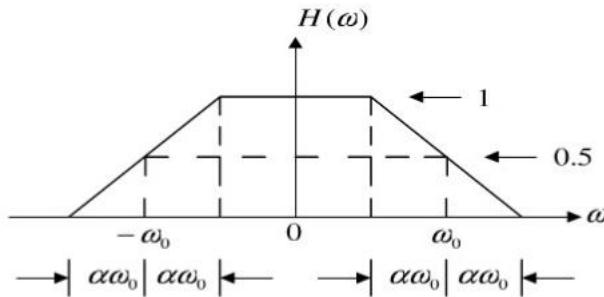
2、假设在某个 2DPSK 系统中，载波频率为 2400Hz，码元速率为 1200Baud，已知绝对码序列为 1100010。试求：(10 分)

- (1) 画出 2DPSK 信号波形 (注：相对偏移 $\Delta\phi$ 自行假设)；
- (2) 若采用差分相干解调法 (如图) 接收该信号时，试画出解调系统标注出的各点波形。



3、设某数字基带系统的传输特性 $H(\omega)$ 如图所示， α 为某常数 ($0 \leq \alpha \leq 1$) (10 分)

- 求：
- (1) 检验该系统能否实现无码间串扰的条件？
 - (2) 该系统的最高码元传输速率为多大？这时的系统频带利用率为多大？



解：(1) 能

$$(2) R_B = \frac{\omega_0}{\pi} \quad B = \frac{R_B}{2}(1+\alpha) \quad \eta = \frac{R_B}{B} = \frac{2}{1+\alpha}$$

4、某信号最小量化单位为 1 个量化单位。现在某一采样值为 +614 个量化单位，试采用 13 折线 A 律编码：(10 分)

(1) 写出输出码组，并计算量化误差；

(2) 写出其绝对值对应的线性 11 位码。

解：(1) 11100011 量化误差： $614 - (512 + 32 \times 3 + 16) = 10$

(2) 01001110000

5、在某通信系统发射端对最高频率为 4.2MHz 的模拟信号先进行线性 PCM 编码（抽样频率取 8.4MHz，量化电平为 32 级），然后将编码信号通过一个 $\alpha = 0.6$ 的滚降滤波器，再对载波进行调制。求：(15 分)

(1) 线性 PCM 编码器输出端信息速率；

(2) 滚降滤波器频带利用率 η_b 和带宽 B_b ；

(3) 若采用 2PSK 调制，求调制器输出信号的码元速率和带宽（保持信息速率不变）。

解：(1) 42Mb/s

(2) 33.6MHz 1.25b/s.Hz

(3) 42B 67.2MHz