

1. 均值为零, 双边功率谱密度为  $N_0/2$  的高斯白噪声, 自相关函数为 \_\_\_\_\_. 当它通过中心频率远大于带宽的系统时, 此窄带噪声包络服从 \_\_\_\_\_ 分布, 相位服从 \_\_\_\_\_ 分布.
2. 双边功率谱为  $N_0/2$  的白噪声通过截止频率为  $f$  的理想矩形低通滤波器, 得到低通型噪声. 现在以  $2f$  的取样速率对其进行取样, 则各取样值是 \_\_\_\_\_ 的随机变量. 如果白噪声是高斯型的, 则各取样值还是 \_\_\_\_\_.
3. 二进制信号经编码信道进行传输, 信源符号 "0" 和 "1" 的概率分别为  $P_0$  和  $P_1$ . 该编码信道 "1" 转移为 "0" 的概率及 "0" 转移为 "1" 的概率分别为  $P(0/1)$  和  $P(1/0)$ , 则接收机误码率为 \_\_\_\_\_.
4. 一封密码电文由 A, B, C, D 组成, 每一符号独立出现. 其中, A, B 和 C 出现概率分别为  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/8$ . 密码电文共包含 20000 个符号, 则该电文的信息量为 \_\_\_\_\_ 比特.
5. 普通调幅 (AM)、抑制载波的双边带调幅 (DSB-SC)、单边带调幅 (SSB) 信号中, 可直接使用包络检波方法进行解调的信号为 \_\_\_\_\_.
6. 平稳随机过程功率谱密度与其 \_\_\_\_\_ 是一对傅立叶变换关系, 该关系称为维纳-辛钦 (Wiener-Khinchine) 关系.
7. 画出数字通信系统的框图, 并说明每一个模块的功能或者意义. 幅频 - 相频
8. 什么是恒参信道和随参信道, 并各举三个例子? 信道特性对信号传输有何影响?
9. 何为平稳随机过程? 何为各态历经随机过程?
10. 写出带限和功率受限的高斯白噪声信道容量表达式, 它与哪些参数有关, 关系又如何?
11. 模拟调制中的幅度调制有哪些类型? 各自的抗噪声性能如何? 如何对其进行解调? 不考 VSB

1.  $\frac{N_0}{2} \delta(\tau)$ 、瑞利、均匀
2. 不相关、独立
3.  $P_e = P(0)P(1/0) + P(1)P(0/1)$
4. 35000 每个符号  $\frac{1}{4} \log_2 4 + 2 \times \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{2} \log_2 2 = \frac{7}{4} \text{ bit/符号}$
5. 普通调幅 AM 信号
6. 自相关函数
7. 书 P4-5 信源  $\xrightarrow{\text{信源编码}}$  加密  $\xrightarrow{\text{信道编码}}$  数字  $\xrightarrow{\text{调制}}$  信道  $\xrightarrow{\text{噪声}}$   $\rightarrow$   $\dots$
8. 书 P71 调制信道
9. (1)  $E[X(t)] = m_x$  (2)  $R_x(t, t+\tau) = R_x(\tau)$ ; (1)  $m_x = \overline{X(t)}$ ;  $R_x(\tau) = \overline{X(t)X(t+\tau)}$
10.  $C = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N_0 B} \right)$
11. 书 P122 AM, DSB, SSB, FM, PM, VSB



1. 二进制等概单极性RZ矩形脉冲随机序列的功率谱密度有什么特点？它的带宽取决于什么？

2. 已知接收到的一段原始码为100000000010000011，请给出该段信息序列的HDB3编码

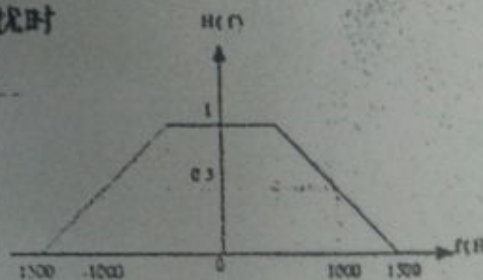
3. 如何获得眼图，眼图有何意义？

4. 若给定低通型信道的带宽为4800Hz，在此信道上进行基带传输，当基带传输系统的传输特性为 $\alpha=0.2$ 余弦滚降时，试问：

(1) 无码间干扰传输的最高码速率及相应的频带利用率(B/Hz)各为多少？

(2) 采用该基带传输特性，要求传输信号的信息速率为20kbit/s，且不产生码间干扰，求满足上述要求的最小码元进制数？此时码元速率以及频带利用率(bit/s/Hz)又各为多少？

5. 设某数字基带系统的传输特性 $H(f)$ 如下图所示，试求无码间串扰时系统的最高码元传输速率和频带利用率。



6. 采用时间宽度为 $T_s$ 的矩形脉冲作为2ASK, 2FSK, 2PSK和2DPSK的基带脉冲波形，设 $f_s=1/T_s$ ，其中2FSK的两个载波频率分别为 $f_1$ 和 $f_2$ ，以功率谱第一个零点之间的频率间隔作为其信号带宽，则2ASK、2PSK和2DPSK信号的带宽为\_\_\_\_\_，2FSK信号的带宽为\_\_\_\_\_。

7. 某数字通信系统采用2DPSK方式传输，已知载波频率为4800 Hz，码元传输速率为2400 波特，发送的二进制数据序列为1100101。

(1) 若以前后相邻码元的载波相差为0度表示“0”，载波相差为180度表示“1”，试画出2DPSK信号的时间波形（假定初始参考相位为 $\pi$ ）；

(2) 画出采用差分相干方式（相位比较法）解调该2DPSK信号的解调器的组成框图。

1. (1) 有直流分量，有定时分量，带宽取决于码率和占空比。(书140页)

2. 100000000010000011  
HDB3: +1000+V-B 00 -V 0 +1000+V 0 -1+1

3. 书P156 将示波器跨接在抽样判决器输入端，然后调整示波器水平扫描周期，使其与接收码元的周期同步，即可获得眼图。  
意义：眼图可用来观察码间串扰和信道噪声等因素影响的情况，从而估计系统性能的优秀程度。

4. (1)  $\eta = \frac{2}{4\alpha} = \frac{2}{1.2} = 1.67$

(2) 八进制,  $R_B = \frac{20k\text{bps}}{3} = 6.67\text{kBand}$ ,  $\eta = \frac{20k}{4.8k} = 4.17\text{bps/Hz}$

5.  $R_B = 2000\text{Band}$ ,  $\eta = \frac{2}{4\alpha} = \frac{2}{4 \times 0.5} = \frac{4}{3} = 1.33$

6.  $\frac{2}{T_s}$   $|f_2 - f_1| + \frac{2}{T_s}$

7.  $a_n$  1100101 见作业题 7-6  
 $b_n(0)$  1000110

1. 均匀量化与非均匀量化各自有何优缺点？为什么在PCM系统中为什么对语音信号采用非均匀量化？

2. 现有100路电话。已知每路话音模拟信号频率范围为300~3400 Hz。现将0~300Hz和3400~4000 Hz作为防护带，即取话音信号的频带范围为0~4000Hz。如果采用频分复用方式传输，采用DSB调制，信道传送带宽为\_\_\_\_\_。如果采用PCM技术，将该100路信号每路分别进行抽样、量化、编码后再时分复用，每路按A律13折线进行编码，则复用后信号的码元速率为\_\_\_\_\_。（不计信令和同步等开销）

3. 已知信号 $x(t)$ 的振幅均匀分布在-2V到2V范围以内，频带限制在4kHz以内，以奈奎斯特速率进行抽样。这些抽样值量化后编为二进制代码，若均匀量化电平间隔为1/64(V)，试求：

(1) 编码后码元传输速率：

(2) 假设系统的平均误码率为 $P_e = 1e-3$ ，求传输5秒钟后错码数目约为多少？

4. 假设输入信号的范围为-2V到2V。当输入采样为-1.27 V时，试采用A律13折线法对其进行量化编码。若采用均匀量化，且要求获得与上述非均匀量化相同的最小量化间隔，则二进制编码后的结果为？

1、

PCM: 语音信号多为小信号, 采用非均匀量化提升小信号量噪比。

2. DSB:  $4000 \text{ Hz} \times 100 = 400 \text{ kHz}$

时分复用: 6400 kHz

最小无码间串扰带宽为(16进制):

100路,  $\frac{1}{8000} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{64000}$   
13折线: 8位

3. (1) 8 kHz

(2) 4V, 每V: 量化间隔

共有  $64 \times 4 = 256$  个量化电平  $= 2^8$ , 共8位=二进制,

5秒钟传输了  $5 \times 8 \text{ kHz}$  码元  $= 40 \text{ kHz}$

$40 \text{ kHz} \times 8 \times 1e^{-3} = \cancel{320 \text{ k}} 320 \text{ ke}^{-3} \cdot 320000e^{-3}$

4.

+2V  $\Rightarrow$  -127V      +1V  $\Rightarrow$  -0.635V  
-2V                      -1V

0 111 0101

第二题答案应该是 800kHz,

最后一题答案应该是 0 111 0100,  $\because -1.27/2 = -0.635, 0.635 \times 2048 = 1300.48 = 1024 + 64 \times 4.31$



1. 什么是最佳接收准则，画出二进制最佳接收机原理框图。

2. 已知信道加性白高斯噪声的双边功率谱密度为  $n_0/2$ ，发送信号  $s(t)$  为  $s(t) = A \sin(2\pi f t)$ 。

- (1) 试确定匹配滤波器的单位冲激响应  $h(t)$  和传输函数：
- (2) 试问如何确定匹配滤波器输出最大信噪比的时刻：
- (3) 试求出其最大输出信噪比。

3. 设到达接收机输入端的二个信号如下：

$$s_1(t) = \cos \omega_c t, \quad 0 \leq t \leq T_s \quad \text{对应 "1"}$$

$$s_2(t) = -\cos \omega_c t, \quad 0 \leq t \leq T_s \quad \text{对应 "0"}$$

$$\text{且 } \omega_c T_s = 2\pi, \quad s_1(t) \text{ 和 } s_2(t) \text{ 等概出现。}$$

若设恢复的相干载波与  $s_1(t)$  同相，试画出最佳（相关）接收机原理方框图，并画出各点可能的工作波形。（假设发送消息序列为 **1110001**）

1. 错误概率最小是最佳接收准则，

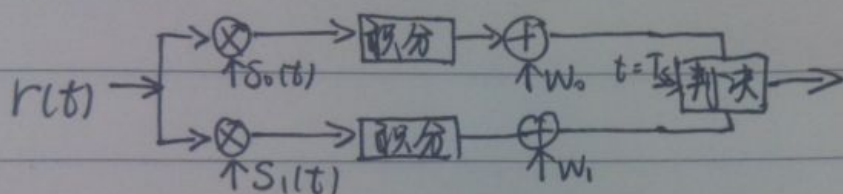


图 10-2

2. (1)  $h(t) = s(T_s - t) = A \sin(2\pi T_s - 2\pi t)$

$$H(f) = H(f) = k S^*(f) e^{-j2\pi f T_s}$$

$$T_s \quad \frac{2E}{n_0}$$

参考书 P314-316 例 10-2

3. 参考书上习题 10-14

1. 已知一线性分组码 (6, 3) 的监督矩阵为:

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

S

000

101

011

110

100

010

001

111

E

000000

100000

010000

001000

000100

000010

000001

100010

S与E的对照表如下所示:

(1) 试求n, k及编码的码率;

(2) 试求生成矩阵;

(3) 写出该码的许用码组;

(4) 当接收端收到码组B=[111011]时, 所对应的信息码组D。

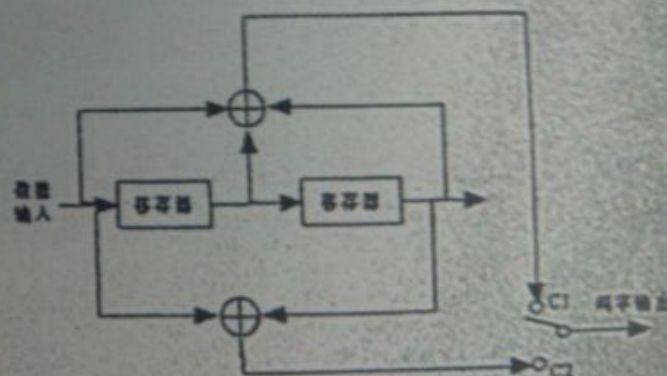
2. 某 (2, 1, 3) 卷积编码器如下图所示

(1) 试求n, k及编码率;

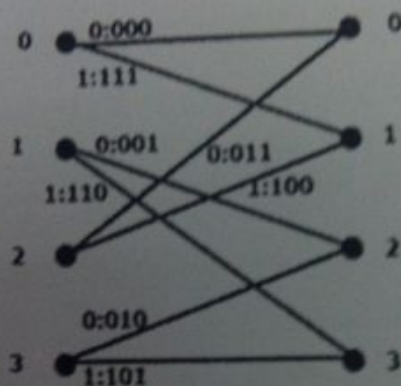
(2) 画出该码的网格图 (初始状态为全零);

零);

(3) 当输入编码器的信息序列为10011时, 求它的输出码序列。



3. 如图所示为某卷积编码器的状态转移、输入输出关系。现编码器初始状态为0。



(1) 该编码器的码率为多少?

(2) 设编码器输入序列为11010。试画出编码器编码路径网格图, 并给出编码器输出的编码序列。

(3) 该编码信号经2PSK调制, 其“0”映射为-1, “1”映射为+1。经定时取样接收到的序列为0.6, 0.8, -0.21, 0.43, 0.28, 0.7, -0.89, 0.75, -1.23, 1.1, -0.89, -1.03, -0.65, -1.12, 0.98。取样序列经判决后送入维特比译码器, 计算判决后的序列与(2)中编码器输出的编码序列之间的汉明距离。

(4) 对(3)中接收信号进行维特比译码, 给出译码结果。



1. (1)  $n=6, k=3$ , 码率  $\frac{k}{n} = \frac{1}{2}$

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

(3)  $\begin{array}{ccc} 000 & 000 & 011 \\ 001 & 110 & 100 \\ 010 & 011 & 101 \end{array}$

(4)  $S = B \cdot H^T = [011] \therefore a_4 \text{ 错} \Rightarrow D = [101011]$

2. (1)  $n=2, k=1$ , 码率  $\frac{k}{n} = \frac{1}{2}$

(2) 书 359 页

(3)  $\underline{11} \quad \underline{10} \quad \underline{11} \quad \underline{11} \quad \underline{01} \quad \therefore \begin{cases} c_1 = b_i \oplus b_{i-1} \oplus b_{i-2} \\ c_2 = b_i \oplus b_{i-2} \end{cases}$

3. (1)  $\frac{1}{3}$  (2)  $\underline{111} \quad \underline{110} \quad \underline{010} \quad \underline{100} \quad \underline{001}$

(3)  $\underline{110} \quad \underline{111} \quad \underline{010} \quad \underline{100} \quad \underline{011} \quad d_0 = 3$

(4) P359 维特比译码, 或参考习题 11-21

附录：理想抽样、自然抽样、平顶抽样对比。

