

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，位原符号“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 $1/4$ ,  $1/8$ ,  $1/8$ 。密文电文共包含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。  
（信号 -> 相数）
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. 何谓平稳随机过程？何谓各态历经随机过程？
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？  
（不考虑VSB）

1.  $\frac{n_0}{2} \delta(\tau)$ 、调制、均匀
2. 不相关、独立
3.  $P_e = P(0)P(1|0) + P(1)P(0|1)$
4. 35000 ‘两个信噪比  $\frac{1}{4}\log_2 4 + 2 \times \frac{1}{8} \log_2 8 + \frac{1}{2} \log_2 2 = \frac{7}{4}$  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  $\xrightarrow{\text{加密}}$  编码  $\xrightarrow{\text{数字}}$  调制  $\xrightarrow{\text{信道}}$   $\boxed{\dots}$   
（信道）
8. 书 P71 调制信道  
（噪声）
9. (1)  $E[X(t)] = m_x$  (2)  $R_x(t, t+\tau) = R_x(\tau)$ ; (1)  $m_x = \overline{X(t)}$ ; (2)  $R_x(\tau) = \overline{X(t)X(t+\tau)}$
10.  $C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N_0 B})$
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。

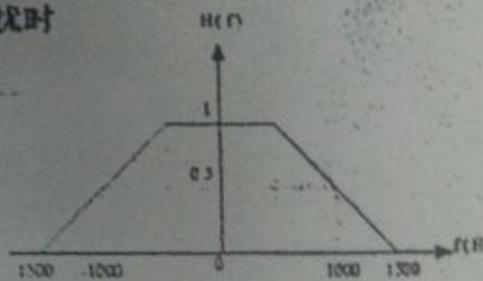
3. 如何获得眼图，眼图有何意义？

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Ts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. 1 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 0 0 0 1 1  
HDB3: +1 0 0 0 +V -B 0 0 -V 0 +1 0 0 0 +V 0 -1 +1

3. 书P56 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劣程度。

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

(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.  $R_B = 2000 \text{ Band}$ ， $\eta = \frac{2}{4\pi} = \frac{2}{4\pi \cdot 0.5} = \frac{4}{3} = 1.33$

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

7.  $a_n$  1 1 0 0 1 0 1 见作业题 7-6

$b_n(0)$  1 0 0 0 1 1 0

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Pe=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:  $4000 \text{ Hz} \times 100 = 400 \text{ kHz}$

100路， $\frac{1}{8000} \times \frac{1}{100} \times \frac{1}{8} = \frac{1}{64000}$   
13折线：813

时分复用：6400 kHz

最小无码间串扰带宽为(16进制)：

3. (1) 8kHz

(2) 4V， $\frac{1}{64}V$ 量化间隔

共有  $64 \times 4 = 256$  个量化电平  $= 2^8$ ，其8位二进制，

5s钟传输了  $5 \times 8 \text{ kHz} \times 8 \text{ bit} = 40 \text{ kHz}$

$40 \text{ kHz} \times 8 \times 10^{-3} = 320 \text{ kbe}^{-3}$  或  $320000 \text{ e}^{-3}$

4.

$\begin{array}{r} +2V \\ -2V \end{array} \Rightarrow -1.27V \quad \begin{array}{r} +1V \\ -1V \end{array} \Rightarrow -0.635V$

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:

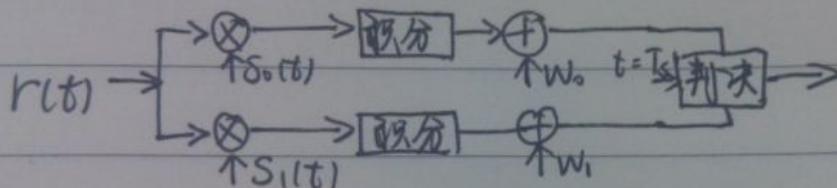
$$s_1(t) = \cos \omega_c t, \quad 0 \leq t \leq T_s, \quad \text{对应 "1"}$$

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

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

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，



P303 图 10-2

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

$$H(f) = H(f) = k S^*(f) e^{-j 2\pi f t}$$

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

~~~~~ 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:

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

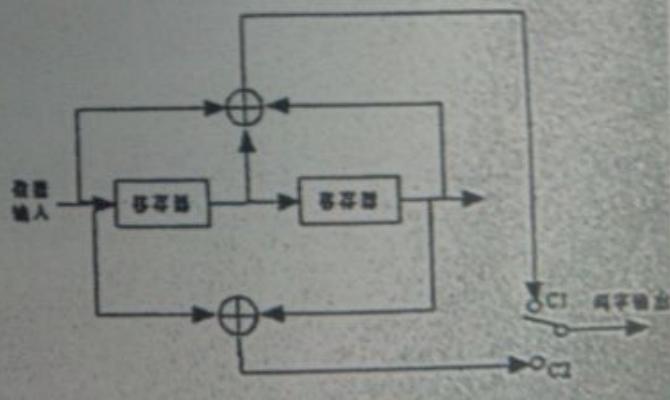
| S   | E      |
|-----|--------|
| 000 | 000000 |
| 101 | 100000 |
| 011 | 010000 |
| 110 | 001000 |
| 100 | 000100 |
| 010 | 000010 |
| 001 | 000001 |
| 111 | 100010 |

S与E的对照表如下所示:

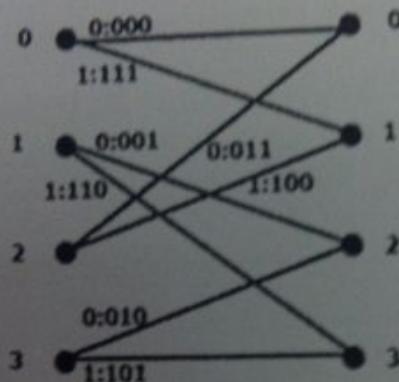
- (1) 试求n, k及编码的码率;
- (2) 试求生成矩阵;
- (3) 写出该码的许用码组;
- (4) 当接收端收到码组B=[111011]时, 所对应的信息码组D。

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);
- (3) 当输入编码器的信息序列为100111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)  $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$

(3)  $000|000$        $011|101$        $110|110$   
 $001|110$        $100|110$        $111|000$   
 $010|011$        $101|011$

(4)  $S = B \cdot H^T = [0\ 1\ 1] \therefore a_4$  等  $\Rightarrow D = [1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 1]$

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

(2) 书 359 页

(3)  $\underline{11} \underline{10} \underline{11} \underline{11} \underline{01} \because \begin{cases} c_1 = b_1 \oplus b_{i-1} \oplus b_{i+2} \\ c_2 = b_i \oplus b_{i-2} \end{cases}$

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

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

(4) P359 请将以下码，或参见习题 11-2 |

附录：理想抽样、自然抽样、平顶抽样对比。

