

武汉大学 2008-2009 学年度第二学期

《通信原理》试题答案(A)

(共 100 分)

一. 名词解释

(每小题 2 分, 共 10 分)

1、通信方式

通信方式可分为单工通信、半双工通信及全双工通信三种。所谓单工通信,是指消息只能单方向传输的工作方式。所谓半双工通信,是指通信双方都能收发消息,但不能同时进行收发的工作方式。所谓全双工通信,是指通信双方可同时进行收发消息的工作方式。

在数字通信中,按照数字信号码元排列方法不同,有串序传输与并序传输之分。所谓串序传输,是将数字信号码元序列按时间顺序一个接一个地在信道中传输。如果将数字信号码元序列分割成两路或两路以上的数字信号码元序列同时在信道中传输则称为并序传输。

2、A 压缩律

所谓 A 压缩律也就是压缩器具有如下特性的压缩律。

$$y = \begin{cases} Ax/(1 + \ln A) & 0 < x \leq 1/A \\ 1 + \ln Ax/(1 + \ln A) & 1/A \leq x \leq 1 \end{cases}$$

$A=1$, 无压缩作用; A 越大, 压缩作用越明显。

3、正交编码

若码组 $\forall x, y \in C$ (C 为所有编码码组的集合) 满足关系: $\rho(x, y) = 0 \quad x \neq y$

则称 C 为正交编码。即正交编码的任意两个码组都是正交的。

4、分接

在通信系统中,通常采用高次复用信号,将高次群分解为低次群的过程称为分接。

5、通信链路

是定义在一定得频域和空域的, 占用给定的频带和物理空间。

二. 简答题

(每小题 4 分, 共 20 分)

1、什么叫信息量? 信息量 I 与消息出现的概率 $P(x)$ 间存在哪些规律? 并给出信息量的定义式。

答: 是对消息发生的概率(不确定性)的度量。消息中所含信息量 I 是出现此消息概率的函数, 消息出现的概率越小, 所含信息量越大。信息量 I 定义为: $I = -\log_2 P(x)(\text{bit})$

2、分析确知信号的频域特性和时域特性各有哪些参数?

答: 确知信号的频域特性有频谱、频谱密度、能量谱密度和功率谱密度等 4 种。时域特

性主要有自相关函数和互相关函数。

3、简述多径传播产生的原因，造成的危害以及解决的方法。

答：多径传播指由发射端发出的信号可能通过多条路径到达接收点。如短波无线电波经电离层的一次反射和多次反射、几个反射层高度不同、电离层不均匀性引起的漫射现象以及地球磁场引起的电磁波束分裂成寻常波与非寻常波等都可形成多径传播。将引起信号快衰落。一般通过各种分集接收技术来解决。

4、你了解哪些差错控制技术？哪些纠错编码？

答：差错控制技术主要有：检错重发、前向纠错、反馈校验和检错删除等。

纠错编码分为分组码和卷积码两大类。如汉明码、BCH 码、RS 码等都属纠错编码。

5、你所了解的同步有哪些？各举出一种同步方法。

答：同步主要包括载波同步、码元同步、群同步和网同步。

载波同步可以采用导频法；码元同步可以采用外同步法；群同步可以采用集中插入法；网同步可以采用开环法。

三、作图题

（每小题 4 分，共 20 分）

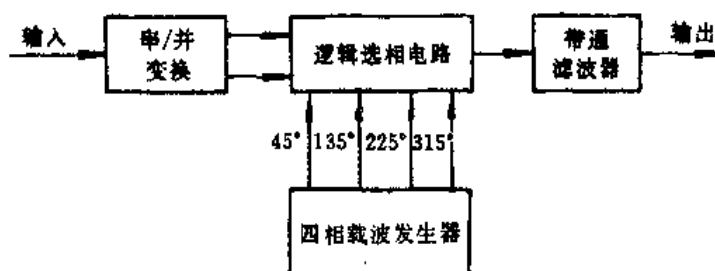
1、已知信息代码为 1110000011000011，试确定相应的 AMI 码和 HDB3 码，并分别画出它们的波形图。

消息代码： 1 1 1 0 0 0 0 0 1 1 0 0 0 0 1 1

答：： AMI 码： +1 -1 +1 0 0 0 0 0 -1 +1 0 0 0 0 -1 +1

HDB3 码： : +1 -1 +1 0 0 0 +V 0 -1 +1 -B 0 0 -V +1 -1

2、试画出 QPSK 相位选择法的原理框图。



其中逻辑选相电路除按规定完成选择载波的相位外，还应实现将绝对码转换成相对码的功能。

3、试画出 FSK 相干解调法的原理框图。

答：见图 3-3。

4、试画出增量调制编码器的组成原理框图。

答：见图 3-4。

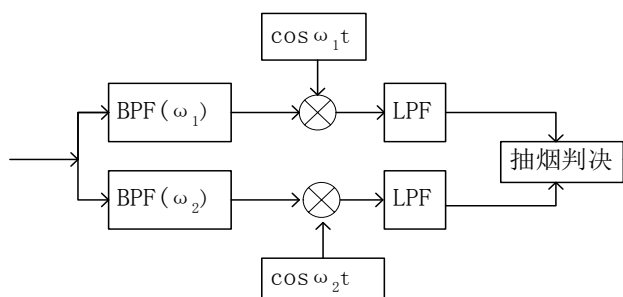


图 3-3

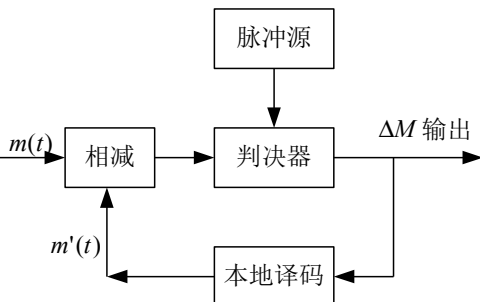
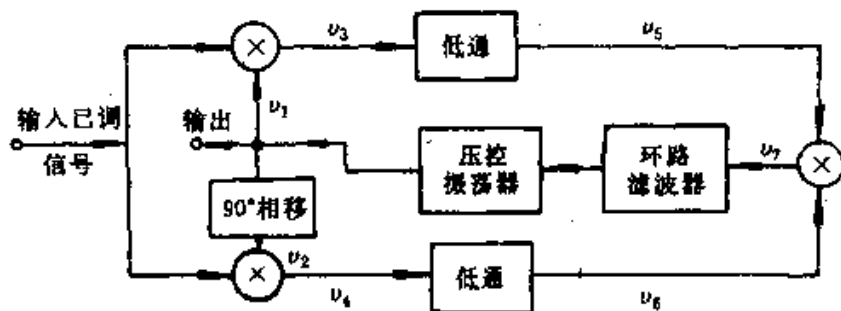


图 3-4

5、试作出 Costas 环法提取载波的原理框图。

答：设输入的抑制载波双边带信号为 $m(t)\cos\omega_c(t)$ ，则 $v_7 \approx \frac{1}{4}m^2(t)\theta$



四. 综合题

(每小题 10 分，共 50 分)

1、设 RC 低通滤波器如右图，求当输入

将均值为零、双边功率谱密度为 $n_0/2$ 的高斯白噪声加到如图所示的低通滤波器的输入端。试求：

(1) 输出噪声 $n_o(t)$ 的自相关函数；

(2) 输出噪声 $n_o(t)$ 的方差。

答：由图知

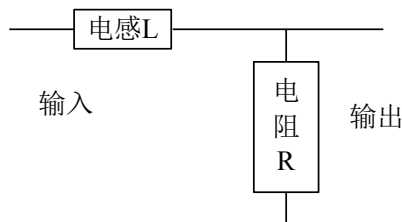
$$H(j\omega) = \frac{R}{R + j\omega L} \Rightarrow |H(j\omega)|^2 = \frac{1}{1 + (\omega L/R)^2}$$

$$\text{输出噪声 } n_o(t) \text{ 的功率谱密度为: } P_o(\omega) = P_i(\omega) |H(j\omega)|^2 = \frac{n_0}{2} \frac{1}{1 + (\omega L/R)^2}$$

输出噪声 $n_o(t)$ 的自相关函数为：

$$R_Y(\tau) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} P_o(\omega) e^{j\omega\tau} d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} \frac{n_0}{2} \frac{1}{1 + (\omega L/R)^2} e^{j\omega\tau} d\omega = \frac{n_0}{4L/R} e^{-\frac{|\tau|}{L/R}}$$

$$\text{输出噪声 } n_o(t) \text{ 的方差为: } \sigma^2 = R(0) - R(\infty) = \frac{n_0}{4L/R}$$



- 2、设每帧电视图像含 30 万个像素，设每个像素有 256 个亮度电平，且任何的亮度电平是等概率出现的，每秒发送 30 帧图像，若为了满意重现图像，要求信噪比为 30dB，试求传输该信号所需的信道带宽。（ $\log_2 1000=9.9$ ）

答：每一象素所含信息量 $= \log_2 256 \text{bit} = 8 \text{bit}$

每帧图像所含信息量 $= 30 \times 100000 \times 8 \text{bit} = 2.4 \text{Mbit}$

每秒所要传的信息量为 $2.4 \text{Mbit} \times 30 / \text{s} = 72 \text{Mbit/s}$ ，即为所求的信道容量

已知 $\frac{S}{N} = 30 \text{dB} = 1000$ 。由 $C = B \log_2 (1 + \frac{S}{N})$ 得：

$$\text{所需的传输信道带宽至少要 } B = \frac{72 \text{M}}{\log_2 (1 + 1000)} = \frac{72 \text{M}}{9.9} = 7.3 \text{MHz}$$

故在理想信道下，所需的传输带宽至少要 7.3MHz

- 3、13 折线 A 律编码的最小量化级为 1 个单位。已知抽样值为 620 个单位，
 (1) 求此时编码器输出码组和量化误差。
 (2) 写出对应于该 7 位码（不含极性码）的均匀量化 11 位码。

答：抽样值 > 0 ， $C_1 = 1$

$512 < \text{抽样值} = 620 < 1024$ ，所以 $C_2 C_3 C_4 = 110$

确定段内码（采用自然二进制码）

C_5 的比较标准为 $512 + 8 \bullet \text{量化间隔} 32 = 768$ ，抽样值 < 768 ，故 $C_5 = 0$ 。抽样值处于第 7 段第 0-7 量化级。

C_6 的比较标准为 $512 + 4 \bullet \text{量化间隔} 32 = 640$ ，抽样值 < 640 ，故 $C_6 = 0$ 。抽样值处于第 7 段第 0-3 量化级。

C_7 的比较标准为 $512 + 2 \bullet \text{量化间隔} 32 = 576$ ，抽样值 > 576 ，故 $C_7 = 1$ 。抽样值处于第 7 段第 2、3 量化级。

C_8 的比较标准为 $512 + 3 \bullet \text{量化间隔} 32 = 608$ ，抽样值 > 608 ，故 $C_8 = 1$ 。抽样值处于第 7 段第 3 量化级。该级起始电平为 608，终点电平为 640。

A 率 PCM 编码的码组为 1110 0011

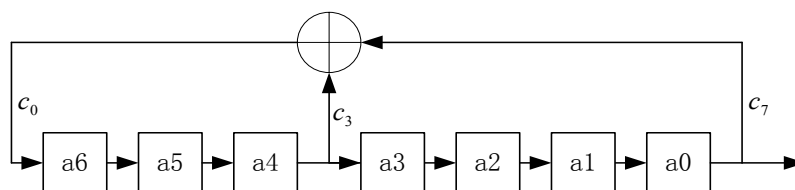
用 11 位均匀量化： $620 = 2^9 + 2^6 + 2^5 + 2^3 + 2^2$

对应于该 7 位码（不含极性码）的均匀量化 11 位码为：01001101100

- 4、已知本原多项式的八进制表示为 211。

- (1) 求其特征方程 $f(X)$ ；
 (2) 画出该 m 序列的原理图。

答：特征方程为： $f(x) = x^7 + x^3 + 1$



5、已知 (7, 3) 码的生成矩阵为 $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

(1) 试列出所有许用码组

(2) 求其监督矩阵 H

答：已知 G 有 k 行，n 列，此时 k=3，n=7，r=4；

(1)、由 $A = [a_6 a_5 a_4 a_3 a_2 a_1 a_0] = M \cdot G = [a_6 a_5 a_4] \cdot G$ 改变信息码，即可所有码字。

$$\begin{array}{cccccccc} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array}$$

(2) 该矩阵具有 $G = [I_{k \times k} \quad Q_{k \times (n-k)}]$ 的形式，为典型生成矩阵，

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [I_3 \quad Q], \text{ 所以 } Q = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{又 } P = Q^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{ 所以监督矩阵 } H = [P \quad I_r] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$