

## 武汉大学 2011-2012 学年度第二学期

### 《通信原理》试题答案(A)

注：所有的答案内容必须写在答题纸上，凡写在试题上一律无效。

(每题 10 分，共 10 分)

- 1、简述通信的定义，说明衡量通信系统的性能有哪些指标？一四进制数字通信系统设计  
计要求误码率小于 $10^{-5}$ ，当其传信率为  $2400\text{ b/s}$  时，接收端在 0.5 小时内收到 216  
个错误码元，计算其误码率并判断是否满足要求。

答：通信是指信息的传输与交换。(2 分)

通信系统的性能指标有有效性、可靠性、适应性、经济性、标准性、可维护性等，其中有效性和可靠性是主要指标。(4 分)

对于四进制数字通信系统，1 个码元所含信息量  $\log_2 4 = 2\text{ bit}$ 。若传信率为  $2400\text{ b/s}$  时，接收端在 0.5 小时内收到 216 个错误码元，

此时接收端在 0.5 小时内传输总比特数  $= 0.5 \times 60 \times 60 \times 2400 \times 2 = 8640000\text{ bit}$ ，错误比特数  $= 216 \times 2 = 432\text{ bit}$

其误码率  $p_e = \frac{\text{错误比特数}}{\text{总比特数}} = 5 \times 10^{-5} > 10^{-5}$ ，故其误码率不满足要求。(4 分)

- 2、简述确知信号和随机过程的分析一般从哪些方面进行分析？平稳随机过程通过线性系统后有何变化？

答：确知信号一般从频域和时域分析。(3 分)

随机过程用概率分布函数或概率密度函数分析，也可用数字特征来描述(均值、方差、相关函数)。(4 分)

平稳随机过程通过线性系统后也是平稳随机过程。(3 分)

- 3、设电视图像由  $1024 \times 1024$  个像素组成，每个像素有 256 个亮度等级，像元的亮度电平是等概率出现的 ( $\log_2 10 \approx 3.3, \log_2 1000 \approx 9.9$ )。。

(1) 试计算每秒传输 30 帧图像所需的信道容量；

(2) 为了满意重现图像，要求信噪比为 30dB，试求所需的信道带宽。

答：每一象素所含信息量  $= \log_2 256 = 8\text{ bit}$  (2 分)

每帧图像所含信息量= $1024 \times 1024 \times 8 \text{bit} = 8 \text{Mbit}$  (2 分)

每秒所传的信息量为 $1024 \times 1024 \times 8 \times 30 \text{bit} = 240 \text{Mbit}$ ，即为所求的信道容量。(2 分)

已知 $\frac{S}{N} = 30 \text{dB} = 1000$ ，由 $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N})$ 得：(2 分)

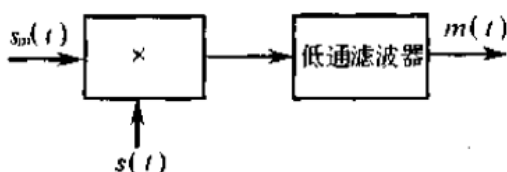
所需的传输信道带宽至少要 $B = \frac{240}{\log_2(1+1000)} \approx 24 \text{MHz}$ ，故在理想信道下，所需的

传输带宽至少要 $24 \text{MHz}$ 。(2 分)

4、为什么要进行载波调制？试给出相干解调器原理框图。

答：载波调制的目的： 辐射、频率分配、多路复用、减少噪声和干扰的影响、克服设备的限制等。(6 分)

相干解调器原理框图如下：(4 分)



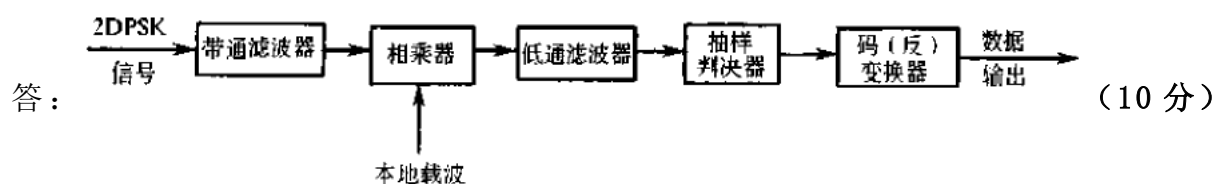
5、基带传输系统中传输码的选择原则是什么？简述无码间串扰的时域条件。

答：基带传输系统中传输码的选择原则是： (6 分)

- (1) 能从其相应的基带信号中方便地获取定时信息，便于同步。故相应的基带信号的功率谱最好存在离散分量。
- (2) 因为传输信道通常是低频受限的，故相应的基带信号无直流成分或只有很小的低频成分。
- (3) 不受信息源统计特性的影响，即能适应于信息源的变化；也就是与信源中各种数字信息的概率分布无关
- (4) 尽可能地提高传输码型的传输效率
- (5) 编译码应尽量简单
- (6) 具有内在的检错能力
- (7) 尽量减小高频分量，以节约传输频带，并减小串扰
- (8) 码字间相关性越小越好，以便在有信道噪声与干扰存在而产生误码时，在译码时不产生误码扩散。

无码间串扰的时域条件：
$$h(kTs) = \begin{cases} 1(\text{或常数}) & k = 0 \\ 0 & \text{other} \end{cases} \quad (4 \text{ 分})$$

6、试给出 2DPSK 相干解调器原理框图。



7、采用 13 折线 A 率编码，最小量化级为 1 个量化单位，已知抽样值为 1270 个单位。

(1) 求编码器输出的码组、量化电平和量化误差

(2) 写出对应于该 7 位码 (不包含极性码) 的均匀量化的 11 位。

答：抽样值  $< 0$ ,  $C_1 = 0$

$1024 < \text{抽样值} < 2048$ , 处于第 8 段, 所以  $C_2 C_3 C_4 = 111$

再确定段内码。将第八段均匀分为 16 级 (0-15), 此时量化间隔  $= (2048 - 1024) / 16$

个  $\Delta = 64$  个  $\Delta$ 。  $C_5$  的比较标准为  $1024 + 8 \cdot \text{量化间隔} (\frac{2048 - 1024}{16} = 64) = 1536\Delta$ ,

抽样值  $< 1536\Delta$ , 故抽样值处于第 8 段第 0-7 量化级。  $C_5 = 0$

$C_6$  的比较标准为  $1024 + 4 \cdot \text{量化间隔} (\frac{2048 - 1024}{16} = 64) = 1280\Delta$ , 抽样值

$< 1280\Delta$ , 故抽样值处于第 8 段第 0-4 量化级。  $C_6 = 0$

$C_7$  的比较标准为  $1024 + 2 \cdot \text{量化间隔} (\frac{2048 - 1024}{16} = 64) = 1152\Delta$ , 抽样

值  $> 1152\Delta$ , 故抽样值处于第 8 段第 3-4 量化级。  $C_7 = 1$

$C_8$  的比较标准为  $1024 + 3 \cdot \text{量化间隔} (\frac{2048 - 1024}{16} = 64) = 1216\Delta$ , 抽样

值  $> 1216\Delta$ , 故抽样值处于第 8 段第 4 量化级。  $C_8 = 1$

所以编码器输出的码组为  $C_1 C_2 C_3 C_4 C_5 C_6 C_7 C_8 = 11110011$  (6 分)

量化电平为  $1216\Delta + 32\Delta = 1248\Delta$ , 量化误差为  $1270\Delta - 1248\Delta = 22\Delta$ 。(2 分)

用 11 位均匀量化: 因为  $1270 = 2^{10} + 2^7 + 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^2 + 2^1$

所对应的 11 位线性码为: 10011110110 (2 分)

8、已知(7, 3)码的生成矩阵为  $G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$ ，试求其监督矩阵。

答：已知G有k行，n列，此时k=3，n=7，r=4；(2分)

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

$$G = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} = [I_3 \ Q], \text{ 所以 } Q = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2 \text{ 分})$$

$$\text{又 } P = Q^T = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}, \text{ 故监督矩阵 } H = [P \ I_r] = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (6 \text{ 分})$$

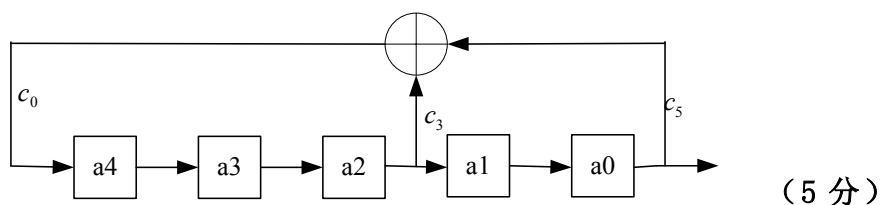
9、一个m序列，其本原多项式的八进制表示法为45。

(1) 求其特征方程  $f(X)$ ；

(2) 画出该m序列的原理图。

答：八进制45对应二进制100101，则特征方程为： $f(x) = x^5 + x^2 + 1$  (5分)

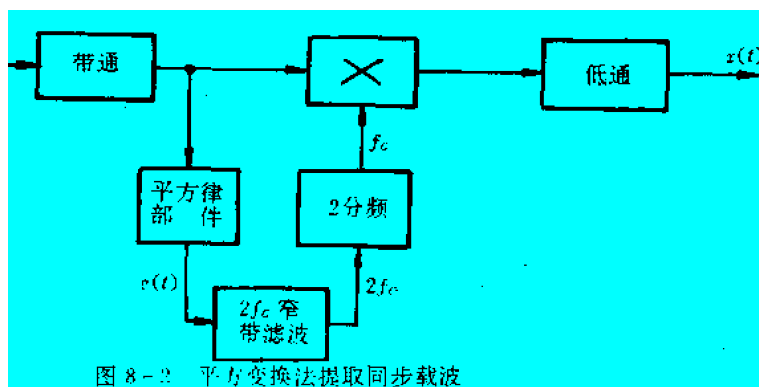
该m序列的原理图如下：



10、通信系统中有哪些同步？试给出平方环法的原理框图。

答：同步主要包括载波同步、码元同步（或位同步）、群同步和网同步。(4分)

平方环法的原理框图如下：



(6 分)