

# 武汉大学 2010-2011 学年度第二学期

## 《通信原理》试题答案(A)

(共 100 分)

### 一. 填空题

(每小题 1 分, 共 10

分)

- 1、通信系统原理课程主要讨论信息的传输、交换 的基本原理及通信网的组成。
- 2、数字通信的缺点是, 一般需要较大的传输带宽。
- 3、确知信号在频域中的性质由其 各个频率分量的分布 表示。
- 4、随机过程是 一类随时间做随机变化 的过程, 不能用确切的时间函数描述。
- 5、白噪声通过带限系统后, 其结果是 带限噪声。
- 6、利用 电离层反射 的传播方式称为天波传播。
- 7、调制是把信号转换成适合 在信道中传输的形式 的一种过程。
- 8、通常把包括 调制和解调过程 的数字传输系统称为数字带通传输系统。
- 9、复用的目的是为了 扩大通信链路的容量
- 10、电话网由终端设备、传输线路和 交换设备 组成。

### 二. 名词解释

(每小题 2 分, 共 12 分)

#### 1、串行通信:

答: 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。

#### 2、衰落

答: 散射信号电平不断随时间起伏的现象。分为慢衰落(长期变化)和快衰落(短期变化)。

#### 3、门限效应

答: 就是当包络检波器的输入信噪比降低到一个特定的数值后, 检波器输出信噪比出现急剧恶化的一种现象。该特定的输入信噪比值被称为“门限”。这种门限效应是由包络检波器的非线性解调作用所引起的。

#### 4、眼图

答: 眼图是利用实验手段估计系统性能的一种方法。具体做法是: 用一个示波器跨

接在接收滤波器的输出端，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，显示的图形很象人的眼睛，故名眼图。从中可观察出码间干扰和噪声的影响，从而估计出系统性能的优劣程度。眼图说明系统的如下性能：最佳抽样时刻、对定时误差的灵敏度、信号畸变范围、判决门限电平、噪声的容限等。

#### 5、ARQ 系统

答：即自动要求重传。接收端在收到的信码中检测出(发现)错码时，即设法通知发送端重发，直到正确收到为止。这种差错控制方法需要具备双向信道。

#### 6、假同步

答：是指同步系统当捕捉时将错误的同步位置当做正确的同步位置捕捉到。

### 三． 单选题

(每小题 2 分，共 10 分)

1、已知八进制码元速率为 1200B，则对应的信息速率为：

- A. 1200bps      B. 2400bps      C.  $\sqrt{3600}$ bps      D. 9600bps

2、已知英文字母 e 的出现概率为 0.105，它对应的信息量为：

- A. 0.105b      B.  $\sqrt{3.25}$ b      C. 0.105n      D. 3.25H

3、已知地球半径为 r，收发天线高度为 h，则两天线间的最大距离为：

- A.  $D=2rh$       B.  $D=(2rh)^{1/2}$       C.  $D=8rh$       D.  $\sqrt{D=(8rh)^{1/2}}$

4、脉冲编码调制中抽样值为 3.45，对应的量化值为：

- A. 3      B. 3.4      C. 3.5      D.  $\sqrt{4}$

5、2DPSK 调制非相干解调的误码率计算公式为：

- A.  $(1/2)e^{-r/4}$       B.  $(1/2)e^{-r/2}$       C.  $\sqrt{(1/2)e^{-r}}$       D.  $\text{erfc}(r^{1/2})$

### 四． 简答题

(每小题 3 分，共 15 分)

1、随机过程的统计特性和数字特征用哪些参数来描述？

答：随机过程的统计特性由其分布函数或概率密度函数来描述；数字特征主要用均值、方差和相关函数来描述。

2、经过信道传输后的数字信号有哪些类型？

答：经过信道传输后的数字信号分为三类：确知信号、随相信号和起伏信号。

3、教材中介绍的调频有哪些调制和解调的方法？

答：教材中介绍的调频的产生方法有直接调频法和间接调频法；解调方法有相干解

调法和非相干解调法。

4、研究基带传输系统的意义何在？

答：研究基带传输系统的意义在于：第一，即使在频带传输制里也同样存在基带传输问题，也就是说，基带传输系统的许多问题也是频带传输系统必须考虑的问题；第二，随着数字通信技术的发展，基带传输这种方式也有迅速发展的趋势，目前。它不仅用于低速数据传输，而且还用于高速数据传输；第三，理论上也可以证明。任何一个采用线性调制的频带传输系统，总是可以由一个等效的基带传输系统所替代。

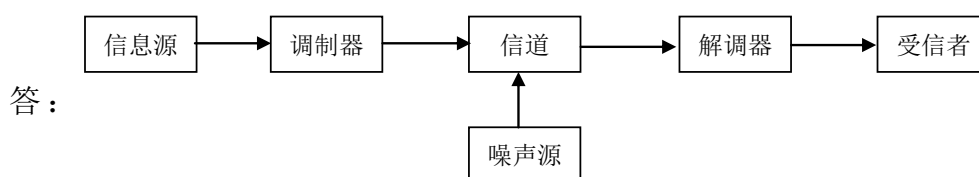
5、说明最小码距  $d$  的大小与检错和纠错能力的关系。

答：为了检测  $e$  个错误，要求最小码距  $d_{\min} \geq e+1$ ；为了纠正  $t$  个错误，要求最小码距  $d_{\min} \geq 2t+1$ ；为纠正  $t$  个错误，同时检测  $e$  个错误，要求最小码距  $d_{\min} \geq t+e+1$  其中  $e > t$ 。

## 五． 作图题

（每小题 5 分，共 25 分）

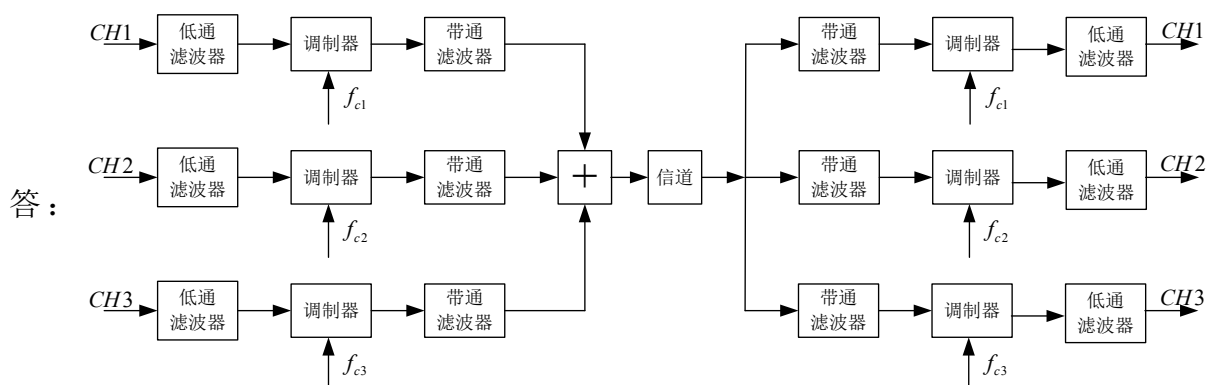
1、试给出通信系统的一般模型框图。



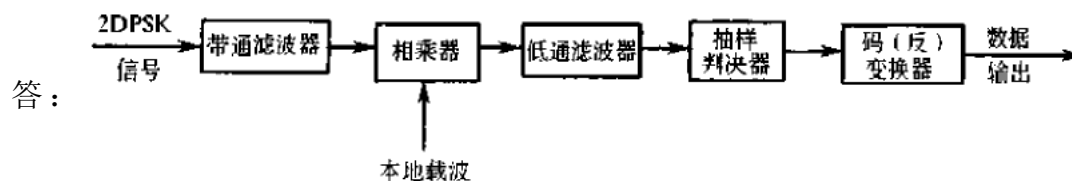
2、已知代码为 10000000011，试写出相应的 HDB3 码，并画出波形图。

消息代码： 1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1  
 答： AMI码： +1 0 0 0 0 0 0 0 0 0 -1  
 HDB3码： +1 0 0 0 +V -B 0 0 -V 0 -1  
 或： -1 0 0 0 -V +B 0 0 +V 0 +1

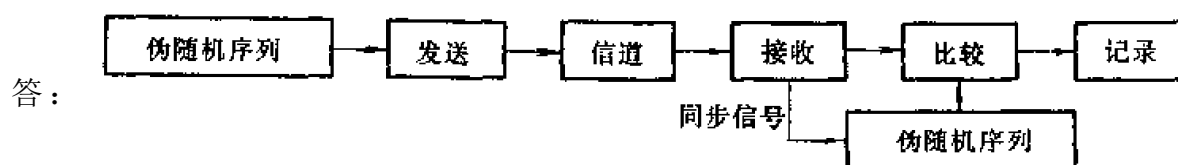
3、做出 3 路信号的频分复用系统的组成原理框图。



4、试画出 2DPSK 相干解调器原理框图。



5、作出用 m 序列误码率单程测试法原理框图。



## 六. 综合题

(每小题 7 分, 共 28 分)

1、设一幅图象由 400 万个像素组成, 每个像素有 16 个亮度等级, 若用 30kHz 带宽的信道传输它, 且信噪比等于 30dB, 试问要传输多长时间?

答: 每一象素所含信息量 =  $\log_2 16 \text{ bit} = 4 \text{ bit}$

每张图片所含信息量 =  $400 \times 10^4 \times 4 \text{ bit} = 16 \text{ Mbit}$

已知  $\frac{S}{N} = 30 \text{ dB} = 1000$ , 由  $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N})$  得信道容量为:  $C = 0.3 \text{ Mb/s}$

传输的时间  $t = \frac{16 \text{ Mbit}}{0.3 \text{ Mb/s}} = 53.33 \text{ s}$

2、2ASK 信号的码元速率  $R_B = 4.8 \times 10^6$  波特, 已知接收端输入信号的幅度  $a = 1 \text{ mV}$ , 信道中加性高斯白噪声的单边功率谱密度  $n_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ W/Hz}$  (或  $n_0 = 2 \times 10^{-15} \text{ W/Hz}$ )。试求: (1) 采用包络检波法解调时系统的误码率; (2) 采用相干检波法解调时系统的误码率。

答: 答案 1: 已知 2ASK 信号的码元速率  $R_B = 4.8 \times 10^6$  波特, 则接收机带通滤波器的带宽为  $B \approx 2R_B = 9.6 \times 10^6 \text{ Hz}$ , 带通滤波器输出噪声的平均功率为  $\sigma_n^2 = n_0 B = 1.92 \times 10^2 \text{ W}$

相乘器的输入信噪比为  $r = \frac{a^2}{2\sigma_n^2} = \frac{10^{-6}}{2 \times 1.92 \times 10^2} = 0.26 \times 10^{-8}$ ,

(1) 由于输入信噪比太小, 采用包络检波法出现门限效应, 无法解调。

$$(2) \text{ 采用相干检波法解调时系统的误码率 } Pe = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{r}{4}} \right)$$

答案 2: 可以设定加性高斯白噪声的单边功率谱密度  $n_0 = 2 \times 10^{-15} \text{ W/Hz}$ , 此时带通滤波器输出噪声的平均功率为  $\sigma_n^2 = n_0 B = 1.92 \times 10^{-8} \text{ W}$

$$\text{相乘器的输入信噪比为 } r = \frac{a^2}{2\sigma_n^2} = \frac{10^{-6}}{2 \times 1.92 \times 10^{-8}} = 26$$

$$(1) \text{ 采用包络检波法解调时系统的误码率 } Pe = \frac{1}{2} e^{-\frac{r}{4}} = 7.5 \times 10^{-4}$$

$$(2) \text{ 采用相干检波法解调时系统的误码率 } Pe = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{r}{4}} \right) \approx \frac{1}{\sqrt{\pi r}} e^{-\frac{r}{4}} = 1.66 \times 10^{-4}$$

3、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) 求此时编码器输出的码组 (段内码为折叠二进制码)、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  $> 0$ ,  $C_1 = 1$

$1024 < \text{抽样值} < 2048$ , 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  $1024 + 8 \bullet \text{量化间隔} \left( \frac{2048 - 1024}{16} = 64 \right) = 1536 \Delta$ ,

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  $1024 + 4 \bullet \text{量化间隔} \left( \frac{2048 - 1024}{16} = 64 \right) = 1280 \Delta$ , 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  $1024 + 2 \bullet \text{量化间隔} \left( \frac{2048 - 1024}{16} = 64 \right) = 1152 \Delta$ , 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  $1024 + 3 \bullet \text{量化间隔} \left( \frac{2048 - 1024}{16} = 64 \right) = 1216 \Delta$ , 抽样值

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  $C_1C_2C_3C_4C_5C_6C_7C_8=11110011$ ，量化电平为  $1216\Delta+32\Delta=1248\Delta$ ，量化误差为  $1270\Delta-1248\Delta=22\Delta$ 。

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

4、一个由线性反馈移存器所产生的 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： $f(x)=x^5+x^2+1$

该 m 序列的原理图如下：

