

# 北京交通大学 2004 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 405 通信系统原理

共 5 页 第 1 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

一. 填空 (45 分), 将答案写在答题纸上, 标明对应题号和空格编号

1. 通信系统的复用方式有 ( A )、( B )、( C )、( D ) 和 ( E ) 等。

2. 两个随机过程  $X(t)$  与  $Y(t)$  的互相关函数  $R_{XY}(\tau) = 5 \cos \omega_0 \tau + 4$ , 则互协方差函数为 ( A ), 交互功率值为 ( B ), 互相关系数为 ( C ), 两者在  $\tau =$  ( D ) 时相关性最大, 在  $\tau =$  ( E ) 时, 两者不相关。

3. 若利用滤波法产生的单边带信号为  $S_{SSB}(t) = 20 \cos 50t$ , 角载频为  $\omega_0 = 40 \text{ rad/s}$ , 则相应双边带信号  $S_{DSB}(t) =$  ( A ); 若利用相移法产生上边带, 则  $S_{SSB}(t) =$  ( B ), 此时输入信噪比关系为  $\left(\frac{S_i}{N_i}\right)_{SSB} =$  ( C )  $\left(\frac{S_i}{N_i}\right)_{DSB}$ , 发送信号功率关系为  $P_{SSB} =$  ( D )  $P_{DSB}$ ,

解调输出信噪比关系为  $\left(\frac{S_o}{N_o}\right)_{SSB} =$  ( E )  $\left(\frac{S_o}{N_o}\right)_{DSB}$ 。

4. 在最佳接收条件下可靠性较高的数字传输方式, 数字基带传输有 ( A ) 码型, 二元频带调制有 ( B ) 和 ( C ), 4 元调制有 ( D ),  $M > 4$  的多元调制有 ( E )。

5. 发送极窄脉冲的数字信号, 速率为  $R_b$ , 若理想传输, 则信道频响为 ( A ) 形状, 带宽等于 ( B ) Hz; 滚降系数  $\alpha = 0.5$  的实际信道可以消除符号间干扰, 其接收输出信号频谱特征为 ( C ), 则带宽为 ( D ), 比理想传输时带宽增加了 ( E )。

6. 兹有设计完善、正在运行的 WBFM 系统, 调制指数为  $\beta$ , 其接收端输入信噪比至少为 ( A ) dB, 输出信噪比为 ( B ) 以上; 若发送设备人员无意中将调制信号幅度提高了 1 倍, 则引起频偏的变化为 ( C ), 接收效果发生 ( D ); 若载波幅度减少, 可能发生 ( E )。

二. 是非判断题 (20 分), 将你认为正确的题号写在答题纸上

7. 单位冲激信号通过希氏网络的响应为  $\frac{1}{\pi t}$ 。

8. 等先验概率的双极性不归零二元码序列构成的随机过程具有平稳且遍历的特征。

9. 正弦信号以线性量化的 PCM 编码, 其量化信噪比取决于量化电平数, 而与信号的动态范围无关。



## 北京交通大学 2004 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 405 通信系统原理

共 5 页 第 2 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

10. A 律与  $\mu$  律 PCM 都是基于标准语音编码速率 64Kbit/s 来构成基群的, 但两者不能直接互通。
11. AMI 码有一定检错能力, 但它是伪三电平或伪三进制码, 实际上并不便于传输。
12. 非平稳随机信号没有确定的频谱函数, 因而也不存在功率谱。
13. 差分码型的码元间具有相关性。
14. 只要将传输信号设计为互补对称的频谱形状, 就可以消除码间干扰。
15. 数字信号频带传输一般在解调后进行基带均衡。
16. 凡是传输带宽在 2 倍信号基带带宽以上的系统, 必定比传输带宽不大于 2 倍基带带宽的系统有更好的传输性能。

三. 多重选择 (20 分), 从以下 5 组命题中仅选出你认为正确的 10 个“题号 - 选项号”写在答题纸上, 每多选一个扣 4 分

## 17. 高斯随机信号特征

- (A) 高斯随机过程若协方差函数  $C_X(t_1, t_2) = 0$ , 则  $X_1(t)$  与  $X_2(t)$  两随机变量统计独立, 相互毫无影响。
- (B) 两个高斯随机变量或随机过程的组合仍为高斯型。
- (C) 两个高斯过程若联合广义平稳, 则必等价于统计独立。

## 18. 信号设计特点

- (A) 数字传输系统的信号设计着眼于调制信号的先验概率大小。
- (B)  $M \geq 8$  的 MPSK 抗干扰能力不如 MQAM。
- (C) 当  $M=4$  时的 MPSK 与 QAM 没有本质差别。

## 19. 数字频带系统特征

- (A) 在模拟电话线 600~3000Hz 频带内利用 QPSK 传输, 比特率为 2.4Kbit/s。
- (B) ASK 可看作由双极性不归零序列作为调制信号的 DSB 传输方式, 因此也可以采用 VSB 方式传输以压缩带宽。
- (C) 从各种误码率公式看, 提高信噪比是提高传输性能的唯一举措。



# 北京交通大学 2004 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 405 通信系统原理

共 5 页 第 3 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

## 20. 最佳接收系统特征

- (A) 二元数字信号相关接收, 采用两支路各提供发送信号样本, 以两支路输出“择大判决”。
- (B) 匹配滤波器的特性设计是针对发送信号的, 但接收信号已是带有噪声干扰的混合波形, 因此就不易达到最大信噪比输出结果。
- (C) 匹配滤波器的传递函数为  $H(\omega)$ , 则  $|H(\omega)|^2$  等于相应发送信号的能量谱。
- (D) 当接收任何码元间隔为  $T_b$  的传输信号  $s(t)$  时, 匹配滤波器冲激响应总是处于  $0 \leq t \leq T_b$  的时间坐标位置, 毫无例外。

## 21. 差错控制特征

- (A) 给定  $(n, k)$  线性分组码的一致监督矩阵  $H$ , 其差错控制能力也就唯一确定了。
- (B)  $(7, 4)$  循环码是由其正确的生成多项式  $g(x)$  经  $n-1$  次的移位, 并进行“模  $x^7+1$ ”运算, 可得到全部 15 个非全 0 码字。
- (C) 由寻找  $g(x)$  的方法,  $x^6+1$  的一个因式多项式  $x^3+1$  符合要求, 因此可以用  $x^3+1$  作为  $g(x)$  求得相应的  $(6, 3)$  循环码。
- (D) 凡是  $(n, k)$  汉明码都是完备码, 且只能纠 1 位错。

## 四. 分析计算题 (45 分)

22. 美、日等国采用  $T_1$  系统, 即  $\mu$  律 24 路 PCM 基群, 每帧定位信息 1bit, 每隔 6 帧每时隙第 8bit 作为用户信令码。试计算:

- (1) 每帧比特数  $N_f$  及基群每秒用于帧定位的比特数  $N_g$ ;
- (2) 基群中的信令比特率  $R_{sb}$ ;
- (3) 基群中用户净信息比特率  $R_u$ ;
- (4) 以滚降系数为  $\alpha=0.5$  的基带信道传输时的基群传输带宽  $B_{ch}$ ;
- (5) 将 (4) 产生的数字基带信号再进行 ASK 频带调制, 并且以滚降系数为  $\alpha=0.4$  的 VSB 方式传输时的实际带宽  $B_{VSB}$ 。

## 23. 设计连续相位最小频移键控系统

已知条件:



# 北京交通大学 2004 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 405 通信系统原理

共 5 页 第 4 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

- 源 PCM 序列比特率  $R_b=16\text{Kbits}$ ;
- 接收端输入信号功率  $S_r=1.8\text{mW}$
- 输入噪声功率谱 (双边) 为  $0.5 \times 10^{-8}\text{W/Hz}$

设计要求:

- (1) 设计传号与空号载频  $f_1$  及  $f_2$  (设信道中心角载频为  $\omega_0=2\pi f_0\text{ rad/s}$ );
- (2) 计算角频偏  $\pm \Delta\omega$ ;
- (3) 给出所需传输带宽与信道带宽利用率;
- (4) 写出接收端输入信号表示式;
- (5) 根据该调制系统的误比特率, 试计算  $P_e$  (近似公式  $\text{erfc}(x) \approx \frac{e^{-x^2}}{x\sqrt{\pi}}$  )。

24. 利用 (7, 4) 汉明码属于完备码的特点, 设计 (7, 4) 码的全部参量,

- (1) 直接给出  $H$  矩阵 (无需列出 3 个方程组);
- (2) 给出  $G$  矩阵;
- (3) 给出该 (7, 4) 码的对偶码 (7, 3) 码的相应  $H$  矩阵与  $G$  矩阵;
- (4) 给出你所得到的 (7, 3) 码对应循环码适用的生成多项式  $g(x)$  (从其  $G$  矩阵中直接找出), 并验证该  $g(x)$  能否充当构成 (7, 3) 循环码的生成多项式 (由它是否能整除  $x^7+1$  验算)。

25. 拟传送速率为  $R_b=20\text{Kbit/s}$  的 PCM 编码序列如  $\{a_k\}=110001101011$ , 可选用三种带宽的信道:  $B_1=10\text{kHz}$ ,  $B_2=20\text{kHz}$ ,  $B_3=40\text{kHz}$ 。

- (1) 指出各信道能支持哪些基带和频带调制方式?
- (2) 从有效性、可靠性以及技术复杂性权衡, 选择一种你认为合适的信道带宽中的一种较好的频带调制方式, 并说明理由。
- (3) 将你选择的传输方式, 画出发送框图, 并给出信号表达式。
- (4) 设载频  $f_0=R_b\text{ Hz}$ , 画出源比特流  $\{a_k\}$  到调制器 (乘法器) 的各单元的基带波形, 并给出乘法器之后的已调波表达式。



# 北京交通大学 2004 年硕士研究生入学考试试卷

考试科目: 405 通信系统原理

共 5 页 第 5 页

注意事项: 答案一律写在答题纸上, 写在试卷上的不予装订和评分!

26. 设计基带信号最高频率  $f_{m1} = 7\text{KHz}$  的调频广播系统,

设计目标与已知条件:

- 由左声道传输中文广播基带信号, 右声道传输相应的英译广播双边带信号 (载频  $f_{01} = 18\text{KHz}$ ), 两声道信号相加构成调频系统的调制信号  $m(t)$ ;
- 宽带调频传输信道分配为  $100\text{MHz} \sim 100.20\text{MHz}$  频带;
- 要求在已设定的最大广播距离内正常接收。

设计要求:

- (1) 给出两声道构成调制信号  $m(t)$  的最高频率  $f_{m2}$ , 并画出  $m(t)$  频谱示意图;
- (2) 若按调制信号  $m(t)$  的最高频率  $f_{m2}$  发送一个单音  $m(t) = A_m \cos 2\pi f_{m2} t$  时, 给出传输带宽与应有的  $\beta_{FM}$  值和  $\Delta f_{FM}$ , 并写出相应的 WBFM 表示式;
- (3) 计算能维持正常工作时鉴频输出  $m(t)$  信号的最小信噪比  $\frac{S_o}{N_o}$ , 并计算左声道与右声道

各自的相干解调信噪比  $\left(\frac{S_o}{N_o}\right)_L$  与  $\left(\frac{S_o}{N_o}\right)_R$ 。

## 五. 思考简答 (20 分)

27. 通信系统在哪些方面用到正交的概念, 有何意义? 是否只是为了提高可靠性?
28. 若在规定带宽与速率条件下, 一个最优化数字系统的设计应从哪几个方面考虑优化技术条件?
29. DPCM、ADPCM 等预测编码方式利用了什么数学原理? 在什么情况下这种预测编码具有较好效果? DPCM 与 ADPCM 预测方式有什么明显的不同?
30. 完备码的“完备 (exhaust)”是什么含义? 它可以为构成  $(n, k)$  分组码带来什么方便或完备码有什么特定价值?
31. 学完通信系统原理后, 纵观全书各章节, 你最大的收获是什么? 列出几条简单体会 (希望具体、切题)。