

同济大学

2005年硕士研究生入学考试试题

科目编号: 445

科目名称: 通信原理

考生须知:

- 1、答案必须写在答题纸上, 写在试题或草稿纸上不给分。
- 2、答题须用蓝、黑色钢笔或圆珠笔, 用铅笔、红色笔者不给分。
- 3、答题必须写清题号, 字迹要清楚, 卷面要保持整洁。
- 4、试题要随答题纸一起交回。

一、填空题 (30分)

1. 通信系统的可靠性衡量指标对于模拟通信系统为 误码率, 对于数字通信系统为 差错率 (误码率, 误比特率)

2. 匹配滤波器所依据的最佳准则为 输出最大信噪比准则, 如果信号 $f(t)$ 的频谱为 $F(\omega)$, 则匹配滤波器的传输函数为 $H(\omega) = kF^*(\omega) e^{-j\omega t_0}$, 冲激响应为 $h(t) = k_f f(t_0 - t)$

3. 一个 M 进制基带信号, 码元周期为 T_s 秒, 则传码率为 $\frac{1}{T_s}$ Baud, 若码元等概出现, 则一个码元所带信息量为 1 bit , 传信率为 $\frac{1}{T_s} \text{ bit/s}$, 若采用占空比为 50% 的矩形脉冲波形, 则信号带宽为 $\frac{2}{T_s} \text{ (Hz)}$ (按频谱第一个零点定义), 这时系统的频带利用率为 $\frac{1}{2} \text{ bit/s/Hz}$ (b/s/Hz)。

4. 分别写出北美和欧洲、中国采用的 PCM 基群、各高次群近似速率值。

T 系列(美): T_1 1544, T_2 6312, T_3 32064, T_4 274176 kbit/s
 E 系列(欧): E_1 2048, E_2 8448, E_3 34368, E_4 139264 kbit/s

5. 码间串扰是指 前码判决对后码判决的影响, 改善码间串扰的方法有 频域均衡技术 和 时域均衡技术。若系统传码率为 $1/T_s$, 则无码间串扰的条件为 $\sum_{k \neq 0} H_k(\omega) e^{j\omega k T_s} = 0$

6. “五中取三”码用于差错控制编码的许用码组共有 10 个, 其差错能力为 纠正 2 位错误。若 $d_0=4$ 时线性分组码差错能力为 纠正 1 位错误。若 $d_0=3$ 的线性分组码差错能力为 纠正 0 位错误。

7. 当 $r=8$ 时, 相干 2FSK 误码率公式为 $\frac{1}{2} e^{-\gamma}$ 。若 γ 不变, 信道噪声减半, 则非相干 2FSK 误码率等于 $\frac{1}{2} e^{-\gamma}$; 若信号功率增大 2 倍, 则误码率变为 $\frac{1}{2} e^{-2\gamma}$ 。若 ASK、FSK、PSK 三者信噪比相等, 则它们的误码率关系为 $P_{ASK} < P_{FSK} < P_{PSK}$

1. 消息的内函 / 消息的物理载体 / 信息的传输和交换 / 信源、调制解调、信道、解调与接收 / 信宿
2. 最大似然估计 $p=1$ 2PSK 2DPSK

对不同的频率衰减不同:

有传输极点和传输零点.

二、简答题 (20分)

1. 信息、信号、通信的含义是什么? 通信系统至少应包括哪几部分?
可以照抄书
2. 数字信号最佳接收的准则是什么? 最佳接收机的性能与波形相关系数 ρ 有关, 最佳的波形相关系数 ρ 为多少? 对应的实际信号波形有哪些?
2PSK, 2DPSK
3. $x(t)$ 是实平稳随机过程, 则它的平均功率、直流功率、交流功率各为多少?
 $R(0) = E[x^2(t)]$, $0 = R(0) - R(\infty)$
4. 随参信道中发生瑞利衰落的原因是什么? 频率选择性衰落的现象是什么?
多径传播
5. 已知二进制码序列为 (1011100000110000111), 画出双极性归零码、差分码、AMI 码、HDB₃ 码四种码型示意图 (码元间隔为 T_b)。

三、分析计算题 (90分)

1. (10分) 若随机过程 $z(t) = m(t) \cos(\omega_0 t + \theta)$, 其中 $m(t)$ 是广义平稳随机过程, 且自相关函数 $R_m(\tau)$ 为

$$R_m(\tau) = \begin{cases} 1+\tau, & -1 < \tau < 0 \\ 1-\tau, & 0 \leq \tau < 1 \\ 0, & \text{其它 } \tau \end{cases}$$

θ 是服从均匀分布的随机变量, 它与 $m(t)$ 彼此统计独立。

- (1) 证明 $z(t)$ 是广义平稳的;
- (2) 绘出自相关函数 $R_z(\tau)$ 的波形;
- (3) 求功率谱密度 $P_z(\omega)$ 及功率 S

所以广义平稳.

$$P_z(\omega) = \frac{1}{4} \left[S_a^2\left(\frac{\omega + \omega_0}{2}\right) + S_a^2\left(\frac{\omega - \omega_0}{2}\right) \right]$$

$$S = \frac{1}{2} W.$$

2. (10分) 设到达接收机输入端的两个确知信号为 $s_1(t)$ 和 $s_2(t)$, 它们的持续时间为 $(0, T)$, 且能量相等。相应的先验概率为 $P(s_1)$ 和 $P(s_2)$ 。接收机输入端的噪声 $n(t)$ 是高斯白噪声, 且其均值为零, 单边功率谱密度为 n_0 。现设计一个最佳接收机, 能在噪声干扰下以最小的错误概率检测信号 (注: 要求有推导过程, 有关参数可自行假设)。

3. (10分) 某离散信息源输出 X_1, X_2, \dots, X_8 八个不同符号, 符号速率为 2400 波特, 每个符号的出现概率分别为 $P(X_1) = P(X_2) = 1/16, P(X_3) = 1/8, P(X_4) = 1/4,$ 其余符号等概出现。

按照

$$P(X_5) = P(X_6) = P(X_7) = P(X_8) = \frac{1}{8}$$

$$R_b = 2400 \times 3 = 7200 \text{ bit/s}$$

$$R_{max} = 7200 \times 3 = 21600 \text{ bit/s}$$

$P_{xi} = A R_{bi}$

$H = -\sum_{i=1}^N P(x_i) \log_2 P(x_i) = -[\frac{1}{16} \times \log_2 \frac{1}{16}] \times 2 - [\frac{1}{8} \log_2 \frac{1}{8}] \times 5$

$-\frac{1}{4} \log_2 \frac{1}{4} = \frac{2^3}{8}$
(bit/s)

- (1) 求该信息源的平均信息速率; $R_b = 2690063 \text{ bit/s}$
- (2) 求传送 1 小时的信息量; $I = 2.484 \times 10^7 \text{ bit}$
- (3) 求传送 1 小时可能达到的最大信息量; $I_{max} = 2.572 \times 10^7 \text{ bit}$

4 (10分) 在脉冲编码调制 (PCM) 系统中, 若采用 13 折线 A 律编码, 设最小的量化间隔为 1 个单位, 已知抽样脉冲值为 -635 个单位。

- (1) 求此编码器输出的 PCM 码组和量化误差 (段内码采用自然二进制); 01100011
- (2) 写出对应于该 7 位码 (不包括极性码) 的均匀量化 11 位码; 01001100000
- (3) 若段内码改用折叠二进制, 则 PCM 码组又如何? 01100100

5 (15分) 如图 1 所示, 某中心频率 $f_0 = 100\text{MHz}$ 的 QPSK 系统, 其信道带宽 $B = 2f_s = 20B_s = 2 \frac{R_b}{2}$ 宽为 600kHz。QPSK 的基带信号是由 12 路语音信号的 PCM 编码信号和 1 路 128kb/s 的数据信号复用构成的。设语音信号的抽样频率为 8kHz。复用后, QPSK 调制器前采用滚降的升余弦形成滤波器过滤。试计算保证基带系统无码间串扰的条件下, 每路语音信号 PCM 编码的最多码位数 N 及量化级数 M (设均匀量化编码)

$R_b = 600 \text{ kbit/s}$

$(12 + \frac{128}{8}) \times 8N = 800 = 96N + 128 \Rightarrow N = 7$

$N = 2^M \quad M = 2^N$

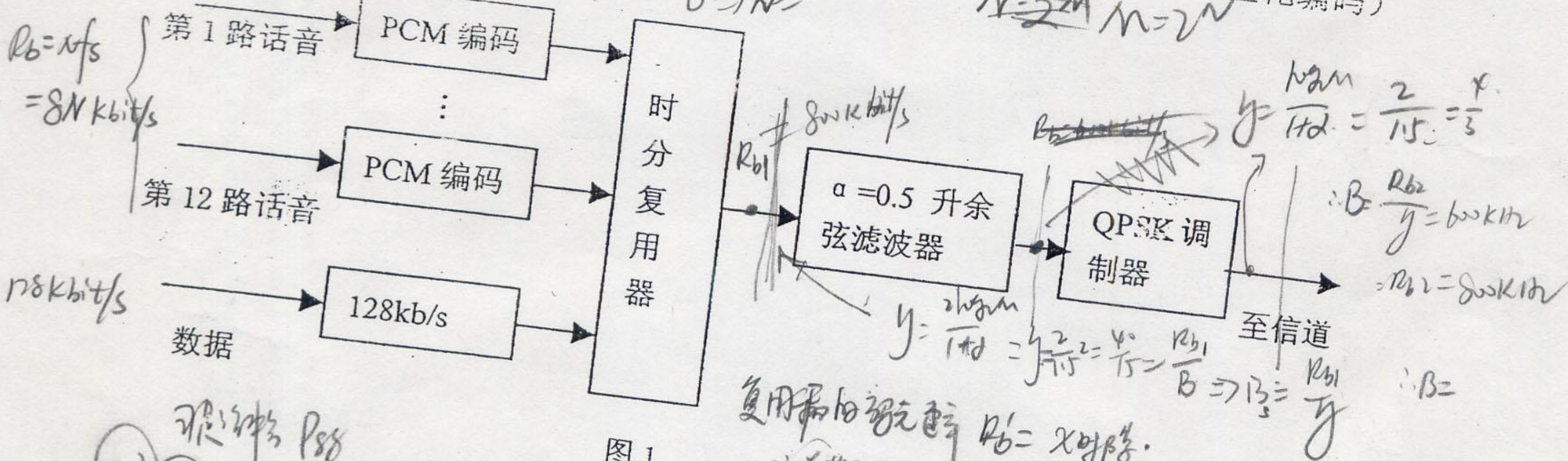


图 1

复用后的码元速率 $R_b' = 800 \text{ kbit/s}$
信道带宽 $B = R_b' / 2 = 600 \text{ kHz} \Rightarrow R_b' = 1200 \text{ kHz}$

6 (15分) 在 2ASK 系统中, 已知发送数据 "1" 的概率为 $P(1)$, 发送 "0" 的概率为 $P(0)$, 且 $P(1) \neq P(0)$ 。采用相干检测, 并已知发送 "1" 时, 输入接收端解调器的信号振幅为 a , 输入的窄带高斯噪声方差为 σ_n^2 。试证明此时的最佳门限为:

$V_d^* = \frac{A + \frac{\sigma_n^2}{A}}{2} \ln \frac{P(0)}{P(1)}$

$P_e = 3$

$\frac{dP_e}{dV} = 0$

~~7. (10分)~~ (10分) 已知 (15, 11) 汉明码的生成多项式为 $g(x) = x^4 + x^3 + 1$ 。试求其生成矩阵和监督矩阵。

8. (10分) 某基带系统特性为: $H(\omega) = \tau_0(1 + \cos \omega \tau_0)$, $|\omega| \leq \pi/\tau_0$ 。试求: (1) 该系统的奈奎斯特传输速率? $R_B = \frac{1}{2\tau_0}$ (2) 该系统的最高频带利用率? $\eta = \frac{R_B}{B} = 1 \text{ bit}/(\text{s} \cdot \text{Hz})$ (3) 采用八进制码元波形传输时, 无码间串扰的最高信息速率? $3R_B$ (4) 若此时该系统采用 $4/(3\tau_0)$ bit/s 的信息传输速率, 问有无码间串扰? $R_{Bmax} = \frac{1}{\tau_0}$



四、综合应用题 (10分)

1. 信道复用的理论基础是什么? 试举出 4 种常用复用方式, 各举出一个实用通信系统的例子。
 2. 结合实际通信系统, 试列举采用哪些措施来提高信息传输的可靠性 (至少 3 种)。

→ 抽样定理

FDM, TDM, CDM, SDM

- ① 减小误码率
- ② 增大信噪比
- ③ 加时域均衡
- ④ 加部分响应技术