

同济大学

2004 年硕士研究生入学考试试题

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（20 分，每空 1 分）

- 1、已知高斯过程的均值为 a ，方差为 σ^2 ，功率谱密度为 $n_0/2$ ，其概率密度分布函数为 $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$ ，若通过 $H(\omega) = k_0 e^{-j\omega t}$ ， $|\omega| \leq \omega_H$ 的低通网络，则输出过程的均值为 $k_0 a$ ，功率谱密度为 $\frac{n_0}{2} k_0^2$ 。
 $|H(\omega)|^2 = k_0^2$
- 2、模拟信号采用 13 折线 A 律进行编码，如果模拟信号的一个抽样脉冲值为 -1356Δ ，则对应的 PCM 码组为 01110101 。
 $1356 - 1024 = 332$
- 3、通常衡量群同步系统性能的指标是 漏同步概率 和 假同步概率。
群同步平均建立时间。
 $\frac{332}{64} = 5$
- 4、在简单增量调制中，系统的最大跟踪斜率为 $\frac{dm(t)}{dt} \leq \sigma f_s$ 。
 σf_s $k = \sigma f_s$
- 5、如果信号 $m(t)$ 的频谱为 $M(\omega)$ ，则匹配滤波器的传输函数为 $M^*(t-t_0)$ ，冲激响应为 $h(t-t_0)$ 。
 $k h(t-t_0)$ $k m^*(t-t_0)$ $k m^*(t-t_0)$
- 6、电话信道信噪比为 30dB，带宽为 3.4kHz 时的最高信息传输速率理论值为 33.89 kb/s 。
 $C = B \log_2(1 + \frac{S}{N}) = 3.4 \text{ k} \log_2(1 + 1000) \approx 3.3 \times 10^4$
- 7、已知某信息集为 $[x_1, x_2, \dots, x_n]$ ，由它构成的信息源的符号概率分布为 $[p(x_1), p(x_2), \dots, p(x_n)]$ ，则每个符号所携带的信息量为 $-\log_2 p(x_i)$ ，每个符号的平均信息量为 $-\sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i)$ ，若要求平均信息量取最大值，则信息源的概率分布为 $p(x_i) = \frac{1}{n}$ 。
 $-\sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i)$ $-\sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i)$ $-\sum_{i=1}^n p(x_i) \log_2 p(x_i)$
- 8、汉明码是一种线性分组码，其最小码距为 3。
- 9、在随参信道中，造成频率选择性衰落的主要原因是 多径传播，为了防

止出现频率选择性衰落，就要 减小 所传信号的带宽。

10. 均匀量化 PCM，抽样频率 $f_s = 8\text{kHz}$ ，量化器动态范围为 $[-2048\Delta, 2048\Delta]$ 对幅度有效值为 512Δ 的信号进行编码，

(1) 量化信噪比为 dB。
(2) 当量化器动态范围不变时，若信号幅度有效值减半，量化信噪比减少 3 dB。

(3) 若 PCM 编码比特率原为 64kb/s ，而该信号频率和幅度均不变，则量化信噪比变化 0 dB。

11. 对频率为 $(312 \sim 552)\text{kHz}$ 的超群信号抽样，其抽样频率不低于 1104kHz。

二、简答题 (15 分，每题 3 分)

1. 为什么对语音信号进行对数 PCM 编码，而不进行线性 PCM 编码？

2. 若 $(7, 3)$ 循环码的生成多项式为 $g(x) = x^4 + x^2 + x + 1$ ，接收到的码多项式为 $R(x) = x^5 + x^3 + 1$ ，试检验接收码中是否有错。

3. 码间串扰是指什么？若系统的总特性为 $H(\omega)$ ，系统传码率为 $1/T_s$ ，则无码间串扰的条件是什么？改善码间串扰的方法有哪些？

4. 当 $\gamma = 8$ 时，相干 2FSK 误码率公式是什么？若 γ 不变，信道噪声减半，则非相干 2FSK 误码率等于多少？若信号功率增大 2 倍，噪声不变，则非相干 2FSK 误码率变为多少？

5. 简要叙述数字信号最佳接收的统计模型，分析给出各状态空间的统计特性和二进制判决准则。

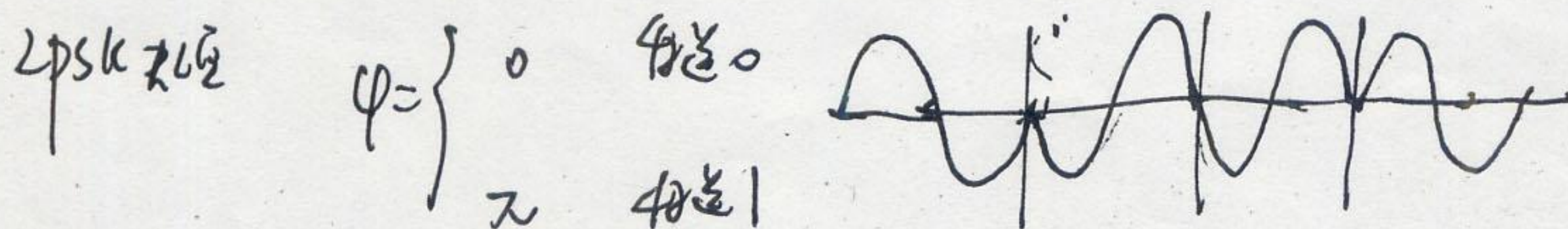
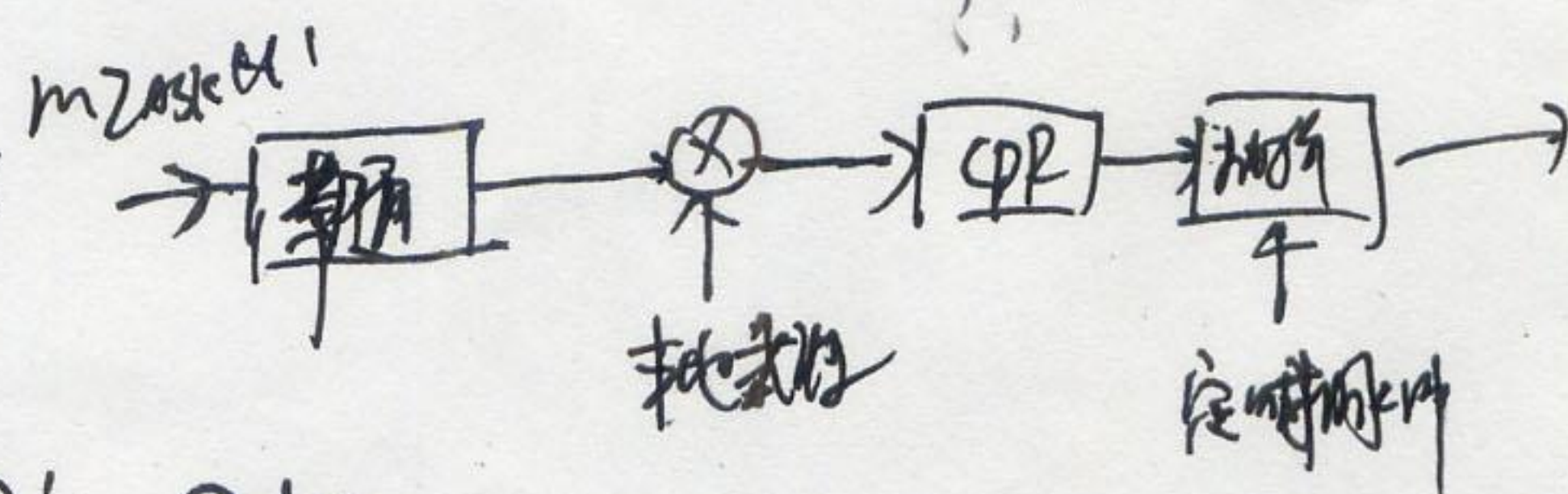
三、画图题 (20 分，每题 4 分)

1. 已知二进制码序列为 (10111000001010000101) ，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)。

2. 设发送数字信息为 1001011100101101 ，试分别画出 2FSK、2PSK、4PSK(A 方式) 信号的波形示意图；画出 2ASK 信号相干解调器原理框图。

共 5 页

第 2 页

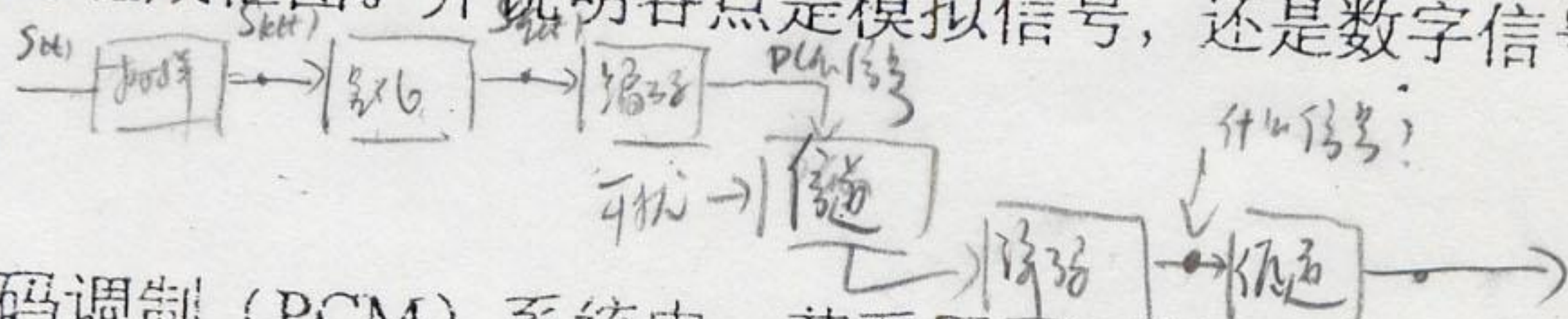


③ 3. 匹配滤波器的原理是什么？试画出 2FSK 信号匹配滤波器形式的最佳接收机结构。

④ 4. 试画出 PCM30/32 路帧结构图，并指出各个时隙的工作情况。

5. 试画出 PCM 系统的组成框图。并说明各点是模拟信号，还是数字信号。

四、分析计算题 (85 分)



- ① (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 1668 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码)；
 - (2) 写出对应于该 7 位码 (不包括极性码) 的均匀量化 11 位码；
 - (3) 若收到码组为 01100100，并已知段内码采用折叠二进制码，问译码器输出样值为多少？

② (8 分) 已知一无码间干扰的基带传输系统，“0”码出现的概率为 $P(0)$ ，“1”码出现的概率为 $P(1)$ ，采用双极性波形，码元幅度为 A ，信道中的高斯白噪声均值为 0，方差为 σ_n^2 ，试求：

(1) 最佳判决门限电平 $V_d^* = \frac{A}{2} + \frac{6^2}{A} \ln \frac{P(0)}{P(1)}$

(2) 若 $P(0)=P(1)$ ，求系统的误码率表示式。 $P_e = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{A}{2\sqrt{2} \sigma_n}}$

$$(\text{erf}(x) = \frac{2}{\pi} \int_0^x e^{-z^2} dz, \text{erfc}(x) = 1 - \text{erf}(x) = \frac{2}{\pi} \int_x^\infty e^{-z^2} dz)$$

③ (7 分) 二进制数字信号以速率 1200b/s 传输，对此通信系统连续进行 2 小时的误码测试，结果发现 15bit 差错。问该系统的误比特率为多少？如果要求误比特率在 1×10^{-7} 以下，原则上应采取一些什么措施？

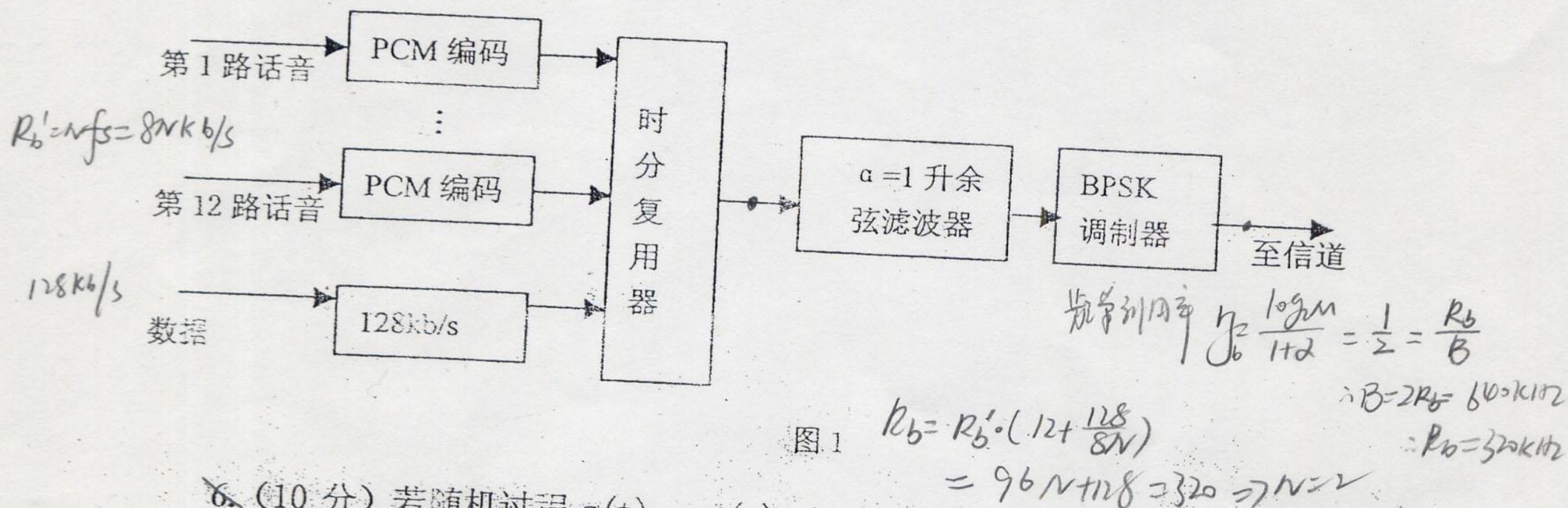
④ (8 分) 设某数字传输系统中的群同步采用巴克码 (1110010)，采用连贯式插入法。

(1) 画出群同步码识别器原理方框图。

(2) 若输入二进制序列为 01011100111100100，试画出识别器输出波形 (设判决门限电平为 6)。

⑤ (15 分) 如图 1 所示，某中心频率 $f_0=100\text{MHz}$ 的 BPSK 系统，其信道带

宽为 640KHz。BPSK 的基带信号是由 12 路话音信号的 PCM 编码信号和 1 路 128kb/s 的数据信号时分复用构成的。设话音信号的抽样频率为 8KHz。复用后，BPSK 调制器前采用滚降的升余弦形成滤波器过滤。试计算保证奈奎斯特第一准则的条件下，每路话音信号 PCM 编码的最多编码位数 l （设均匀量化编码）。



6. (10 分) 若随机过程 $z(t) = m(t) \cos(\omega_c t + \theta)$ ，其中 ω_c 为常数； $m(t)$ 是零均值平稳随机过程，自相关函数和功率谱密度分别为 $R_m(\tau)$ 和 $P_m(\omega)$ ；相位 θ 是在 $[-\pi, \pi]$ 区间服从均匀分布的随机变量，且与 $m(t)$ 彼此统计独立。

(1) 证明 $z(t)$ 是广义平稳的随机过程；

(2) 试求 $z(t)$ 的自相关函数 $R_z(\tau)$ ；
Handwritten: $R_z(\tau) = \frac{1}{2} R_m(\tau) \cos \omega_c \tau = \frac{1}{4} R_m(\tau) (e^{j\omega_c \tau} + e^{-j\omega_c \tau})$

(3) 求 $z(t)$ 的功率谱密度 $P_z(\omega)$ 。
Handwritten: $P_z(\omega) \Leftrightarrow R_z(\tau) \Rightarrow P_z(\omega) = \frac{1}{4} (P_m(\omega - \omega_c) + P_m(\omega + \omega_c))$

7. (10 分) 已知 (7, 4) 循环码的生成多项式为 $g(x) = x^3 + x^2 + 1$ 。

(1) 试用除法电路实现该 (7, 4) 循环码的编码电路。

(2) 试求该 (7, 4) 循环码的典型生成矩阵和典型监督矩阵。

(3) 若输入信息码元为 0011，求编码后的系统码码组。

8. (7 分) 某基带系统总的传输特性如图 2 所示。

(1) 若传码率为 $2f_s$ ，试问输出波形有无码间干扰？

(2) 与带宽为 f_s 的理想低通特性相比较，该系统的频带利用率和因码元定

时偏差而引起的码间干扰是增加还是减少? (原书在1411页)

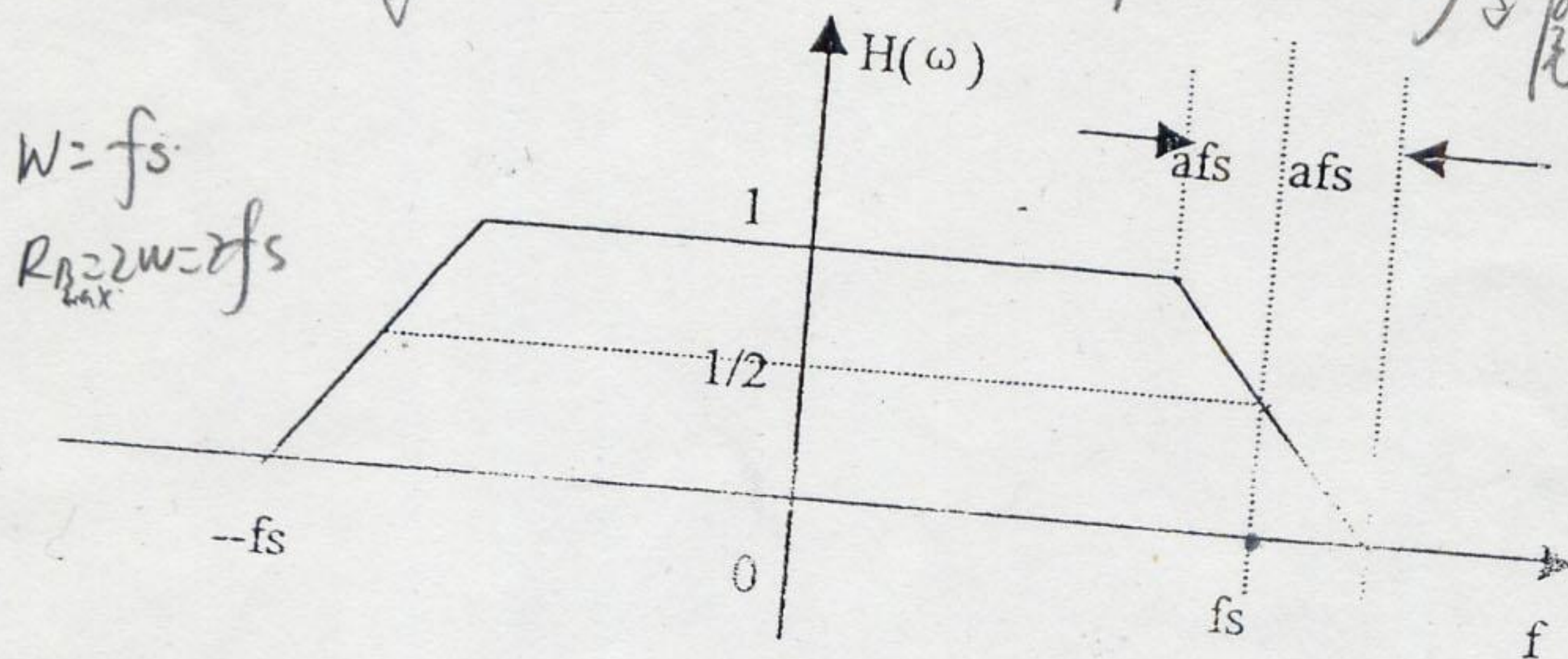


图 2

9. (10 分) 设某系统的接收信号 $s(t)$ 是如图 3(a) 所示的理想矩形脉冲。分析表明用 RC 低通滤波器 (图 3(b)) 接收该信号时, 当 $\frac{T_s}{2\pi RC} = 0.2$ 时有最佳效果。

若噪声的单边功率谱密度为 n_0 , 试求此时 RC 滤波后的输出信噪比, 并与用匹配滤波器接收时比较。

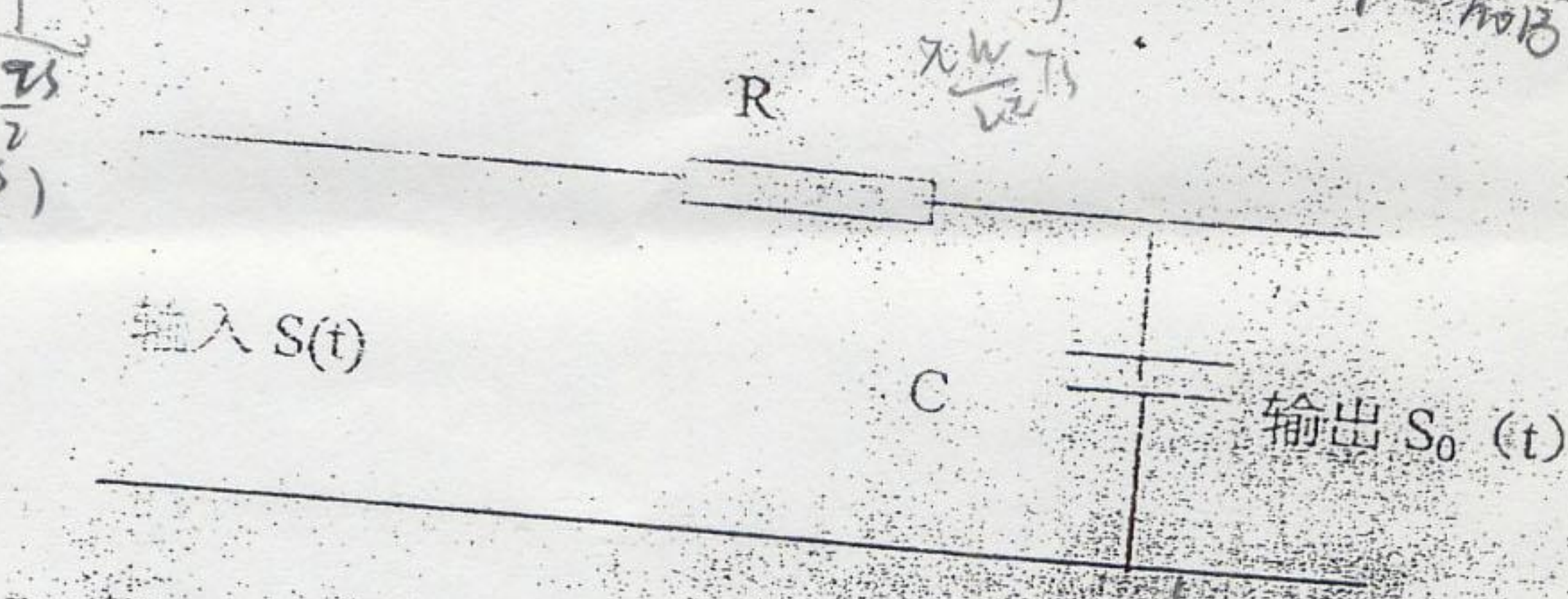
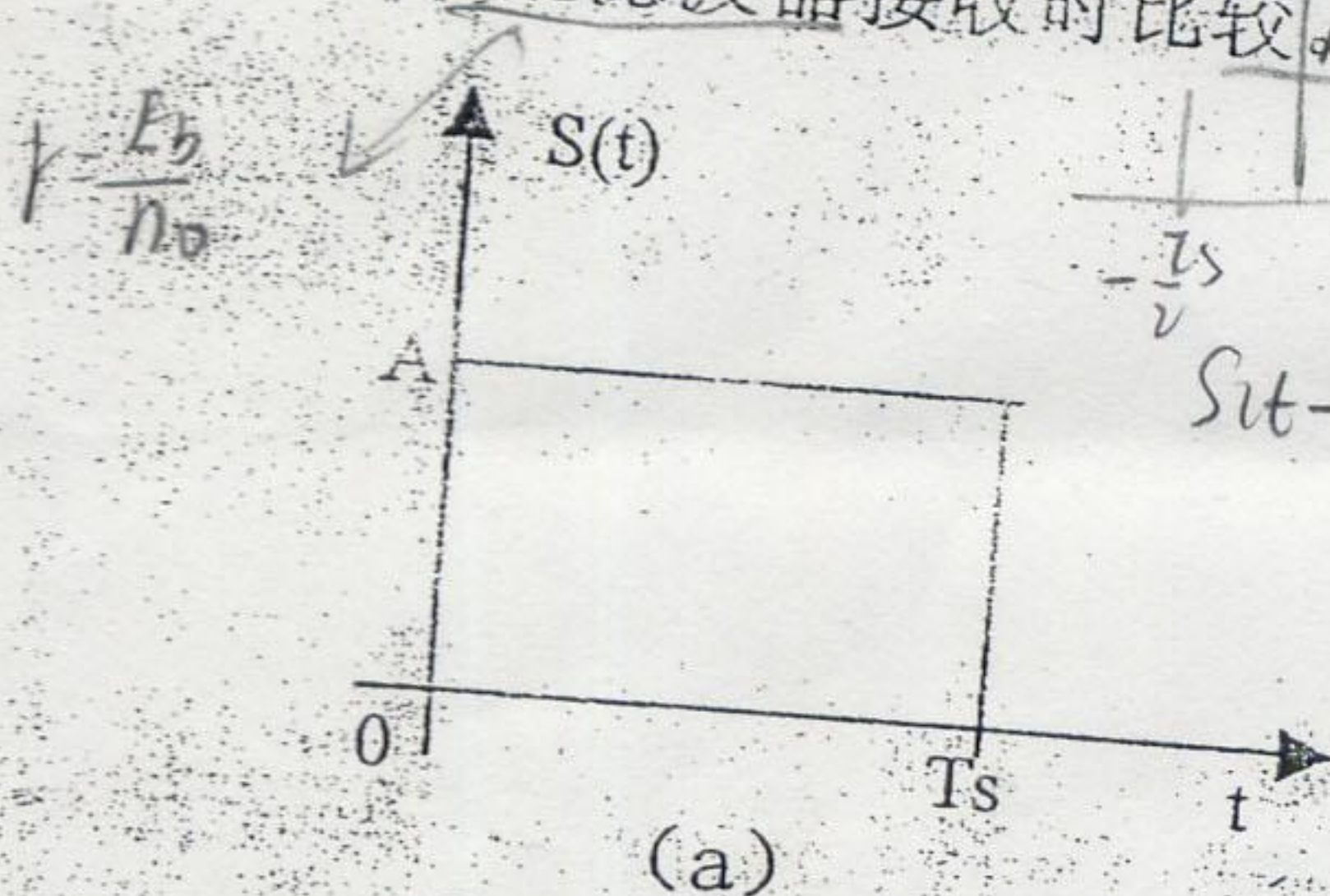


图 3

(b) $H(\omega) = \frac{1}{R + j\omega C} = \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{1}{1 + j2\pi f RC}$

$P_{out} = |H(\omega)|^2 P_{in}$

$S_0(f) = S_{in}(f) \cdot |H(f)| = A \text{Sa}(\frac{\omega Ts}{2}) e^{-j\omega Ts} \frac{1}{1 + j2\pi f RC}$

$B = 1/T_s$ (?)

五、综合应用题 (10 分, 每题 5 分)

1. 从 ATM、SDH、LAN、ADSL、HDSL、DWDM、N-ISDN、IP、CDMA、Multimedia 中任选 3 项, 简要说明其主要特征及应用。

2. 标准语音编码 PCM 话路速率为 $R_b = 64 \text{ kb/s}$, 据你所知, 利用什么技术能将其信息速率降为 56 kb/s , 32 kb/s , 甚至更低。各根据什么原理?

信源压缩编码
如: 预测编码和线性预测编码技术