

# 北京邮电大学 2009 年硕士研究生入学考试试题

## 考试科目：通信原理(A 卷)

注意：(1)所有答案一律写在答题纸上，否则不计成绩；  
(2)不得使用计算器；  
(3)试卷后有答题需要的附录。

### 一. 选择填空（每空 1 分，共 20 分）

从下列答案中选出最合理的，在答题纸上写上空格编号以及所选答案(英文字母)，每空格编号只能对应一个答案。注意英文字母的大小写。

- |                         |                      |                |
|-------------------------|----------------------|----------------|
| (a)纠错编码                 | (b)统计关联性             | (c)增加          |
| (d)频率选择性                | (e)10k               | (f)突发差错        |
| (g)均匀分布                 | (h)信号带宽              | (i)交织器         |
| (j)统计独立性                | (k)高斯分布              | (l)幅频特性        |
| (m)多径时延扩展               | (n)游程特性              | (o) $M(f+f_0)$ |
| (p)信号功率                 | (q)功率利用率             | (r)平坦性         |
| (s)最小均方误差准则             | (t)误符号率              | (u)8k          |
| (v)互相关特性                | (w)信道均衡器             | (x)2k          |
| (y) $ke^{-j2\pi f_0 t}$ | (z)大于                | (A)5k          |
| (B)奈奎斯特准则               | (D) $K\delta(t-t_0)$ | (E)4k          |
| (F)独立差错                 | (G)路径损耗              | (H)小于          |
| (J)频带利用率                | (L)群时延               | (M)减小          |
| (N) $M(f-f_0)$          | (Q)自相关特性             | (R)多普勒扩展       |
| (T)40k                  | (U)相频特性              | (Z)80k         |

1. 信号通过线性系统不失真的时域充分条件是①。
2. 若基带信号  $m(t)$  的频谱为  $M(f)$ ，其带宽为  $W$ 。复信号  $s(t) = m(t)e^{j2\pi f_0 t}$  的频谱  $S(f) = \text{②}$ ，该信号是解析信号的条件是  $W \text{ ③ } f_0$ 。

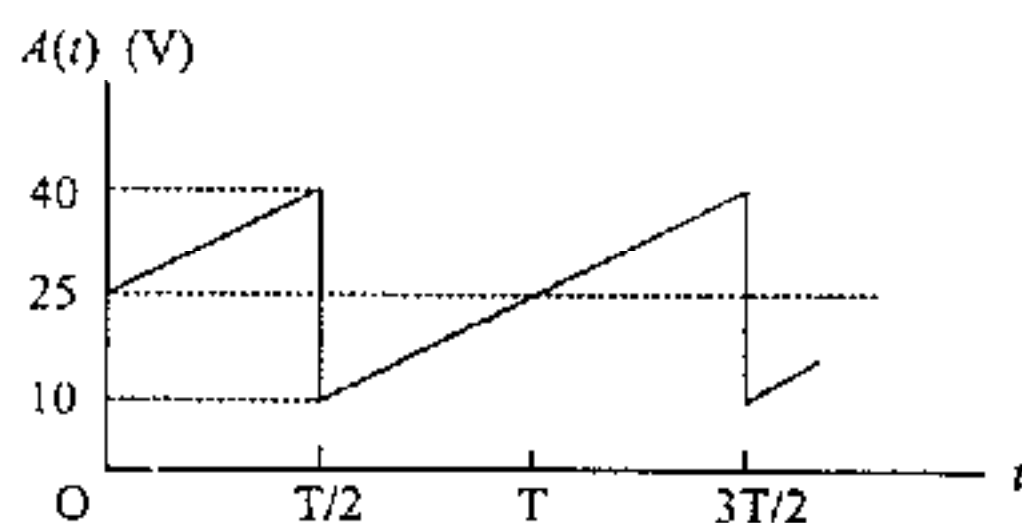
3. 对两路带宽相同的模拟基带信号分别进行 A 律十三折线 PCM 编码, 然后将两路编码输出时分复用。复用后的数据进行 16PSK 调制, 再经带宽为 52kHz 的带通信道进行传输。整个传输系统的等效基带传递函数满足滚降因子为  $\alpha = 0.3$  的升余弦滚降特性。若系统不存在码间干扰, 则每路模拟基带信号的最高频率为 ④ Hz, 该带通传输系统的符号速率为 ⑤ 波特。
4. 在限带数字通信系统中, 信道特性的非理想将导致数字基带传输系统的传递函数不符合 ⑥, 从而使收端抽样时刻出现码间干扰。为此, 可以采用的一种措施是在接收端抽样前加 ⑦。
5. 将 MQAM 与 MPSK 相比较, 在给定  $E_b$  及信号空间相邻信号矢量之间的最小欧氏距离  $d_{\min}$  的条件下, MQAM 能更充分地利用二维信号空间平面, 增加信号矢量的端点数, 从而可以提高信道的 ⑧。
6. 对于 MFSK, 在给定  $E_b/N_0$  时, 随着进制数  $M$  的增大, 其误符号率 ⑨, 这是以增加 ⑩ 为代价的。
7. 为了重构信号  $x(t) = \text{sinc}(4000t)$ , 所需的最低抽样速率为 ⑪ Hz。
8. 矢量量化是对模拟信号的多个样值进行联合量化, 充分利用了信源消息序列各样值之间的 ⑫, 从而能取得更好的压缩效果。
9. 在移动通信信道中, 反映信道频率选择性的信道参数是 ⑬, 反映信道时变性的信道参数是 ⑭。
10. 信号通过限带、限功率的加性高斯信道传输, 仅当输入信号的统计特性符合 ⑮ 时, 才能获得信道的最大互信息, 即信道容量。
11. 交织的基本思想是把 ⑯ 改造为 ⑰, 再通过 ⑱ 来纠正随机差错。
12. 在 CDMA 扩频移动通信中, 为了对抗 ⑲ 衰落, 经常利用 m 序列作为扩频码。接收机利用 m 序列的 ⑳ 特性分离出各径分量, 并将它们合并在一起。这就是 RAKE 接收技术。

二. (12 分)某系统的输入为  $x(t)$  时, 输出为  $y(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t x(\alpha) d\alpha$ 。试求:

- (1) 该系统的冲激响应  $h(t)$ 、传递函数  $H(f)$ ;
- (2) 若输入白噪声, 其双边功率谱密度为  $N_0/2$ , 求系统输出噪声的功率谱密度  $P(f)$ 、自相关函数  $R(\tau)$ 。

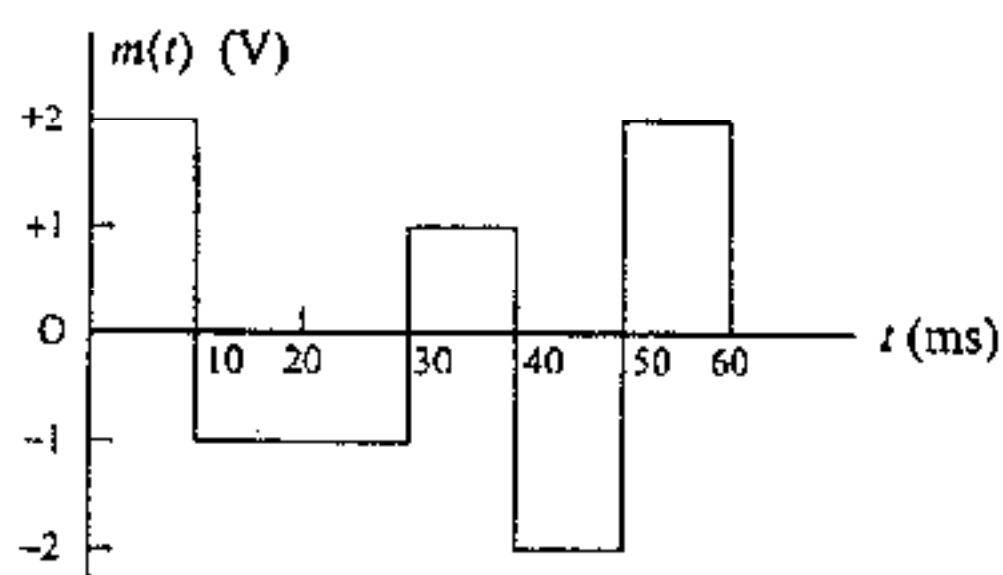
三. (14 分)

- (1) 今有一 AM 调制器, 其消息信号  $m(t)$  的均值为 0, 调制输出信号的包络  $A(t)$  如下图所示:



- (a) 求该调制器的调幅系数  $a$  值;
- (b) 分别求出已调信号中的载波功率和边带功率。

- (2) 今有一调频器, 其频率偏移常数  $K_f$  为  $25\text{Hz/V}$ , 输入的消息信号  $m(t)$  如下图所示:



请画出以 Hz 为单位的频率偏移和以弧度为单位的相位偏移与时间  $t$  的关系图 (标上坐标值)。

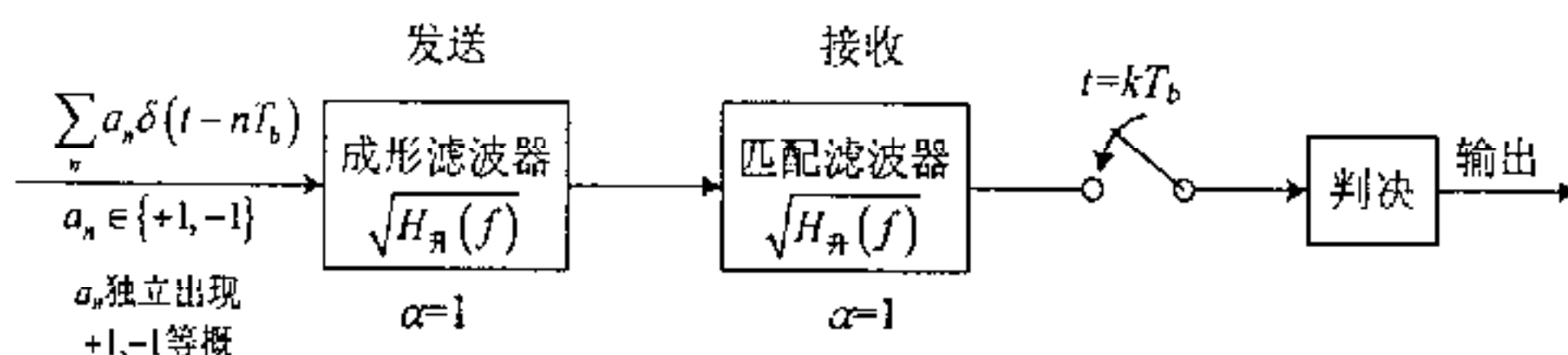
四. (14 分)

(1) 一基带传输系统的传递函数如下,

$$H(f) = \begin{cases} T \cos^2\left(\frac{\pi f T}{2}\right) & 0 \leq |f| \leq \frac{1}{T} \\ 0 & |f| > \frac{1}{T} \end{cases}$$

若系统的传输速率是  $\frac{1}{T}$ , 试问此传输系统能否满足无码间干扰传输的奈氏准则? (需给出证明)

(2) 某二进制基带传输系统如下图所示:



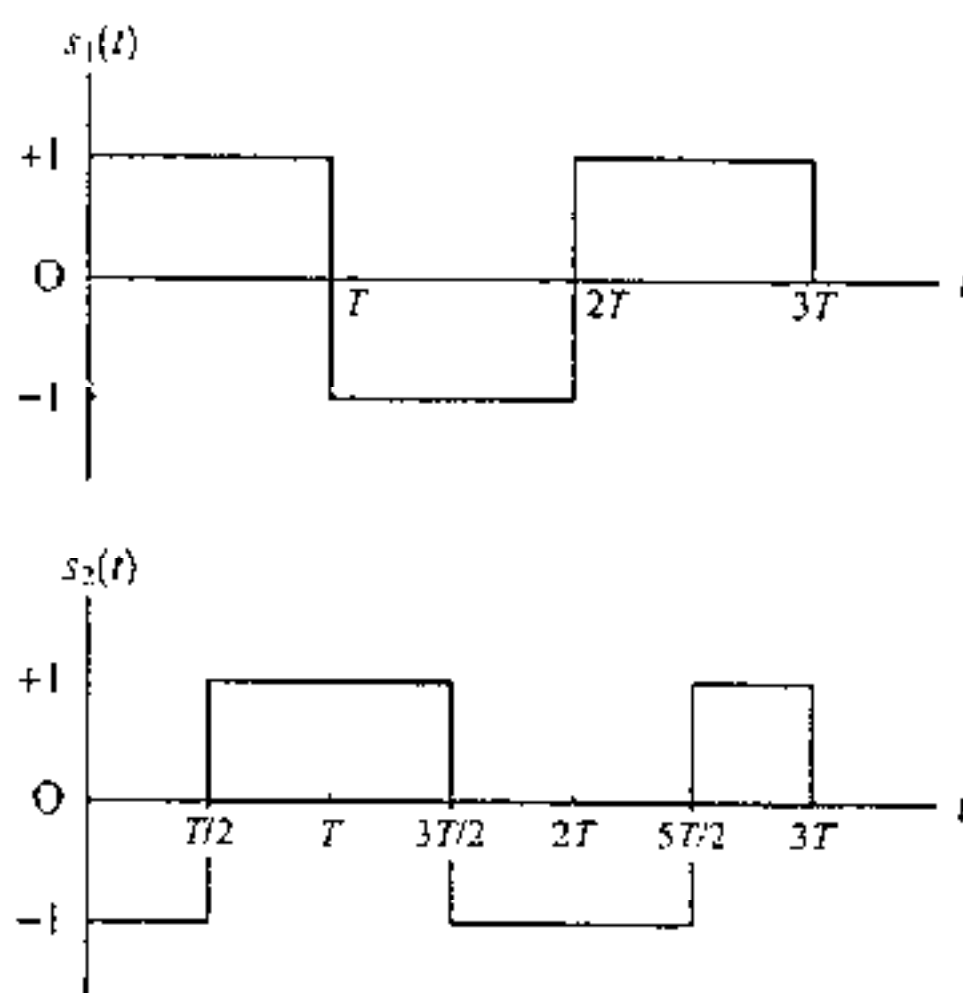
图中的发送成形滤波器及接收匹配滤波器均是  $\alpha=1$  的平方根升余弦滤波器。不考虑因果性问题, 升余弦滤波器的冲激响应为

$$h(t) = \frac{\sin \frac{\pi t}{T_s}}{\frac{\pi t}{T_s}} \cdot \frac{\cos \frac{\pi \alpha t}{T_s}}{1 - 4\alpha^2 \frac{t^2}{T_s^2}}$$

若二进制码元速率  $R_b = \frac{1}{T_b}$  是系统无码间干扰传输速率  $\frac{1}{T_s}$  的两倍, 试求图中抽样时刻可能出现的码间干扰值及其出现概率。



五. (14 分) 某通信系统在时间  $0 \leq t \leq 3T$  内发送下图所示的两个相互正交的信号  $s_1(t)$  和  $s_2(t)$  之一,  $s_1(t)$  和  $s_2(t)$  等概率出现。



接收端在  $0 \leq t \leq 3T$  内的接收信号为  $r(t) = s_i(t) + n_w(t)$ ,  $i=1$  或  $2$ ,  $n_w(t)$  是均值为  $0$ 、双边功率谱密度为  $N_0/2$  的白高斯噪声。

- (1) 请设计相应的最佳接收机, 画出框图;
- (2) 请推导出平均错判概率计算公式, 并表示为  $E/N_0$  的函数形式, 其中  $E$  为  $s_1(t)$  的信号能量。

六. (14 分) 某 PAM 信号的表示式为  $s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n g(t - nT)$ , 其中

$a_n = b_n - b_{n-2}$ ,  $\{b_n\}$  是独立平稳序列,  $b_n$  等概率取值于  $\{+1, -1\}$ 。  $g(t)$  的傅立叶变换为

$$G(f) = \begin{cases} e^{-j2\pi ft} & 0 \leq |f| \leq \frac{1}{2T} \\ 0 & \text{其他 } f \end{cases}$$

- (1) 求序列  $\{a_n\}$  的自相关函数、功率谱密度;
- (2) 求  $s(t)$  的功率谱密度。

七. (14 分) 某模拟信源输出的信号  $x(t)$  是平稳随机过程, 其一维概率密度函数为

$$p(x) = \begin{cases} 2x & 0 \leq x \leq 1 \\ 0 & \text{其他}x \end{cases}$$

将此信源的输出信号按  $f_s = 250\text{Hz}$  的抽样率进行抽样, 样值通过一个均匀量化器量化为 5 个电平:  $x_i = \frac{2i-1}{10}$ ,  $i=1,2,3,4,5$ 。

- (1) 将量化后的结果进行哈夫曼编码;
- (2) 计算经过哈夫曼编码后信源的输出速率 (bps);
- (3) 假设抽样结果是独立序列, 为了无失真传输量化值, 理论上需要的最低输出速率 (bps) 是多少?

八. (12 分)

- (1) 一离散信源  $X$  的输出取值于  $\{A, B\}$ 。信源每次输出一个符号, 前后符号之间有统计相关性。前一次输出  $X'$  和当前输出  $X$  之间的转移概率  $P(X|X')$  为:

$$\begin{aligned} P(A|A) &= 0.8, & P(B|A) &= 0.2 \\ P(A|B) &= 0.6, & P(B|B) &= 0.4 \end{aligned}$$

- (a) 求信源输出 A 或 B 的概率  $P(A)$  和  $P(B)$ ;
  - (b) 分别求前一次输出为 A 或 B 条件下的条件熵  $H(X|A)$  和  $H(X|B)$ , 并求  $H(X|X')$ ;
  - (c) 若信源的输出符号统计独立, 且 A、B 的出现概率相等, 求  $H(X|X')$ 。
- (2) 一高斯随机变量  $X$  通过加性高斯噪声信道传输, 信道输出为  $Y = X + n$ , 其中  $n$  是高斯噪声。已知  $E[X] = E[n] = 0$ ,  $E[X^2] = P$ ,  $E[n^2] = \sigma^2$ 。求信道输入和输出之间的互信息  $I(X;Y)$ 。(请写上单位)

# 九. (12 分)

(1)某(7,3)线性分组码的生成矩阵为

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

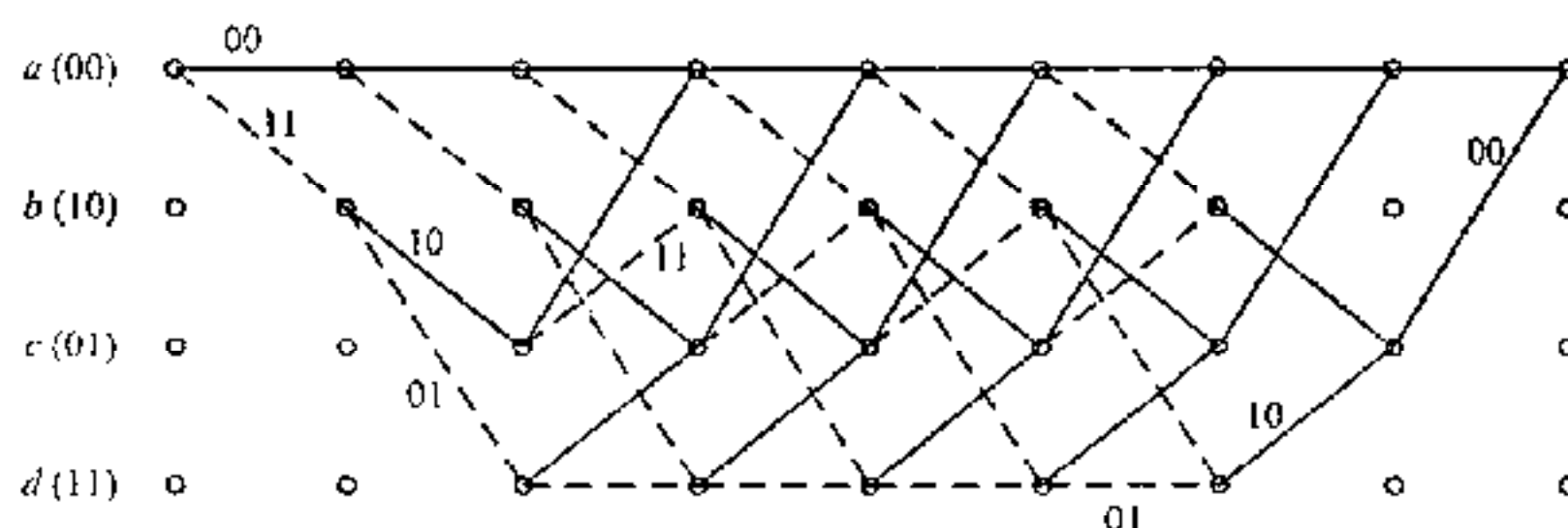
若译码器收到的码组是  $y = (1101011)$ , 请计算伴随式, 并写出可纠正的错误图案, 给出译码结果。

(2)某(7,4)循环码的生成矩阵为

$$G = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

若信息码为(1001), 请写出其系统循环码组及其多项式 (约定系统位在左, 码字从左到右对应多项式次数从高到低)。

十. (12 分) 一卷积码的网格图如下所示。图中实线、虚线分别代表信息为“0”和“1”, 各分支上的数字 xx 表示编码输出, 重复部分未画出。

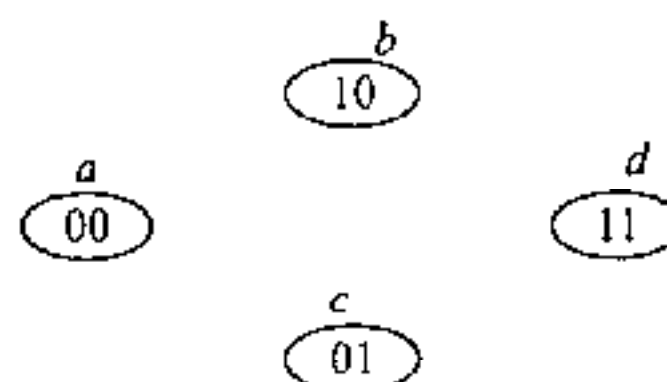


(1)若译码器输入 11 01 11 01 01 11 00 00, 请用 Viterbi 译码算法求出其译码输出;

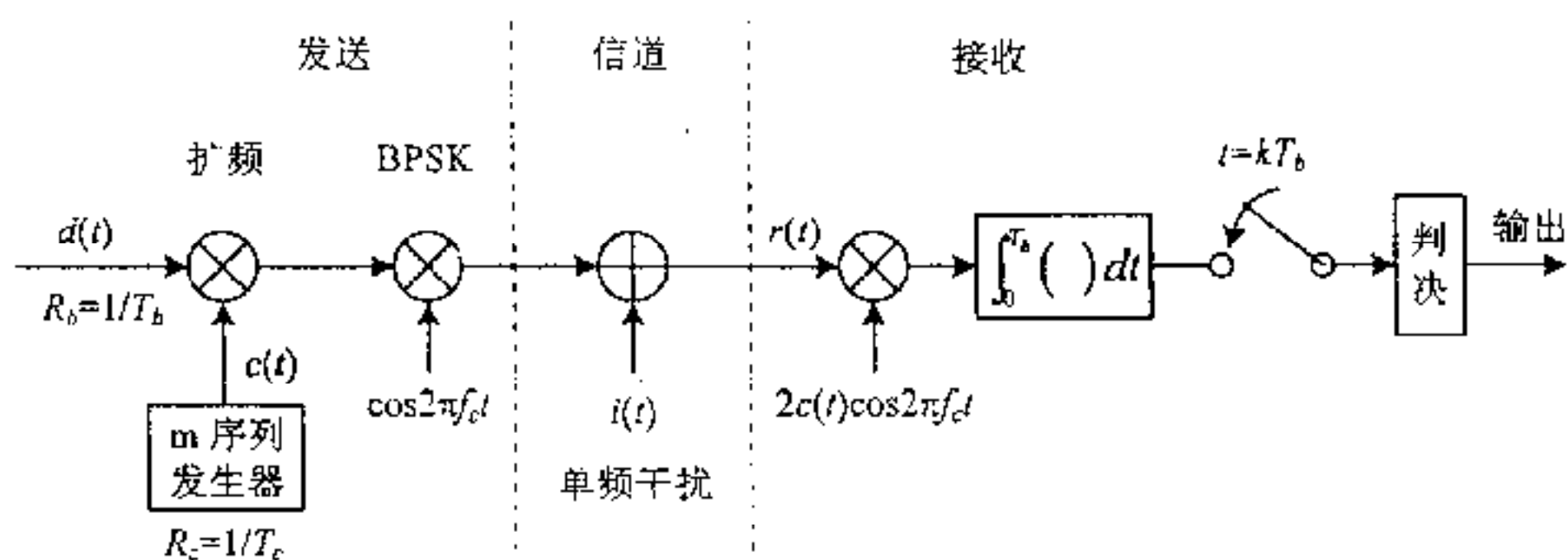
(2)画出状态转移图 (见右图);

(3)写出生成多项式;

(4)画出编码器框图。



十一. (12 分) 一直接序列扩频系统如下图所示:



该系统使用  $n=10$  级线性反馈移位寄存器产生  $m$  序列。扩频信号在信道传输中受到单频干扰。接收信号  $r(t) = d(t)c(t)\cos 2\pi f_c t + i(t)$ , 其中:  $d(t)$  是取值为  $\pm 1$  的双极性不归零信号,  $+1, -1$  等概出现, 码元宽度为  $T_b$ ;  $c(t)$  是取值为  $\pm 1$  的  $m$  序列双极性不归零信号, 码片宽度为  $T_c = \frac{T_b}{N}$ ,  $N$  是  $m$  序列的周期;  $i(t) = \cos(2\pi f_c t + \varphi)$  是单频干扰信号,  $\varphi$  在  $(0, 2\pi)$  内均匀分布。

- (1) 此  $m$  序列的周期  $N$  值是多少?
- (2) 请画出此  $m$  序列的归一化自相关函数图 (标上坐标值);
- (3) 若在  $(0, T_b)$  时间内  $d(t)$  的值是  $d_0$ , 请求出图中对应抽样值  $y_0$  中 有用信号功率与干扰功率之比值 (写出推导过程)。



附录:

1. 对数表 (近似值)

$x$	3	5	7
$\log_2 x$	1.6	2.3	2.8

2. 若  $p_i = \frac{n_i}{m}$ , 其中  $m, n_i$  是正整数,  $n_i < m$ , 则

$$-\sum_i p_i \log p_i = \log m - \sum_i p_i \log n_i$$

3. 对于码元间隔为  $T_s$  的序列  $\{a_n\}$ , 若其自相关函数为  $R_a(m)$ , 则其功率谱密度定义为

$$P_a(f) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} R_a(m) e^{-j2\pi m f T_s}$$

$$4. Q(x) = \int_x^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt$$

$$5. \operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^{\infty} e^{-t^2} dt$$