掌心博阅电子书重点名校考研专业课精品资料系列

# 【强化】2024年兰州交通大学085402含宽带网络、移动通信等通信工程《827通信系统原理》考研强化模考5套卷

主编：掌心博阅电子书

青岛掌心博阅电子书 出品

## 特别说明

本书严格按照该科目今年考研专业课真题题型、试题数量和考试难度出题，结合本专业考研大纲整理编写，由考研学长严格审核校对。其内容涵盖了本科目考研常考试题及重点试题，针对性强，是报考本校该科目考研专业课复习的重要资料。

## 版权声明

青岛华研教育旗下掌心博阅电子书依法对本书享有专有著作权，同时我们尊重知识产权，对本电子书部分内容参考和引用的市面上已出版或发行图书及来自互联网等资料的文字、图片、表格数据等资料，均要求注明作者和来源。但由于各种原因，如资料引用时未能联系上作者或者无法确认内容来源等，因而有部分未注明作者或来源，在此对原作者或权利人表示感谢。若使用过程中对本书有任何异议请直接联系我们，我们会在第一时间与您沟通处理。

因编撰此电子书属于首次，加之作者水平和时间所限，书中错漏之处在所难免，恳切希望广大考生读者批评指正。

# 目录

【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（一）.....4

【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（二）.....10

【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（三）.....15

【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（四）.....19

【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（五）.....24

# 【强化】2024年兰州交通大学085402含宽带网络、移动通信等通信工程《827通信系统原理》考研强化模考5套卷（一）

**说明：本书按照考试大纲、历年真题、指定参考书等公开信息潜心整理编写，由学长严格审核校对，仅供考研备考使用，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权请联系我们立即处理。**

## 一、填空题

1．**某本原多项式系数的八进制表示为211，则该本原多项式为_____，以它产生的m序列周期为_____。**

【答案】$x^7+x^3+x^1$、127

2．在超外差接收机中，若已知天线的等效噪声温度等于室温，接收机的总噪声系数为F，接收机的等效噪声带宽为$B_n$(由中频滤波器决定)，接收机的输入信号功率为$P_{s_i}$，则接收机的输入信噪比为_____，即为解调输入信噪比。

【答案】$P_{s_i}/\mathrm{FKTB}_n$

3．**μ律基群分_____路，每帧比特数为_____比特/帧，基群速率为_____Mb/s。**

【答案】24、193、1.544Mb/s

4．**简单增量调制中所产生的两种量化噪声是_____和_____。**

【答案】基本量化噪声、过载量化噪声

5．**通信系统中码间串扰是指_____，码间串扰影响通信系统的_____；改善码间串扰的主要方法有_____、_____。**

【答案】本码元判决时有别的码元值、误码率、部分响应技术、时域均衡技术

6．**相关接收机的实现机理是，在接收端需提供_____波形，并与接收的混合波形进行_____运算。**

【答案】输入信号本地样本、互相关

## 二、证明题

7．**设有一个随机二进制矩形脉冲波形，它的每个脉冲的持续时间为$T_b$，脉冲幅度取±1的概率相等。现假设任一间隔$T_b$内波形取值与任何别的间隔内取值统计无关，且过程具有广义平稳性，试证：**

(1) 自相关函数

$$R_\xi(\tau)=\begin{cases}1-\dfrac{|\tau|}{T_b}, & |\tau|\leqslant T_b\\ 0, & |\tau|>T_b\end{cases}$$

(2) 功率谱密度

$$P_\xi(\omega)=T_b[\mathrm{Sa}(\pi fT_b)]^2$$

【答案】(1) 设随机二进制矩形脉冲波形

$$f(t)=\sum_{n=-\infty}^{\infty}A_n\mathrm{rect}(t-nT_b)$$

其中$A_n$为脉冲幅度，取±1的概率相等。则该波形的自相关函数

$$
\begin{aligned}
&R_\xi(t,t+\tau)\\
&=E\left[\sum_{n=-\infty}^{\infty}A_n\,\mathrm{rect}(t-nT_b)\sum_{n=-\infty}^{\infty}A'_n\,\mathrm{rect}(t+\tau-n'T_b)\right]\\
&=E[A_nA'_n]
\end{aligned}
$$

①若$|\tau|>T_b$，$A_n$和$A'_n$出现时间间隔大于$T_b$，且统计独立，则有

$$
\begin{aligned}
E[A_nA'_n]&=E[A_n]\cdot E[A'_n]\\
&=(-1\times\frac{1}{2}+1\times\frac{1}{2})(-1\times\frac{1}{2}+1\times\frac{1}{2})\\
&=0
\end{aligned}
$$

②若$|\tau|<T_b$，$A_n$和$A'_n$出现时间间隔小于$T_b$，可能出现以下 3 种情况：

a.$A_n$和$A'_n$属于同一个脉冲（取值同为 1 或-1），这种概率为$\frac{T_b-|\tau|}{T_b}$；

b.$A_n$和$A'_n$分属不同脉冲，但取值相同（1 或-1），这种概率为$\frac{|\tau|}{T_b}\times\frac{1}{2}$；

c.$A_n$和$A'_n$分属不同脉冲，取值不同，这种概率为$\frac{|\tau|}{T_b}\times\frac{1}{2}$。

所以有

$$
\begin{aligned}
E[A_nA'_n]&=\frac{|\tau|}{2T_b}\times1^2+\frac{T_b-|\tau|}{T_b}\times1^2+\frac{|\tau|}{2T_b}\times1\times(-1)\\
&=\frac{T_b-|\tau|}{T_b}
\end{aligned}
$$

综上所述，可得自相关函数

$$
R_\xi(t,t+\tau)=R_\xi(\tau)=\begin{cases}1-\dfrac{|\tau|}{T_b}, & |\tau|\leqslant T_b\\ 0, & |\tau|>T_b\end{cases}
$$

(2) 根据随机过程的广义平稳性，有$R_\xi(\tau)\Leftrightarrow P_\xi(\omega)$，并利用三角函数的傅氏变换公式可得功率谱密度

$$
\begin{aligned}
P_\xi(\omega)&=\int_{-\infty}^{\infty}R_\xi(\tau)e^{-j\omega\tau}d\tau=\int_{-\infty}^{\infty}\mathrm{tri}(\frac{\tau}{T_b})e^{-j\omega\tau}d\tau\\
&=T_bSa^2\left(\frac{\omega T_b}{2}\right)=T_bSa^2(\pi fT_b)
\end{aligned}
$$

8. **设有一个随机二进制矩形脉冲波形，它的每一个脉冲的持续时间为$T_b$，脉冲幅度取$\pm1$的概率相等。现假设任一间隔$T_b$内波形取值与任何别的间隔内取值统计无关，且过程具有广义平稳性，试证：**

(1) 自相关函数$R_\xi(\tau)=\begin{cases}1-|\tau|/T_b, & |\tau|\leqslant T_b\\ 0, & |\tau|>T_b\end{cases}$

(2) 功率谱密度$P_\xi(\omega)=T_b[\mathrm{Sa}(\pi fT_b)]^2$。

【答案】(1) 由题意，设$\xi(t)$是随机二进制信号的一个样本函数，如图所示。

因为脉冲幅度取$\pm1$的概率相等，所以$\xi(t)$的数学期望为

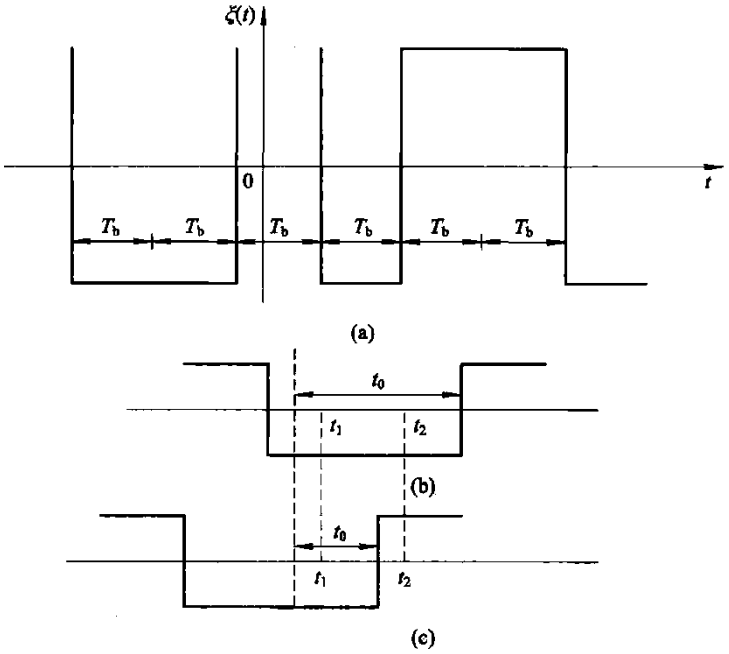
$$
\begin{aligned}
E[\xi(t)]&=+1\cdot P[\xi(t)=1]+(-1)\cdot P[\xi(t)=-1]\\
&=(+1)\cdot\frac{1}{2}+(-1)\cdot\frac{1}{2}=0
\end{aligned}
$$

令$t_1$、$t_2$是任意选取的两个时刻：

①当$|t_2-t_1|>T_b$时，$t_1$和$t_2$在不同的脉冲间隔内，$\xi(t_1)$和$\xi(t_2)$相互独立，所以此时

$$
R(t_1,t_2)=R_\xi(\tau)=E[\xi(t_1)\xi(t_2)]=E[\xi(t_1)]\cdot E[\xi(t_2)]=0
$$

②当$|t_2-t_1|\leqslant T_b$时，$t_1$和$t_2$有可能在同一脉冲间隔内，也有可能不在同一脉冲间隔内，这取决于随机起始时间$t_0$，如图所示，(b) 图$t_1$和$t_2$在同一脉冲间隔内，(c) 图$t_1$和$t_2$不在同一脉冲间隔内。




图

(a) 随机二进制信号的样本函数 $\xi(t)$；(b) $t_1$和$t_2$在同一脉冲间隔内；(c) $t_1$ 和 $t_2$ 不在同一脉冲间隔内

设 $t_1$ 和$t_2$不在同一脉冲间隔为事件 A，由于 $t_1$可能取$0\sim T_b$内任何值，当$t_2>t_1$时， $t_1$、$t_2$ 在同一脉冲间隔内的概率为

$$P(A)=P(t_1<t_0<t_2)=\frac{t_2-t_1}{T_b}$$

一般情况下， $P(A)=\frac{|t_2-t_1|}{T_b}$。

相应地， $t_1$和$t_2$在同一脉冲间隔为事件 $\bar{A}$，$\bar{A}$的概率为

$$P(\bar{A})=1-P(A)=1-\frac{|t_2-t_1|}{T_b}$$

于是，此随机二进制信号的自相关函数为

$$\begin{aligned}R_\xi(t_1,t_2)&=E[\xi_1(t_1)\xi(t_2)]\\&=E[\xi(t_1)\xi(t_2)\mid A]\cdot P(A)+E[\xi(t_1)\xi(t_2)\mid\bar{A}]\cdot P(\bar{A})\end{aligned}$$

因为 A 表示事件$t_1$和$t_2$不在同一脉冲间隔，所以

$$E[\xi(t_1)\xi(t_2)\mid A]=0$$

而

$$E[\xi(t_1)\xi(t_2)\mid A]=E[\xi^2(t_1)]=1^2\cdot\frac{1}{2}+(-1)^2\cdot\frac{1}{2}=1$$

所以

$$R_\xi(\tau)=R_\xi(t_1,t_2)=1-\frac{|t_2-t_1|}{T_b}$$

综上所述，可得到 $\xi(t)$的自相关函数的完整表示式为

$$R_\xi(\tau)=\begin{cases}1-|\tau|/T_b, & |\tau|\leqslant T_b\\0, & |\tau|>T_b\end{cases}$$

(2) 取 $R_\xi(\tau)$的傅里叶变换，即得到此随机二进制信号的功率谱密度为

$$P_\xi(\omega)=T_b\left[\mathrm{Sa}\left(\frac{\omega T_b}{2}\right)\right]^2=T_b[\mathrm{Sa}(\pi fT_b)]^2$$

证毕。

## 三、解答题

9. **已知信号 m(t)的最高频率为$f_m$。若用图所示的 q(t)对 m(t)进行自然抽样，试确定已抽样信号频谱的表示式，并画出其示意图(注：m(t)的频谱$M(\omega)$的形状可自行假设)。**

【答案】由题意可得:单个抽样脉冲

$$q_0(t) = \left(\frac{1}{\tau}\right) g_\tau(t) * g_\tau(t)$$

其中，$g_\tau(t)$为宽度为$\tau$的单个矩形波。

$$g_\tau(t) \Leftrightarrow G_\tau(\omega) = \tau S_a\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)$$

单个抽样脉冲对应频谱为

$$Q_0(\omega) = \tau S_a^2\left(\frac{\omega\tau}{2}\right)$$

$$q(t) = q_0(t) * \delta_T(t) = q_0(t) * \sum_{n=-\infty}^{\infty} \delta_T(t - nT)$$

抽样脉冲频谱为

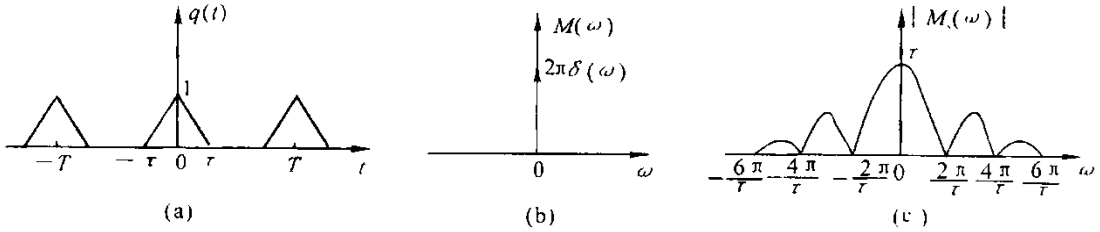
$$Q(\omega) = Q_0(\omega) \cdot \frac{2\pi}{T} \sum \delta(\omega - n\omega_s) =$$

$$4\pi f_m\, Q_0(\omega) \cdot \sum \delta(\omega - 4\pi\, f_m\, n) =$$
$$4\pi f_m \sum Q_0(4\pi f_m\, n)\delta(\omega - 4\pi\, f_m\, n)$$

已抽样信号频谱为

$$M_s(\omega) = \frac{1}{2\pi} M(\omega) * Q(\omega) =$$
$$2\, f_m\, M(\omega) * [\sum Q_0(4\pi n f_m)\delta(\omega - 4\pi\, f_m\, n)] =$$
$$\sum 2\, f_m\, G_0(4\pi n f_m) M(\omega - 4\pi n\, f_m) \qquad \left(T = \frac{1}{2\, f_m}\right)$$

设 m(t)的频谱$M(\omega)$如图(b)所示，则$M_s(\omega)$如图(c)所示。




图

10. **二相绝对移相(2PSK)调制发送信号为**

$$s(t) = \begin{cases} 2\cos\omega_c t & \text{“1”码，以概率 } P \\ 2\cos(\omega_c t + 180°), & \text{“0”码，以概率 } 1 - P \end{cases}$$

经过信道传输后除受到 100dB 的衰减外，信号无其他失真。已知相干解调器有 2 倍的增益，白噪声的平均功率$\sigma^2 = 1.2 \times 10^{-12}$ W，$P = 1/2$。

(1)计算误码率$P_e$;

(2)如果相干解调器本地载波产生$\Delta\varphi$相位差，试推导此时误码率计算式。

【答案】(1)信号功率：$P_s'' = \left(\frac{a}{\sqrt{2}}\right)^2 = \frac{1}{2}$ W　$a = \frac{A}{2} = 1$ V

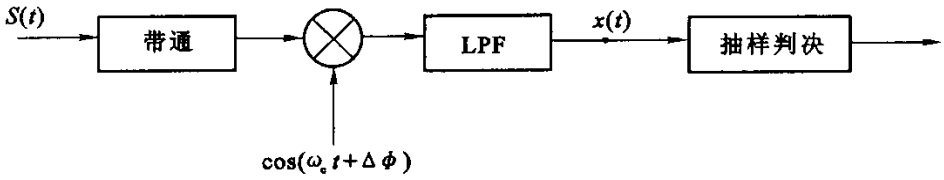
受到 100db 衰减后 $P_s' = \frac{1}{2} \times 10^{-10}$ W

经过相干解调器有 2 倍增益，$P_s = 2P_s' = 1 \times 10^{-10}$ W

信噪比 $\gamma = \frac{P_s}{\sigma_n^2} = \frac{1\times10^{-10}}{1.2\times10^{-12}} = \frac{1}{12}\times10^3$

误码率 $P_e = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\sqrt{\gamma} = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\sqrt{0.833\times10^2}$

(2)相干解调 2PSK 接收框图如下




$$S(t) = \begin{cases} 2\cos w_c t & \text{“1”码} \\ -2\cos w_c t & \text{“0”码} \end{cases}$$

载波为 $\cos(w_c t + \Delta\varphi)$

经 LPE 后输出波形为

$$x(t) = \begin{cases} \cos\Delta\varphi + n_c(t) & \text{发“1”时} \\ -\cos\Delta\varphi + n_c(t) & \text{发“0”时} \end{cases}$$

由于 $n_c(t)$ 是高斯过程，因此 x 是均值为 $\cos\Delta\varphi$、方差为 $\sigma_{n1}^2$ 的正态随机变量。

当发送“1”时，$f_1(x) = \frac{1}{\sigma_n\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{(x-\cos\Delta\varphi)^2}{2\sigma_n^2}\right]$

发送“0”时，$f_0(x) = \frac{1}{\sigma_n\sqrt{2\pi}}\exp\left[-\frac{(x+\cos\Delta\varphi)^2}{2\sigma_n^2}\right]$

则：

$$P_{e1} = \int_{-\infty}^{0} f_1(x)\,dx = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\sqrt{r}$$

$$P_{e0} = \int_{0}^{\infty} f_0(x)\,dx = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\sqrt{r}$$

所以

$$P_e = P(1)P_{e1} + P(0)P_{e0} = \quad \left(P(1) = P(0) = \frac{1}{2}\right)$$

$$\frac{1}{2}P_{e1} + \frac{1}{2}P_{e0} = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\sqrt{r}$$

其中：

$$r = \frac{\cos^2\Delta\varphi}{2\sigma_n^2}$$

11．**采用 13 折线 A 律编码，设最小的量化级为 1 个单位，已知抽样脉冲值为-95 单位。**

(1)试求此时编码器输出码组，并计算量化误差(段内码用自然二进制码)；

(2)写出对应于该 7 位码(不包含极性码)的均匀量化 11 位码。

【答案】段落码：$I_s = 95 < 128$，故 $c_2 = 0$(位于前 4 段)

$I_s = 95 > 64$，故 $c_3 = 1$(位于第 3、4 段)

$I_s = 95 > 32$，故 $c_2 = 0$(位于第 4 段)

由三次比较的结果可知道该抽样值位于第 4 段。

段内码:第4段起始电平为64,长度为128-64=64个量化单位,再进行16级均匀量化,量化间隔为64/16=4个量化单位。

$I_W = 64 + 4\times8 = 96$，所以 $I_s < I_W$，故 $c_5 = 0$；

$I_W = 64 + 4\times4 = 80$，所以 $I_s > I_W$，故 $c_6 = 1$；

$I_W = 80 + 4\times2 = 88$，所以 $I_s > I_W$，故 $c_7 = 1$；

$I_W = 88 + 4 = 92$，所以 $I_s > I_W$，故 $c_8 = 1$。

编码器输出码组为 00110111;

量化输出为-92 个量化单位;量化误差为 95-92=3 个量化单位。

(2)因为： $95 = 2^6 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^1 + 1$

所以对应的均匀量化 11 位码为 00001011100。

# 【强化】2024 年兰州交通大学 085402 含宽带网络、移动通信等通信工程《827 通信系统原理》考研强化模考 5 套卷（二）

**说明：本书按照考试大纲、历年真题、指定参考书等公开信息潜心整理编写，由学长严格审核校对，仅供考研备考使用，与目标学校及研究生院官方无关，如有侵权请联系我们立即处理。**

## 一、填空题

1. **模拟通信系统的有效性用_____度量，可靠性用_____度量；数字通信系统的有效_____度量，可靠性用_____度量。**

【答案】带宽、信噪比、传输速率、错误率

2. **峰峰值为 4V 的话音信号，采用标准 A 律 13 折线 PCM 量化编码器，抽样值-1.001V 对应的码字为_____，抽样值 0.24V 对应的码字为_____。**

【答案】01110000、11001111

3. 窄带平稳随机过程包络的概率密度服从_____分布，它的相位的概率密度服从_____分布。

【答案】瑞利、均匀

4. **采用部分响应技术可以_____，并使冲激响应尾巴振荡衰减加快，这是由于_____。对输入序列进行预编码是为了防止_____。**

【答案】提高频带利用率、有控制地在某些码元的抽样时刻引入固定的码间干扰、译码时出现的错误传播现象

5. $\sin(\omega_0 t+45^\circ)$**的希尔伯特变化换是_____。**

【答案】$\sin(\omega_0 t-45^\circ)$

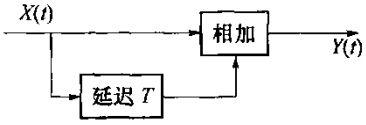
6. **若分组码已知监督矩阵为** $H=\begin{bmatrix}1&0&1&1&0&0&0\\1&1&0&0&1&0&0\\1&1&1&0&0&1&0\\1&1&1&0&0&0&1\end{bmatrix}$**，给出对应生成矩阵 G=_____，** $d_0$**=_____；该码若作为纠错码，可纠_____位错，同时可以检出_____位错。**

【答案】$G=\begin{bmatrix}1&0&0&1&1&1&1\\0&1&0&0&1&1&1\\0&0&1&1&0&1&1\end{bmatrix}$、4、1、2

## 二、证明题

7. **如图所示，X（t）是均值为零的平稳遍历随机过程，已知其自相关函数是** $R_X(f)$**。**

若 X（t）是高斯白噪声通过理想低通滤波器（带限于 $f_m$）后的随机过程，证明以奈奎斯特速率对 X（t）抽样得到的样值是两两独立的。



图

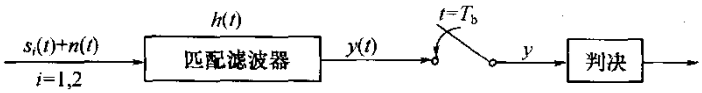
【答案】因此，X（t）的功率谱密度为

$$P_Y(f)=\begin{cases}\dfrac{N_0}{2}, & |f|\leqslant f_m\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$$

对 X（t）以奈奎斯特速率抽样即以间隔$\frac{1}{(2f_m)}$进行抽样，由上式可知，抽样结果是$\frac{1}{(2f_m)}$的非零整倍数，样值两两不相关。又由于样值是高斯随机变量，所以样值两两独立。

8．**在图中，二进制确定信号$s_i(t),i=1,2$，在信道传输中受到双边功率谱密度为$N_0/2$的加性高斯白噪声 n（t）的干扰。今用冲激响应为 h（t）的匹配滤波器进行最佳解调。**

设$s_1(t)$与$s_2(t)$等概出现，$E_b$为平均每个比特的信号能量，y 表示在最佳抽样时刻对 y（t）进行抽样得到的抽样值$y(T_b)$。其中$s_1(t)=\begin{cases}A, & 0\leqslant t\leqslant T_b\\ 0, & \text{其他}\end{cases}$，$s_2(t)=-s_1(t)$




图

（1）证明 y 中信号分量的瞬时功率是$E_b^2$；

（2）证明 y 中噪声分量的平均功率是$\frac{N_0E_b}{2}$；

（3）若发送$s_2(t)$，请写出 y 的条件概率密度函数$P(y|s_2)$表达式。

【答案】（1）匹配滤波器的冲激响应为：$h(t)=s_1(T_b-t)$

抽样值为

$$y=y(T_b)=\int_0^{T_b}[s_i(\tau)n(t)]h(T_b-\tau)d\tau=\int_0^{T_b}[s_i(\tau)n(t)]s_1(\tau)d\tau$$
$$=\int_0^{T_b}s_i(\tau)s_1(\tau)d\tau+\int_0^{T_b}n(t)h(T_b-\tau)d\tau=\begin{cases}E_b+Z, & i=1\\ -E_b+Z, & i=2\end{cases}$$

其中，$Z=\int_0^{T_b}n(\tau)s_1(\tau)d\tau$是抽样值中的噪声分量。因此无论发送的是$s_1(t)$还是$s_2(t)$，y 中信号分量的瞬时功率都是$E_b^2$。

（2）y（t）中噪声 Z（t）是高斯白噪声通过线性系统的输出，它是一个 0 均值的平稳高斯过程。

设 h（t）的傅里叶变换是 H（f），则 Z（t）的功率谱密度为$P_z(f)=\frac{N_0}{2}|H(f)|^2$，因此 Z 的平均功率是

$$\sigma_z^2=\int_{-\infty}^{+\infty}P_z(f)df=\frac{N_0}{2}\int_{-\infty}^{+\infty}|H(f)|^2df=\frac{N_0}{2}\int_{-\infty}^{+\infty}h_2(t)dt=\frac{N_0E_b}{2}$$

（3）给定发送$s_2(t)$这个条件时，$y=-E_b+Z$，其均值是$-E_b$，方差是$\frac{N_0E_b}{2}$，因此 y 的概率密度函数为

$$P(y|s_2)=\frac{1}{\sqrt{\pi N_0E_b}}e^{-\frac{(y+E_b)^2}{N_0E_b}}$$

## 三、解答题

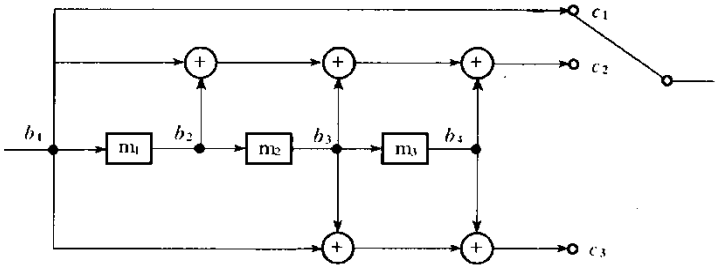
9．**已知(3，1，3)卷积码编码器的输出与$b_1,b_2,b_3$和$b_4$的关系为**

$$c_1=b_1$$
$$c_2=b_1\oplus b_2\oplus b_3\oplus b_4$$

$$c_3 = b_1 \oplus b_3 \oplus b_4$$

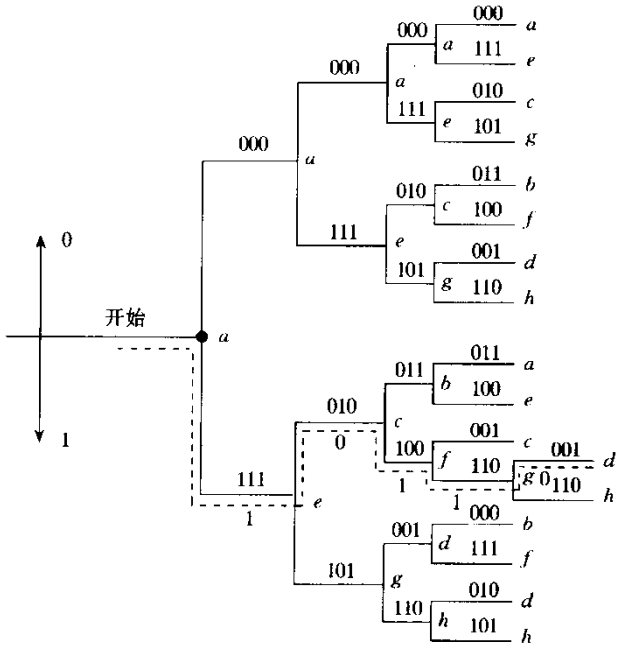
试画出编码电路和码树图。当输入编码器的信息序列为 10110 时，求它的输出码序列。

【答案】编码电路如图所示。




图

码树图如图所示。




图

$a = 000$　　$e = 100$
$b = 001$　　$f = 101$
$c = 010$　　$g = 110$
$d = 011$　　$h = 111$

输入 10110 时，输出如图中虚线所示，为

111　010　100　110　001

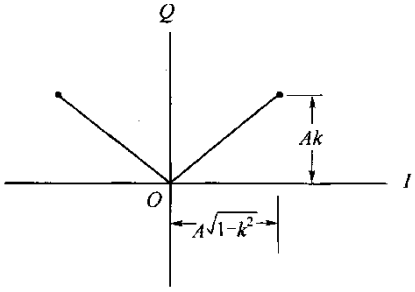
10．**有一种特别设计的相干 2PSK 系统的信号表达式如下** $s(t) = Ak\sin(2\pi f_c t) \pm A\sqrt{1-k^2}\cos(2\pi f_c t), 0 \leqslant t \leqslant T_b$**。其中±号对应发送的比特，“+”对应发“1”，“-”对应发“0”。式右第一项用于相干接收机获取同步载波，即导频分量。**

(1)画出该 2PSK 信号的信号矢量图(星座图)。

(2)若信道中的干扰是双边功率谱密度为$\frac{N_0}{2}$的加性高斯白噪声，证明此系统最佳接收的平均误比特率为$P_e = \frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{A^2 T_b}{2N_0}(1-k^2)}\right)$。

(3)假设发送信号总能量的 10%分配给导频，为了实现$10^{-5}$的差错率，确定所需要的$\frac{E_b}{N_0}$的分贝值。

【答案】(1)该 2PSK 信号的信号矢量图如图所示。




图

(2)常规 BPSK 的误码率是$P_e=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right)$，本题中第二项是常规的 BPSK，它所占的能量与总能量之比为$\frac{[A\sqrt{1-k^2}]^2}{(Ak)^2+[A\sqrt{1-k^2}]^2}=1-k^2$。

因此若总比特能量是$E_b$，则其常规 BPSK 部分的有效比特能量是$E_b(1-k^2)$，有

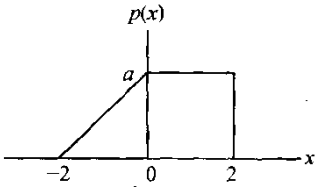
$$E_b=\left[\frac{1}{2}(AK)^2+\frac{1}{2}\left(A\sqrt{1-k^2}\right)^2\right]=\frac{1}{2}AT_b^2$$

所以该 BPSK 的误码率为

$$P_e=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}(1-k^2)}\right)=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{A^2T_b}{2N_0}(1-k^2)}\right)$$

(3)此时$1-k^2=0.9$，故此$10^{-5}=\frac{1}{2}\mathrm{erfc}\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}0.9}\right)$，$\frac{E_b}{N_0}\approx\frac{1}{0.9}(3.0)^2=10=10(\mathrm{dB})$

11．**模拟信号 x(t)的带宽为 12kHz，其任何时刻的幅度是一随机变量，幅度的概率密度函数如图所示。**




图

希望通过均匀量化 PCM 系统传输此信号。

(1)求 a 值；

(2)求出 x(t)的功率；

(3)若采用 4 电平均匀量化的 PCM 系统，求量化信噪比$S_q/N_q(\mathrm{dB})$；

(4)若第(3)小题中的 PCM 数据以二进制方式进行基带传输，所需的无码间干扰传输的最小传输带宽是多少?

【答案】(1)由$\int_{-\infty}^{\infty}P(x)\mathrm{d}x=1$得$\frac{a\times 2}{2}+2a=1$，因此 a=$\frac{1}{3}$。

(2)x(t)的功率为：

$$S_x=E[x^2]=\int_{-2}^{2}x^2P(x)\mathrm{d}x=\int_{-2}^{0}x^2\times\frac{x+2}{6}\mathrm{d}x+\int_{0}^{2}x^2\times\frac{1}{3}\mathrm{d}x=\frac{2}{9}+\frac{8}{9}=\frac{10}{9}。$$

(3)4 个量化电平是-1.5，-0.5，0.5，1.5;4 个量化区间是[-2，-1]、[-1，0]、[0，1]、[1，2]。在[-2，-1]量化区间内：

$$P[-2,-1]=\int_{-2}^{-1}P(x)\mathrm{d}x=\int_{-2}^{-1}\left(\frac{x+2}{6}\right)\mathrm{d}x=\frac{1}{12}$$

同理可得$P[-1,0]=\int_{-1}^{0}P(x)\mathrm{d}x=\frac{1}{4}$；$P[0,1]=\int_{0}^{1}P(x)\mathrm{d}x=\frac{1}{3}$；

$$P[1,2]=\int_1^2 P(x)\mathrm{d}x=\frac{1}{3}$$

因此量化后信号的功率为

$$S_q=\frac{1}{12}\times(-1.5)^2+\frac{1}{4}\times(-0.5)^2+\frac{1}{3}\times(0.5)^2+\frac{1}{3}\times(1.5)^2=\frac{13}{12}$$

量化噪声功率为

$$\begin{aligned}N_q&=E[(\hat{x}-x)^2]=\int_{-2}^{2}(\hat{x}-x)^2P(x)\mathrm{d}x\\&=\int_{-2}^{-1}(x+1.5)^2\times\frac{x+2}{6}\mathrm{d}x+\int_{-1}^{0}(x+0.5)^2\times\frac{x+2}{6}\mathrm{d}x+\\&\int_{0}^{1}(x-0.5)^2\times\frac{1}{3}\mathrm{d}x+\int_{1}^{2}(x-1.5)^2\times\frac{1}{3}\mathrm{d}x=\frac{1}{12}\end{aligned}$$

因此$\frac{S_q}{N_q}=13$，折合 11.14dB。

(4)$\log_2 4=2$，每个抽样值有 2 个二进制码：$B=\frac{12\text{kHz}\times2\times2}{2}=24\text{kHz}$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/768120117001006101