

1

1、信息码为100001000011000001，写出对应的AMI码_____，AMI由于可能出现_____，对提取定时信号造成困难，可采用HDB3码来克服其缺点，其编码为_____。

(3.0分)

2

2、信道中的起伏噪声主要是指_____，_____。

(3.0分)

3

3、根据信号的复用方式，通信系统可以分为哪几类（写出三个就可以了）
_____，
_____。

(3.0分)

4

4、对输入信号进行量化时，大的输入信号采用大的量化间隔，小的输入信号采用小的量化间隔。在非线形量化中，采用输入信号幅度和量化输出数据之间定义了两种对应关系，一种是在北美日本使用的压扩标准是_____律（G. 711）；另一种是在欧洲中国大陆使用_____律（G. 711）。

(2.0分)

5

5、在实际的基带系统中，传输码的结构应具备的特征为_____、
_____、_____和_____。

(4.0分)

6

6、m序列的性质：①均衡

性：_____。

②游程分

布：_____。

③移位相加特

性：_____。

④自相关函

数：_____。

⑤功率谱密

度：_____。

⑥伪噪声

特性：由于m序列的均衡性、游程分布和自相关特性与随机序列的基本性质极其相似，所以通常将m序列称为伪噪声(PN)序列，或称为伪随机序列。

7

7、扩谱技术的分类：_____、_____
和_____。

(3.0分)

8

8、在数字通信系统中，按照同步的功用可以分为_____、_____、_____和_____。

(4.0分)

9

9、在实际的基带传输系统中总会存在ISI，为了减少ISI的影响，通常需要在系统中插入_____来校正或补偿系统特性，以改善系统性能。衡量效果的两个准则是：_____准则和_____准则。

(3.0分)

1

1、信道的过渡阵列如下：

$$\begin{bmatrix} 2/3 & 1/6 & 1/6 \\ 1/4 & 1/2 & 1/4 \\ 1/8 & 1/4 & 5/8 \end{bmatrix}$$

- (1) 如果信号源的各个输入机会均等，计算信道输出的概率
(2) 计算信道输出输入的联合概率阵列 (8分)

(8.0分)

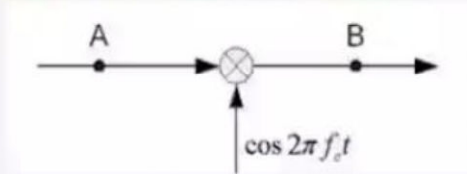
2

2、一个(8, 4)系统码，其信息序列为 (m_3, m_2, m_1, m_0) ，码字序列为 $(C_7, C_6, C_5, C_4, C_3, C_2, C_1, C_0)$ 。它的监督方程为 $C_3=m_3+m_1+m_0$ ， $C_2=m_3+m_2+m_0$ ， $C_1=m_2+m_1+m_0$ ， $C_0=m_3+m_2+m_1$ ，求出这个码的监督矩阵H。(6分)

(6.0分)

3

3、下图中，A点信号是幅度为1的单极性不归零码，二进制序列独立等概，速率为 $R_b=1\text{Mbit/S}$ ，B点信号是ASK，载波频率是 $f_c=100\text{MHz}$ 。请给出A、B两点的功率谱，并画出功率谱密度图。（8分）



(8.0分)

4

4、设2PSK方式最佳接收机与实际接收机的输入信噪比 $\frac{E_b}{n_0}$ 相同，且 $\frac{E_b}{n_0} = 10\text{dB}$ ，实际接收机的带通滤波器带宽为 $6/T$ (Hz)， T 是码元宽度，则两种接收机的误码性能相差多少？（6分）

(6.0分)

5

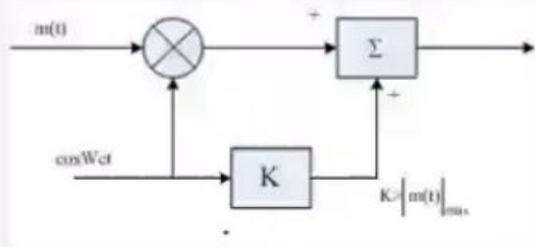
5、发端的基带信号序列以电平 +10V代表 1，电平 -10V代表 0，发送传码率为300波特的不归零信号，其中发 1 的先验概率为0.5。远距离传输时，接收端采用滤波器抽样法再生信号，判决电平为0.02V。传输信道对信号的衰减为20dB，其输出高斯白噪声的双边功率谱密度为200微瓦/赫兹。

- (1) 画出接收框图，并给出各小框的主要传输参数。
- (2) 滤波器带宽取信号的第一零点带宽，求滤波器的输出噪声功率。
- (3) 求收到数据中 1 错为 0 的概率。（以函数 $\text{erfc}(x)$ 表达）（10分）

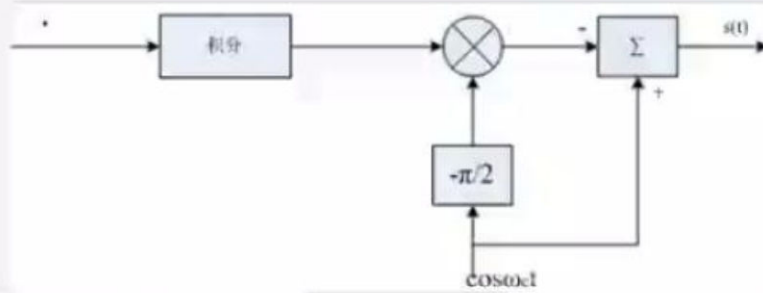
6

6、请指出下列电路系统的输出系统的输出 $s(t)$ 是何种调制信号（10分）

(1)



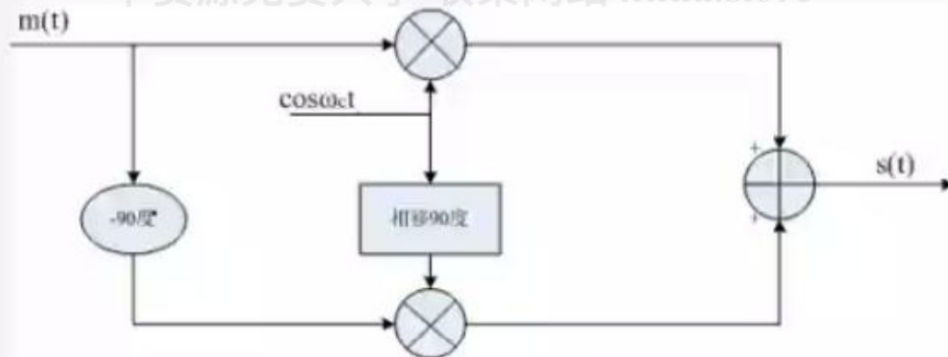
(2)



$\cos W_c t$

(3)

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store



(4)



(5)



(10.0分)

7

7、一调角信号 $s(t) = 100\cos[2\pi f_c t + 4\sin 2\pi f_m t]$ 式中 $f_c=10\text{MHz}$, $f_m=1000\text{MHz}$

- (1)假设该角调信号是FM信号, 请求出它的调制指数及发送信号带宽;
- (2)若 f_m 加倍, 请重复(1)题;
- (3)假设该角调信号是PM信号, 请求出它的调制指数及发送信号带宽;
- (4)若 f_m 加倍, 请重复(3)题; (8分)

(8.0分)

8

8、一单路话音信号的最高频率为4kHz, 抽样频率为8kHz, 以PCM方式传输。设传输信号的波形为矩形脉冲, 其宽度为 τ , 且占空比为1:

- (1)若抽样后信号按8级量化, 试求PCM基带信号频谱的第一零点频率;
- (2)若抽样后信号按128级量化, 则PCM二进制基带信号频谱的第一零点频率又为多少? (6分)

(6.0分)

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

9

9、简述 τ 抖动跟踪环原理 (8分)

(8.0分)

-1

$+10000-10000+1-100000+1$

长连雪难以获取定时信息

$+1000+V-1000-V+1-1+1000+V0-1$

-2

热噪声

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

散弹噪声

宇宙噪声



-3

时分复用

频分复用

码分复用

本资源免费共享 收集网站 mudu.store

-4

μ

A

A

-5

无直流, 低频分量少

含有丰富的定时信息

具有一定的自检能力

功率谱主瓣窄

③ $f(x)$ 除不尽 (x^q+1) , $q < m$;
则称 $f(x)$ 为本原多项式。

这样由定理 12.4 就可以简单写出一个线性反馈移存器能产生 m 序列的充要条件为: 反馈移存器的特征多项式为本原多项式。常用的本原多项式可以由查表得到。

(5) m 序列的性质:

① 均衡性。在 m 序列的一个周期中, “1”和“0”的数目基本相等。“1”的个数仅比“0”多一个。

② 游程分布。长度为 k 的游程数目占游程总数的 $1/2^k$, 其中 $1 \leq k \leq (n-1)$ 。而且在长度为 k ($1 \leq k \leq (n-2)$) 的游程中, 连“1”游程和连“0”游程各占一半。

注: “游程”指一个序列中取值相同的那些连在一起的元素和; “游程长度”指一个游程中元素的个数。

③ 移位相加特性。一个 m 序列 M_p 与其任意次延迟移位后产生的序列 M_p 进行模 2 加得到的仍是 M_p 的某次延迟移位序列。

④ 自相关函数。 m 序列的自相关函数为

$$\rho(j) = \begin{cases} 1 & j = 0 \\ -\frac{1}{m} & j = 1, 2, \dots, m-1 \end{cases} \quad (12.1-14)$$

可见, $\rho(j)$ 只有两种取值: 0 和 $(1/m)$, 因而也可称为双值自相关序列。由于 m 序列有周期性, 故 $\rho(j)$ 也具有周期性, 周期也是 m , 且 $\rho(j)$ 是偶函数。

⑤ 功率谱密度。当周期很长和码元宽度很小时, m 序列的功率谱密度特性趋于白噪声的功率谱密度特性。

(6) 伪噪声特性:

- 序列中“+”和“-”的出现概率相等。
- 序列中长度为 k 的游程约占 $1/2^k$ 。而且在长度为 k 的游程中, “+”游程和“-”游程约各占 $1/2$ 。
- 白噪声的功率谱密度为常数, 自相关函数为一冲激函数 $\delta(\tau)$ 。当 $\tau \neq 0$ 时, $\delta(\tau) = 0$ 。仅当 $\tau = 0$ 时, $\delta(\tau)$ 且面积为 1 的脉冲。

-7

直接序列扩频

跳频

线性调频

本资源来自nuaa.store



一.8
载波同步
码元同步
群同步
网同步

一.9
横向滤波器
峰值失真
均方失真

计算|

(1)

$$p(x_1) = p(x_2) = p(x_3) = \frac{1}{3}$$

$$\left[\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right] \begin{bmatrix} \frac{2}{3} & \frac{1}{6} & \frac{1}{6} \\ \frac{1}{4} & \frac{1}{2} & \frac{1}{4} \\ \frac{1}{8} & \frac{1}{4} & \frac{5}{8} \end{bmatrix} = \left[\frac{25}{72}, \frac{11}{36}, \frac{25}{72}\right]$$

(2)

$$p(x_i, y_j) = p(x_i) \cdot p(y_j/x_i)$$

$$p_{XY} = \begin{bmatrix} \frac{2}{9} & \frac{1}{18} & \frac{1}{18} \\ \frac{1}{12} & \frac{1}{6} & \frac{1}{12} \\ \frac{1}{24} & \frac{1}{12} & \frac{5}{24} \end{bmatrix}$$

2

由题: $m_3 = C_7$ $m_2 = C_6$

$m_1 = C_5$ $m_0 = C_4$

监督方程:

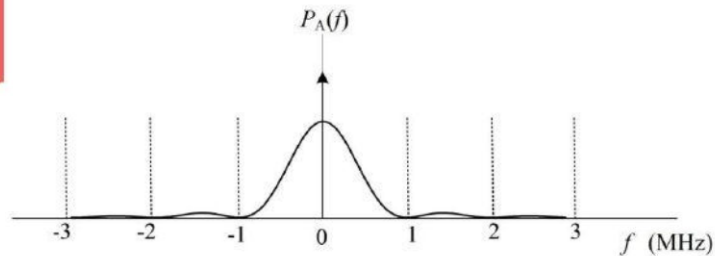
$$\begin{cases} C_7 + C_5 + C_4 + C_3 = 0 \\ C_7 + C_6 + C_4 + C_2 = 0 \\ C_6 + C_5 + C_4 + C_1 = 0 \\ C_7 + C_6 + C_5 + C_0 = 0 \end{cases}$$

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

计算3

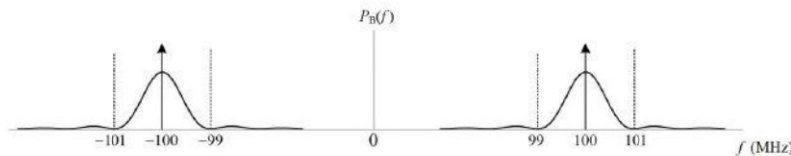
解: A 点信号等价于幅度为 $\pm \frac{1}{2}$ 的双极性不归零信号叠加了一个幅度为 $\frac{1}{2}$ 的直流, 因此该点的功率谱密度为

$$P_A(f) = \frac{1}{4T_b} |T_b \text{sinc}(fT_b)|^2 + \frac{1}{4} \delta(f) = \frac{R_b}{4} \text{sinc}^2\left(\frac{f}{R_b}\right) + \frac{\delta(f)}{4}$$



B 点 OOK 信号的功率谱为

$$\begin{aligned} P_B(f) &= A^2 \times \frac{P_A(f - f_c) + P_A(f + f_c)}{4} \\ &= \frac{A^2 R_b}{16} \left[\text{sinc}^2\left(\frac{f - f_c}{R_b}\right) + \text{sinc}^2\left(\frac{f + f_c}{R_b}\right) \right] + \frac{A^2}{16} [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] \end{aligned}$$



计算4

【例 8-1】 设 2PSK 方式的最佳接收机与实际接收机有相同的输入信噪比 E_b/n_0 , 如果 $E_b/n_0 = 10 \text{ dB}$, 实际接收机的带通滤波器带宽 $6/T \text{ Hz}$, T 是码元宽度, 则两种接收机的误码性能相差多少?

解: $\frac{E_b}{n_0} = 10 \text{ dB} = 10^{10/10} = 10$

最佳接收机的误码率为:

$$P_e = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{E_b}{n_0}} = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{10} = 3.9 \times 10^{-6}$$

$$r = \frac{S}{N} = \frac{E_b/T}{n_0 B} = \frac{E_b/T}{n_0 \cdot 6/T} = \frac{E_b}{6n_0} = \frac{10}{6} = \frac{5}{3}$$

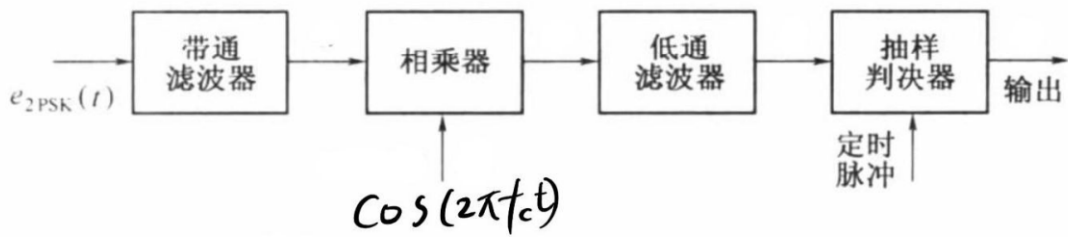
实际接收机的误码率为:

$$P_e' = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{r} = \frac{1}{2} \text{erfc} \sqrt{\frac{5}{3}} = 3.4 \times 10^{-2}$$

两种接收机的误码性能相差: $\frac{P_e}{P_e'} = \frac{3.9 \times 10^{-6}}{3.4 \times 10^{-2}} = 1.15 \times 10^{-4} \text{ 倍} = -79 \text{ dB}$

5(1)

由题 采用2PSK调制



2PSK 信号的解调原理框图

$$B_{BPF} = B_{LPF} = 300 \times 2 = 600 \text{ Hz}$$

(2)

$$B_{2PSK} = 2 \times \frac{1}{T_B} = 2 \times 300 = 600 \text{ Hz}$$

$$\begin{aligned} N_i &= \eta_o B \\ &= 200 \times 10^{-6} \text{ W/Hz} \times 2 \times 600 \\ &= 4 \times 10^{-4} \times 600 \\ &= 24 \times 10^{-2} \\ &= 0.24 \text{ W} \end{aligned}$$

(5) 计算6

$m(t)$

微分器

频率调制器

解：(1) 因为 $K > |m(t)|_{\max}$,

$s(t) = K \cos \omega_c t [1 + \frac{m(t)}{K}]$, 所以调制为有离散大载波的双边带调制。

(2) $s(t) = \cos \omega_c t - \sin \omega_c t \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau$, 为窄带FM调制。

本资源免费共享 收集网站 nuaa.store

(3) $s_{\text{下}}(t) = m(t) \cos \omega_c t + \hat{m}(t) \sin \omega_c t$, 为下边带调制。

(4) FM调制。

(5) PM调制。

7

(1) $4 \sin 2\pi f_m t = 2\pi K_F \int_{-\infty}^t m(\tau) d\tau$, $m(t) = A_m \cos 2\pi f_m t = \frac{4000}{K_F} \cos 2000\pi t$ 。最

大频偏 $\Delta f_{\max} = K_F |m(t)|_{\max} = K_F \times \frac{4000}{K_F} = 4000\text{Hz}$ 。由此可得调制指数为

$$\beta_f = \frac{\Delta f_{\max}}{f_m} = \frac{4000}{1000} = 4$$

信号带宽近似为

$$B = 2(\Delta f_{\max} + f_m) = 2(4000 + 1000) = \mathbf{10000\text{Hz}}$$

(2) 此时最大频偏不变，但因 f_m 成为 2000Hz ，所以调制指数成

为 $\frac{4000}{2000} = 2$ ，近似带宽成为 $2(4000 + 2000) = 12000\text{Hz}$

(3) $4 \sin 2\pi f_m t = K_p m(t)$, $m(t) = \frac{4}{K_p} \sin 2000\pi t$ 。

调相指数为 $\beta_p = \max\{4 \sin 2\pi f_m t\} = 4$

最大频偏为 $\Delta f_{\max} = \max\left\{\frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt}(4 \sin 2\pi f_m t)\right\} = 4 f_m = 4000\text{Hz}$

信号带宽近似为: $B = 2(\Delta f_{\max} + f_m) = \mathbf{10000\text{Hz}}$

(4) 此 时

$s(t) = 100 \cos\left(2\pi f_c t + K_p \times \frac{4}{K_p} \sin 4\pi f_m t\right) = 100 \cos(2\pi f_c t + 4 \sin 4\pi f_m t)$ ，调相指

数仍然是 $\beta_f = 4$ 。最大频偏为

$$\Delta f_{\max} = \max\left\{\frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt}(4 \sin 4\pi f_m t)\right\} = 8 f_m = 8000\text{Hz}$$

信号带宽近似为:

$$B = 2(\Delta f_{\max} + 2f_m) = 2(8000 + 2000) = \mathbf{20000\text{Hz}}。$$



9-14 一单路话音信号的最高频率为4kHz，抽样频率为8kHz，以PCM方式传输。设传输信号的波形为矩形脉冲，其宽度为 τ ，且占空比为1；

- (1) 若抽样后信号按8级量化，试求PCM基带信号频谱的第一零点频率？
- (2) 若抽样后信号按128级量化，则PCM基带信号频谱的第一零点频率又为多少？

计算8

解： (1) 由抽样频率 $f_s = 8\text{kHz}$ ，可知抽样间隔 $T = \frac{1}{f_s} = \frac{1}{8000}(\text{s})$ 又对抽样信号8级量化，故需要3位二进制码编码，每个码元占用的时间为

$$T_b = \frac{T}{3} = \frac{1}{3 \times 8000} = \frac{1}{24000}(\text{s})$$

返回



因为占空比为1，所以每个码元的矩形脉冲宽度

$$\tau = T_b = \frac{1}{24000}(\text{s})$$

故PCM基带信号频谱第一零点频率

$$B = \frac{1}{\tau} = 24(\text{kHz})$$

(2) 若抽样信号128级量化，故需要7位二进制码编码，每个码元的矩形脉冲宽度为

$$\tau = T_b = \frac{T}{7} = \frac{1}{7 \times 8000} = \frac{1}{56000}(\text{s})$$

故PCM基带信号频谱第一零点频率

$$B = \frac{1}{\tau} = 56(\text{kHz})$$

返回

9 当控制电压值长时间为 0 时,跟踪环路有可能发生不稳定现象,特别是在有自动调整环路增益的一些较复杂的跟踪环路中。下面将介绍的 τ 抖动跟踪环克服了这些缺点。

2) τ 抖动跟踪环

τ 抖动跟踪环(τ -dither tracking loop)原理方框图如图 13-20 所示^[6]。在这种方案中,只有一个跟踪环路。它采用时分制的方法,使早相关和迟相关共用这个环路,从而避免了两个支路的特性不一致的问题。此外,为了避免压控振荡器的控制电压长时间为 0,

2 ■ 通信原理

9 它在跟踪过程中,由 τ 抖动产生器使伪码产生器的时钟相位发生少许抖动,因而故意地产生少许误码,使跟踪误差 τ 值和控制电压 V_c 值在 0 附近抖动,而不会长时间为 0。由于抖动很小,对跟踪性能的影响可以忽略。对此方案就不作详细讨论。

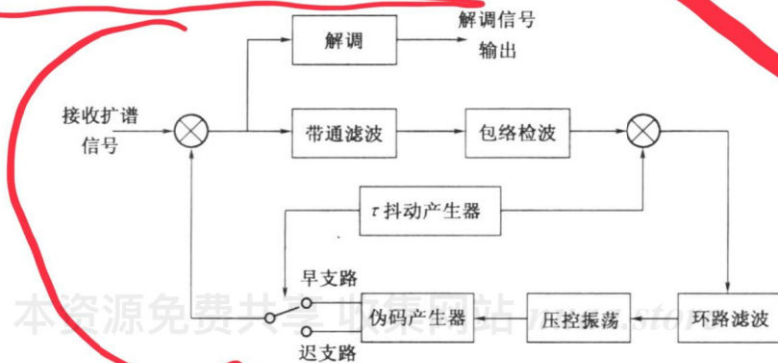


图 13-20 τ 抖动跟踪环原理方框图