

## 2014 数字通信

### 一、填空题

1 某二维信号用向量表示为  $S=[6, x]$ , 该信号的能量为 100, 则  $x=$  \_\_\_\_\_

2 带通信号  $s_m(t) = m(t) \cos 2\pi f_c t$ , 在信号空间中  $s_m$  到原点的距离为 3, 则  $m(t)$  的功率为 \_\_\_\_\_

3 一个数字传输系统以 2000 符号/秒的码元速率传送 8 进制码元, 该系统的信息速率是 \_\_\_\_\_ bps。

4 二进制 FSK 的两个信号波形:  $s_1(t) = 15 \cos 2000\pi t$ ,  $s_2(t) = 15 \cos(2000\pi + \Delta f)t$

$0 \leq t \leq 5ms$ 。为了保证两个信号的正交性, 在采用相干检测时,  $\Delta f =$  \_\_\_\_\_

采用非相干检测时,  $\Delta f =$  \_\_\_\_\_

5 AWGN 信道最佳接收机, 接收信号为  $r$ , 如果采用 ML (最大似然) 准则进行检测判决, 那么, 与下面哪一种方法是等价的:

(a) 计算  $r$  与每个信号  $s_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) 的相关度量  $C(r, s_m) = 2rs_m - \varepsilon_m$ , 选取最大的相关度量值作为判决输出;

(b) 计算  $r$  与每个信号  $s_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) 的相关度量  $C(r, s_m) = 2rs_m - \varepsilon_m$ , 选取最小的相关度量值作为判决输出。

(c) 计算  $r$  与每个信号  $s_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) 的距离  $\|r - s_m\|$ , 选取最小的距离度量值作为判决输出

(d) 计算  $r$  与每个信号  $s_m$  ( $m = 1, 2, \dots, M$ ) 的距离  $\|r - s_m\|$ , 选取最小的距离度量值作为判决输出;

6 二进制信息采用正交信号经由 AWGN 信道传输, 当误比特率  $p_b = 10^{-5}$  时, 所需

的信噪比  $\frac{\varepsilon_b}{N_0} = 10 \text{ dB}$ , 若改用二进制双极性信号传输, 所需的信噪比  $\frac{\varepsilon_b}{N_0} =$

7 四元 PAM 信号调制在频率为 10MHz 的载波上, 通过 AWGN 信道传送, 信道传输延迟为 0.075us, 由此产生的相位偏移是 \_\_\_\_\_

8 平方环用于符号定时估计, 它属于面向判决环还是非面向判决环? \_\_\_\_\_

9 锁相环一般由以下三个部分组成: \_\_\_\_\_

---

10 信号通过带宽为  $3\text{kHz}$  的信道，要实现无 ISI 传输，符号速率最大不能超过 \_\_\_\_\_ 符号/ $\text{s}$ ，相应的脉冲形状  $x(t)$  为 \_\_\_\_\_

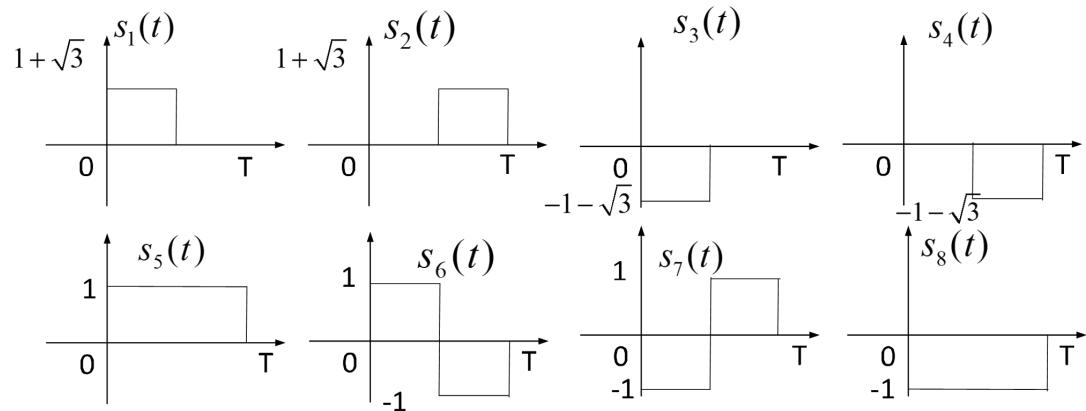
11 加性高斯白噪声无失真信道，按照奈奎斯特准则设计（零 ISI），如果将信道的带宽限制为  $10^5\text{Hz}$ ，会不会造成误码性能的损失？如果会，最大损失为 \_\_\_\_\_

---

12 常用的信道均衡方法有哪几种 \_\_\_\_\_  
其中，哪个性能最佳 \_\_\_\_\_

---

二、某 8 阶数字调制系统使用的信号集合如图所示

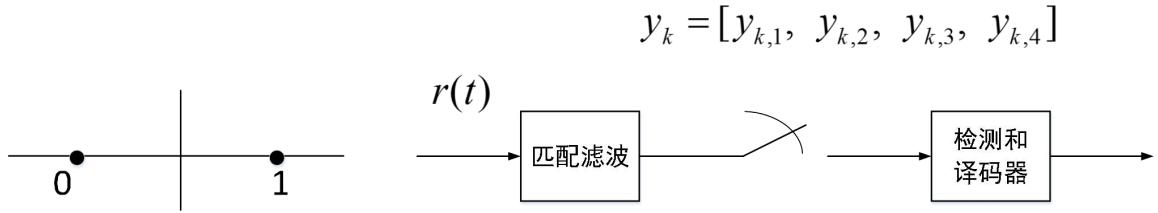


- (1) 求出并画出该信号集合的标准正交基信号
- (2) 画出该调制方式的星座图
- (3) 假设该星座图中任意两点间的最小距离为  $d_{\min} = 2A$ ，求出该星座图的平均能量。

三、某 CPM 调制系统使用的脉冲波形为  $g(t) = \frac{1}{2T}, 0 < t < T$  或者  $g(t) = \frac{1}{2T}(1 - \cos \frac{2\pi t}{T}), 0 < t < T$ 。假设系统采用四进制调制方式，对应的调制指数  $h=1/2$ 。

- (1) 分别写出两种脉冲波形下的相位轨迹表达式
- (2) 假设系统的输入符号为 $\{+1, -3, +1, -1, +3, -1\}$ ，分别用实线和虚线在图上画出两种脉冲波形下该 CPM 系统的调制轨迹图。

四、假设一系统使用的线性分组(4, 2)码的映射为  $00 \rightarrow 0101, 01 \rightarrow 0110, 10 \rightarrow 1001, 11 \rightarrow 1010$ , 编码后的比特码采用2PAM调制方式, 星座图和接收端采用的匹配滤波器结构如下图。



其中  $y_k = [y_{k,1}, y_{k,2}, y_{k,3}, y_{k,4}]$  对应第  $k$  个分组的连续四个匹配滤波器的输出采样结果, 且  $E\{y_{k,n} | b_{k,n} = 0\} = -1, E\{y_{k,n} | b_{k,n} = 1\} = +1$ ,

- (1) 假设发送端等概且信道为AWGN信道, 证明该接收机能实现系统的最佳检测, 并给出系统的判决依据。
- (2) 假设某一编码分组的匹配滤波采用结果为  $y_k = [-0.9, +0.5, -0.7, -0.2]$ , 给出最佳译码的结果。
- (3) 假设先对接受结果进行硬译码恢复成比特流, 给出恢复的比特结果及译码结果。

五、(12分)输入到预编码器的二进制序列为 11010011010，其输出用来调制一个双二进制发送滤波器。完成下表中预编码序列、发送序列、接收序列和译码序列的取值。

数据序列 $D_n$		1	1	0	1	0	0	1	1	0	1	0
预编码序列 $P_n$	0											
发送序列 $I_n$	-1											
接受序列 $B_n$												
译码序列 $D_n$												

六、CPFSK 信号由二进制 PAM 序列  $d(t) = \sum_n I_n g(t - nT)$  调制载波  $10\cos 10^4 \pi t$  而得

到，其中， $I_n = \pm 1$ ， $g(t) = \begin{cases} A & 0 \leq t \leq 10^{-3} \\ 0 & others \end{cases}$ ，调制指数  $h=0.5$

求：1，CPFSK 信号的功率

2，承载  $I_n = +1$  和 -1 的两个频率

3，满足频率正交性的最小频率间隔