

## 2018 年数字通信

1、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  $M$  个信号的距离  $\|r - s_m\|$ ，选取最小的距离度量值对应的  $s_m$  作为判决输出

(b) 计算  $r$  与  $M$  个信号的距离  $\|r - s_m\|$ ，选取最小的距离度量值作为判决输出；

(c) 计算  $r$  与  $M$  个信号的相关度量  $C(r, s_m) = 2rs_m - \varepsilon_m$ ，选取最大的相关度量值作为判决输出；

(d) 计算  $r$  与  $M$  个信号的相关度量  $C(r, s_m) = 2rs_m - \varepsilon_m$ ，选取最小的相关度量值作为判决输出。

2、带通实信号  $x(t)$ ，频域为  $X(f)$ ，下列哪一个选项是正确的：

(a)  $x(t)$  频谱的正频率部分是其等效低通信号；

(b)  $x(t)$  通过 Hilbert 变换，得到的是  $x(t)$  的解析信号；

(c)  $x(t)$  的能量是其解析信号能量的一半。

(d) 仅用  $X(f)$  的正频率部分，就可以完整地重构  $x(t)$

3 两个带通信号  $x(t)$ ， $y(t)$ ，它们对应的等效低通信号  $x_l(t)$ ， $y_l(t)$ ，下列哪一个选项是正确：

(a)  $x_l(t)$ ， $y_l(t)$  的内积等于  $x(t)$ ， $y(t)$  的内积取实部。

(b)  $x(t)$ ， $y(t)$  的内积等于  $x_l(t)$ ， $y_l(t)$  的内积。

(c) 如果  $x_l(t)$ ， $y_l(t)$  正交，那么， $x(t)$ ， $y(t)$  也一定正交。

(d) 如果  $x(t)$ ， $y(t)$  正交，那么， $x_l(t)$ ， $y_l(t)$  也一定正交。

4 下列哪一个选项是错误的:

- (a) PAM, PSK, QAM 适合于在功率受限的信道中传输,
- (b) PAM, PSK, QAM 在 AWGN 信道上的错误概率仅仅由信噪比  $E_b / N_0$  决定:
- (c) PAM, PSK 是 QAM 的特例;
- (d) PAM, PSK, QAM 是线性调制;

5 下列哪一个选项是正确的:二进制 FSK 信号传输, 相干检测,

- (a) 信号频率间隔  $\Delta f = k/2T$  ( $k$  为正整数) 时, 可以使错误概率最小, 但不满足正交性:
- (b) 信号频率间隔  $\Delta f = 0.715/T$  时, 可以使错误概率最小, 但不满足正交性:
- (c) 信号频率间隔  $\Delta f = 0.715/T$  时, 可以使错误概率最小, 并满足正交性;
- (d) 信号频率间隔  $\Delta f = k/2T$  ( $k$  为正整数) 时, 可以满足正交性, 并使错误概率最小

6 下列哪一个选项是错误的,

- (a) 匹配滤波器的输出本质上是信号的时间自相关函数;
- (b) 匹配滤波器在抽样时刻  $t=T$ , 输出信噪比最大;
- (c) 匹配滤波器的输出信噪比即取决于信号的能量, 与信号波形的细节特征无关;
- (d) 匹配滤波器的输出信噪比取决于信号采用的波形, 不同波形得到的信噪比不同.

7 DSB-SC 信号  $s(t) = 10 \cos(2\pi \times 10^6 t)$  通过 AWGN 信道传送, 信道传输延时为  $\frac{1}{8} \mu s$

则由此产生的相位偏移和信号功率损失为:

- a)  $180^\circ$  , 3dB;
- b)  $45^\circ$  , 3dB;
- c)  $10^\circ$  , 0.13dB:
- d)  $30^\circ$  , 1.25dB

8 下列哪一个选项是错误的:

- (a) DEPLL 和 Costas 环是面向判决环, 平方环和早迟门同步器是非面向判决环;
- (b) DEPLL 的性能要优于 Costas 环;
- (c) 载波的相位和符号定时估计中, 面向判决环和非面向判决环都是按照最大似然准则进行估计的;
- (d) 最大似然参数估计是渐进无偏的, 也是有效估计.

9 下列哪一个选项是错误的: 在带宽为  $W$  (Hz) 的信道上,

- (a) 当数据速率大于  $2W$  符号/s 时, 必定存在 ISI;
- (b) 部分响应信号可以达到  $2W$  符号/s 传输速率, 但不满足零 ISI 的奈奎斯特准则;
- (c) 部分响应信号可以达到  $2W$  符号/s 传输速率, 且满足零 ISI 的奈奎斯特准则;
- (d) 双二进制部分响应信号采用逐符号检测时, 与零 ISI 相比, 性能要损失 2.1dB.

10 下列哪一个选项是错误的: 采用  $M$  元信号传输,

- (a) 采用随机编码得到的截止速率与信道容量之差在 3dB 范围内;
- (b) 达到任意小的错误概率, 所要求的最小信噪比 SNR 为 -1.6dB;
- (c)  $M \rightarrow \infty$  时, 运行于截止速率  $R_0$  所要求的最小 SNR 为 1.4dB;
- (d)  $M \rightarrow \infty$  的极限情况下, 截止速率等于无限带宽 AWGN 信道容量。

## 二、填空题

1 数字通信系统中, 符号速率 (码元速率)  $R_s$  的定义是\_\_\_\_\_单位是: \_\_\_\_\_。信息速率  $R_b$  的定义是\_\_\_\_\_单位是\_\_\_\_\_

2 在数字通信中, 眼图是用实验方法观察\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_对系统性能的影响

3 2PSK 信号相干解调, 信号比特能量为  $E_b$ , 噪声功率谱密度为  $N_0/2$ , 如果相位误差为  $\Delta\phi$ , 则误码率为\_\_\_\_\_

4 二进制 FSK 的两个信号波形,  $s_1(t) = 10\cos 8000\pi t$ ,  $s_2(t) = 10\cos(8000\pi + \Delta f)t$ ,  $0 \leq t \leq 25ms$ , 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 有记忆非线性调制 CPFSK 中，连续发送的信号之间具有相关性，这种相关性的引入是通过\_\_\_\_\_得到的。

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  $\frac{\varepsilon_b}{N_0}=15\text{dB}$ ，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 为了解决 PSK 信号相干解调恢复载波相位模糊问题，可以采用以下措施：

8 假设一个数字传输系统是频带为  $W\text{Hz}$  的四进制系统，该系统无 ISI 时最高传输速率为\_\_\_\_\_Baud，这时系统最高频带利用率为\_\_\_\_\_bit/s/Hz

9 在数字通信系统中，接受端采用均衡器的目的是\_\_\_\_\_

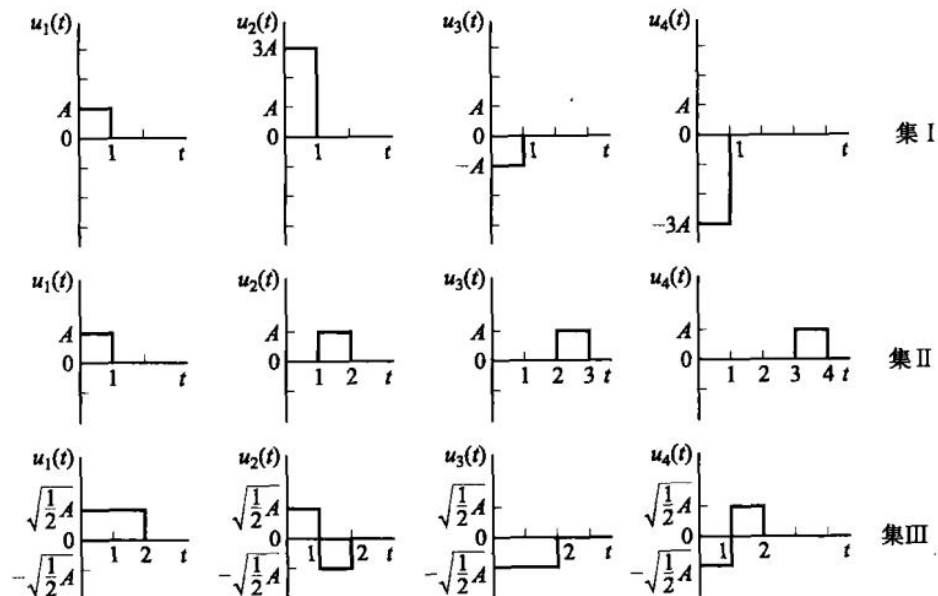
10 为了在一个具有双二进制信号特征的部分使用逐符号检测，需要对输入的二进制数据进行预编码，假设编码器初始状态为 0，当输入的二进制数据为 1011010010 时，预编码的结果是\_\_\_\_\_

三、有 3 个信号集，其等效低通波形如图 P4-19 所示。每一个集都可以用来在加性高斯白噪声信道上传输 4 个等概率的消息。

(1) 分别说明每一个信号集属于下列哪种类型：MPAM, MPSK, QAM, 正交信号, 双正交信号或者其他。

(2) 如果采用相干检测，求信号集 I 的平均错误概率。(用 Q 函数表示)

(3) 如果要求带宽效率 (比特率与带宽之比)  $r=R/W$  至少为 2，试问选择哪一种或哪些信号集? 简要说明。



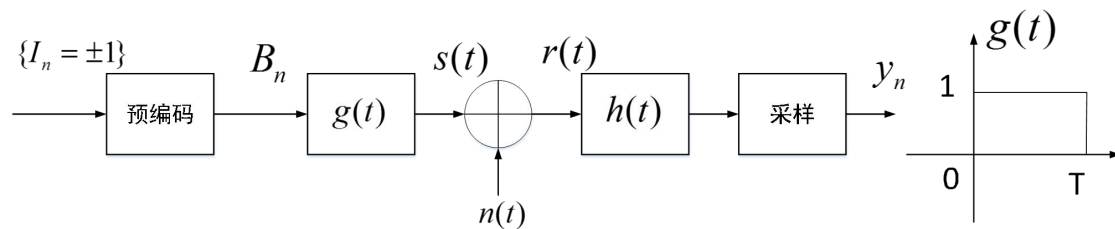
四、在下列情况下，求状态网格图中的状态数目：

(1) 全响应二进制 CPFSK，调制指数  $h=2/3$  和  $3/4$ ，列出两种情况下的相位状态值

(2) 部分响应  $L=3$  二进制 CPFSK，调制指数  $h=3/4$ ，求状态网格图中的状态数目（不必罗列出所有的状态取值）

五、针对 QPSK 信号的非面向判决载波相位估计，画出基于  $M$  方律器件的锁相环实现框图，给出 VCO 的输入误差信号表达式，解释该锁相环的原理及存在的问题。并说明锁相环中滤波器带宽的设计原则。

六、某二进制通信系统如图所示，其中传输的信息序列  $I_n$  为独立同分布，预编码的过程为  $B_n = I_n + I_{n-1}$ ，预编码后的调制脉冲  $g(t)$  的能量为  $\varepsilon$ ， $n(t)$  为加性高斯白噪声信号，功率谱密度为  $N_0/2$ 。



- (1) 画出该系统的网格图，假设  $I_{-1} = 1$ ，画出对应输入信息序列  $I_{1,2,3} = -1, +1, +1$  的发射信号  $s_1(t)$  和对应输入信息序列  $I_{1,2,3} = -1, +1, +1$  的发射信号  $s_2(t)$ 。并在网格图中标注出对应两个信号的路径。
- (2) 画出接收机匹配滤波器的波形  $h(t)$ ，画出对应信号  $s_2(t)$  的匹配滤波器输出信号。
- (3) 计算发射信号  $s(t)$  的平均发射功率，以及  $s_1(t)$  和  $s_2(t)$  间的错误判决概率。