

网通 2016 期中

Deschain

2022 年 2 月 13 日

1.

抛掷硬币的试验，从每一组试验均为掷至第一次出现正面即停止。将这一组所需掷硬币的次数记下来。如果需要做 10000 组这样的试验，试验记录至少需要多少比特，或平均到每一组需要记多少个比特？

2.

随机变量 X, Y 均取值于 $\{0, 1\}$ ，组合 XY 取值 00, 01, 10, 11 的概率分别为 $\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, 0, \frac{1}{3}$ 。随机变量 $Z = X + Y \bmod 2$ 。求：

(1) $H(X), H(Y)$

(2) $H(X|Y), H(Y|X), I(X, Y)$

(3) $H(X|Z), H(XYZ)$

3. 基本概念题

相同带宽 B 情况下，以下传输方式可达到最高的传输比特率由高到低排序（并用大于号“>”或等于号“=”相连，各自最高可达比特率的情况）：2ASK, BPSK, 正交 2FSK, QPSK, 4ASK, 正交 4FSK, 16QAM, 16ASK, 正交 16FSK。

4.

不归零方波双极性传输中，信号电平为 $+A$ 和 $-A$ ，成形滤波器响应在 $[0, \frac{2}{3}T_s]$ 内为 1，其他时间为 0，其中 T_s 为符号间隔，发送 $+A$ 的概率为 $\frac{2}{3}$ ，发送 $-A$ 的概率为 $\frac{1}{3}$ ，不同符号的发送电平之间独立。

(1) 写出它的匹配滤波器冲激响应表达式，并画图；

(2) 画出发送信号的功率谱密度示意图，标出关键频率的位置（如能写出功率谱表达式，依正确程度可不同程度加分）；

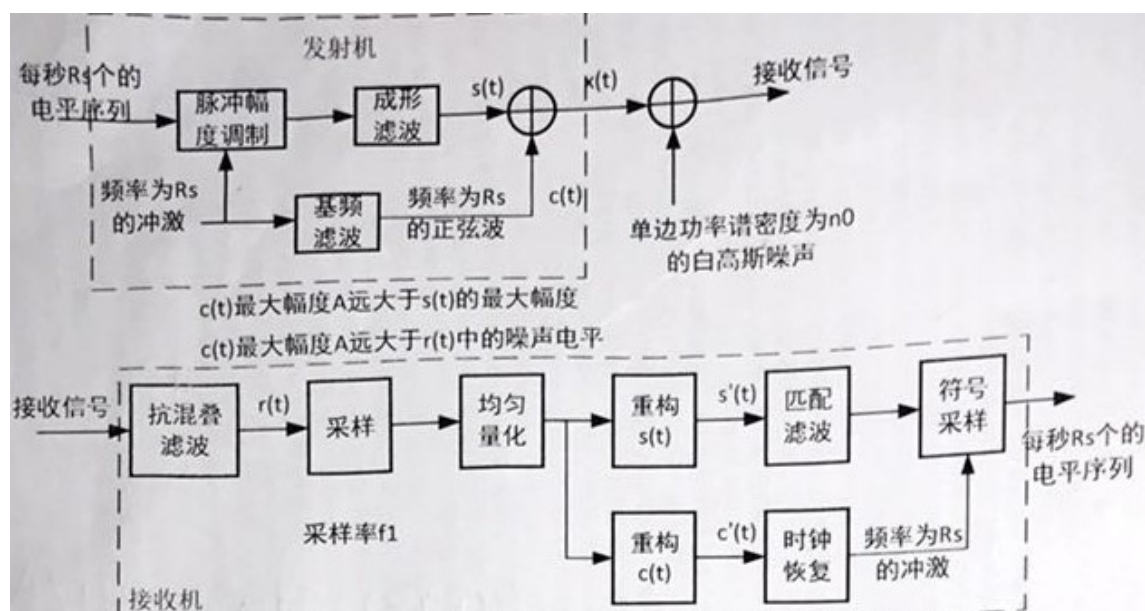
(3) 画出单个符号传输时（假设发送电平 $-A$ ）匹配滤波器输出的波形，标出最佳采样点位置及其幅度；

(4) 当采样点噪声功率为 σ^2 时，给出最佳判决门限。

(5) 写出误符号率最低时的误符号率公式与 $\frac{E_s}{n_0}$ 的关系。

(6) 写出误比特率最低时的误比特率公式与 $\frac{E_b}{n_0}$ 的关系（附加题）。

5. 系统设计题



某通信系统，发射机和信道 (AWGN) 如上图上部所示，为了在收段便于恢复定时时钟，这里将本地符号时钟以正弦波的形式通过信道传递给了收段。

接收端为了便于处理，先对接收波形进行了数字化，再对数字化以后的波形，分别重构出信号分量（含带内噪声）和定时脉冲。这样，发射机、信道、接收机就构成了一个输入电平序列、输出电平序列出的等效信道。

为了在接收端符号采样点信号分量无失真，采用了滚降系数为 $\alpha = 0.5$ 的升余弦滤波（总频响），抗混叠滤波器为带内平坦的理想低通滤波器。

假设发送信号中的信号分量 $s(t)$ 功率为 P ，假设电平换算功率时的阻抗为 1 欧姆， $c(t)$ 最大幅度为 A ，信道单边噪声功率谱密度为 n_0 ，输入电平序列速率为每秒 R_s 个电平，接收机对接收波形数字化时采用的时域均匀采样，采样率为 f_1 ，量化器的量化电平数为 Q （远大于 1）。

回答以下问题（如果有些步骤走不下去，可以先假设已经能得到某些中间结果，用一个符号来表示，继续走下去）：

- (1) 如果希望接收机输出符号采样点信噪比最大，需合理设计接收匹配滤波器和发送成型滤波，请画出此时的匹配滤波器频谱（幅度谱），以及 $x(t)$ 的功率谱（只要大致形状，标出关键频率点的值）。
- (2) 为了能在无噪声情况下正确恢复 $s(t)$ 和 $c(t)$ ，需要的接收机量化前的采样率 f_1 最低为多少，给出考虑因素。
- (3) 为什么需要抗混叠滤波，在采样率 f_1 最低的情况下，该抗混叠滤波器截止频率该取多少？
- (4) 采样 Q 电平量化后（ Q 远大于 1），求重构波形 $s(t)$ 的信噪比（注意含信道噪声和量化噪声，要求其中的 $s(t)$ 信号部分分量无失真）的表达式。
- (5) 最终符号采样点信噪比的表达式（假设符号采样定时已被准确修复。）
- (6) 当采用 M 电平（均匀间隔，关于 0 对称）传输时，求误符号率表达式。
- (7) 当不限电平数及其概率分布的情况下，该收发系统可以传输的信号速率最大可以达到多少，此时的输入电平应呈现什么分布？

