

第五章“数字基带传输”作业

第一部分（作业本提交）：

习题 1 (书第 139 页, 5-3)

设某二进制数字基带信号的基本脉冲为三角形脉冲, 详见书上图 P5-2 所示。图中 T_s 为码元间隔, 数字信息“1”和“0”分别用 $g(t)$ 的有无表示, 且“1”和“0”出现的概率相等:

- (1) 求该数字基带信号的功率谱密度;
- (2) 能否从该数字基带信号中提取 $f_s=1/T_s$ 的位定时分量?若能, 试计算该分量的功率。

习题 2 (书第 139 页, 5-5)

设某二进制数字基带信号中, 数字信息“1”和“0”分别用 $g(t)$ 和 $-g(t)$ 表示, 且“1”和“0”出现的概率相等, $g(t)$ 是升余弦频谱脉冲, 即

$$g(t) = \frac{1}{2} \frac{\cos\left(\frac{\pi t}{T_s}\right)}{1 - \frac{4t^2}{T_s^2}} \operatorname{sinc}\left(\frac{\pi t}{T_s}\right)$$

- (1) 求该数字基带信号的功率谱密度, 并画出示意图。
- (2) 该数字基带信号中是否存在定时分量?
- (3) 若码元间隔 $T_s=0.001$ 秒, 求该数字基带信号的传码率及频带宽度。

习题 3 (书第 140 页, 5-6)

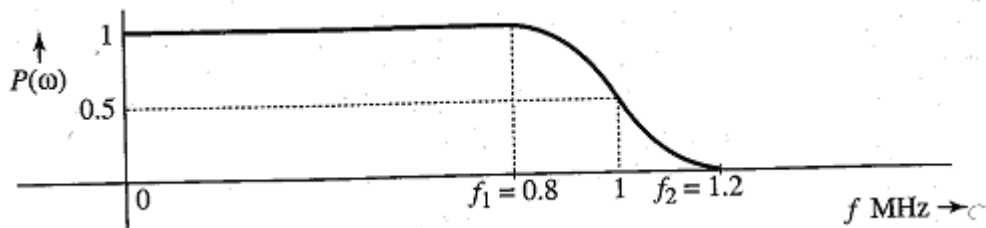
已知信息代码为 1011 0000 0000 0101, 试确定相应的 AMI 码和 HDB3 码, 并分别画出它们的波形图。

习题 4 (书第 140 页, 5-11)

设基带传输系统的发送滤波器, 信道及接受滤波器组成总特性为 $H(\omega)$, 若要求 $1/2T_s$ 波特的速率进行数据传输, 试验证图 P5-5 所示的各种 $H(\omega)$ 能否满足抽样点上无码间串扰的条件?

习题 5

(a) 设一脉冲信号 $p(t)$ 的频谱 $P(\omega)$ 如下图所示, 它符合奈奎斯特第一准则。如果 $f_1=0.8\text{MHz}$, $f_2=1.2\text{MHz}$, 求用此脉冲能传输的最大二进制数据速率, 并求对应的滚降系数。



(b) 若采用 $P(f)$ 在奈奎斯特准则下传输二进制数据速率为 1Mbit/s，并假设 f_1 和 f_2 是可变的，如果传输信道带宽为 700kHz，求 f_1 和 f_2 ，以及此时的滚降系数。

习题 6

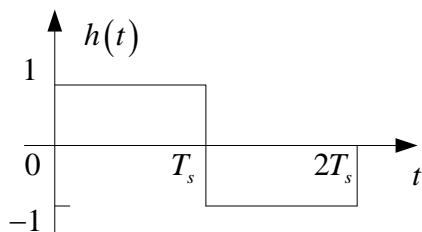
数字基带传输信号可以表示为

$$s(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n h(t - nT_s)$$

其中 a_n 为传输符号， $h(t)$ 为基带成形滤波器的时间冲击响应。设有一个二进制基带传输系统，比特与符号之间的对应关系为

$$a_n = \begin{cases} +V, & \text{for "0"} \\ -V, & \text{for "1"} \end{cases}$$

$h(t)$ 的波形为，



- 若有一串二进制比特需要传输，“0 1 0 0 1 1 0 0”，请画出发送信号波形；
- 用一示波器来观察该系统的传输信号时域波形，若示波器的窗口宽度为 $3T_s$ ，请画出眼图；
- 该系统有码间干扰吗？如有，请给出方案恢复出原始信息。

习题 7:

某一 M 进制数字基带发送信号可以写为 $Y(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} X_n h(t - nT_s)$ ，其中

$X_n \in \{\pm 1, \pm 3, \pm(M-1)\}$ ，考虑接收端与发送端之间的随机延时后的接收信号可以

写为 $Z(t) = Y(t + \Theta) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} X_n h(t + \Theta - nT_s)$ ，其中 Θ 为 $[0, T_s]$ 之间均匀分布的随机

变量，且独立于 $\{X_n\}$ ，

(1) 请证明接收信号的功率谱为 $S_z(j\omega) = \frac{1}{T} |H(j\omega)|^2 S_x(e^{j\omega T})$ ，其中

$$H(j\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) e^{-j\omega t} dt, \quad S_x(e^{j\omega T}) = \sum_{k=-\infty}^{\infty} R_x(k) e^{-j\omega k T_s}, \quad R_x(k) = E\{X_n X_{n+k}^*\}。$$

(2) 根据 (1) 中的证明结果，当发送 X_n 序列在不同码元周期内的取值相互独立且取不同幅度值的概率相同时，请推导出对应的接收信号功率谱表达式。

第二部分（将程序与结果上传至 e-learning）：

习题 1

熟悉附件中的程序，该程序为仿真单极性非归零码的功率谱。

习题 2

参考上题中的程序，编写验证第一部分习题 1 中的信号功率谱程序，画出运行结果。

习题 3

参考第二部分习题 1 中的程序，编写验证第一部分习题 7-(2)的信号功率谱，其中 M 取值为 8（即8进制数字基带传输），画出运行结果。