



电子与通信工程实验中心

专业实验报告

实验名称 模拟信号数字化
数字通信系统建模与仿真

实验课堂表现			实验报告成绩	实验总成绩	教师签名
A ()	B ()	C ()			

课程名称: 现代编码技术实验

专 业: _____

学 号: _____

姓 名: _____

指导教师: 邹雪

实验时间: 2023 年 ____ 月 ____ 日

电气与电子工程学院 电子与通信工程实验中心

一、实验目的及要求

1. 掌握采样定理
 2. 掌握脉冲编码调制的基本原理。
 3. 利用 Matlab/Simulink 对模拟信号的数字化进行仿真建模验证。
-
1. 利用 Matlab/Simulink 建模与仿真数字通信系统。
 2. 验证数字通信系统传输原理和数字信号处理方式。
 3. 分析仿真结果。

二、实验环境及相关情况（包含使用软件、实验设备、主要仪器及材料等）

计算机, Matlab 软件。

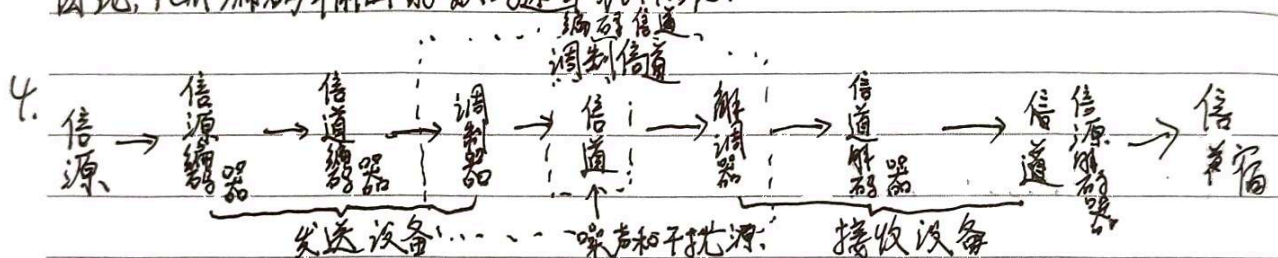
三、实验原理

3. 在模拟信号数字化方式中, 出现最早且应用最广泛的是脉冲编码调制, 即 PCM 编码, 经过抽样、量化和编码 3 个步骤, 将一个时间和幅值都连续变换的模拟信号变成二进制数字信号

1. 抽样: 抽样是将模拟信号在时间上离散化。对于低通型信号, 当抽样频率 $f_s \geq 2f_H$ 时, 属于正常抽样, 不会发生频谱混叠, 当 $f_s < 2f_H$ 时, 属于欠抽样, 会混叠

2. 量化: 为保证在大的动态范围内数字电话语音具有足够高的信噪比, 人们提出一种非均匀量化的思想: 在小信号时采用较小的量化间距, 而在大信号时用大的量化区间。在数学上, 非均匀等价量化为对输入信号进行动态范围压缩后再进行均匀量化

3. PCM 编码和解码: A 律 PCM 数字电话系统中规定: 传输语音频段为 300Hz 到 3400Hz, 采样率为 8000 次/秒, 对样值进行 13 折线后编码为 8bit 二进制数字序列, 因此, PCM 编码输出的数码速率为 64Kbps。



在发送端, 信源输出的消息, 经过信源编码得到一个若干离散取值的离散时间序列, 信源编码功能是:

(1): 将模拟信号转换为数字序列 (2): 压缩编码, 提高通信效率

(3): 加密编码, 提高信息传输安全性

信源编码的输出序列将送入信道编码器, 信道编码的功能是:

(1) 负责对数字序列进行差错控制编码, 如分组编码, 卷积编码, 交织和扰乱等等, 以抵抗信道中的噪声和干扰, 提高传输可靠性。

(2) 对差错控制编码输出的数字序列进行码型变换, 如单双极性变换, 归零—不归零变换, 差分编码, AMI 编码, HDB3 编码等等, 其目的是匹配信道传输特性, 增加定时信息, 改变输出符号的统计特性并使之有一定的检错能力

(3) 对输出码型进行波形映射, 以适应于带限传输信道, 如针对带限信道的无串扰波形的成波滤波, 部分响应成形滤波等

如果数字通信系统中不使用调制器和解调器进行信号的基带—频带转换, 则这样的系统称为数字基带传输系统

四、实验内容及步骤 (包含简要的实验步骤流程)

根据系统最高频率计算系统频率及仿真步长。系统中基带信号最高频率为 200Hz , 采样信号频率为 400Hz , 故可将系统仿真采样率设为 400次/s 即 400Hz , 则仿真步长为 0.0025s 。在此仿真采样频率下, 频率为 400Hz 的采样窄脉冲串的一个周期占 10 个仿真采样点。根据以上分析建立系统模型 (见附图)。

当输入模拟信号频带为 $(0, 100)$ 时, 查看仿真结果, 分析仿真结果。

当输入模拟信号频带为 $(0, 250)$ 时, 查看仿真结果, 分析仿真结果。

平顶采样的过程仿真

平顶采样过程中存在高频失真, 这种由于脉冲展宽而产生的信号高频段衰减失真称为孔径效应。在乘法器采样之后添加解除了系统作为保持器, 设模拟信号最高频率为 150Hz , 仿真平顶采样过程并分析仿真结果。

2. A/D 和 D/A 转换器的仿真

A/D 负责将模拟信号转换为数字信号。实用的 A/D 转换器件的输出数据形式可以是并行的, 也可以是串行的。对串行和并行输出的 8 位 A/D 和 D/A 转换器进行仿真, 转换范围值为 0 到 255, 转换采样率 1 次/秒。

3. 要求对 A 律压缩扩张模块和均匀量化器实现非均匀量化过程的仿真, 观察量化前后的波形并分析仿真结果。

1. 基带传输码型设计, 仿真得出单极不归零码, 双极性不归零码以及单极性归零码的波形。

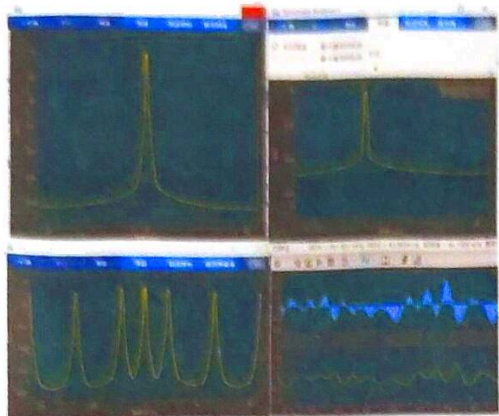
2. 仿真数字双相码, 密勒码以及传号反转码 (CMI) 码编码输出波形。

3. 建立 AMI 编码和解码的仿真模型

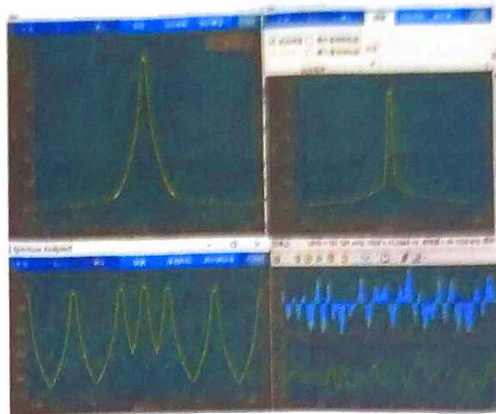
AMI 码也称为传号交替反转码, 其编码规则是 "0" 是零电平表示, "1" 用 $+A$ 和 $-A$ 电平交替表示。仿真模型如图所示, 其中以二进制器 "Counter" 模块进行符号 "1" 的奇偶统计, "Relay" 模块将计数值转换为 ± 1 并据此控制传号 "1" 的脉冲极性。AMI 码的解码很简单, 对输入取绝对值后即还原为二元归零码。

五、实验结果及分析（包括程序或图表、结论陈述、数据记录及分析等，可附图）

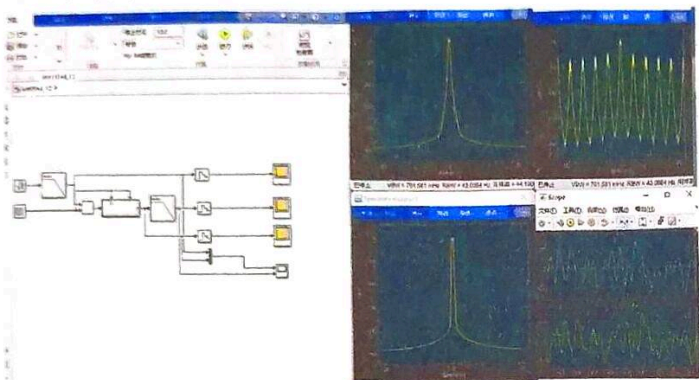
1-3 采样定理 输入模拟信号频带为 (0, 100)



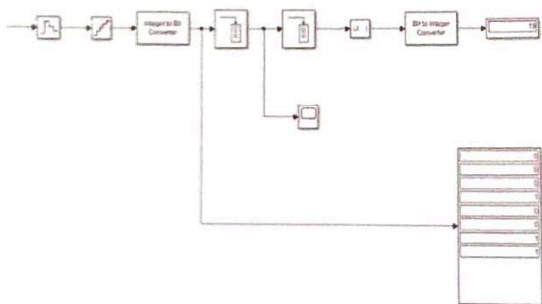
1-4 输入模拟信号频带为 (0, 250)



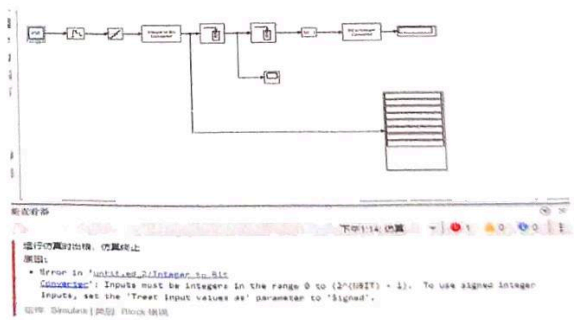
1-5 平顶采样过程的仿真



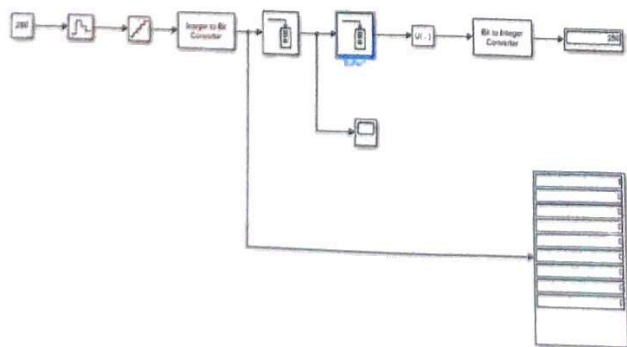
2-2、A/D 和 D/A 转换器的仿真
输入 255



2-3 输入为 256



转换值范围为 0 到 255，输入 256 报错
填加一位增加编码长度即可



2-4 输入为-1

六、实验总结（包括心得体会、问题回答及实验改进意见，可附页）

2-3：输入设置为256，查看仿真结果，会出什么错误？应该怎么改才对？
转换值范围为0~255，输入256报错

改：增加一位编码长度即可

2-4：输入设置为-1，查看仿真结果，会出现什么错误？应该怎么改才对？

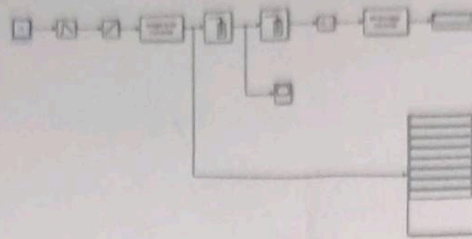
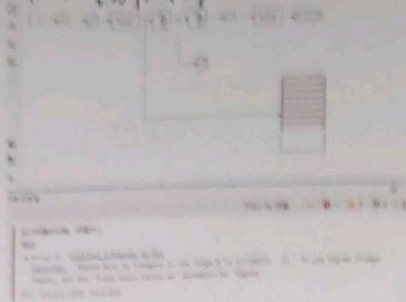
~~转换~~ 超出范围报错

改：改成有符号数即可

^{2.3}
数字相码在一个码元传输时间间隔内用两位双极性不归零脉冲表示
“1”和“0”，即用“+1, -1”表示“1”，用“-1, +1”表示“0”，“-1, -1”和“+1, +1”为禁用码
CM1码中规定：“0”用脉冲，“-1, +1”表示，“1”则用交替用“+1, +1”和“-1, -1”表示

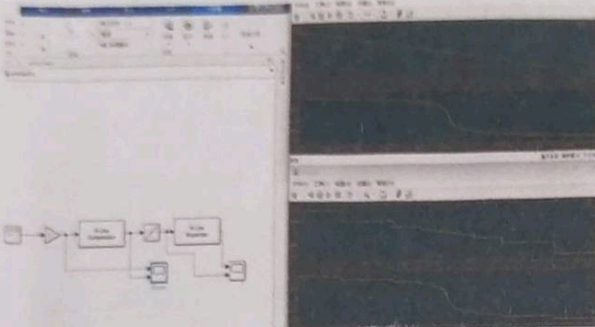
单极性到双极性的变换用通信模块中的Unipolar to Bipolar converter实现，归零码是不归零码和时相乘得出的。反之，由归零码到不归零码的转换可采用采样保持器完成。

2-4, 输入为-1



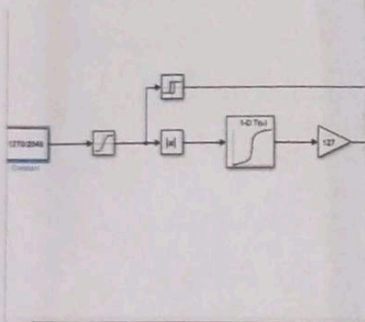
超出范围报错
改成有符号数即可

3-1 信号的压缩和扩张



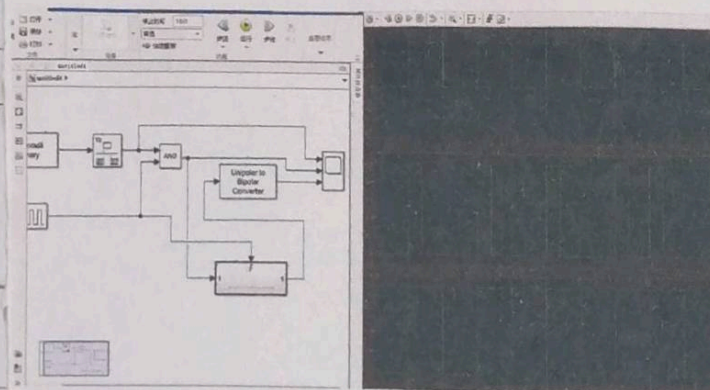
输入信号: 100
输出信号: 100
误差: 0
...
输入信号: 100
输出信号: 100
误差: 0
...
输入信号: 100
输出信号: 100
误差: 0
...

3-2 PCM 编码

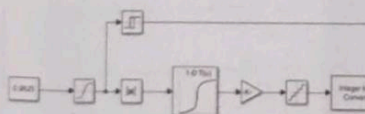


输入越大误差越小

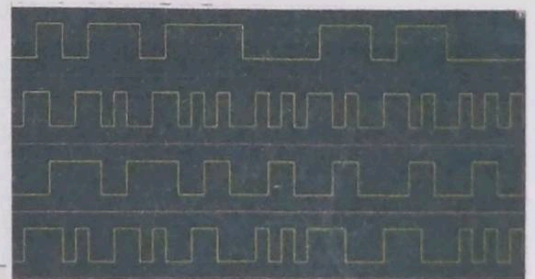
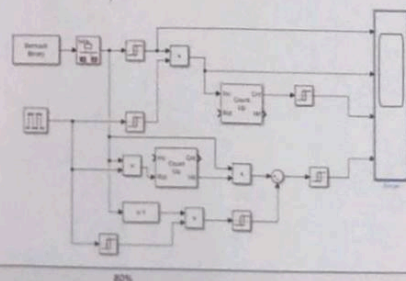
4-1



3-3 PCM 解码



4-2



3-4

输入	输出	误差
0.0625	0.06447	0.03152
0.125	0.1235	-0.012
0.1875	0.185	-0.013333333
0.25	0.248	-0.008
0.3125	0.3091	-0.01088
0.375	0.372	-0.008
0.4375	0.435	-0.005714286
0.5	0.498	-0.004
0.5625	0.5591	-0.006044444
0.625	0.622	-0.0048
0.6875	0.685	-0.003636364
0.75	0.748	-0.002666667
0.8125	0.811	-0.001846154
0.875	0.874	-0.001142857
0.9375	0.937	-0.000533333

4-3

