

# 通信技术基础

## 上机实验报告

实验名称：模拟信号的数字传输

任课教师：宋娟

课程班级：22 年秋

学号姓名：20049200057 薛宇翔

提交日期：2022 年 11 月 22 日

# 上机实验报告

## 一、实验名称

第三次实验：PCM 系统及 matlab 的实现、增量调制系统及 matlab 的实现

## 二、实验日期

2022 年 11 月 14 日

## 三、实验学生

20049200057 薛宇翔

## 四、实验目的

通过此次课程的学习我们能加深理解和巩固理论课上所学的  
有关 PCM $\Delta$ M 编码和解码的基本概念、基本理论和基本方法，  
并且更加熟练的掌握和操作 MATLAB。

## 五 实验内容

1 脉冲编码调制 (PCM) 简称脉码调制, 它是一种用一组二进制数字代码来代替连续信号的抽样值, 从而实现数字通信方式。由于这种通信方式抗干扰能力强, 在很多领域获得了极为广泛的应用。首先, 在发送端进行波形编码, 主要包括抽样、量化和编码三个过程, 把模拟信号变换为二进制码组。编码后的 PCM 码组的数字传输方式, 可以是直接的基带传输, 也可以是对微波、光波等载波调制后的调制传输。

PCM 信号的形成是模拟信号经过“抽样、量化、编码”三个步骤实现的。

抽样是对模拟信号进行周期性的扫描, 把时间上连续的信号变成时间上离散的信号。我们要求经过抽样的信号应包含原信号的所有信息, 既能无失真地恢复出原模拟信号, 抽样速率的下限有抽样定理确定。

量化是把经抽样得到的瞬间值进行幅度离散, 即指定规定的电平, 把抽样值用最接近的电平表示。

编码是用二进制码组表示有固定电平的量化值。实际上量化是在编码过程中同时完成的。

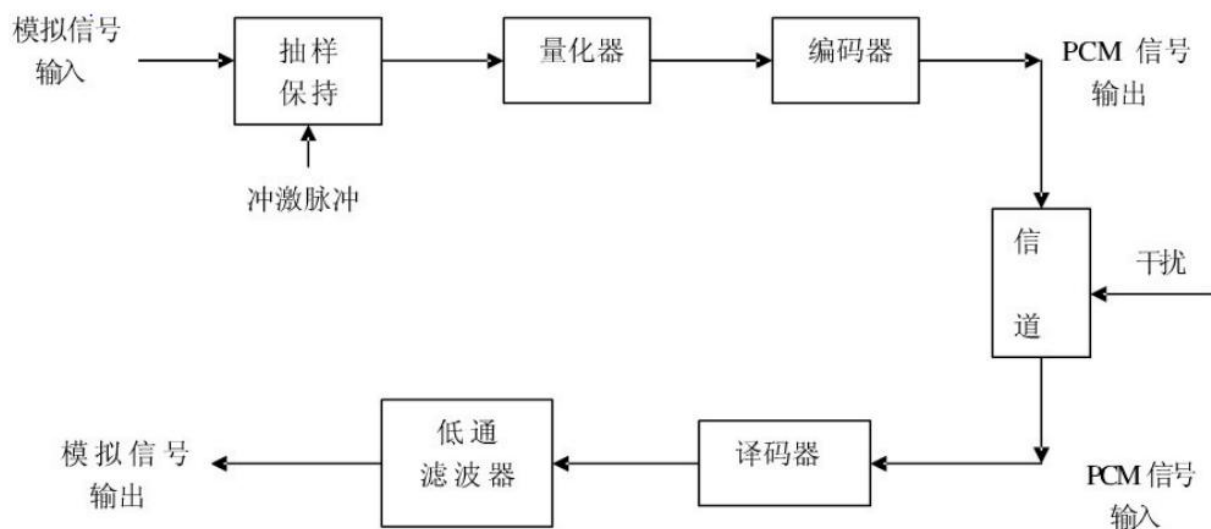
PCM 信号的形成是模拟信号经过“抽样、量化、编码”三个步骤实现的。

抽样是对模拟信号进行周期性的扫描, 把时间上连续的信

号变成时间上离散的信号。我们要求经过抽样的信号应包含原信号的所有信息，既能无失真地恢复出原模拟信号，抽样速率的下限有抽样定理确定。

量化是把经抽样得到的瞬间值进行幅度离散，即指定规定的电平，把抽样值用最接近的电平表示。

编码是用二进制码组表示有固定电平的量化值。实际上量化是在编码过程中同时完成的。



Pcm 仿真代码：

```
1. clear all;
2. clc;
3. fs=32;
4. dt=0.05;
5. M=16;
6. Am=1;
7. t=0:dt:4;
8. x=sin(2*pi*t)+sin(2*pi*5*t);
9. t1=0:0.05:4;
10. t2=0:0.1:4;
11. x1=sin(2*pi*t1)+sin(2*pi*5*t1);
12. x=x/max(x);
```

```

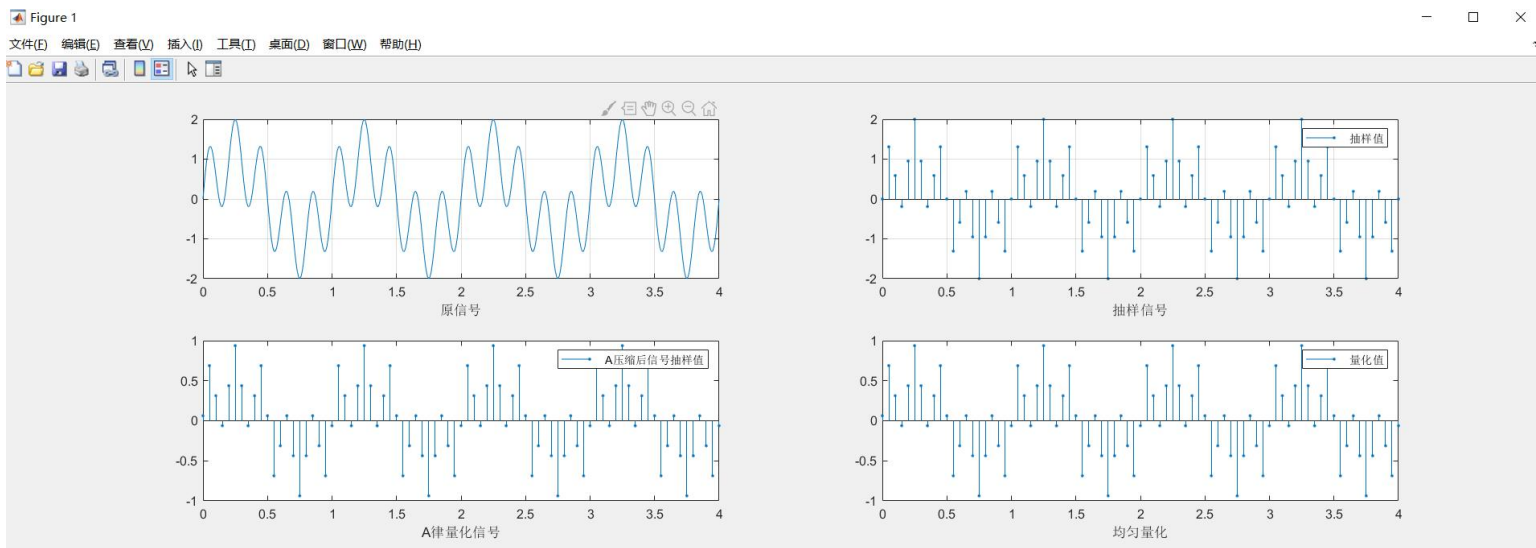
13. A=87.6;
14. mt=0:0.01:4;
15. mx=sin(2*pi*mt)+sin(2*pi*5*mt);
16.
17. for i=1:length(x)
18.     if(abs(x(i))>=0&&abs(x(i))<=1/A)
19.         if(x(i)>0)
20.             y(i)=A*x(i)/(1+log(A));
21.         else y(i)=-A*x(i)/(1+log(A));
22.         end
23.     else
24.         if(x(i)>0)
25.             y(i)=(1+log(A*x(i)))/(1+log(A));
26.         else y(i)=-(1+log(A*x(i)))/(1+log(A));
27.         end
28.     end
29. end
30. subplot(2,2,1);
31. plot(mt,mx);grid on;
32. xlabel('原信号')
33. subplot(2,2,2);
34. stem(t1,x1,'.');
35. grid on;
36. hold on;
37. legend('抽样值');
38. xlabel('抽样信号')
39. v=(max(x)-min(x))/M;
40. m(1)=min(x);
41. for i=1:M
42.     m(i+1)=m(i)+v;
43.     q(i)=(m(i)+m(i+1))/2;
44. end
45. for j=1:length(x)
46.     for i=1:M-1
47.         if(x(j)>=m(i)&&x(j)<m(i+1))
48.             lh(j)=q(i);
49.         end
50.         if(x(j)>=m(M))
51.             lh(j)=q(M);
52.         end
53.     end
54. end
55.
56. subplot(2,2,3);

```

```

57. stem(t, lh, '.');
58. legend('A 压缩后信号抽样值');
59. xlabel('A 律量化信号')
60. stem(t, lh, '.');
61. legend('量化值');
62. xlabel('均匀量化');
63. v=2/M;
64. m(1)=-1;
65. for i=1:M
66.     m(i+1)=m(i)+v;
67.     q(i)=(m(i)+m(i+1))/2;
68. end
69. for j=1:length(y)
70.     for i=1:M-1
71.         if(y(j)>=m(i)&y(j)<m(i+1))
72.             lh(j)=q(i);
73.         end
74.         if(y(j)>=m(M))
75.             lh(j)=q(M);
76.         end
77.     end
78.     e(j)=y(j)-lh(j);
79. end

```



模拟的结果，分别是原信号、原信号的抽样信号，A 律量化信号抽样，均匀量化抽样

## 2 增量调制

预测误差 $ek = mk - mk'$ 被量化成两个电平 $+\sigma$ 和 $-\sigma$ 。 $\sigma$ 值称为**量化台阶**。这就是说，量化器输出信号 $rk$ 只取两个值 $+\sigma$ 或 $-\sigma$ 。因此， $rk$ 可以用一个二进制符号表示。例如，用“1”表示“ $+\sigma$ ”，及用“0”表示“ $-\sigma$ ”。

当前抽样值和前一个抽样重构值比较，若大于前一个抽样重构值，则编为1，若小于，则编为0

程序设计思路：增量调制的采样间隔为  $T_s$ ,量化阶距 $\delta$ ,前一个

抽样量化值初始值为 0。输入信号，求出 20 个采样点

编码端：

- 1.先取差值；
2. 量化器输出：差值大于 0 输出 $\delta$ ，差值小于 0 输出 $-\delta$ ；
3. 前一个抽样量化值状态更新：差值加上前一个抽样量化值
- 4.编码输出，差值大于 0 输出为 1，小于等于 0 输出为 0。

解码端：

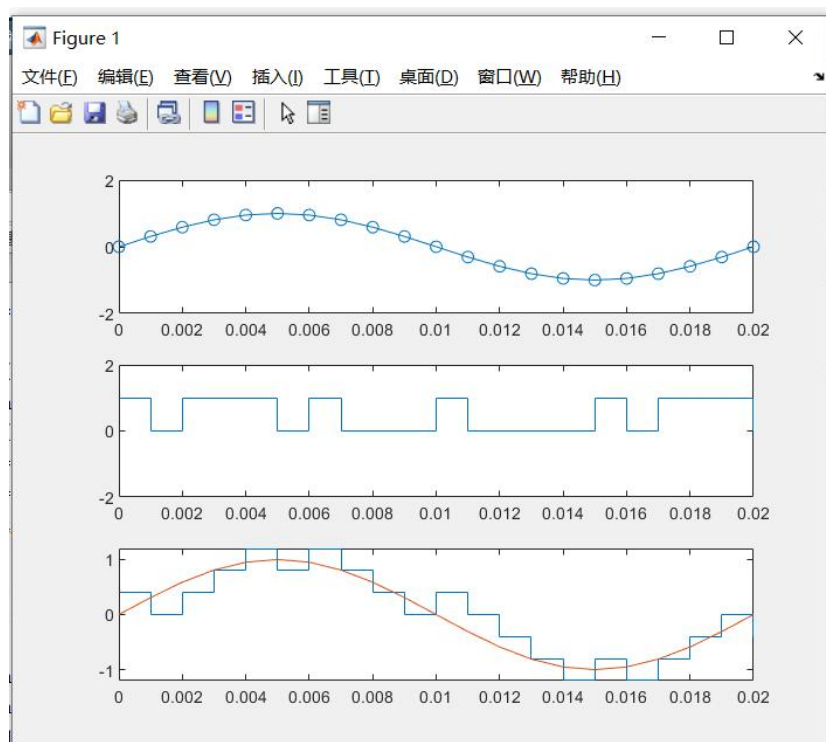
前一个抽样量化值初始值为 0

- 1.根据编码端的输出得到量化值,若编码值为 1,则量化值=  $\delta$ ,  
否则为 $-\delta$ ;
- 2.更新抽样量化值：前一个抽样量化值+  $\delta$  。
3. 输出图像

## 实验代码：

```
1. Ts=1e-3; % 采样间隔 0.001
2. t=0:Ts:20*Ts; % 仿真时间序列 t = 0.02
3. x=sin(2*pi*50*t)+0.5*sin(2*pi*150*t);% 原始信号
4. delta=0.4; % 量化阶距
5. D(1+length(t))=0; % 预测器初始状态 此时 length(t) = 21,则 D(22)被赋值 0, 即 D(22)=0。
6. for k=1:length(t)
7.     e(k)=x(k)-D(k); % 误差信号
8.     e_q(k)=delta*(2*(e(k)>=0)-1);% 量化器输出
9.     D(k+1)=e_q(k)+D(k); % 延迟器状态更新
10.    codeout(k)=(e_q(k)>0); % 编码输出
11. end
12. subplot(3,1,1);plot(t,x,'-o');axis([0 20*Ts,-2 2]); hold on;
13. subplot(3,1,2);stairs(t,codeout);axis([0 20*Ts,-2 2]);
14. % 解码端
15. Dr(1+length(t))=0; % 解码端预测器初始状态
16. for k=1:length(t)
17.     eq(k)=delta*(2*codeout(k)-1);% 解码
18.     xr(k)=eq(k)+Dr(k);
19.     Dr(k+1)=xr(k); % 延迟器状态更新
20. end
21. subplot(3,1,3);stairs(t,xr);hold on;% 解码输出
22. subplot(3,1,3);plot(t,x); % 原信号
```

## 运行结果波形图：





## 六 实验总结

本次实验通过使用 matlab 编写程序对 pcm 调制和增量调制进行了仿真模拟，加深理解和巩固了 PCM $\Delta$ M 编码和解码的基本概念，熟悉了均匀量化与非均匀量化的方法，学习了 A 律的使用，并且对 MATLAB 的掌握和操作更加熟练。