

武汉大学教学实验报告

电子信息学院 通信工程 专业 2021 年 10 月 5 日

实验名称 周期信号的合成与分解 指导教师 卜方玲

姓名 周轩洋 年级 2019 学号 2019302120083 成绩

一、 预习部分

1. 实验目的

2. 实验基本原理

1、 实验目的

- 1). 熟悉信号抽样与恢复过程;
- 2). 掌握采样前后信号频谱的变化, 加深对采样定理的理解;
- 3). 观察欠采样与过采样时信号频谱的变化;
- 4). 熟练掌握采样频率的确定方法。

2、 实验基本原理

由时域抽样定理可知, 若有限带宽的连续时间信号 $f(t)$ 的最高角频率为 ω_m

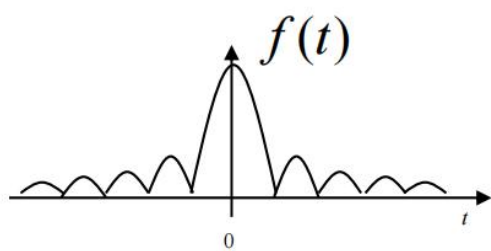
, 则信号 $f(t)$ 可以用等间隔的抽样值唯一表示, 且抽样间隔 T_s 必须不大于 $\frac{1}{2f_m}$, 或者说抽样频率 $\omega_s \geq 2\omega_m$ 。

图 1 所示为信号抽样与恢复示意图, 其中图 1(a) 中为抽样前带限信号 $f(t)$, 其频谱 F_ω 为图 1(b) 所示, 最高频率为 ω_m , 当该信号被抽样间隔为 T_s

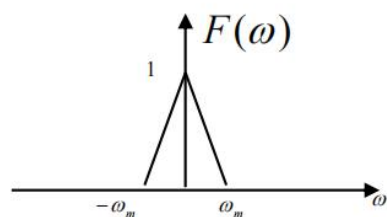
的冲激序列抽样时, 若 T_s 大于 $\frac{1}{2f_m}$ (过采样), 则抽样后信号 $f_s(t)$ 的频谱为图 1(f) 所示, 频谱没有产生混迭现象。将抽样后信号 $f_s(t)$ 通过一个

低通滤波器, 能恢复原信号 $f(t)$ 。若 T_s 小于 $\frac{1}{2f_m}$ (欠采样), 则抽样后信号 $f_s(t)$ 的频谱将产生混迭现象, 不能从抽样后信号 $f_s(t)$ 中恢复原信

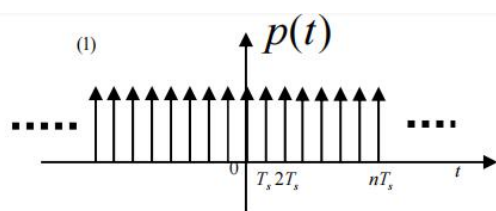
号 $f(t)$ 。



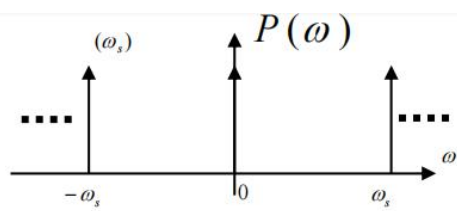
(a)



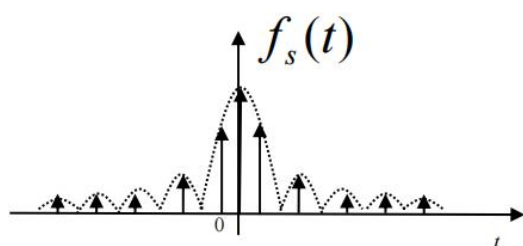
(b)



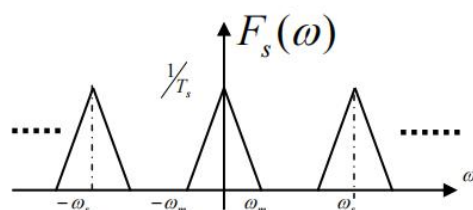
(c)



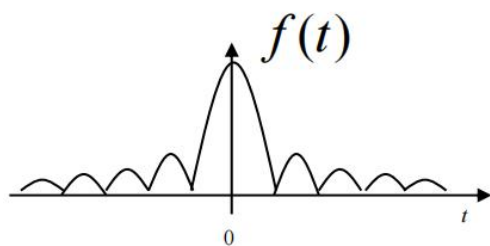
(d)



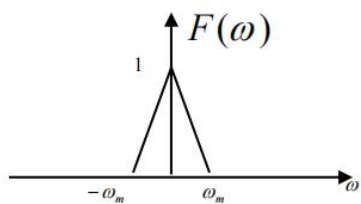
(e)



(f)



(g)



(h)

图 1 信号抽样与恢复示意图

二、 实验操作部分

1. 实验方法

2. 实验结果

1. 实验方法

使用实验一中的合成波作为抽样前的输入信号，自定义一个可改变抽样频率的抽样函数，将采样过的信号通过 butterworth 低通滤波器后，再将信号在时域中展示出来。如图

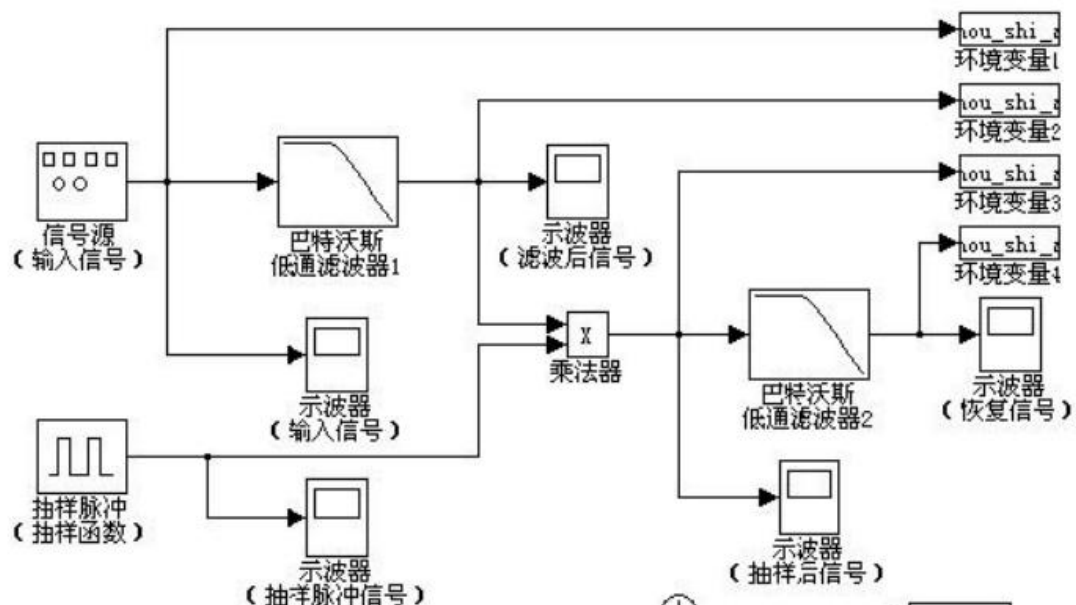


图 2

2. 实验结果

1) 对正弦信号采样并恢复

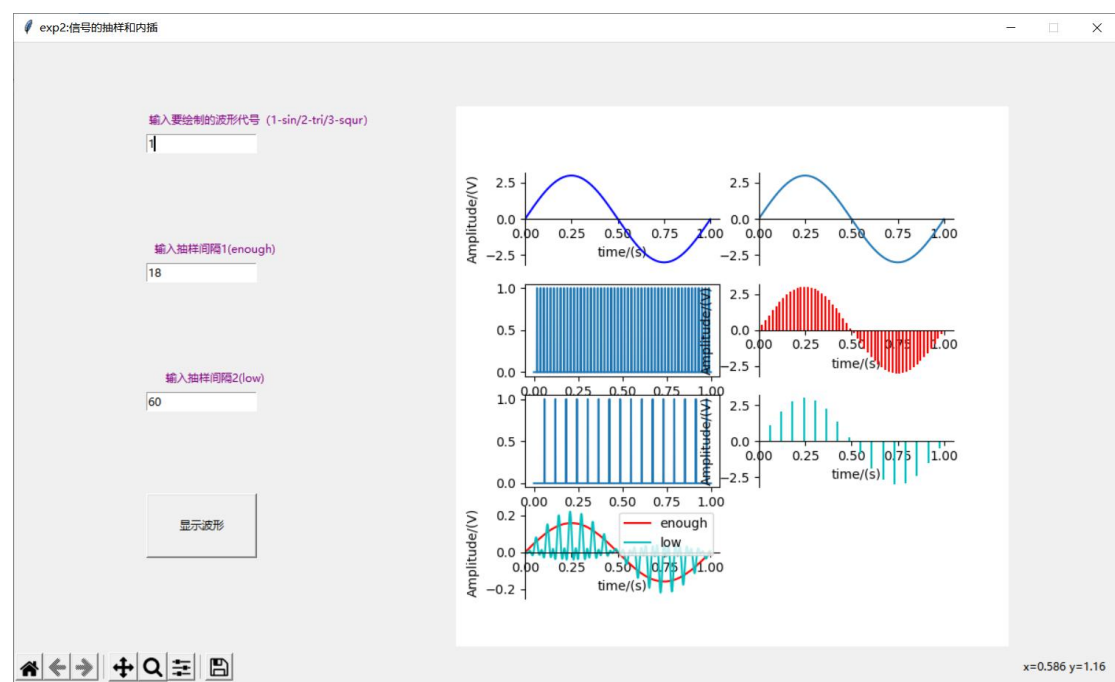


图 3.1 对正弦波采样恢复的结果

2) 对方波采样和恢复

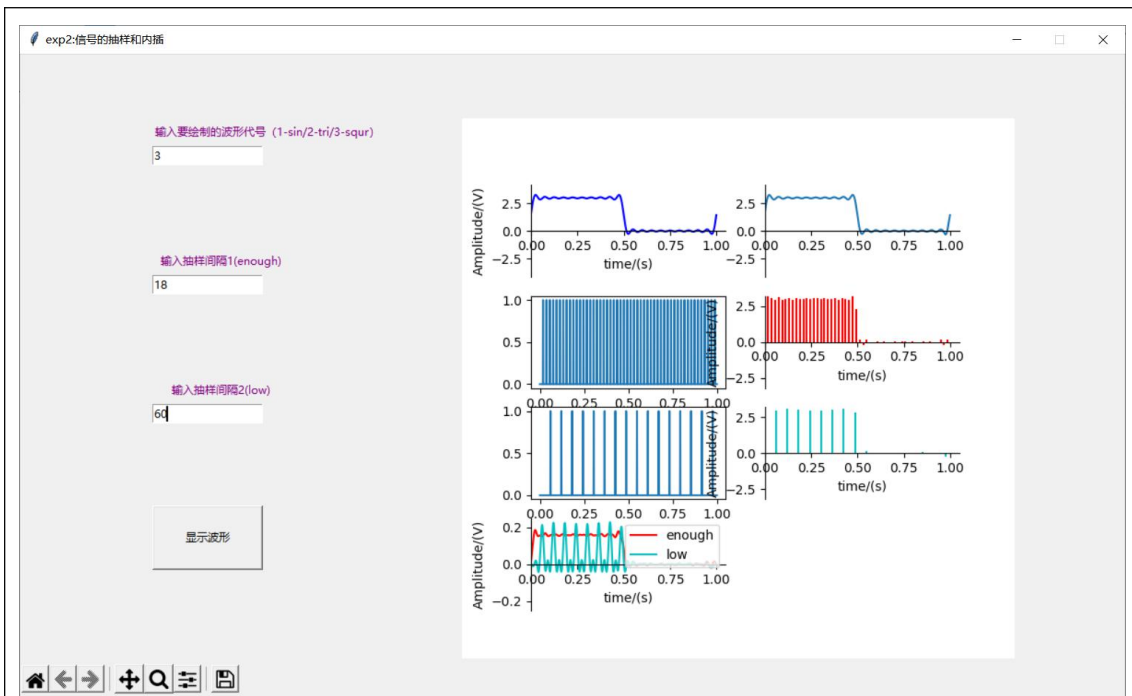


图 3.2 对方波的采样恢复的结果

3) 对三角波采样和恢复

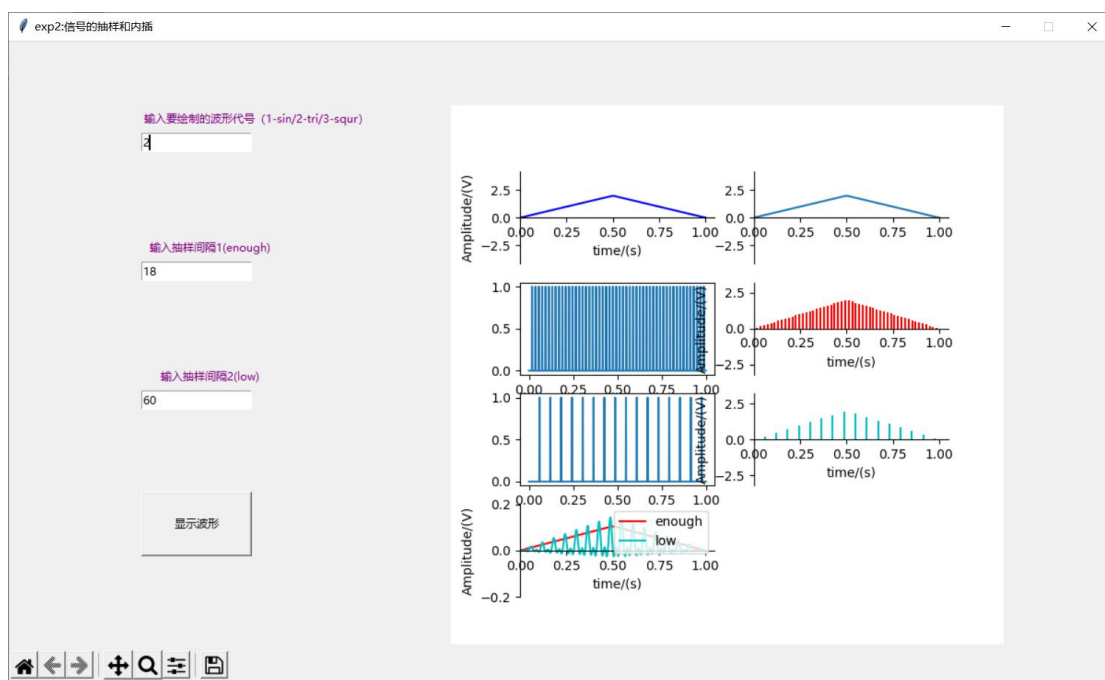


图 3.3 对三角波的采样恢复的结果

三、 实验效果分析（包括仪器设备等使用效果）

1、 正弦波抽样与恢复的分析

(1)、当抽样频率 $f_s \geq 2f_m$ 时为过采样，抽样信号频谱无混叠现象，经过低通滤波器后信号无失真重构，有延时现象出现。

(2)、当抽样频率 $f_s \leq 2f_m$ 时为欠采样，不能无失真恢复原始信号。如图 3.1 所示， $f_o = 1.5\text{Hz}$ 时抽样后的信号点数很少，在经过重构滤波器出来的信号已经失真；从频谱上看抽样后信号的频谱有很严重的混叠现象，经过重构滤波器后不能恢复原始信号了。

2、 方波抽样与恢复的分析

(1)、对于 1Hz 的方波信号，其频谱是无限宽的，此时反混叠滤波器的作用就很明显了，为了使抽样后的信号不产生混叠，反混叠滤波器需要把方波信号的频谱截断，且抽样频率要至少大于反混叠滤波器截止频率的两倍才有可能不混叠，又

由于反混叠滤波器不是理想的而是平缓过渡的，故抽样角频率需要比两倍 ω_p 大才行。

(2)、当 $f_s=30\text{Hz}$ ，滤波器截止频率 $\omega_p = 50\pi \text{ rad/s}$ 时，由于抽样频率小于两倍反混叠滤波器的截止频率，故属于欠抽样。如图 3.2 所示，重构出来的信号，产生了严重的失真，从频谱上来看，抽样后信号的频谱有混叠，经过重构滤波器后恢复信号的频谱与原信号的频谱已经不一样，故不能无失真恢复信号。

四、 教师评语

指导教师

年 月 日