

# 信号处理综合课程设计

## NI 系统实验册

信息工程学院

姓名：\_\_\_\_\_ 学号：\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_ 成绩：\_\_\_\_\_

## 实验系统设置

- 1、打开计算机，并等待其完全启动。
- 2、连接 NI ELVIS 实验箱的电源和数据线，打开实验箱后部的开关，打开开发板的开关。
- 3、计算机与实验箱连接成功后，会弹出图 1 显示的界面；点击“进行测量”后的“开始”按钮，进入图 2 所示界面，点击“MEASURE”，在弹出的界面（如图 3 所示）中点击最左边的图标，选择“Oscilloscope”和“Function and Arbitrary Waveform Generator”，出现图 4 所示窗口。系统准备工作完成。



图 1



图 2

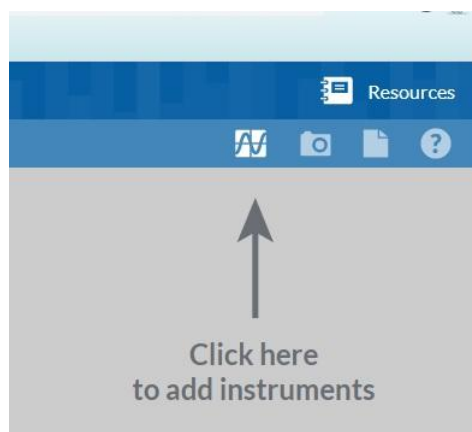


图 3

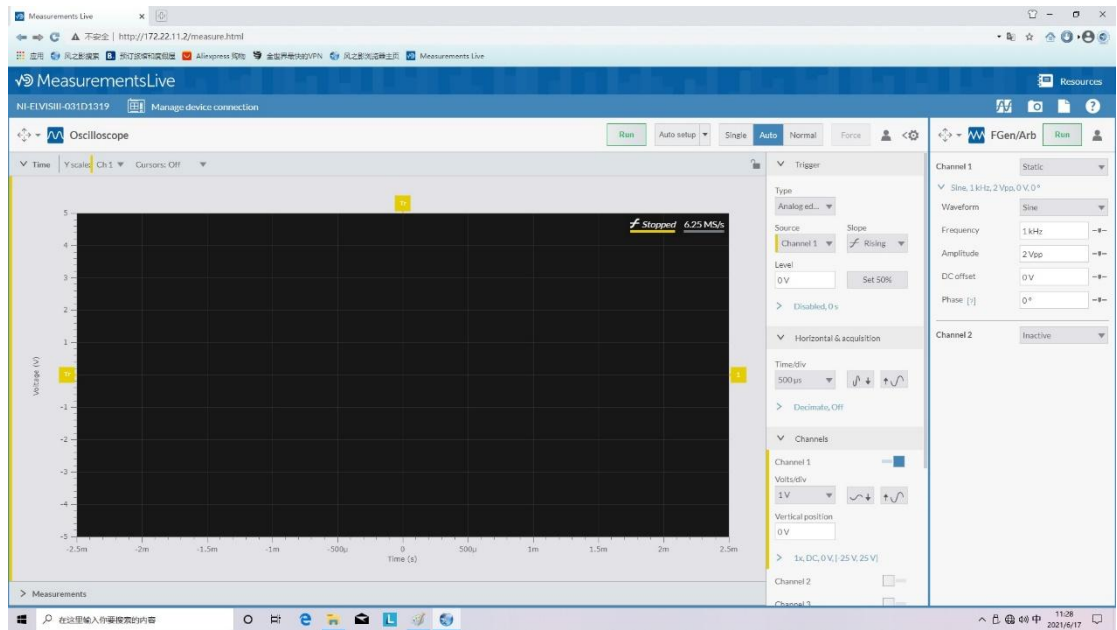


图 4

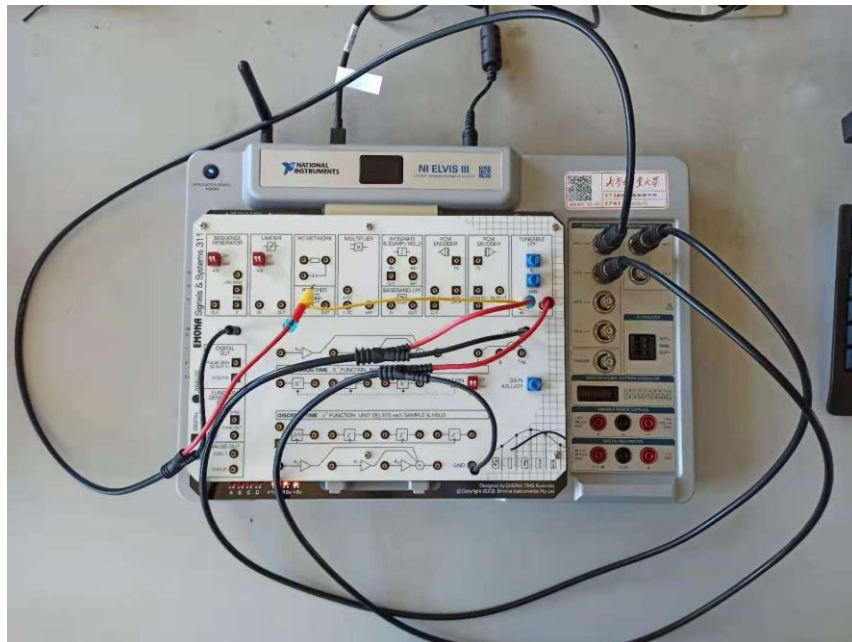
# 实验一 傅里叶级数与滤波器

本实验由函数信号发生器产生周期方波信号，然后将其通过低通滤波器，控制低通滤波器的截止频率，使滤波器的输出表现为不同谐波分量的合成，并通过示波器显示。

## 具体操作过程为：

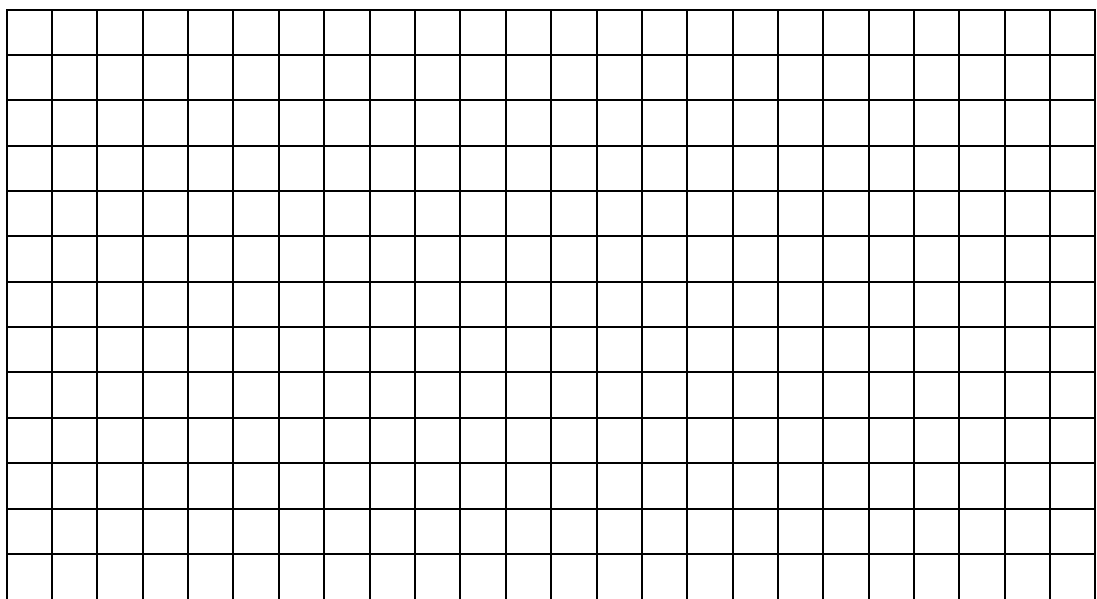
(1) 在计算机的函数信号发生器界面输入周期方波信号参数包括：频率为100Hz，幅值为2Vpp，占空比为50%。

(2) 按下图将实验箱上函数信号发生器的数据线连接至实验板的“TUNEABLE LPF（低通滤波器）”的输入端（IN），将示波器通道1（CH1）的数据线连接至输入端（IN），将示波器通道2（CH2）的数据线连接至输出端（OUT）。实物连接见下图，注意：数据线的黑色端必须接地（GND）。

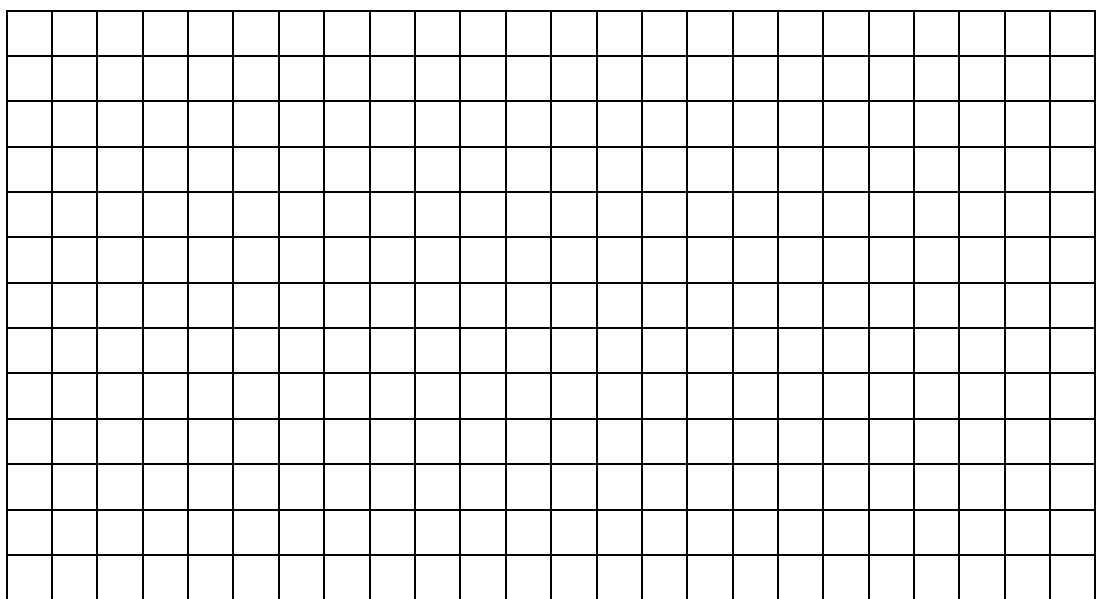


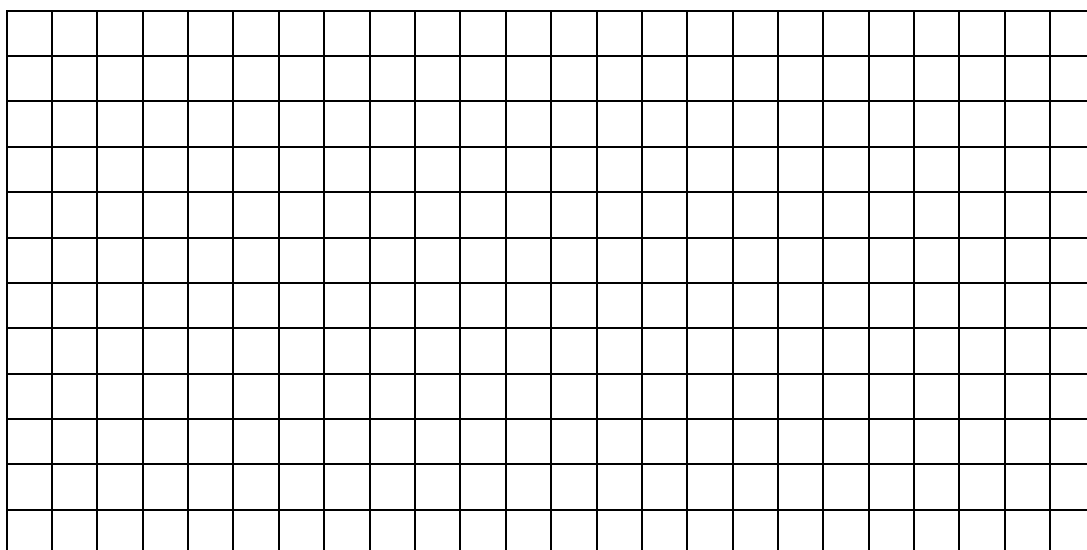
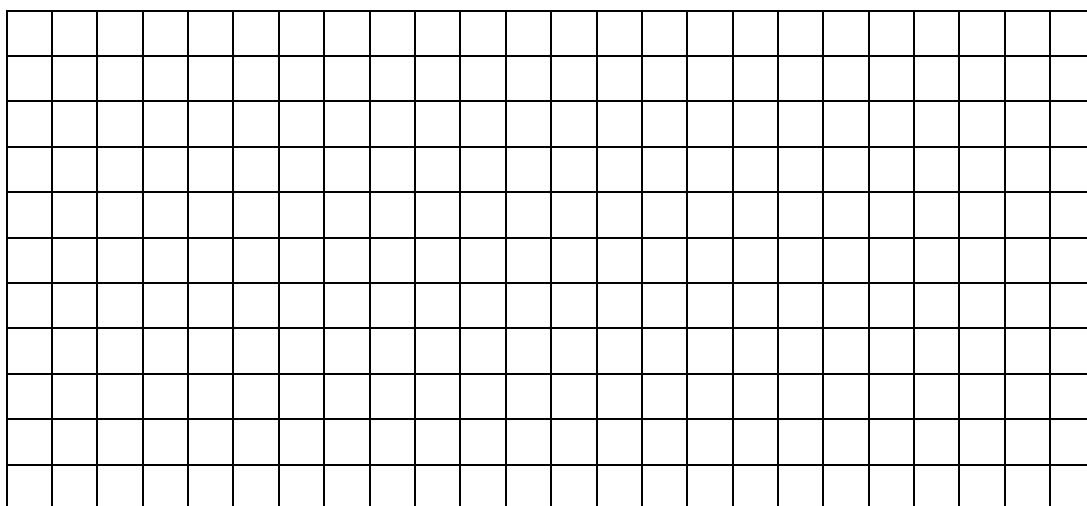
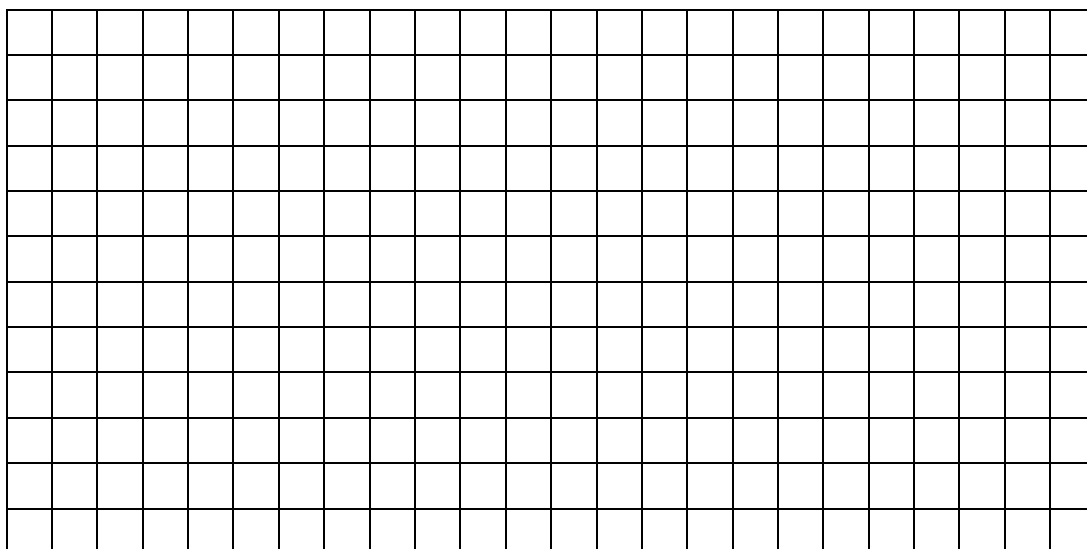
(3) 分别点击计算机的函数信号发生器界面和示波器界面的“RUN”按键，驱动其运行，观察示波器的显示，调节示波器控制界面的时间尺度、幅度尺度大小，使示波器显示的波形合适观察。

(4) 观察计算机的示波器通道1显示，并在下面的网格图中绘制观察到的周期方波波形（至少绘制一个周期）。



(5) 将实验板上“TUNEABLE LPF (低通滤波器)”的截止频率控制旋钮 $f_c$ 逐步由最左端旋转至最右端，均匀取四个位置，观察滤波器输出信号的差异，分别在下面的网格图中记录示波器通道2的输出波形（至少画出一个周期）。





## ■ 实验现象分析

请根据傅里叶级数、低通滤波器的原理分析和解释以下问题：

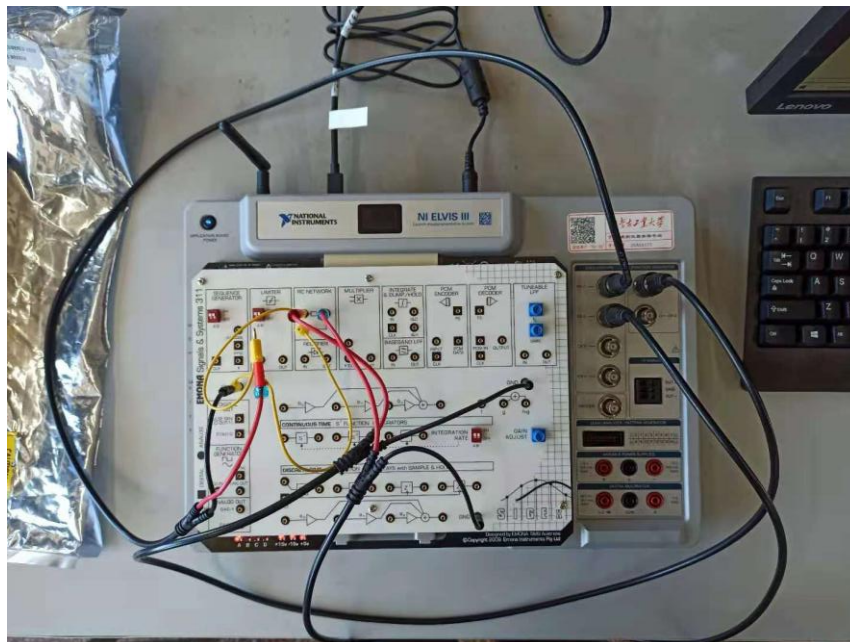
- (1) 从傅里叶级数的角度来看，周期方波是如何构成的？
- (2) 低通滤波器的截止频率不同时，滤波器的输出为什么不同？其输出是如何构成的？

## 实验二 连续时间系统时域分析

本实验由函数信号发生器产生周期方波信号（近似阶跃信号）、窄脉冲信号（近似冲激信号）、正弦信号，然后分别将其通过RC电路，观察电容两端的电压输出波形，即为系统的阶跃响应、冲激响应、正弦响应。

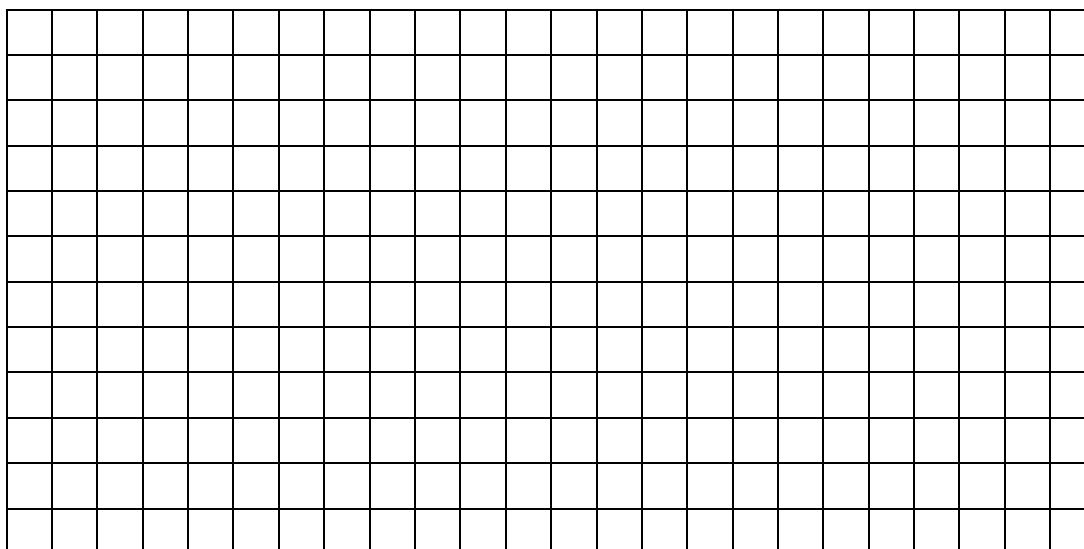
### 具体操作过程为：

(1) 将实验箱上函数信号发生器的数据线连接至实验板的“RC NETWORK (RC电路)”的电阻的左端，电容左端接地 (GND)；将示波器通道1 (CH1) 的数据线连接至电阻的左端，将示波器通道2 (CH2) 的数据线连接至电阻的右端。实物连接见下图，注意：数据线的黑色端必须接地 (GND)。

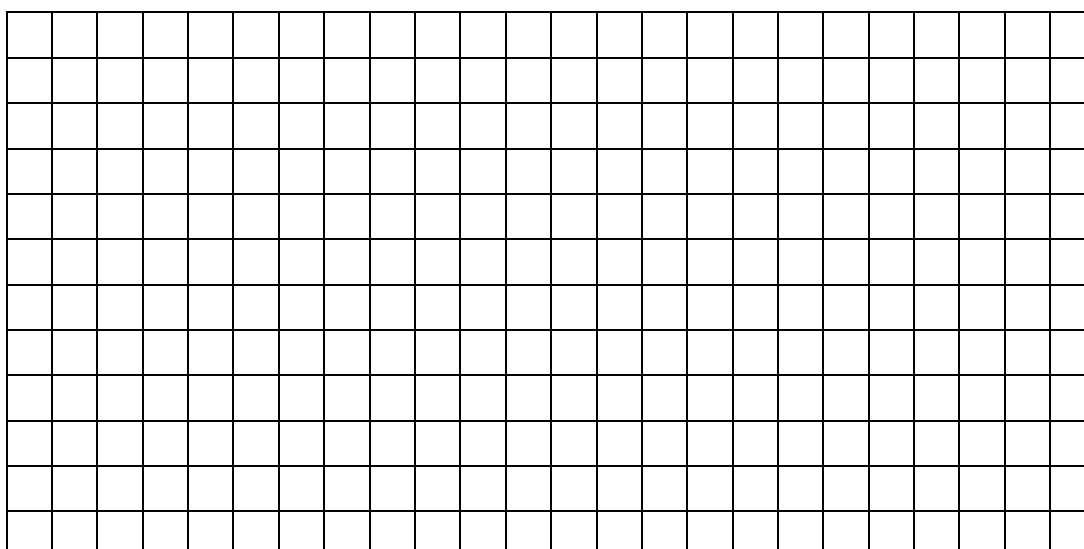


(2) **测试电路的阶跃响应：**在计算机的函数信号发生器界面输入周期方波信号的参数包括：频率为50Hz，幅值为1Vpp，占空比为80%；分别点击计算机的函数信号发生器界面和示波器界面的“RUN”按键，驱动其运行，观察示波器的显示，调节示波器控制界面的时间尺度、幅度尺度大小，使示波器显示的波形合适观察；将示波器通道1和通道2的显示波形绘制在下面的网格中（至少各绘制一个周期）。

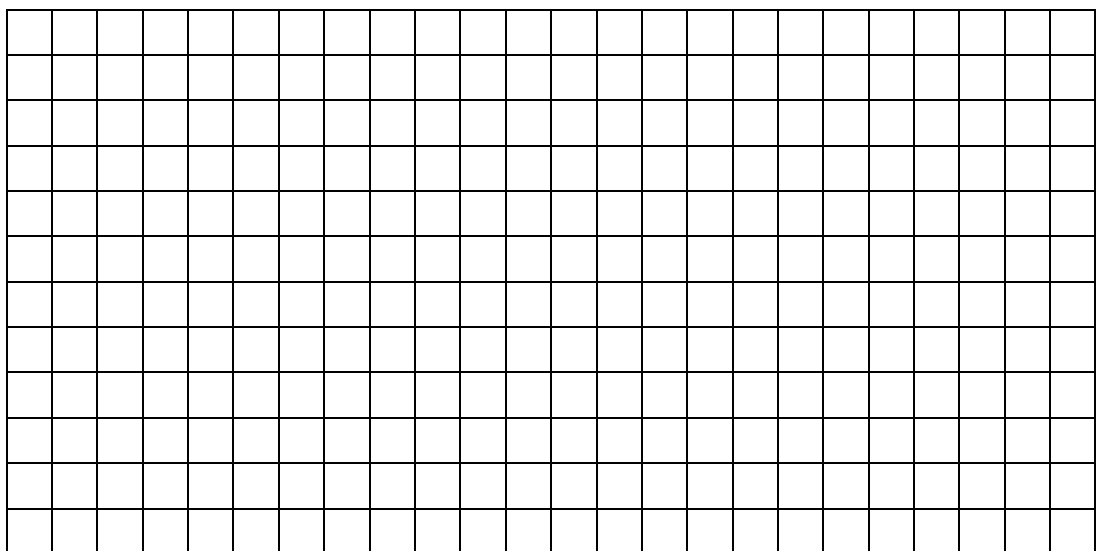




(3) **测试电路的冲激响应**: 在计算机的函数信号发生器界面输入周期方波信号的参数包括: 频率为50Hz, 幅值为1Vpp, 占空比为5%; 分别点击计算机的函数信号发生器界面和示波器界面的“RUN”按键, 驱动其运行, 观察示波器的显示, 调节示波器控制界面的时间尺度、幅度尺度大小, 使示波器显示的波形合适观察; 将示波器通道1和通道2的显示波形绘制在下面的网格中 (至少各绘制一个周期) 。



(4) **测试电路的正弦响应**: 在计算机的函数信号发生器界面输入正弦波信号的参数包括: 频率为1000Hz, 幅值为2Vpp; 分别点击计算机的函数信号发生器界面和示波器界面的“RUN”按键, 驱动其运行, 观察示波器的显示, 调节示波器控制界面的时间尺度、幅度尺度大小, 使示波器显示的波形合适观察; 将示波器通道1和通道2的显示波形绘制在下面的网格中 (至少各绘制两个周期) 。



## ■ 实验现象分析

请根据本课程所学滤波器和“电路分析”课程所学“一阶动态电路”的相关原理，分析和解释以下问题：

- (1) RC电路的阶跃响应、冲激响应的波形为什么与输入信号不同？
- (2) RC电路的正弦稳态响应的波形与输入正弦波形有什么相同点和不同点？

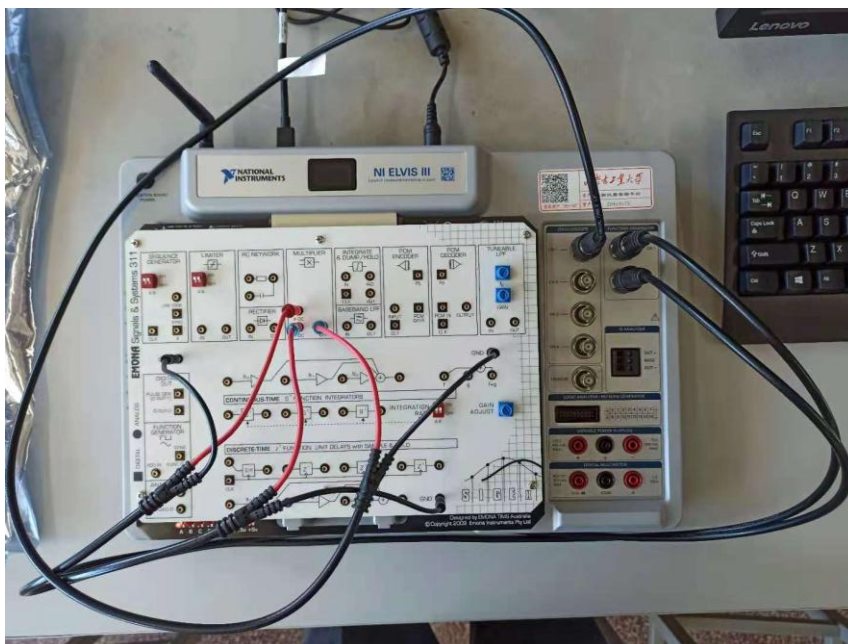


## 实验三 采样与混叠

本实验由函数信号发生器产生周期方波信号和正弦波信号，用周期方波与正弦波相乘，实现正弦波的采样，然后使用低通滤波器对采样信号进行恢复，并通过示波器显示。

具体操作过程为：

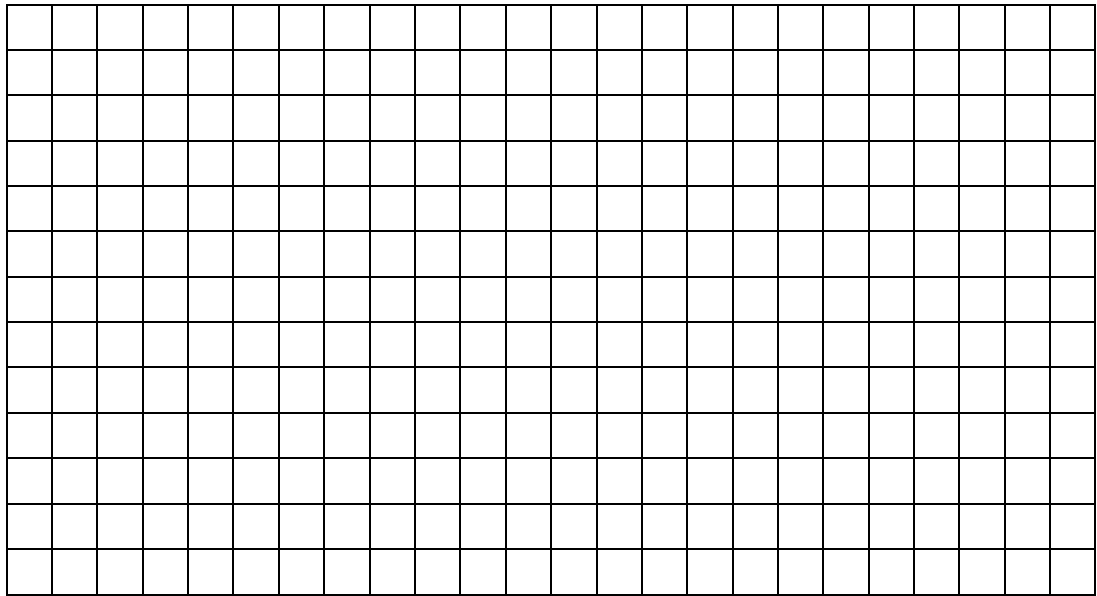
(1) **正弦信号采样。**按下图将实验箱上函数信号发生器通道1 (CH1) 的数据线连接至实验板的“MULTIPLIER (乘法器)”的输入端 (X DC)，函数信号发生器通道2 (CH2) 的数据线连接至实验板的“MULTIPLIER (乘法器)”的输入端 (Y DC)，将示波器通道1 (CH1) 的数据线连接至“MULTIPLIER (乘法器)”的输出端 (kXY)。实物连接见下图，注意：数据线的黑色端必须接地 (GND)。



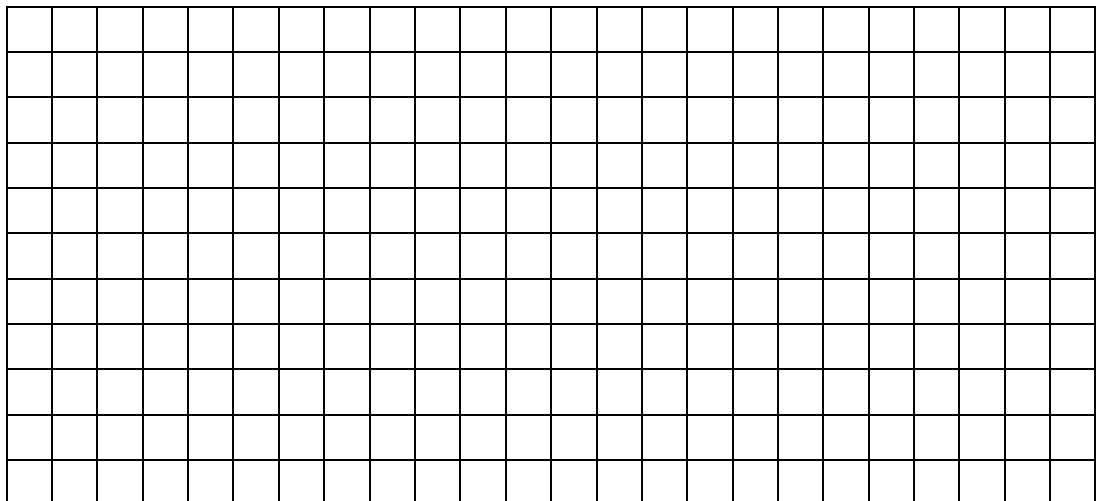
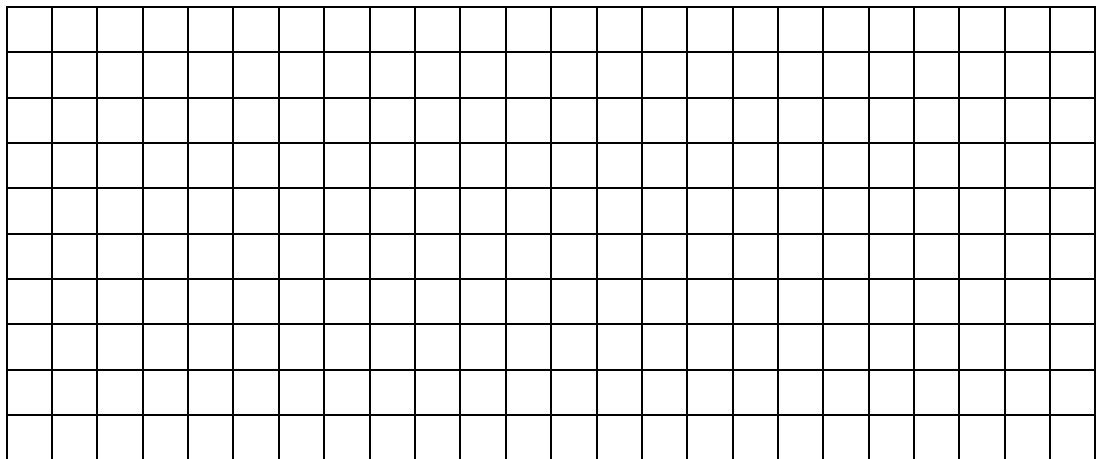
(2) 在计算机的函数信号发生器通道1界面输入正弦波信号参数包括：频率为1000Hz，幅值为2Vpp；函数信号发生器通道2界面输入周期方波信号参数包括：频率为4000Hz，幅值为1Vpp，偏移量0.5V，占空比为50%；

(3) 分别点击计算机的函数信号发生器界面和示波器界面的“RUN”按键，驱动其运行，观察示波器的显示，调节示波器控制界面的时间尺度、幅度尺度大小，使示波器显示的波形合适观察；

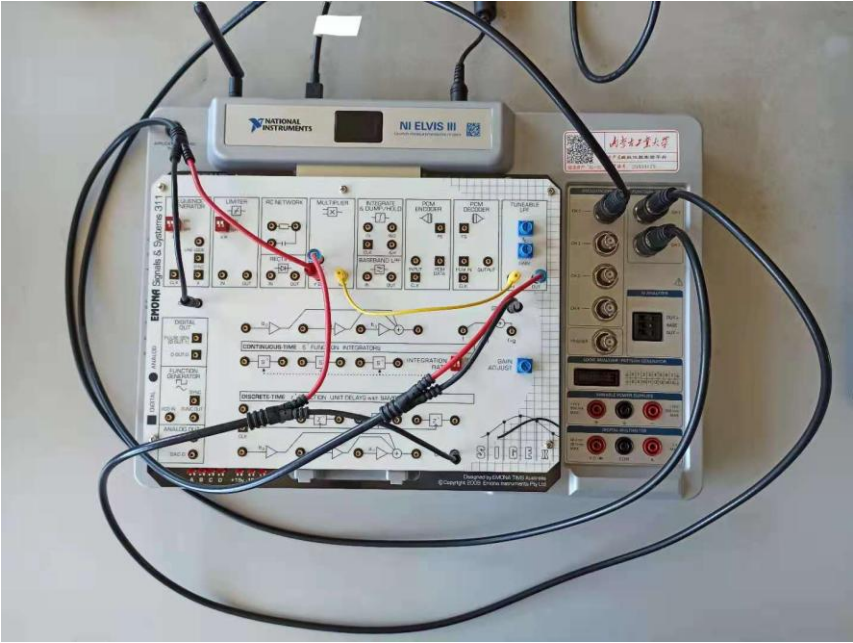
(4) 观察计算机的示波器通道1显示，并在下面的网格图中绘制观察到的采样后的信号波形（至少绘制一个周期）。



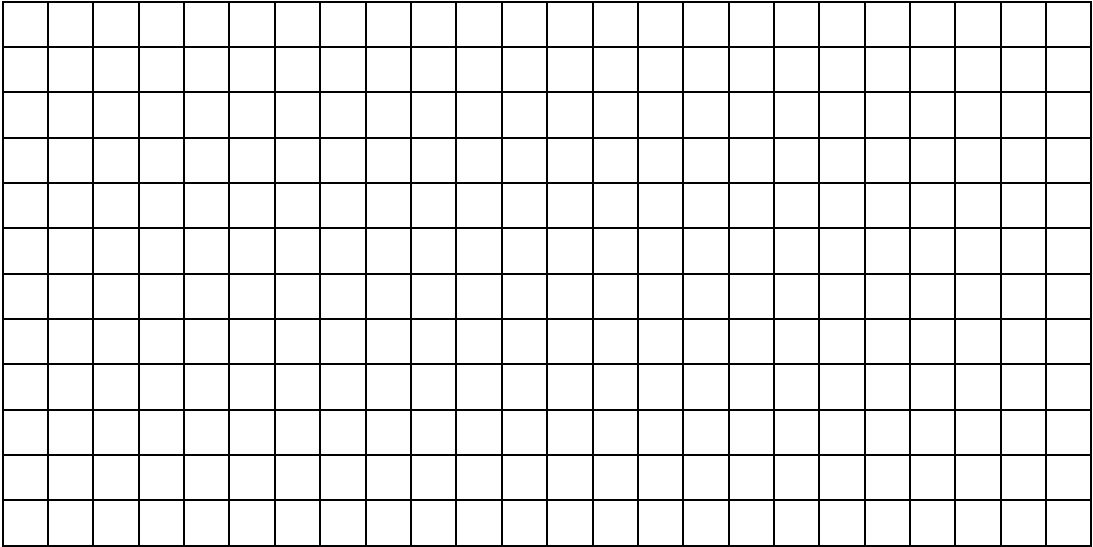
(5) 分别将计算机函数信号发生器通道2界面输入周期方波信号的频率改为2000Hz和500Hz，分别在下面的网格图中记录示波器的输出波形（至少绘制一个周期）。

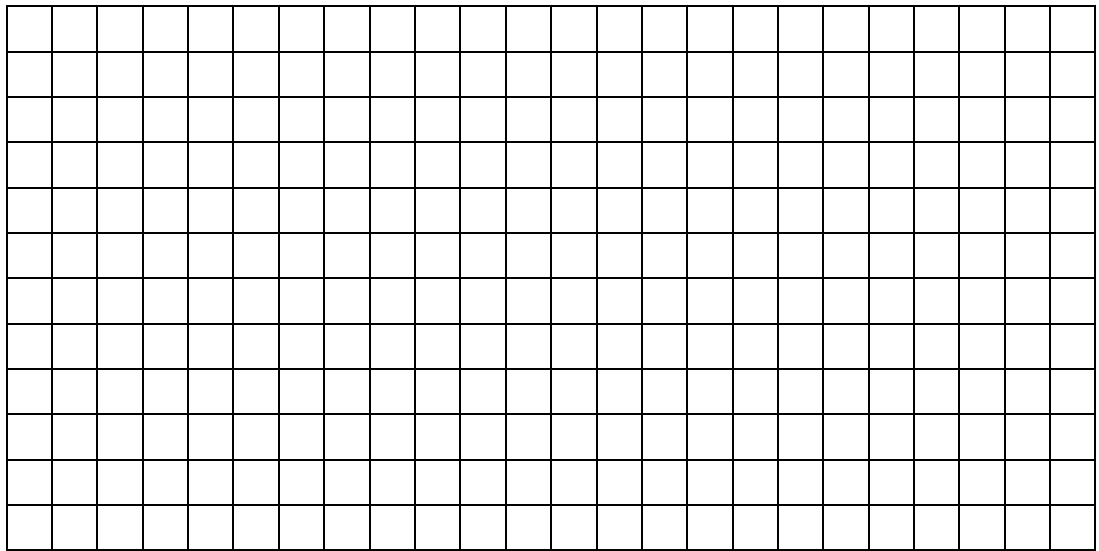
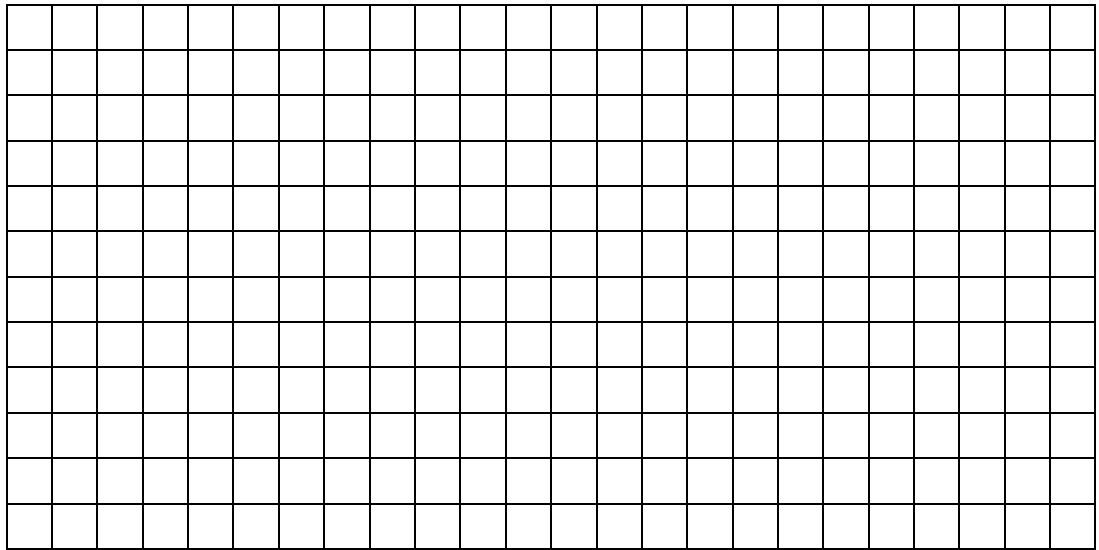


(6) **采样信号恢复。**按下图将“MULTIPLIER (乘法器)”的输出端 (kXY) 连接至“TUNEABLE LPF (低通滤波器)”的输入端 (IN)，将示波器通道1 (CH1) 的数据线连接至低通滤波器的输出端 (OUT)；将低通滤波器的截止频率调节旋钮 $f_c$ 和放大倍数调节旋钮GAIN分别置于箭头向上的位置。实物连接见下图，注意：数据线的黑色端必须接地 (GND)。



(7) 分别将函数信号发生器通道2界面输入周期方波信号的频率设置为4000Hz、2000Hz和500Hz，分别在下面的网格图中记录示波器的显示的采样信号恢复波形（至少画出一个周期）。





## ■ 实验现象分析

请根据采样定理、低通滤波器的原理分析和解释以下问题：

- (1) 周期方波的频率对采样信号有什么影响？
- (2) 为什么周期方波的频率为500Hz时，低通滤波器的输出信号不是正弦波？