

西北工业大学

信号与线性系统实验报告

学院： 计算机学院

班级： 10012006

学号： 2020303245

姓名： 夏卓

2022 年 5 月 8 日

实验四 线性时不变系统

一、实验内容

实验目标：

- (1) 掌握线性时不变系统的特性；
- (2) 学会验证线性时不变系统的性质；

具体内容：

- (1) 叠加性与均匀性观察
- (2) 时不变特性观察
- (3) 微分特性观察
- (4) 因果性观察

二、实验过程

准备工作：

- (1) 打开实验箱和电脑，将 nextkit 与电脑连接并进入示波器页面，将探头中的地线夹住实验箱上的接地金属
- (2) 确认实验箱正常后打开电源开关，找到右下角的两个按钮，长按以切换信号输出模式为 11

具体实验过程：

1、 叠加性与均匀性观察：

- (1) 设置信号产生模块为模式 11。
- (2) 用按键 1 使对应的 “信号 A 组” 的输出 $1-x^2$ 信号（信号 A 组的信号输出指示灯为 001011）；
- (3) 用按键 2 使对应的 “信号 B 组” 产生正负锯齿脉冲串信号（信号 B 组的信号输出指示灯为 010100）。
- (4) 用短路线将模拟信号 A、B 组的输出信号同时送入 JH5004 的 “线性时不变系统” 的两个单元，分别记录观察所得到的系统响应；
- (5) 将上述响应通过示波器进行相加，观察响应相加之后的合成响应；
- (6) 将模拟信号 A、B 组的输出信号分别送入 JH5004 的 “基本运算单元” 的加法器，将相加之后的信号送入 JH5004 的 “线性时不变系统” 单元，记录观察所得到的系统响应；
- (7) 比较 4、5 两步所得结果，并对之进行分析；

2、 时不变特性观察：

- (1) 设置信号产生模块为模式 10。
- (2) 通过信号选择键 1，使对应的 “信号 A 组” 输出间隔正负脉

主持人：

参与人：

实验日期：

冲信号（信号 A 组的信号输出指示灯为 001001）。

- (3) 将模拟 A 组的输出信号加到 JH5004 的“线性时不变系统”单元，记录观察所得到的系统响应。观察不同延时的输入冲击串与输出信号延时的时间关系；

3、微分特性观察：

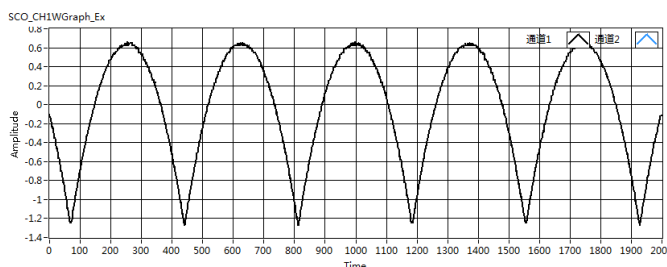
- (1) 通过信号选择键 1 使“信号 A 组”输出正负指数脉冲信号（A 组信号输出指示灯为 001110），通过信号选择键 2 使“信号 B 组”输出“正负指数脉冲积分信号”（B 组信号输出指示灯为 001111），这个信号是前一个信号的积分。
- (2) 将模拟 A 组的输出信号与模拟 B 组的输出信号加到 JH5004 的“线性时不变系统”单元的两个相同系统上，用示波器分别记录所得到的系统响应，并比较这两个响应；

4、因果性观察：

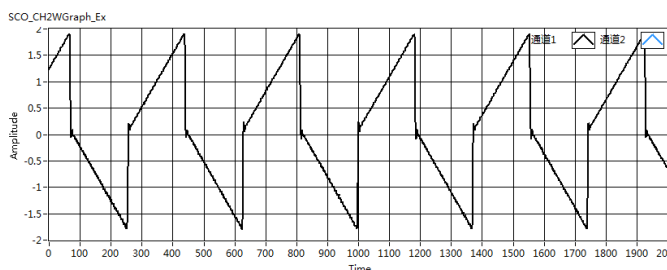
- (1) 通过信号选择键 1，使对应的“信号 A 组”输出正负锯齿信号（信号 A 组的信号输出指示灯为 010100）。
- (2) 将模拟 A 组的输出信号加到 JH5004 的“线性时不变系统”单元，记录观察所得到的系统响应。观察输入信号时刻与对应输出信号时刻的相对时间关系；

三、实验数据

1. 叠加性与均匀性观察



A 信号($1-x^2$)



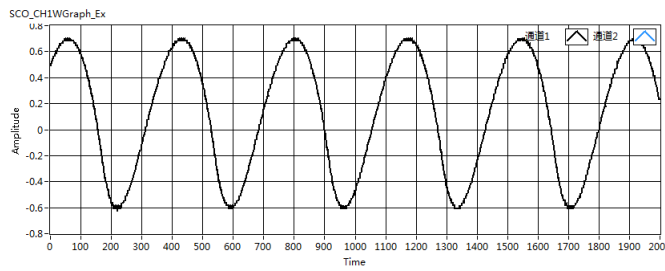
B 信号(正负锯齿脉冲串)

主持人：

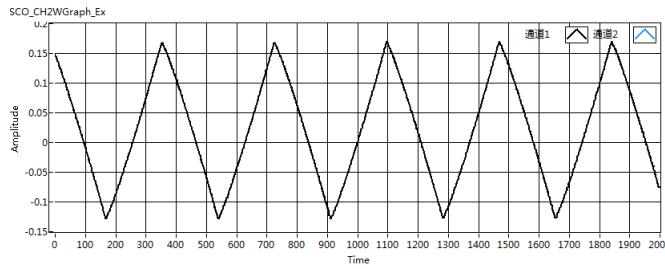
参与人：

实验日期：

经过线性时不变系统后：

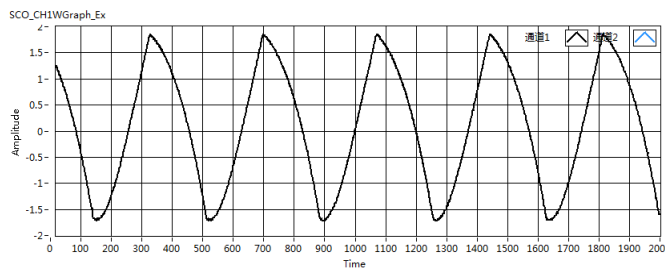


A 信号响应

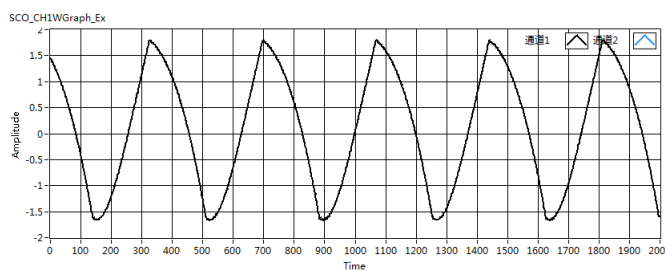


B 信号响应

加法合成后响应：

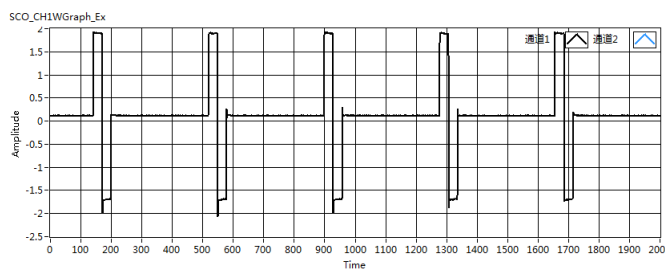


加法合成后经过线性时不变系统后：



（可以看出两图基本相同）

2.时不变特性观察

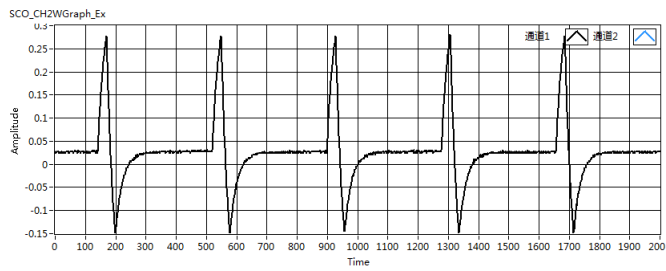


输入信号

主持人：

参与人：

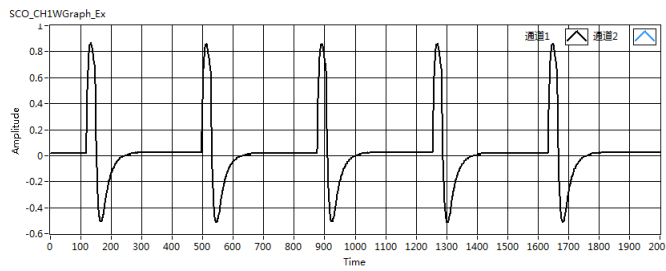
实验日期：



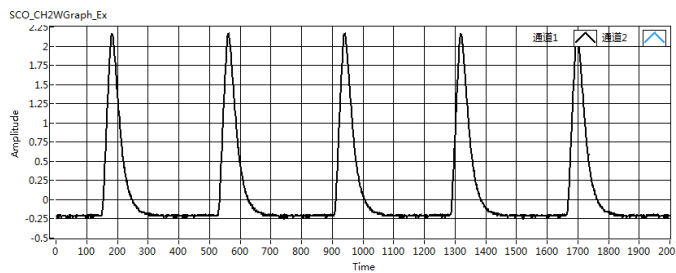
输出信号

3.微分特性观察

输入：

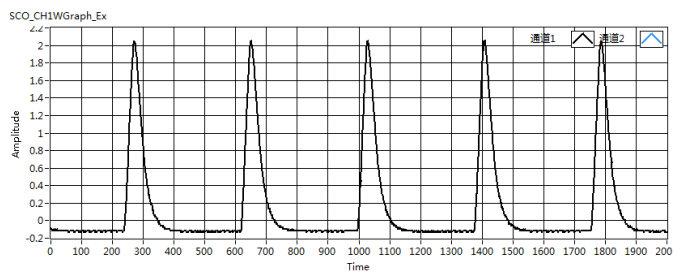
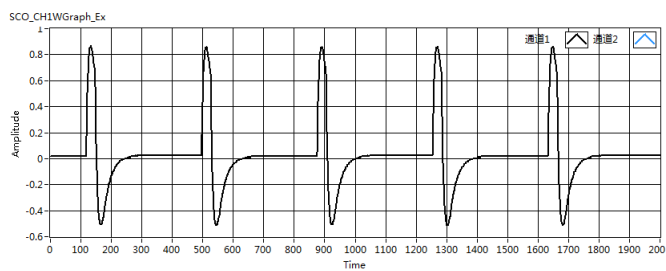


正负指数脉冲信号



正负指数脉冲积分信号

经过线性时不变系统后：



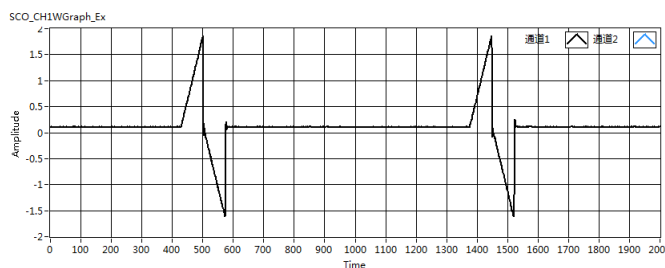
主持人：

参与人：

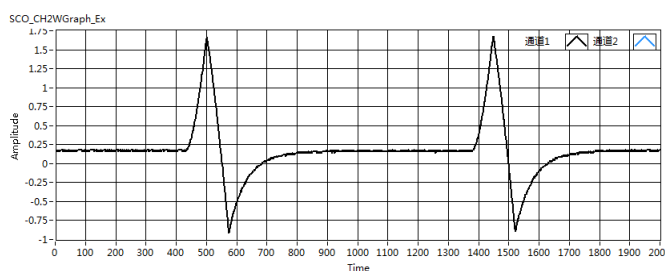
实验日期：

4.因果性观察

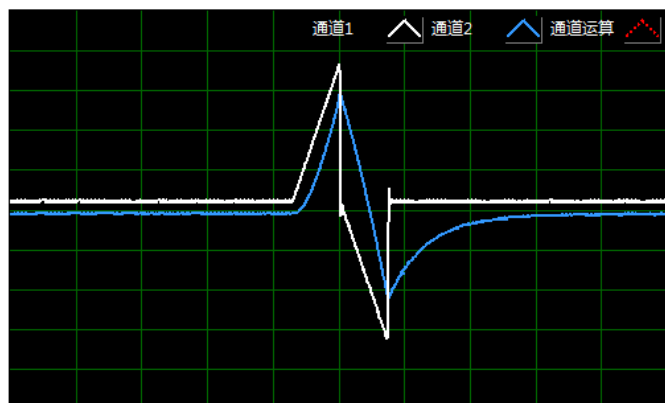
输入：



输出：



在同一坐标系下：



四、 实验结果分析及思考

思考题 1：对实验测量结果进行分析

叠加性：激励叠加，响应也叠加。

均匀性：如果激励将指定系数放大，响应也放大相同系数。

时不变特性：设激励为 $e()$ ，响应为 $f()$ 。若 $e_1(t) \rightarrow f_1(t)$ ，那么 $e(t - t_0) \rightarrow f_1(t - t_0)$ 。即激励的延迟或提前，会引起响应的延迟或提前。

微分性：激励的微分也产生的响应的微分

因果性：系统在 t_0 时刻产生的只与 $t \leq t_0$ 时刻的激励有关，而不与 $t > t_0$ 时刻的激励有关。即系统产生的响应只被当前时刻和以前时刻的激励决定，而不受未来激励的影响。

主持人：

参与人：

实验日期：

思考题 2：利用 JH5004 的一个输出信号，并结合以前所学的基本运算模块的特性，设计一个验证线性时不变系统的微分特性的实验方案

1. 将 A 信号选择 $1-x^2$ 信号加到 JH5004 的“线性时不变系统”单元上，将输出信号加到微分器的输入端，记录图像。

2. 先将 A 信号加到微分器上，然后加到 JH5004 的“线性时不变系统”单元上，用示波器观察图像。

3. 观察上述两幅图像是否相同。还可以将 A 信号更换成其他信号来进行验证。

实验五 零输入响应与零状态响应分析

一、实验内容

实验目标：

- (1) 掌握电路的零输入响应；
- (2) 掌握电路的零状态响应；
- (3) 学会电路的零状态响应与零输入响应的观察方法；

具体内容：

- (1) 系统的零输入响应特性观察
- (2) 系统的零状态响应特性观察

二、实验过程

准备工作：

- (1) 打开实验箱和电脑，将 nextkit 与电脑连接并进入示波器页面，将探头中的地线夹住实验箱上的接地金属
- (2) 确认实验箱正常后打开电源开关，找到右下角的两个按钮，长按以切换信号输出模式为 10

具体实验过程：

1、系统的零输入响应特性观察：

- (1) 通过信号选择键选择信号发生器为模式 10，对应的脉冲信号发生器产生周期为 35ms 的方波信号。用短路线将脉冲信号输出端与“零输入响应与零状态响应”单元的 X1 端口相连，用脉冲信号作同步，观察输出信号的波形。
- (2) 同上步，将信号产生模块中脉冲信号输入到 X2、X3 端口，用脉冲信号作同步，分别观察输出信号的波形。

注：对于周期较长的脉冲方波信号，可以近似认为在脉冲信号高电平的后沿，电路的电容已完成充电。当进入脉冲信号的低电平阶段

主持人：

参与人：

实验日期：

时，相当于此时激励去掉。电路在该点之后将产生零输入响应。因而对零输入响应的观察应在脉冲信号的低电平期间。

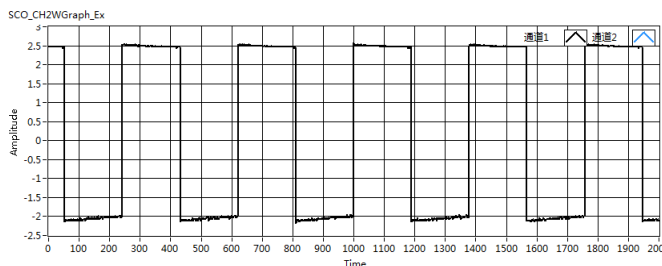
2、系统的零状态响应特性观察：

- (1) 通过信号选择键选择信号发生器为模式 10，对应的脉冲信号发生器产生周期为 35ms 的方波信号。用短路线将脉冲信号输出端与“零输入响应与零状态响应”单元的 X1 端口相连，用脉冲信号作同步，观察输出信号的波形。
- (2) 同上步，将信号产生模块中脉冲信号输入到 X2、X3 端口，用脉冲信号作同步，分别观察输出信号的波形。

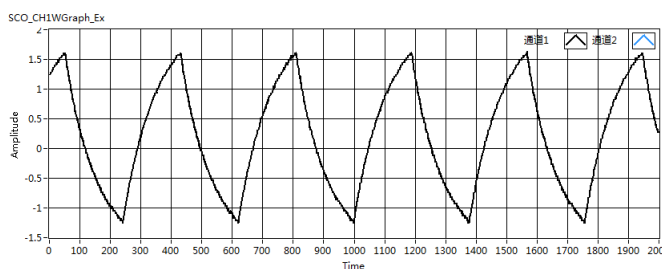
注：对于周期较长的脉冲方波信号，可以近似认为在脉冲信号低电平期间，电路的电容已完成放电。当进入脉冲信号的高电平阶段时，相当于此时激励加上。电路在该点之后将产生零状态响应。因而对零状态响应的观察应在脉冲信号的高电平期间。

三、实验数据

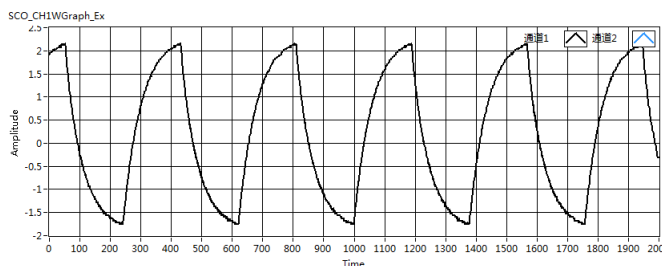
1. 系统的零输入响应特性观察 输入信号：



X1:



X2:

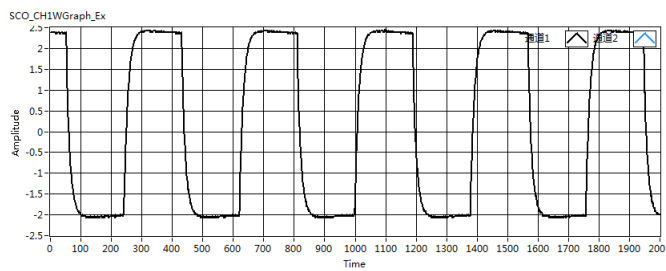


主持人：

参与人：

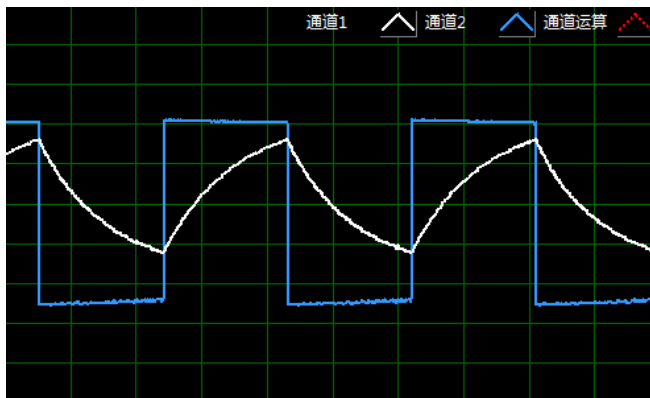
实验日期：

X3:

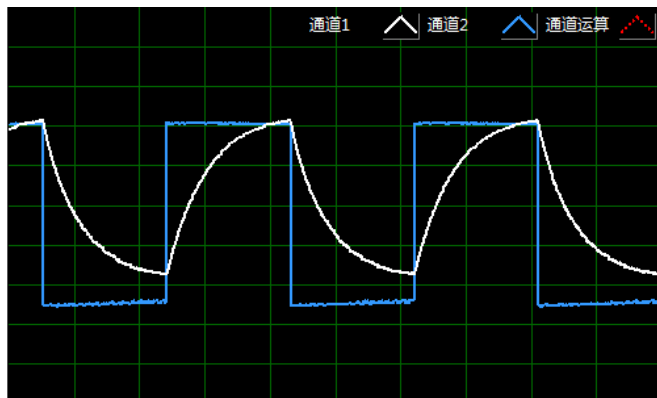


2. 系统的零状态响应特性观察
(波形与上图一致)

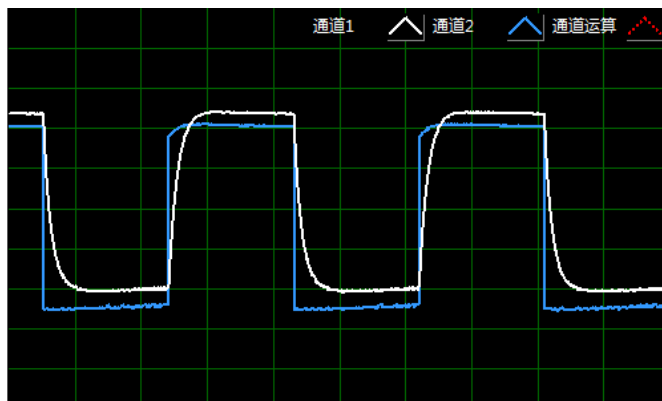
X1:



X2:



X3:



主持人:

参与人:

实验日期:

四、实验结果分析及思考

思考题 1：叙述如何观察系统的零输入响应

对于周期较长的脉冲方波信号，可以近似认为在脉冲信号高电平的后沿，电路的电容已完成充电。当进入脉冲信号的低电平阶段时，相当于此时激励去掉。电路在该点之后将产生零输入响应。因而对零输入响应的观察应在脉冲信号的低

电平期间。零输入响应 $e^{-\frac{t}{RC}} v_v(0_-)$ 以初始电压值开始，以指数规律进行衰减的。

思考题 2：理论分析相应连续信号在该电路下的零状态，并与实际实验结果进行对照比较

由理论知识可知 $u_c(t) = K e^{-\frac{t}{RC}} + U_S = U_S(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$ ，观察实验图像可知符合理论预期。

实验六 二阶串联、并联谐振系统

一、实验内容

实验目标：

- (1) 掌握二阶串联、并联谐振电路的基本构成；
- (2) 掌握二阶串联、并联谐振电路的 S 平面分析方法；
- (3) 掌握二阶串联、并联谐振电路特征参数的物理含义；

具体内容：

- (1) 串联谐振电路频响特性的观察
- (2) 并联谐振电路频响特性的观察

二、实验过程

准备工作：

- (1) 打开实验箱和电脑，将 nextkit 与电脑连接并进入示波器页面，将探头中的地线夹住实验箱上的接地金属
- (2) 确认实验箱正常后打开电源开关

具体实验过程：

1、串联谐振电路频响特性的观察：

- (1) 调整低频信号源产生一正弦输出信号，信号电平为 2Vpp，信号的频率范围为 0Hz~500KHz。

主持人：

参与人：

实验日期：

- (2) 将低频信号产生的输出信号加到串联谐振单元的 x 输入端，同时用示波器测量输入、输出信号的波形；
- (3) 改变信号源的输出频率，观察输出信号幅度的变化，并将各频率的幅度记录下来；
- (4) 画出该串联电路的频响特性。
- (5) 利用二次开发模块提供的元件，改变串联回路的电阻 R_2 ，重复上述实验，并分析实验结果；

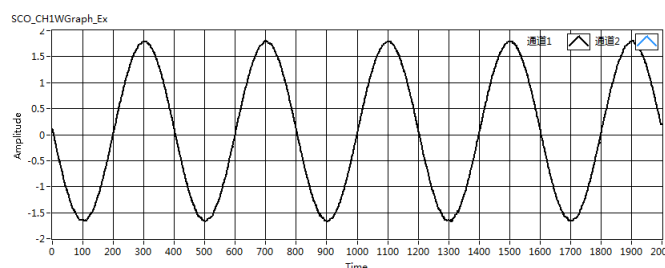
2、并联谐振电路频响特性的观察：

- (1) 调整低频信号源产生一正弦输出信号，信号电平为 $2V_{pp}$ ，信号的频率范围为 $0Hz \sim 500KHz$ 。
- (2) 将低频信号产生的输出信号加到并联谐振单元的 x 输入端，同时用示波器测量输入、输出信号的波形；
- (3) 改变信号源的输出频率，观察输出信号幅度的变化，并将各频率的幅度记录下来；
- (4) 画出该并联电路的频响特性。
- (5) 利用二次开发模块提供的元件，改变并联回路的电阻 R_2 ，重复上述实验，并分析实验结果；

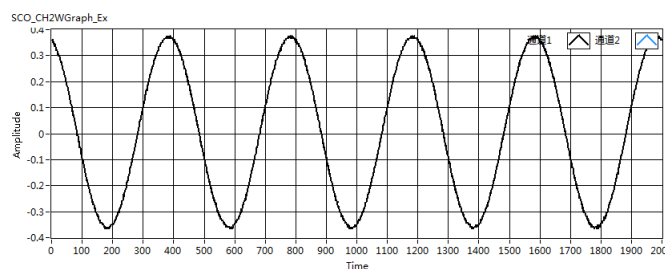
三、实验数据

1. 并联谐振电路频响特性的观察

5kHz:



输入信号



输出信号

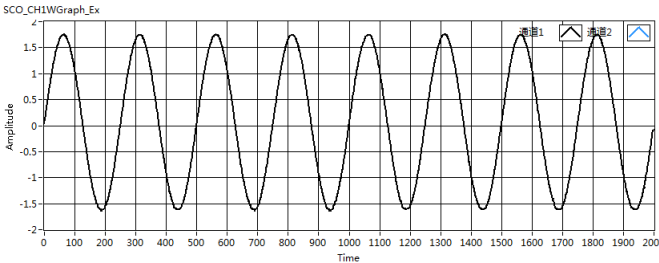
主持人：

参与人：

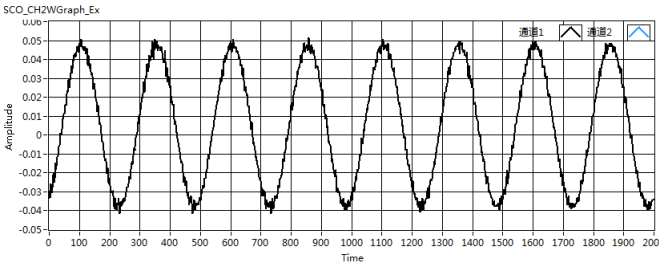
实验日期：

- 1 峰峰值 3.477V
- 1 频率 5000.000Hz
- 2 峰峰值 0.742V
- 2 频率 5000.000Hz

20kHz:



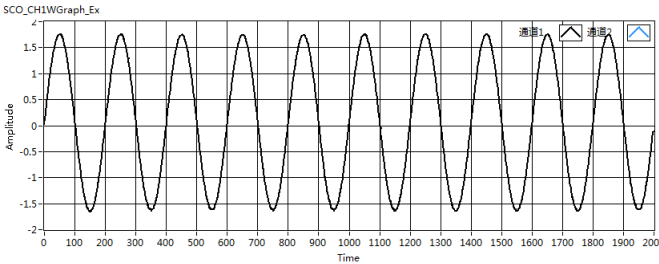
输入信号



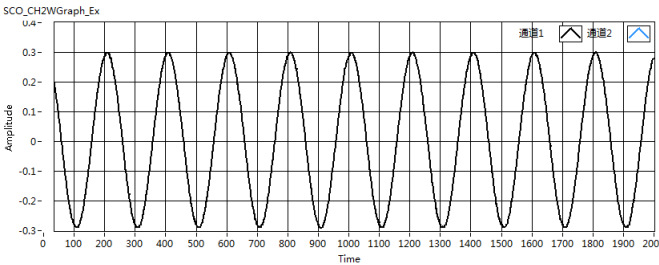
输出信号

- 1 峰峰值 3.398V
- 1 频率 20000.000Hz
- 2 峰峰值 0.093V
- 2 频率 20080.321Hz

100kHz:



输入信号



输出信号

主持人:

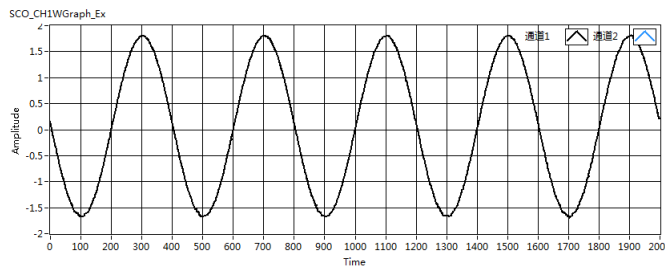
参与人:

实验日期:

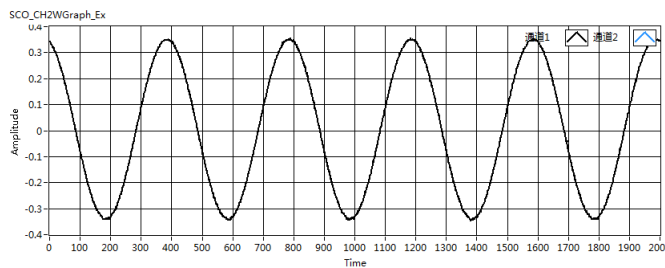
- 1 峰峰值 3.418V
- 1 频率 100000.000Hz
- 2 峰峰值 0.594V
- 2 频率 100000.000Hz

(改变串联回路的电阻 R2，重复上述实验)

5kHz:



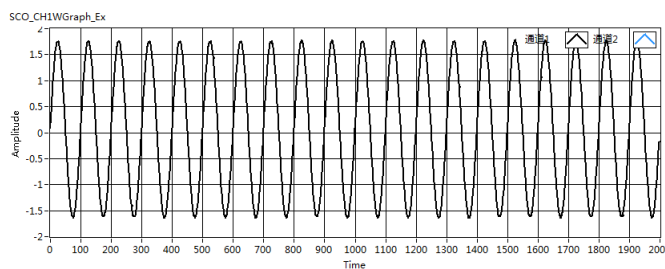
输入信号



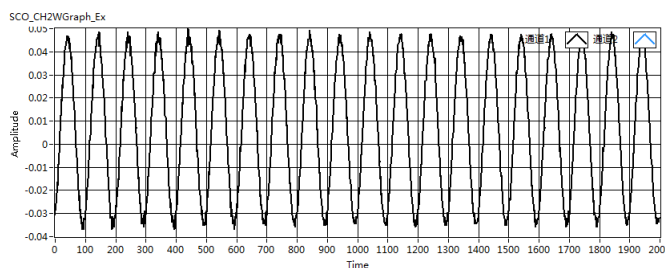
输出信号

- 1 峰峰值 3.516V
- 1 频率 5000.000Hz
- 2 峰峰值 0.703V
- 2 频率 4987.531Hz

20kHz:



输入信号



输出信号

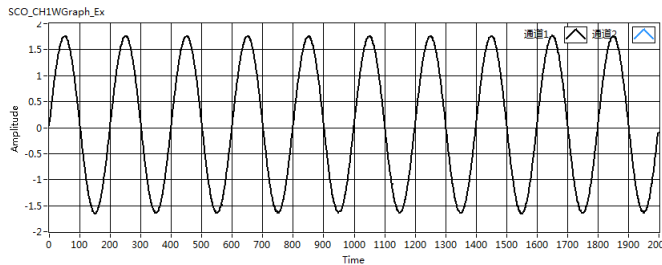
主持人:

参与人:

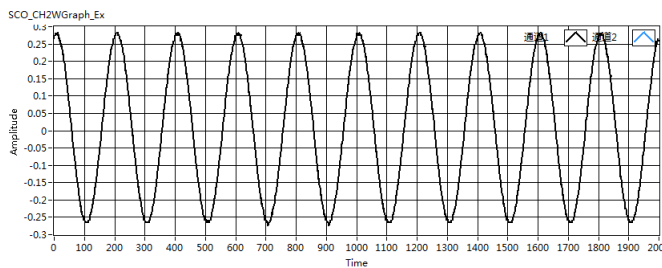
实验日期:

- 1 峰峰值 3.437V
- 1 频率 20000.000Hz
- 2 峰峰值 0.086V
- 2 频率 20202.020Hz

100kHz:



输入信号

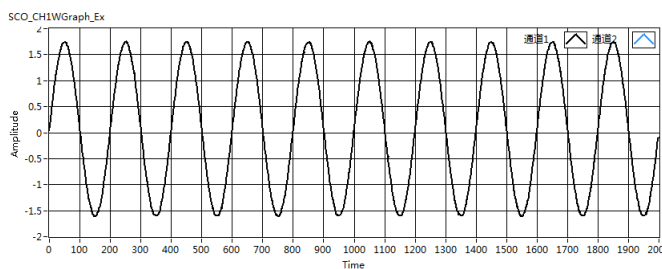


输出信号

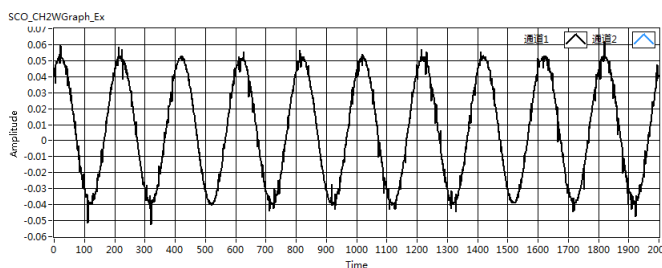
- 1 峰峰值 3.418V
- 1 频率 100000.000Hz
- 2 峰峰值 0.498V
- 2 频率 100000.000Hz

2. 串联谐振电路频响特性的观察

10kHz:



输入信号



输出信号

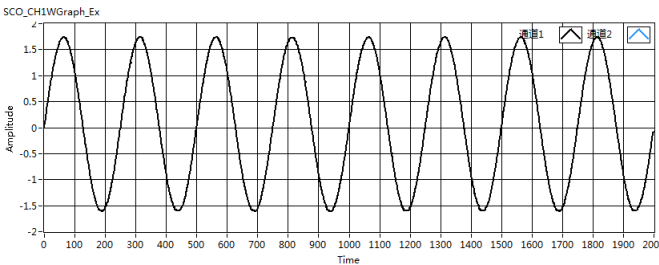
主持人:

参与人:

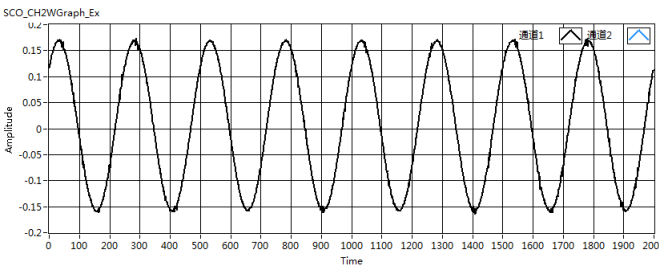
实验日期:

- 1 峰峰值 3.379V
- 1 频率 10000.000Hz
- 2 峰峰值 0.114V
- 2 频率 10000.000Hz

20kHz:



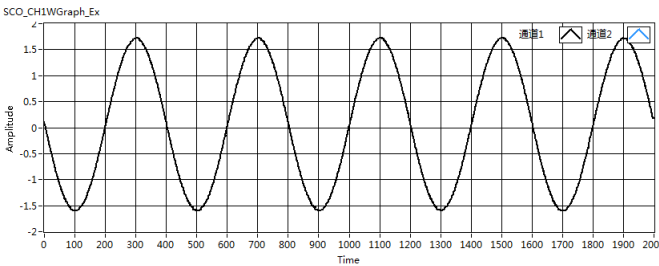
输入信号



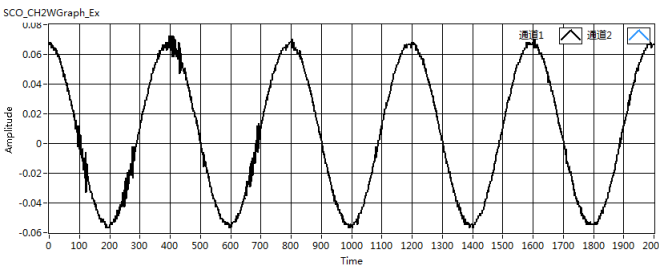
输出信号

- 1 峰峰值 3.359V
- 1 频率 20000.000Hz
- 2 峰峰值 0.338V
- 2 频率 20000.000Hz

50kHz:



输入信号



输出信号

主持人:

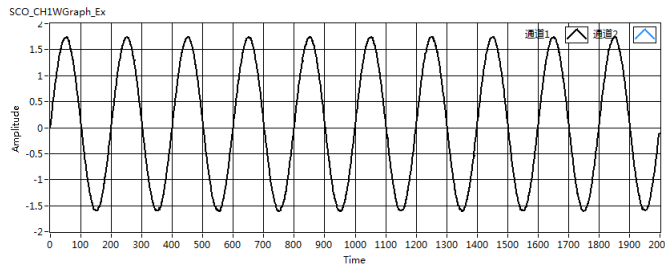
参与人:

实验日期:

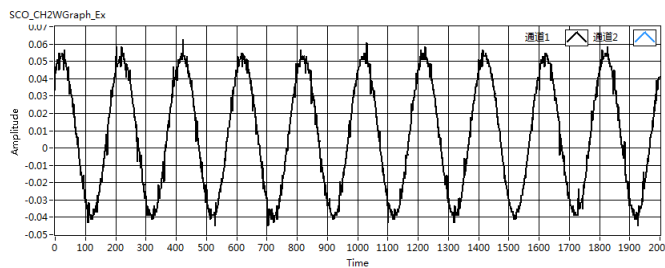
- 1 峰峰值 3.320V
- 1 频率 50000.000Hz
- 2 峰峰值 0.129V
- 2 频率 50251.256Hz

(改变串联回路的电阻 R2，重复上述实验)

10kHz:



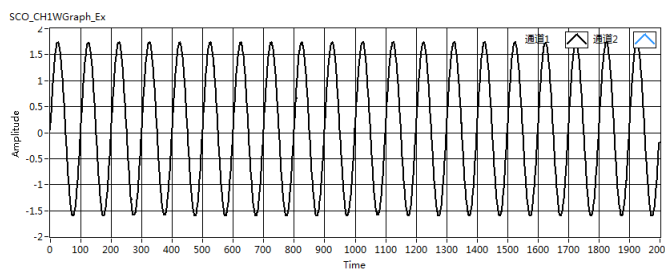
输入信号



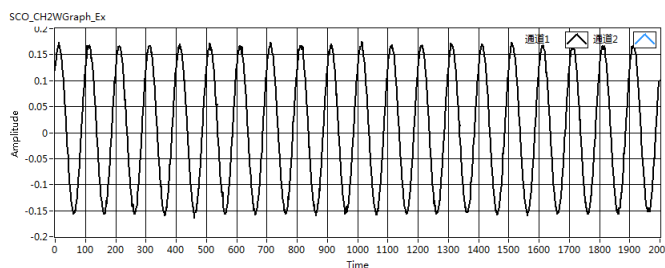
输出信号

- 1 峰峰值 3.359V
- 1 频率 10000.000Hz
- 2 峰峰值 0.107V
- 2 频率 10050.251Hz

20kHz:



输入信号



输出信号

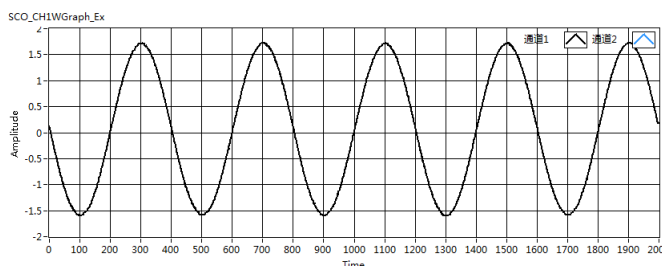
主持人:

参与人:

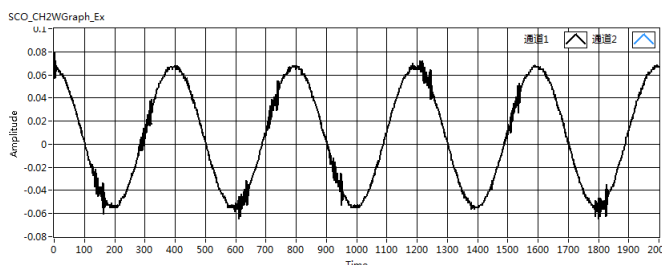
实验日期:

- 1 峰峰值 3.340V
- 1 频率 20000.000Hz
- 2 峰峰值 0.340V
- 2 频率 19801.980Hz

50kHz:



输入信号



输出信号

- 1 峰峰值 3.340V
- 1 频率 49875.312Hz
- 2 峰峰值 0.145V
- 2 频率 50000.000Hz

四、实验结果分析及思考

思考题 1：分析电阻对串联谐振电路参数影响？

电阻 R 越大，幅频越大。

思考题 2：分析电阻对并联谐振电路参数影响？

电阻 R 越大，幅频越小。

思考题 3：分析串联谐振电路与并联谐振电路性能上有哪些不同？

串联谐振中，谐振阻抗理想值为 0 （短路），此时电流的有效值达到最大。
 并联谐振中，谐振阻抗理想值为无穷大（断路），电压的有效值达到最大。

主持人：

参与人：

实验日期：