

# 电学预科实验 报告

中国科学院大学 2002 华文翰 2020K8009907031

实验日期：2021-9-27

授课老师：中国科学院物理研究所 丰家峰

## 实验一：示波器和信号发生器的使用

实验一总共分为五个阶段：

- 1、单通道信号 Y-T 模式。
- 2、双通道信号 MATH 求和。
- 3、双通道信号 X-Y 模式/李萨如图形。
- 4、示波器探头的使用。

### 阶段一：单通道信号 Y-T 模式

正式实验前，我首先熟悉了示波器和信号发生器的使用，通过动手操作熟悉各个旋钮和按钮的作用。

在示波器 Y-T 模式下，我观察到了两个正弦波的图像。

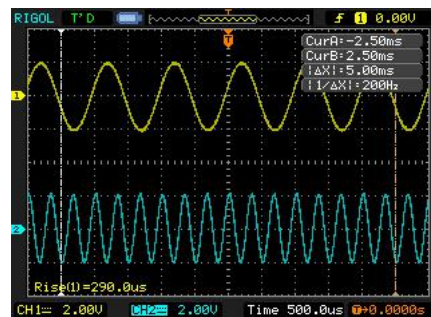


图 1 CH1 和 CH2 分别输入频率不同的正弦波

经过计算，我发现示波器显示的振幅与信号发生器的设定振幅比为 10:1。在老师的答疑解惑后，我明白了示波器有放大信号的功能。

### 阶段二：双通道信号 MATH 求和

在 Y-T 模式下，我向 CH1 和 CH2 分别输入频率为 1kHz 振幅 5Vpp 相位为 0 度的正弦波，并观察到了叠加图像。经过观察、分析，我发现尽管信号发生器内 CH1 和 CH2 信号无相位差，但是在示波器显示时还是出现了相位差。

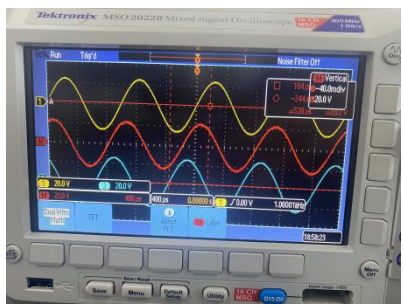


图 2 两个正弦信号的求和

我又尝试了多种正弦波和方形波/斜波的叠加。

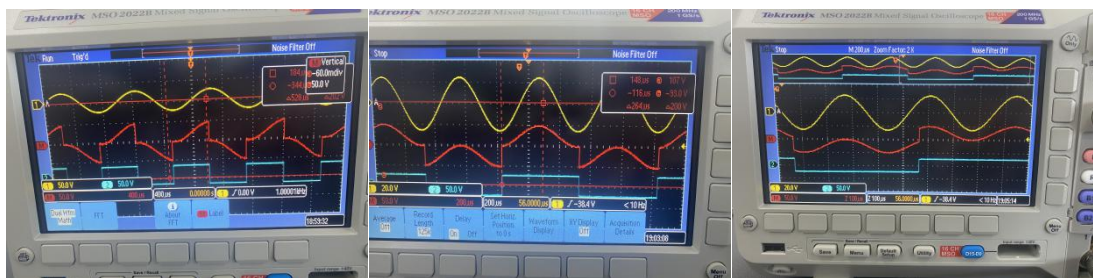


图 3 - 图 5 正弦波与不同频率方形波叠加

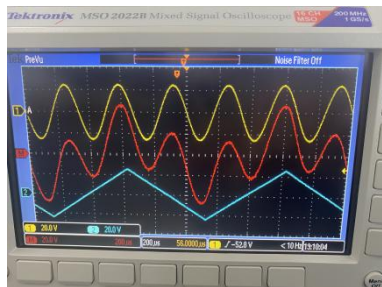


图 6 正弦波和斜波叠加

### 阶段三：双通道信号 X-Y 模式/李萨如图形

将示波器显示模式调整到 X-Y 模式后，可以得到李萨如图形，多次调整两个输入波的频率，即可得到不同形态的李萨如图。



图 7、图 8 频率比为 1:1 的两个信号形成的李萨如图 (相位有区别)

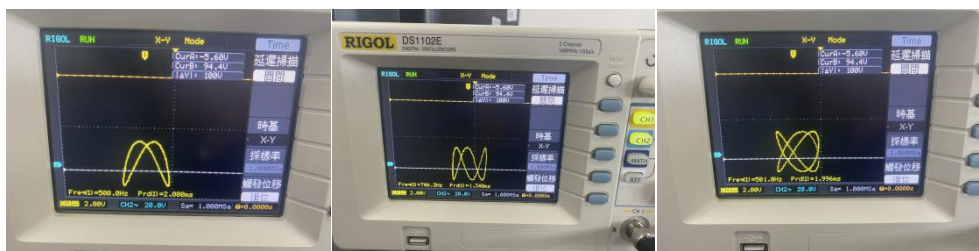


图 9、图 10、图 11 频率比分别为 1:2、1:3、2:3 的两个信号形成的李萨如图

#### 阶段四：示波器探头的使用

首先，我们学会了示波器探头的使用原理，并动手操作调整补偿电容。我发现实际操作调整补偿电容较为困难。

我们以一块主板（DS1KD 演示板）为基础，模拟实际情况下遇到的信号测量。



图 12 主板俯视图

一些典型和新奇的波形如下。

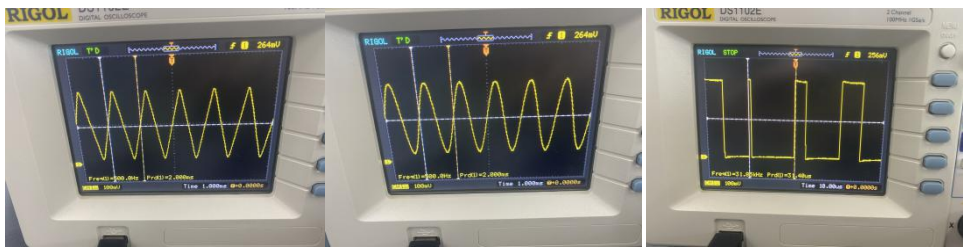


图 13 图 14 图 15 三角波信号、正弦信号、毛刺信号

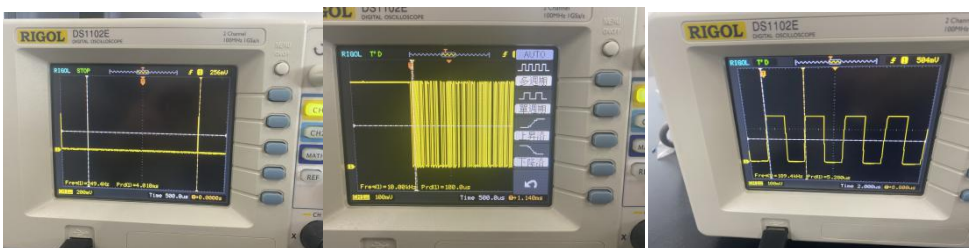


图 16 图 17 图 18 脉冲信号、RS232、方波信号

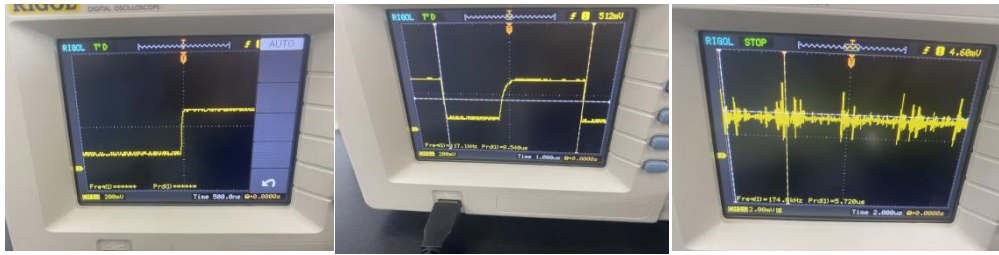


图 19 图 20 图 21 SPI-MOSI、IIC-SCL、GND

主板信号测量后，我进行了人体电信号、桌面电信号的测量。



图 22 个人的人体电信号

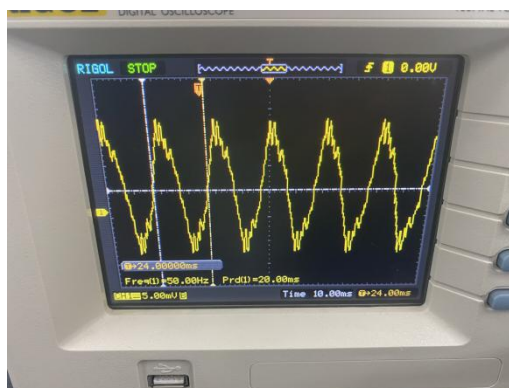


图 23 桌面的电信号

经过读取数据和计算，我的电信号振幅为 3.6V 频率为 50Hz。桌面信号振幅为 0.065V，频率为 50Hz。

## 实验二：万用表使用

### 第一阶段：测量电阻、电容、二极管阻值、人体电阻

我们首先学习了万用表的使用，随后主要用电阻档、电容档、交流电压档进行了测量。

我首先测量了三个电阻，阻值分别为 1.003k 欧姆、10.3 欧姆、10.3 欧姆，随后测量了一个电容，从两个方向测量结果为 9.07 $\mu$ F, 9.08 $\mu$ F（可见被测电容没有明显的正负方向），随后我又测量了一个二极管的阻值，正向电阻为 5.47M 欧姆，逆向电阻为无穷大。

随后，我又测量了人体的电阻，测量结果为：双手食指之间的电阻为 10M 欧姆，单手的食指和中指之间的电阻为 6.68M 欧姆。



## 第二阶段：使用可编程直流电源

我使用可编程电源，直接将万用表接到输出两端，测量直流电压和电流。通过调节电源设定值，观察万用表读数。

## 第三阶段：测量市电压

我使用交流电压档测量了市电压，为 226.9V。

## 思考题：

- 1、波形不能稳定显示，本质上的原因是无法稳定触发。而触发设置选项里的触发电压超出信号的电压范围时，则无法确定屏幕上的时间零点，即不同步。左右跳动是示波器输入端电容充放电的结果。稳定触发是稳定显示的前提。
- 2、当信号不满足触发条件时，示波器不能显示稳定波形。有可能是因为 1) 测量信号不是周期信号，需要手动调节。2) 信号频率或振幅过低。
- 3、CH1 和 CH2 使用的探头不相同，在示波器上选择与探头衰减比例匹配的选项才能正确测量。CH1 正确调节了选项，CH2 错误调节了选项，因此所测电压为实际电压 10 倍。
- 4、观察方波波形，如果扫描频率是方波的两倍会看到正常方波。如果扫描频率是方波的 2/3 看到的是占空比不同的方波。
- 5、示波器带宽是模拟得出的示波器能够测试信号频率的范围，但是扫描频率（采样率）代表每秒钟采集多少个样点。两者的基本关系是：采样频率不低于信号带宽的两倍（每个周期内至少采 2 个点）。示波器的带宽若选择过小，可能没有覆盖主要频率分量，波形失真，波形细节丢失；带宽若选择过大，会带来更多低噪。如果用 100M 带宽的示波器观察 200 M 的波形会导致波形大量失真。
- 6、可能原因是外界干扰信号较小，没有对结果产生较大影响；或者外界电磁波干扰很明显。将接地黑夹子夹上，若波形改变，则为干扰，若不改变，则为待测波形。
- 7、X-Y 模式。转动的原因是 x 信号与 y 信号的频率不是严格整数比，相位差会不断改变。
- 8、我使用的是示波器 rigol DS1000Z。分辨率 800 X 480。直流电源为 DP711，纹波指标为  $< 3\text{mVpp}$ （常模电压）， $< 2\text{mA}_{\text{rms}}$ （常模电流）。对于带宽较高的示波器，纹波测试的结果有意义；对于带宽较低的示波器，纹波测试结果影响不大。
- 9、电源应从零开始，缓慢增加。增加电压时应该时刻注意万用表 2 读数，防止超过 440mA。
- 10、我们小组进行了课堂讨论，我帮助了他人解决问题。感想如下。

丰老师带领我们详细学习了“如何正确使用示波器和信号发生器”以及“如何正确使用万用表”。但令我印象格外深刻的是丰老师提出的“4 个尊重+2 个能力+1 个定位”。

“4 个尊重”指尊重老师、尊重设备、尊重知识、尊重自己。尊重老师具体来讲是不迟到、专心听讲；尊重设备具体指不损坏器材，爱护器材；尊重知识具体指提前预习，认真反思总结；尊重自己指不浪费时间，一定要有所收获。

“2 个能力”指独立思考的能力和记录处理数据的能力。独立思考是为了锻炼自己的思维，应对更复杂的问题；记录处理数据既包括记录实验数据，养成良好的科研素养，也指记录人生的“数据”，方便回顾人生经历和总结人生经验。在特定场合下，一些记录可以有实际的价值。

“1 个定位”指认识到中国科学家在这个时代的使命担当。丰老师用生动的例子展现了中国科研需要进步的方面，提出科学家要善于将知识转化为财富。

这节课我收获颇丰，感谢丰老师的教诲。