

东南大学电工电子实验中心

实 验 报 告

课程名称: 电路实验

第 1 次实验

实验名称: 电子元器件识别及仪器使用

院（系）： 电子科学与工程学院

专 业：电子信息大类（无锡）

姓 名: 孙寒石 学 号: D2219117

实 验 室: 104 实验组别: 17

同组人员： 张扬 实验时间： 2020 年 8 月 31 日

评定成绩: _____ 审阅教师: _____

一、实验目的

1. 掌握电阻、电位器、电容、电感、二极管等常用电子元器件的分类、封装、参数范围、用途等特点。
2. 学习常用实验仪器设备的测量对象、范围、精度、用途；掌握其使用与调节方法； 常见故障排除方法。

二、实验原理（预习报告内容，如无，则简述相关的理论知识点。）

1. 示波器的直流、交流、接地耦合方式的区别及适用情况：

1) 直流（DC）

DC 耦合方式为信号提供直接的连接通路，因此信号提供直接的连接通路。因此信号的所有分量（AC 和 DC）都会影响示波器的波形显示，对应的波形为信号的全波形。直流耦合适合测定信号直流和观测极低频信号。

2) 交流（AC）

AC 耦合方式则在 BNC 端和衰减器之间串联一个电容，从而使得信号的 DC 分量就被阻断，而信号的低频 AC 分量也将受阻或大为衰减。因此交流耦合用于观测交流和含有直流成分的交流信号，或可以观测波动较小但直流分量较大的信号，以便精准测量交流部分。

1) 地（GND）

当选择“地”时，扫描线显示出“示波器地”在荧光屏上的位置。这时，输入信号和衰减器断开并将衰减器输入端连至示波器的地电平。当选择接地时，在屏幕上将会看到一条位于 0V 电平的直线，可以使用位置控制机构来调节这个参考电平或扫描基线的位置。

2. 示波器探头“×1”和“×10”档的区别：

当选择“×1”档时，信号时没有经过衰减进入示波器的。

而选择“×10”档时，信号经过衰减 1/10 后进入示波器，当测量较高电压时，可以使用“×10”档将电压衰减后进入示波器。

此外“×10”档的输入阻抗要高于“×1”档的输入阻抗，在测量驱动能较弱信号时可以用“×10”档更好测量。

在测定电压高低不明确的信号时，可以先用“×10”档试接一下从而选择适当的量程。

3. 示波器触发调节的作用及触发源的选择原则：

示波器触发调节的作用：

触发器是一个具有记忆功能的，具有两个稳定状态的信息存储器件，在一定的外界信号作用下，可以从一个稳定状态翻转到另一个稳定状态。如果触发器调节不当，波形就会出现不稳定的状态，波形会左右移动从而造成重影，不能较好地观察波形。通过调节触发器，就可以是的波形稳定下来，便于后续的测量与观察。

触发源选择原则：

单路测试时，触发源必须与被测信号所在通道一致，否则波形将不稳定。两个同频信号双路测试时，应选信号强的一路为触发信号源。两个有整倍数频率关系的信号，应选频率低的一路作为触发信号源。两路没有整倍数频率关系的信号，无法同时稳定显示，除非用存储方式。

4. 利用万用表量程的选择有自动和手动两种方式。万用表可以根据输入信号自动选择合适的量程，这对用户来说是非常方便的。但是由于万用表无法确定对每个测量应用哪个量程，手动选择量程可以获得更高的读数精确度。

三、实验内容

1. 电阻、电容参数测量；

a) 任意选取两只不同值电阻识别其标称值；用万用表测量电阻，并与标称值比较；

表 1 电阻的测量

测量值	9.815k Ω	10.118 Ω
色环	棕黑黑红棕	棕黑黑金棕
标称阻值	10000 Ω	10 Ω
标注误差	± 1%	± 1%
实测误差	-1.85%	1.18%

b) 任意选取两只电容识别其标称值；用万用表测量电容，并与标称值比较；

表 2 电容的测量

标称容量	0.01μF	330μF
------	--------	-------

万用表测量电容量	9.68nF	325.36μF
实测误差	-3.2%	-1.4%

2. 调节直流稳压源输出电压

a) 用万用表监视电压输出，对比两者的电压指示值：

表 3 直流电压测量

直流稳压电源输出电压 显示（指示）值	10V
万用表测量输出电压值	10.004V
实测误差	0.04%

b) 电压源限流观察

将电流输出值设置为零，调节并观察电压输出值。

如果将电流输出值置零，可以看到电压的输出值从当前值不断下降，最终趋向于零，且电流实际值始终不能达到 0，停留在 0.01A 左右。

3. 示波器的补偿（校准）信号测量

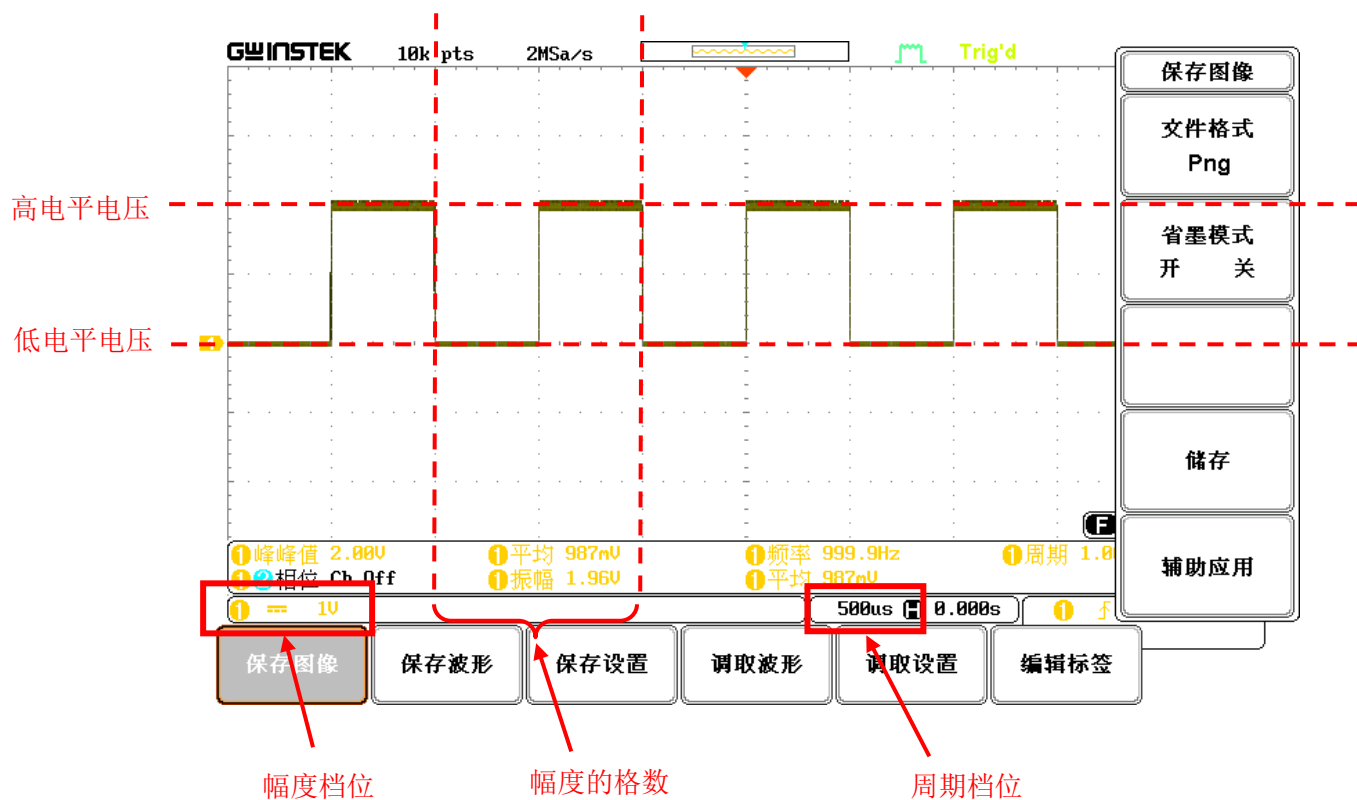
a) 在示波器稳定显示其补偿（校准）信号，观测其频率、幅度、高低电平电压值，记录波形；

测量方法：在屏幕上先读出波形垂直所占格数或水平所占格数，然后用“格数×档位（V/DIV，S/DIV）”方式计算相应电压或时间。

表 4. 示波器补偿（校准）信号测量

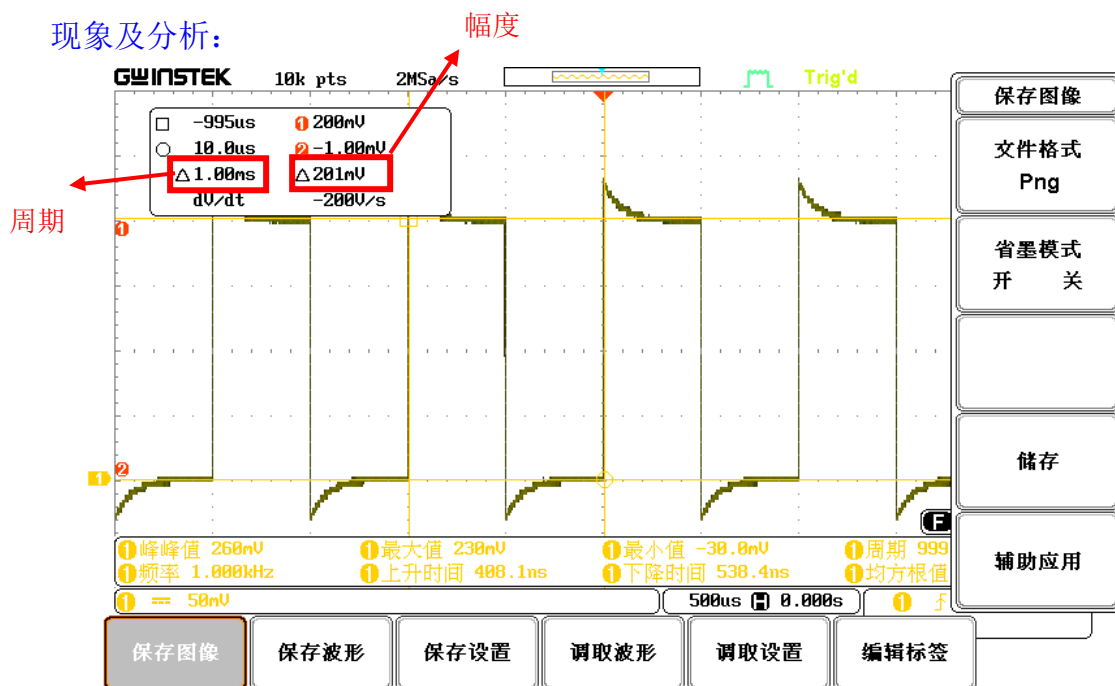
探头 衰减	幅度			高电平电压			低电平电压			周期			频率
×1	档 位	格 数	计算 值	档 位	格 数	计算 值	档 位	格 数	计算 值	档 位	格 数	计算 值	1kHz
	1V	2	2V	1V	2	2V	1V	0	0V	500 μs	2	1ms	

波形记录：



b) 将示波器的探头开关衰减变为“ $\times 10$ ”，观察实验现象并作出解释（幅度、周期）。

现象及分析：



现象：如上图所示，波形有细微变化，当发生上下跳变时，会有一段上翘；若不考虑上翘部分，既平稳时的幅度，该幅度为 200mV，大致为“ $\times 1$ ”时幅度的 1/10；若考虑上翘部分，则要比“ $\times 1$ ”时幅度的 1/10 要大；周期值与“ $\times 1$ ”时的周期大致相同，都为 1ms。

解释：当选择 $\times 1$ 时，信号没有经过衰减进入示波器；当选择 $\times 10$ 档时， $\times 10$ 探

棒内部有阻容元器件对信号进行了衰减，信号经过衰减到 1/10 后再进入示波器。

4. DDS 信号源测量

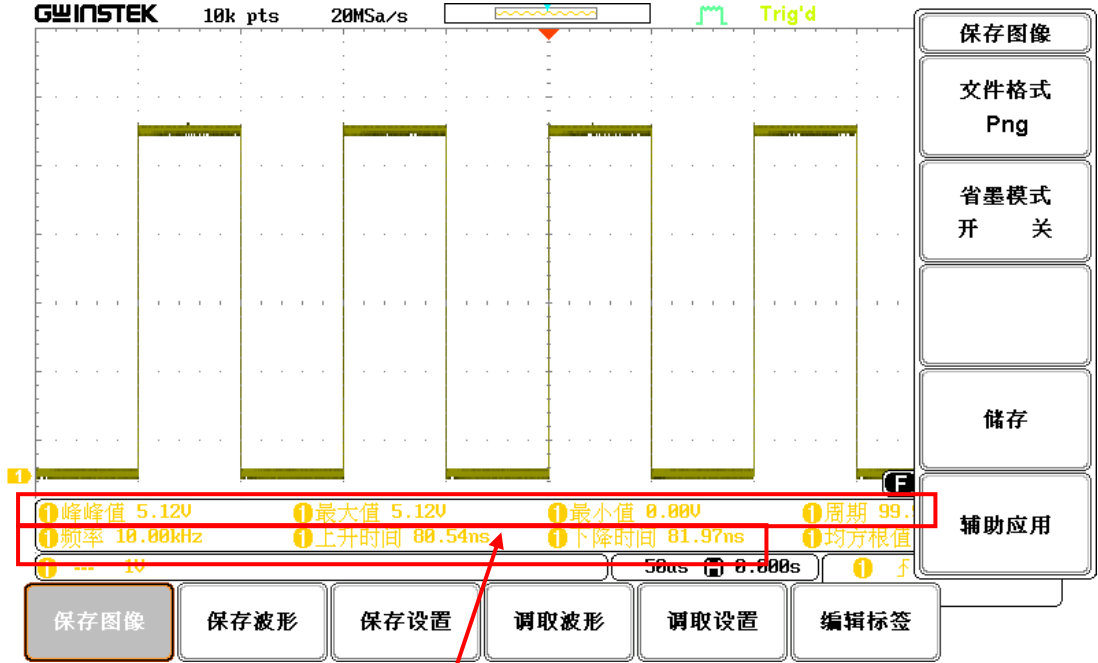
输出 10kHz 的脉冲波形，低电平 0V，高电平 5V，占空比 50%。示波器稳定显示波形。

a) 用示波器测量信号的周期、频率、峰峰值和低电平电压、高电平电压（测量方法：使用面板上的“Measure”按钮，调出菜单，在显示屏上读数）；用万用表测量其直流分量。

表 5.脉冲信号的测量

信号源	示波器测量结果							万用表测量结果
频率(Hz)	峰峰值	高电平电压	低电平电压	周期	频率	上升时间	下降时间	直流分量
10k	5.12V	5.12V	0V	99.99 μs	10.00kHz	80.54ns	81.97ns	2.54V

波形记录：

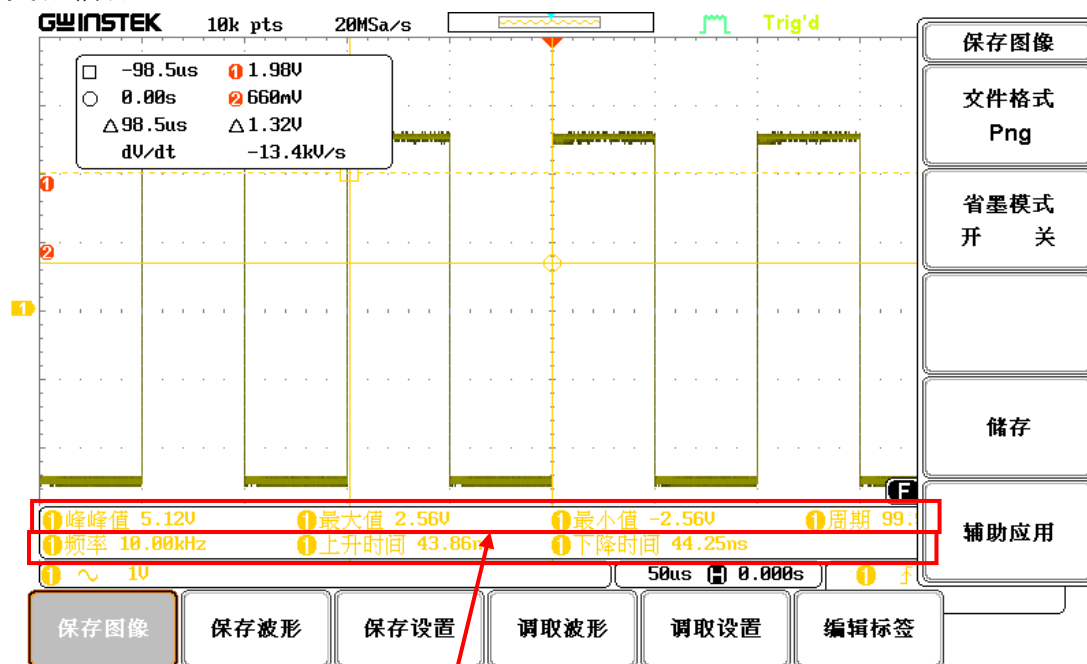


利用“Measure”读取的示数

b) 改变测量通道的耦合方式，观察记录波形变化；波形、周期、频率、峰峰值、低电平电压、高电平电压各有什么变化；

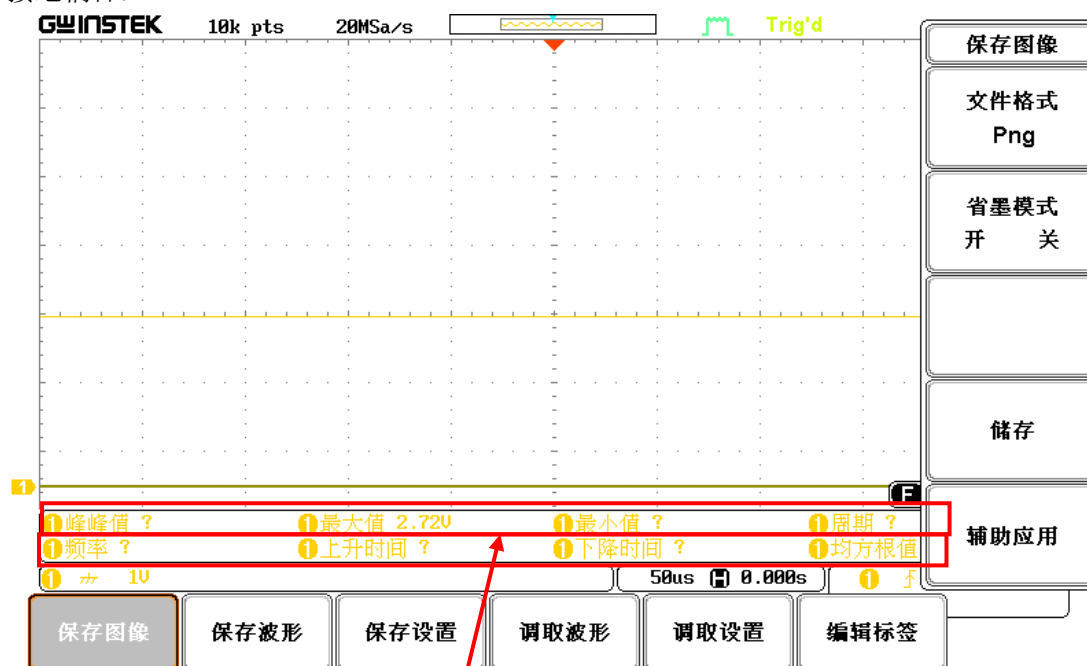
波形记录：

交流耦合：



利用“Measure”读取的示数

接地耦合：



利用“Measure”读取的示数

变化情况及分析：

变化情况：

交流耦合：改变为交流耦合时的波形、周期、频率、峰峰值几乎不变，低电平电压下降了 2.56V(变为-2.56V)，高电平电压也下降了 2.56V(变为 2.56V)。

接地耦合：改变为接地耦合时波形变为一条直线，周期、频率、峰峰值、高、低电平都无法测量出或失去意义，通过“Measure”只能测出最大值变成了

2.72V。

分析：直流耦合时信号直流分量会显示出来，显示的波形是信号全状态；

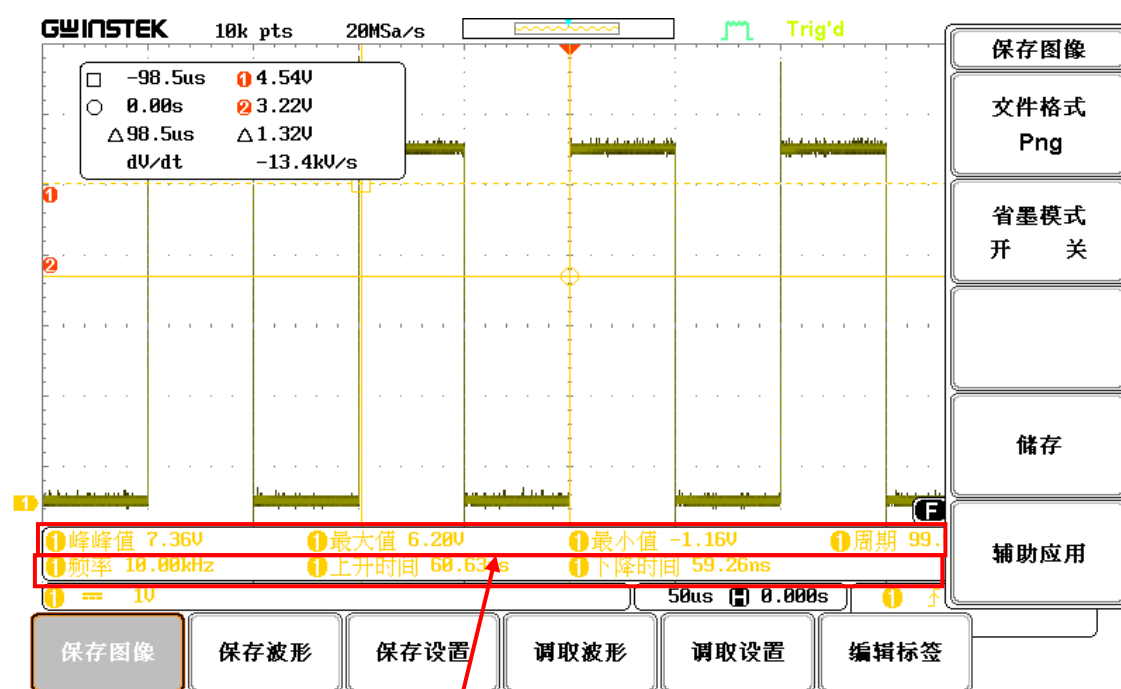
交流耦合时信号直流分量会被过滤从而不被显示，显示的波形是去掉直流分量的交流部分；从而就导致了切换为交流耦合时高低电平都下降了峰峰值的一半，本质上是过滤了直流分量。

接地耦合是断开输入并把输入接地，目的是消除干扰，方便找零点。接地一般不用于测量，主要为了方便看到信号的相对电位。所以我们看到的直线就是相对电位的大小。

c) 调整示波器探头倍率，观察记录波形参数变化：（自行选择 2~3 个倍率进行测量以及不同倍率数据处理方法）

	峰峰值	高电平电压	低电平电压	周期	频率
探头 0.1×：	512mV	512mV	0V	99.99μs	10.0kHz
探头 2×：	10.0V	10.0V	0V	99.99μs	10.0kHz
探头 10×：	51.2V	51.2V	0V	99.99μs	10.0kHz

d) 脱开两者共地接线观测，观察记录波形变化；
波形记录：



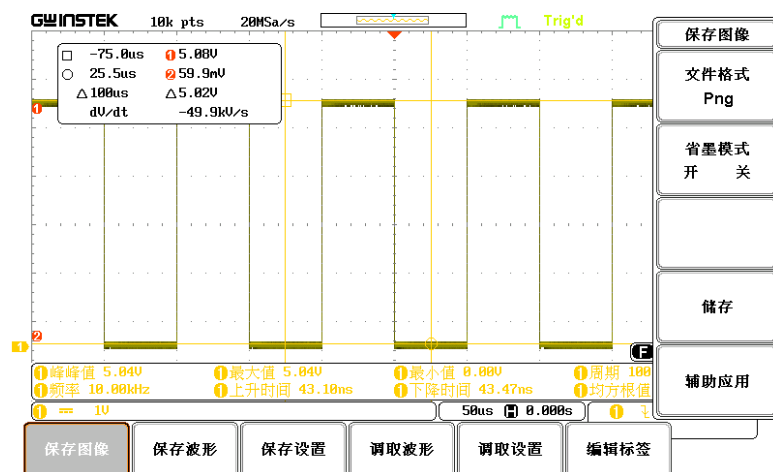
波形变化情况：

波形形状大致没有变化，但峰峰值变大，高电平电压增大（增大 1.08V），低电平电压降低（降低 1.16V）。除此之外，周期和频率都未见显著变化。

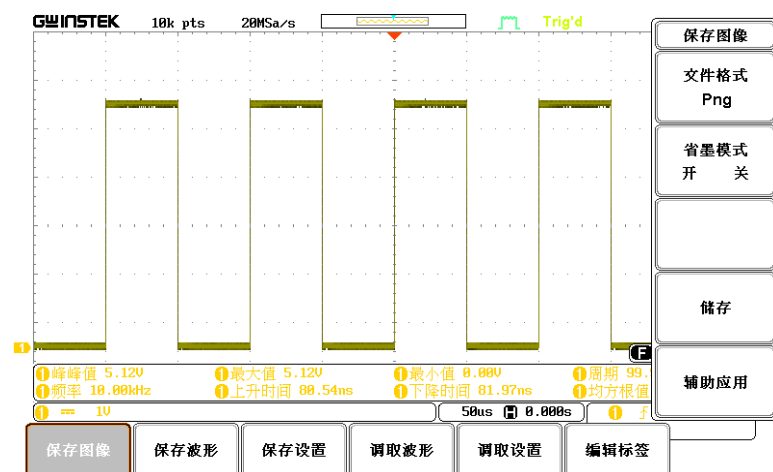
e) 改变触发源、调整触发模式、调节触发电平，观察显示波形有无影响？

影响情况：

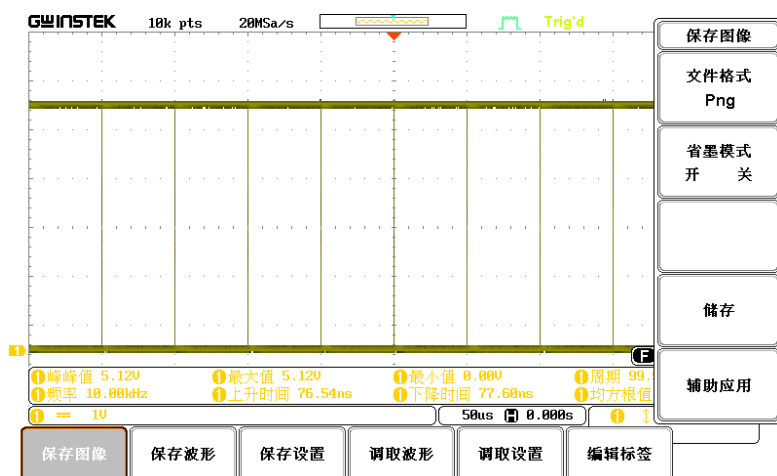
- 1) 改变触发源时未见波形显著变化。
- 2) 改变触发模式，会出现波形先上升或先下降的变化，也会出现两种波形叠加的图像，如下图。其本质是因为当调节极性相反时，初始相位会相反，从而出现了波形反转的现象。



先下降的情况



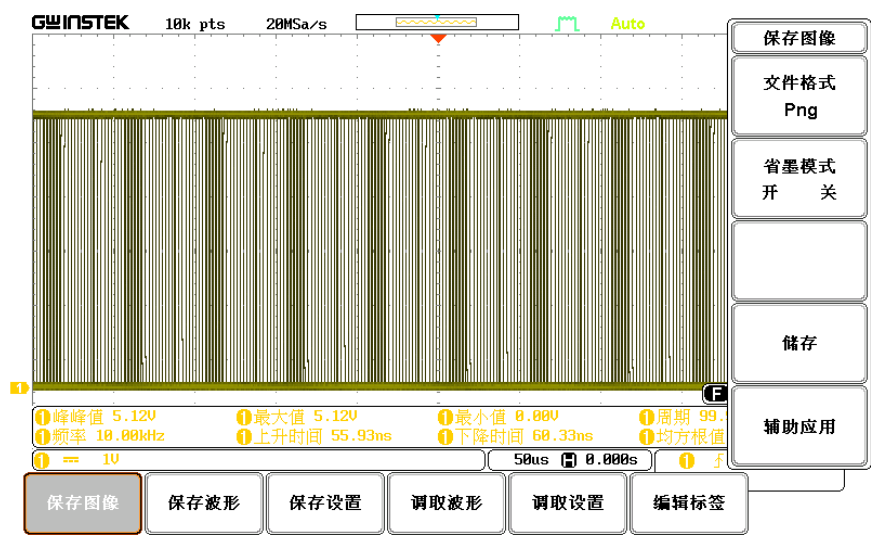
先上升的情况



两种波形叠加的情况

- 3) 改变触发电平：当触发电平位于最大值和最小值之间时，无显著影响；如果

触发电平超出最大值最小值阈值范围，则波形开始高速跳动，开始不断左右平移而出现重影，很不稳定，具体如下图：



5. 正弦波测量

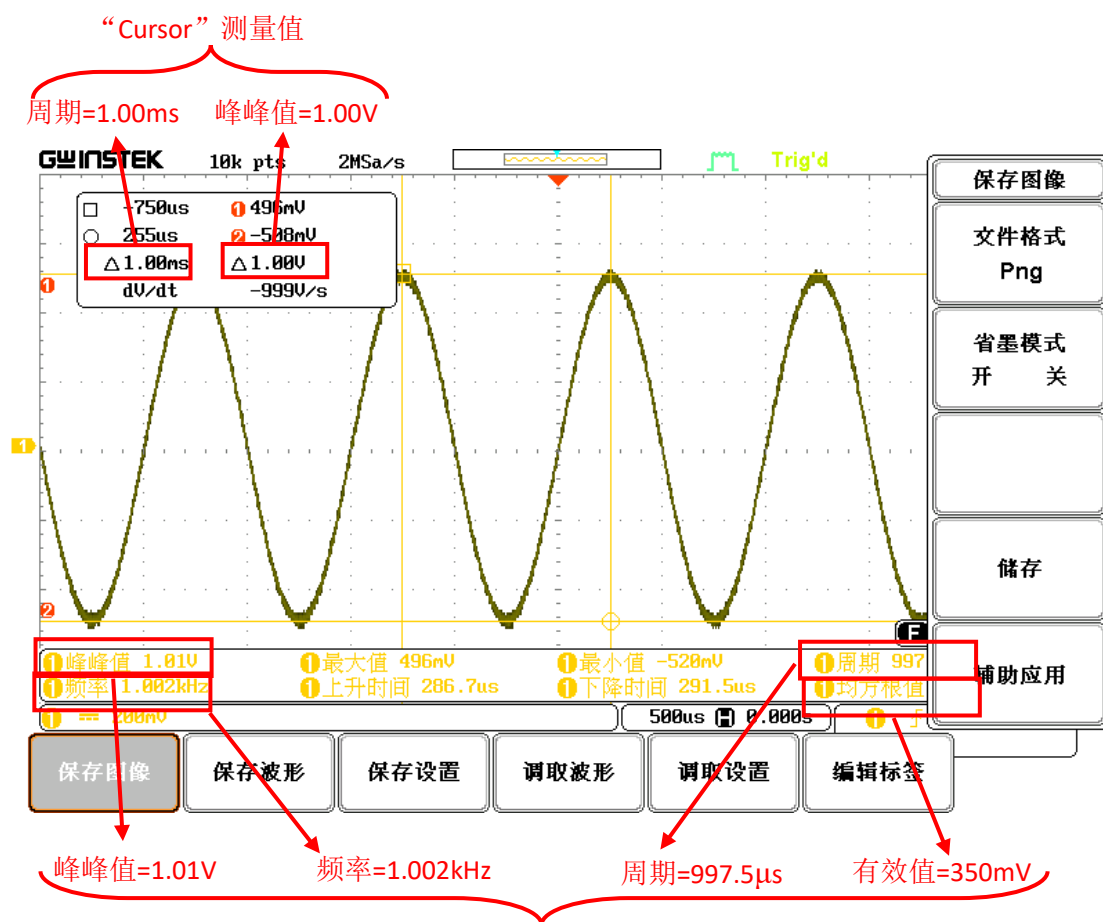
设置频率为 1kHz，峰峰值为 1V。测量频率，周期，峰峰值，有效值。并解释对应关系。

测量方法：

- a) 用光标 “Cursor” 来测量。
- b) 使用 “Measure” 按钮，调出菜单，在显示屏上读数。

表 6.正弦波的测量

测量方法	峰峰值	周期	有效值	频率
a	1.00V	1.00ms	-----	-----
b	1.01V	997.5μs	350mV	1.002kHz



“Measure” 测量值

对应关系：峰峰值为有效值的 2.828 倍，周期与频率乘积为 1。即：

$$V_{p-p} = 2\sqrt{2}V_{RMS}$$

$$f = \frac{1}{T}$$

四、实验使用仪器设备（名称、型号、规格、编号、使用状况）

示波器：

名称：数字存储示波器 GDS-1000B 系列、型号：GDS-1102B、使用状况：探头起初有问题，更换后正常

信号源：

名称：SDG1000X 系列函数/任意波形发生器、型号：SIGLENT SDG 1032X、编号：UM0201X-C01A、使用状况：正常

数字万用表：

名称：5 1/2 位台式 SDM305 数字万用表、型号：SDM305 UM06035-C02A、使用状况：正常

稳压电源：

名称：SPD3303C 可编程线性直流电源、型号：SIGLENT SPD3303C、使用状况：

正常

五、实验总结

(实验误差分析、实验出现的问题及解决方法、思考题(如有)、收获体会等)

误差分析:

在实验 1、2 中主要为测量电路元件的参数,主要误差在于仪表仪器的测量误差,由于仪表并不完全是理想元件,所以在测量时,由于内部构造,存在测量误差,这个属于实验的系统误差。

在实验 3 中,测量高低电平时,由于档位选择较大,所以存在度数精度不够,从而造成误差,此误差可以通过调节档位为更小的档位,从而可以进行更加精细的测量。例如在测量低电平电压时,将档位调节为 100mV 可以测得低电平电压实际为 70mV。但此处并没有要求过于精细的测量,可以暂且忽略。

实验 4 中主要通过示波器的“Measure”完成测量,所以主要误差由示波器本身的误差导致。

实验 5 中在使用“Cursor”进行测量时,由于波形会有细微的跳动,而测量的光标由人工调节,可能会存在细微的误差。

出现的问题以及解决方法:

1. 在测量示波器的补偿信号时,起初波形会难以达到阶跃函数的效果,后来经检查发现是探头有问题,地线有损坏。所以在使用探头前应该先检查其是否能够正常使用,否则无法正常测量信号波形,且在使用时,应当关注其档位是调在“ $\times 1$ ”或者“ $\times 10$ ”的档位,根据需要选择适当的档位。
2. 示波器在测量时,有时会出现波形跳动或不稳定的状况,可以尝试调节触发电平,大多数情况可以使波形稳定。

收获体会:

在电路实验的初步认识中,我们可以发现,与电路分析的理论基础不同,电路实验的结论需要来自于实验的直接测量,而往往测量值与理论值会存在或大或小的误差,我们应当仔细审查实验的设计与测量是否合理,思考与理论值之间的误差的出处,以理论设计、规划实验,以实验支持理论,从而相互加深理解。此外,仪表、仪器在测量研究电路过程中至关重要,在进行后续的实验时,需要较好的掌握仪表仪器的使用方法、使用技巧,做到心中有数,才能在实际操作中更加得

心应手。果然，“纸上得来终觉浅，绝知此事要躬行”，自己亲手实验与自己看课本想的东西有很大不同之处，显然，只有我们做实验才可更直观的理解知识，深刻地了解电路。

六、参考资料（预习、实验中参考阅读的资料）

[1]固纬电子实业股份有限公司. 数字存储示波器 GDS-1000B 系列使用手册[Z]. 新北市土城区中兴路 7-1 号:固纬电子实业股份有限公司,.

[2] 鼎阳数字万用表 SDM3055 使用手册

[3]深圳市鼎阳科技有限公司. SPD3303C 可编程线性直流电源 快速指南[Z]. 深圳市鼎阳:深圳市鼎阳科技有限公司, 2014.

[4]UM0201X-C01A, SDG1000X 系列函数/任意波形发生器用户手册[S]. 深圳市鼎阳:深圳市鼎阳科技有限公司, 2016.