

# 实验一、二、三--常用电子仪器的使用及基本开关电路和集成逻辑门电路的功能及参数测试实验报告

姓名: 黄炯睿                      学号: 3170103455                      专业: 信息安全

---

课程名称: 逻辑与计算机设计基础实验      同组学生姓名: 车宸智, 雷骁

---

实验时间: 2018-9-20/27/29      实验地点: 紫金港东 4-509      指导老师: 洪奇军

## 实验一 常用电子仪器的使用

### 一、实验目的和要求

- 1.1 认识常用电子器件
- 1.2 学会数字示波器、数字信号发生器（函数信号发生器）、直流稳压电源、万用表等常用电子仪器的使用
- 1.3 掌握用数字示波器来测量脉冲波形及幅度和频率的参数
- 1.4 掌握用数字示波器测量脉冲时序的上升沿和下降沿、延时等参数
- 1.5 掌握万用表测量电压、电阻及二极管的通断的判别

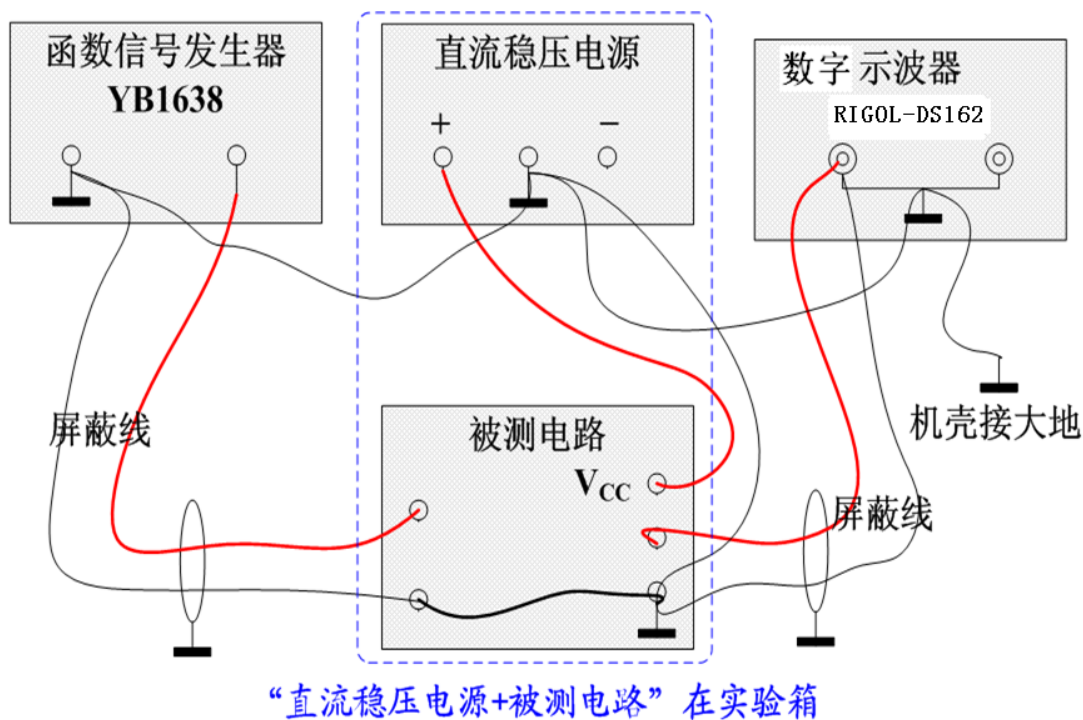
### 二、实验内容和原理

#### 2.1 实验内容:

- ☐ 常用电子器件认识
- ☐ 用示波器测量正弦波信号
- ☐ 测量EM1642型函数信号发生器输出电压
- ☐ 测量实验箱中的直流电源
- ☐ 测量二极管的单向导通特性

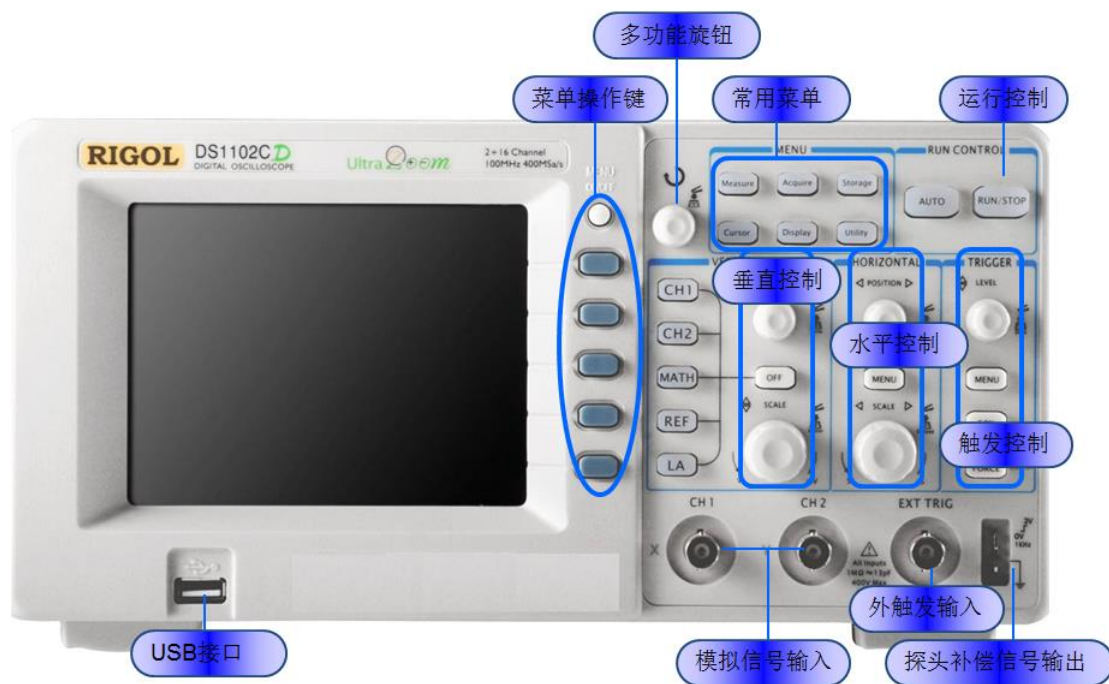
#### 2.2 实验原理:

- 2.2.1 整个实验过程的接线



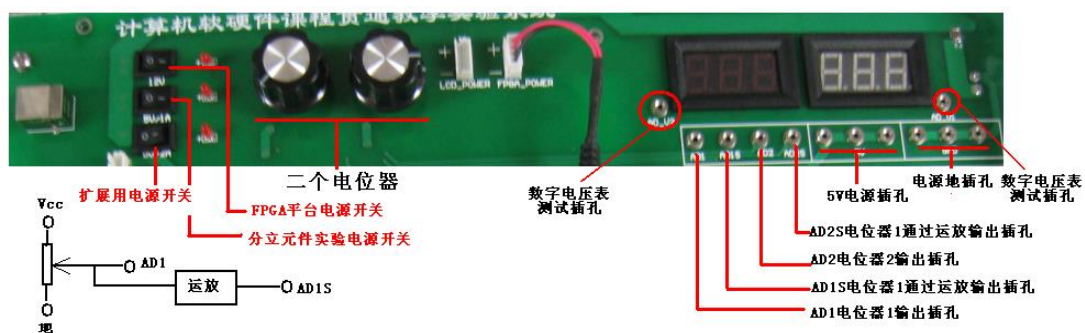
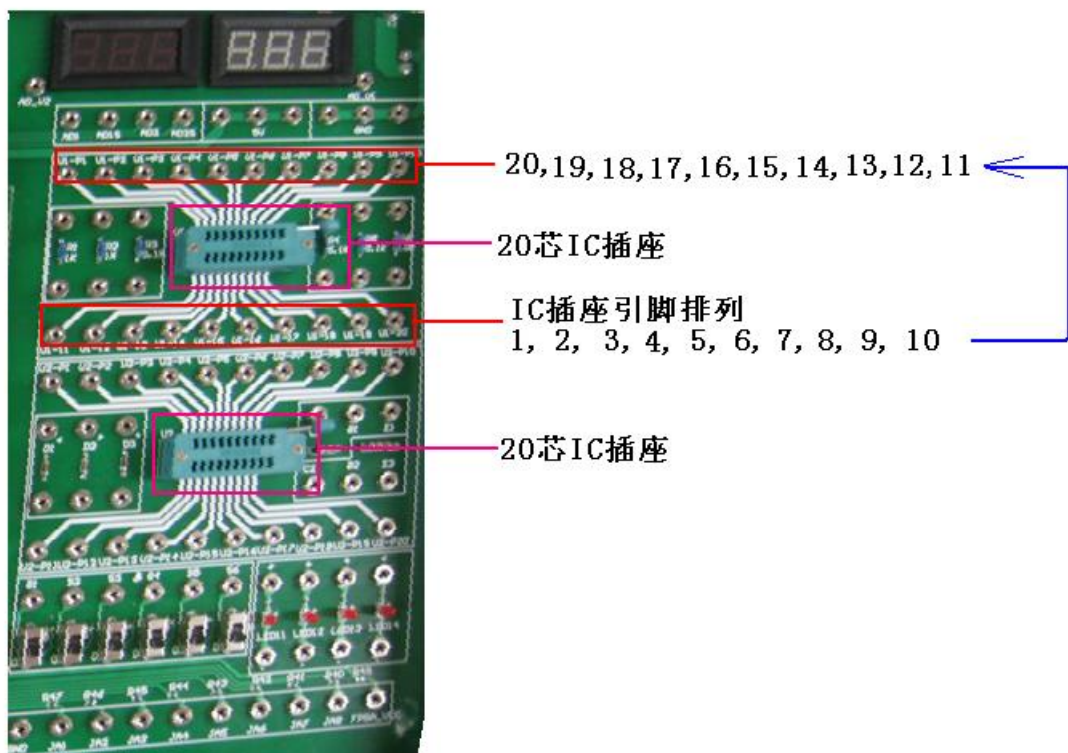
图表 1 实验接线示意图

### 2.2.2 数字示波器的面板结构



图表 2 示波器结构原理图

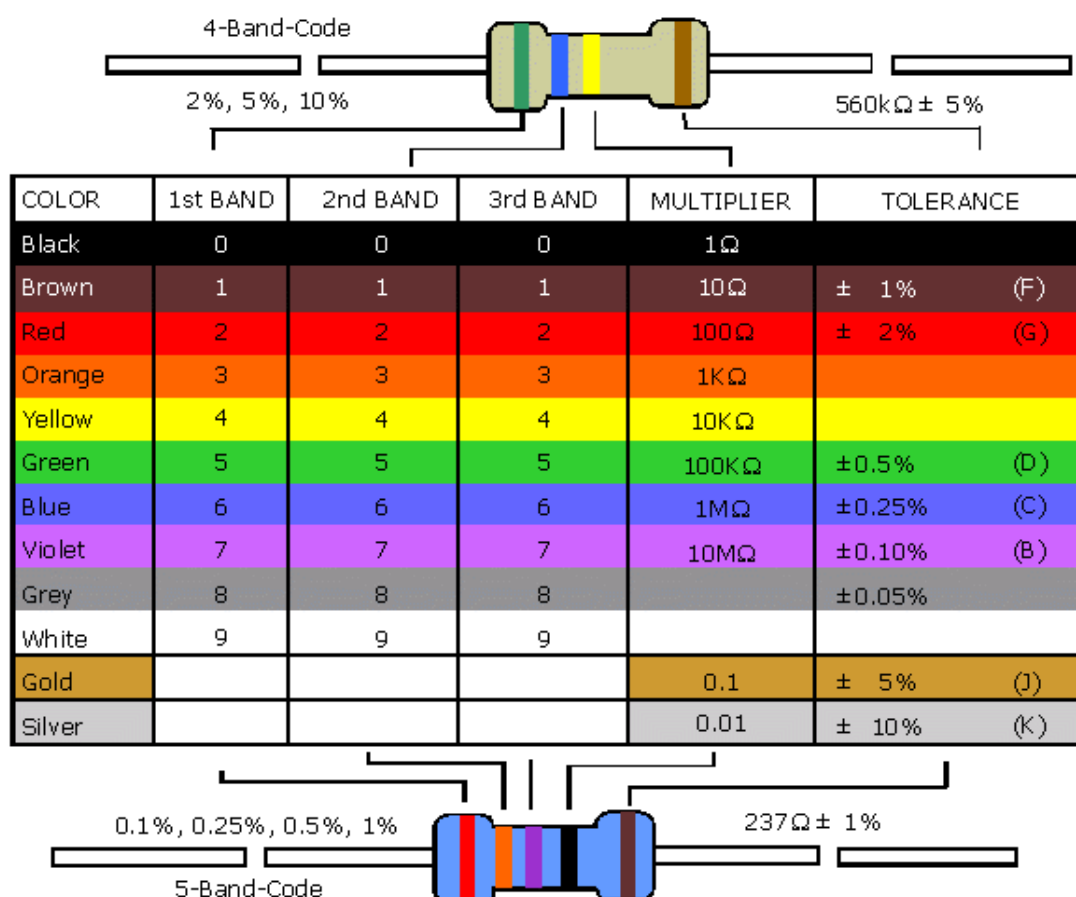
### 2.2.3 电路设计实验箱说明



图表 3 电路板示意图

## 2.2.4 电阻原件的认识

认识电阻，用色环来识别阻值，用万用表来测量阻值。



如果有四条条纹：第1,2条表示有效数的阻值，第3条表示倍率，第4条表示误差  
 如果有五条条纹：第1,2, 3条表示有效数的阻值，第4条表示倍率，第5条表示误差  
 图表4 电阻阻值示意图

## 2.2.5 用示波器测量正弦波信号

通过选择频率范围开关和频率调节旋钮使EM1642型函数信号发生器发出频率分别为100Hz、10KHz和100KHz的正弦波，用示波器测出上述信号的周期和频率，比较是否与刻度值相一致。

## 2.2.6 测量EM1642信号发生器输出电压

- 让信号发生器输出1KHz、1--3V任意的正弦波信号，将信号发生器的输出接到示波器，用示波器测量幅值
- 用万用表交流档测量信号发生器输出的信号的幅值
- 折算有效值与万用表用交流档读取值有效值进行比较
- 将信号发生器输出接入万用表，红接正，负接负，万用表在AC档，并选用适当量程，通过调节幅度旋钮，使万用表显示3V有效值
- 将信号发生器输出接入到示波器中，读取峰峰值  
有效值 =  $V_{p-p} / 2\sqrt{2}$

## 2.2.7 测量试验箱中的直流电源

- 将红表笔插入VΩmA插孔，黑表笔插入COM插孔。
- 将功能开关量程置于直流量程，将测试笔连接到待测电路上，红表笔所接端的极性将同时显示在显示器上。

- 用示波器和万用表来测量实验台上的一组直流稳压电源的输出，并记录测量结果。

#### 2.2.8 用万用表测二极管的单向导通特性

- 将表笔插入“COM”插孔，红表插入“VΩ”插孔，此时红表笔极性为“+”。
- 将万用表功能量程开关置于“ ”位置，把红黑表笔分别接到二极管的两极，如果显示屏上显示0.6 - 0.7的数字，此时二极管正向导通，显示的数字是PN结的电压，红表笔接的极是二极管的正极，黑表笔接的是负极。如果显示屏上显示的数字是“1”，此时二极管反向截止，红表笔接的是二极管负极，黑表笔接的是正极。

## 三、主要仪器设备

1. 数字示波器 RIGOL-DS162 1 台
2. 函数发生器 YB1638 1 台
3. 数字万用表 1 只
4. 逻辑电路设计实验箱 1 台

## 四、操作方法与实验步骤

### 4.1 用示波器测量正弦波信号

通过选择频率范围开关和频率调节旋钮使 YB1638 型函数信号发生器发出频率分别为 100Hz、10KHz 和 100KHz 的正弦波，用示波器测出上述信号的周期和频率，比较是否与刻度值相一致，并将数据记入下表 将信号发生器的频率通过频率波段开关、和微调旋钮调到你所需要的频率，并在数码管上显示可知道。信号发生器的输出信号线与示波器的信号连在一起，地线与地线连在一起。

### 4.2 测量 YB1638 函数发生器输出电压

将信号发生器输出接入万用表，红表笔接正极，黑表笔接负极，万用表在 AC 档，并选用适当量程，通过调节幅度旋钮，使万用表显示 3V 有效值

将信号发生器输出接入到示波器中，读取峰峰值，并计算有效值，将测得数据和计算得数据填入表中。

### 4.3 万用表测量实验箱中直流电源

将红表笔插入 VΩmA 插孔，黑表笔插入 COM 插孔。

将功能开关量程置于直流量程，将测试笔连接到待测电路上，红表笔所接端的极性将同时显示在显示器上。

用示波器和万用表来测量实验台上的三组直流稳压电源的输出，并记录测量结果。

### 4.4 用万用表测量二极管的单向导电（通断）特性

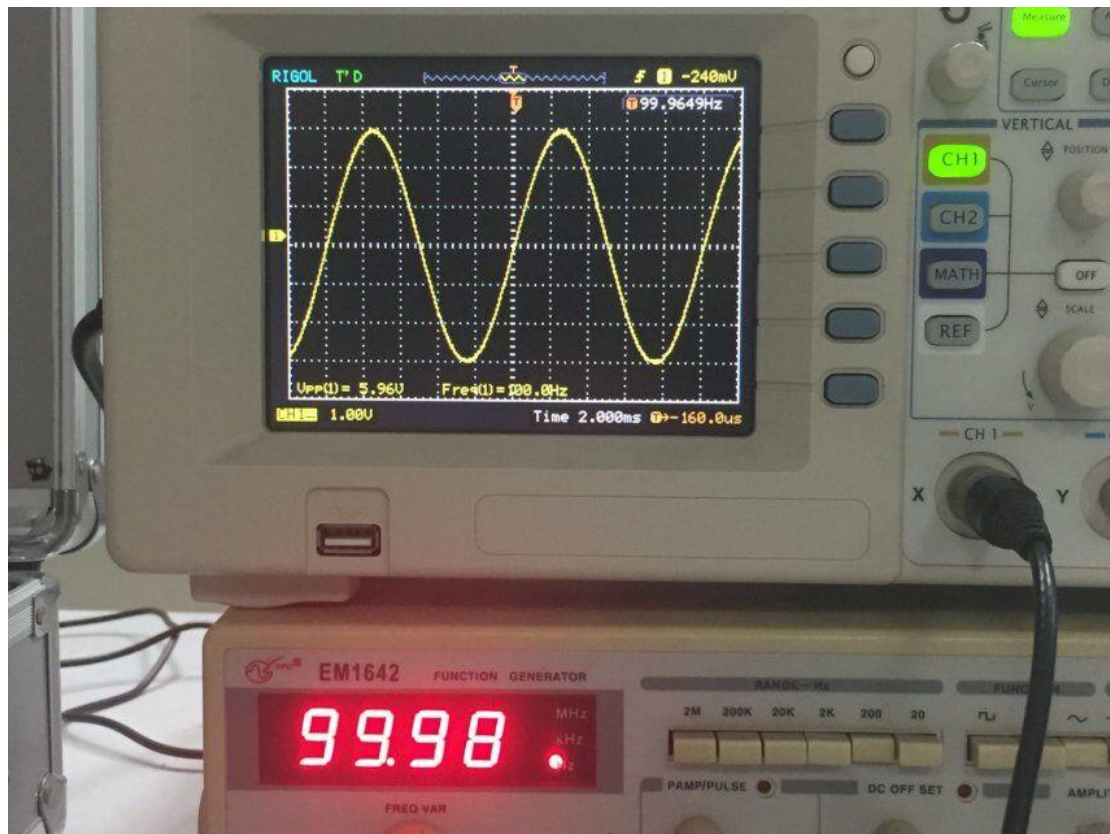
将表笔插入“COM”插孔，红表插入“VΩ”插孔，此时红表笔极性为“+”。

将万用表功能量程开关置于“ ”位置，把红黑表笔分别接到二极管的两极，如果显

示屏上显示 0.6-0.7 的数字，此时二极管正向导通，显示的数字是 PN 结的电压，红表笔接的极是二极管的正极，黑表笔接的是负极。如果显示屏上显示的数字是“1”，此时二极管反向截止，红表笔接的是二极管负极，黑表笔接的是正极。

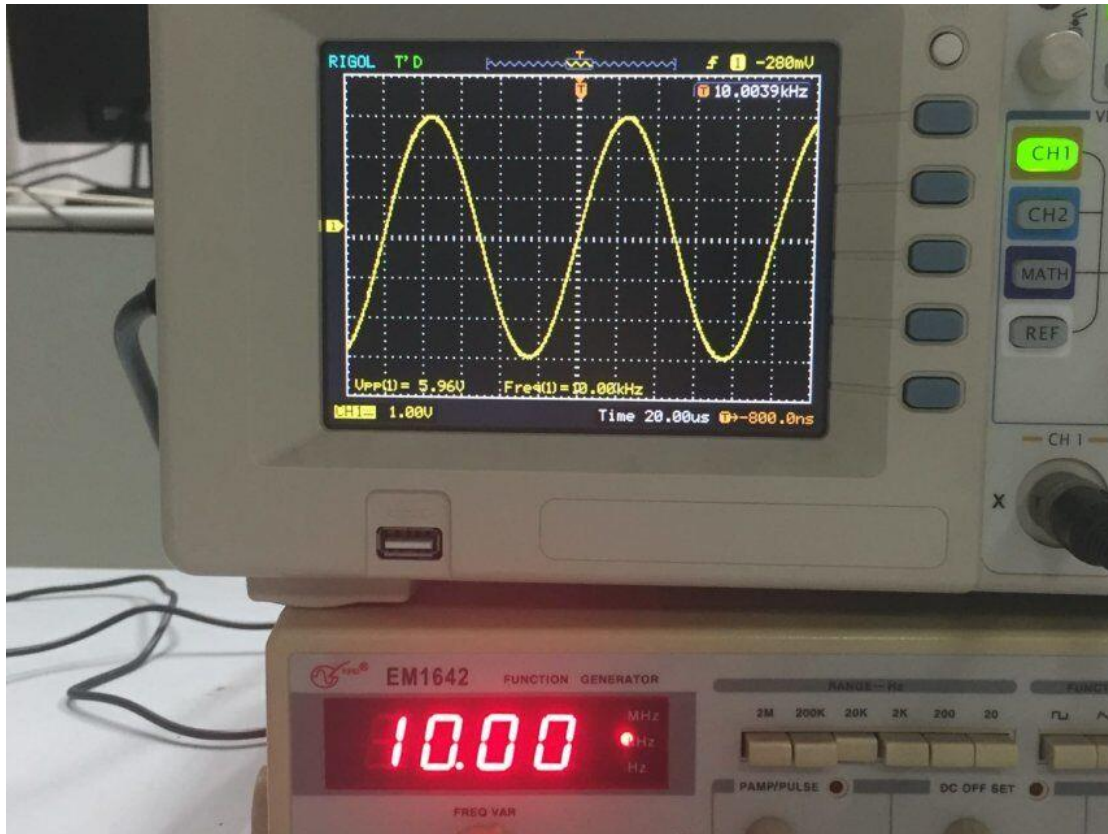
## 五、实验结果与分析

### 5.1 用示波器测量正弦波信号

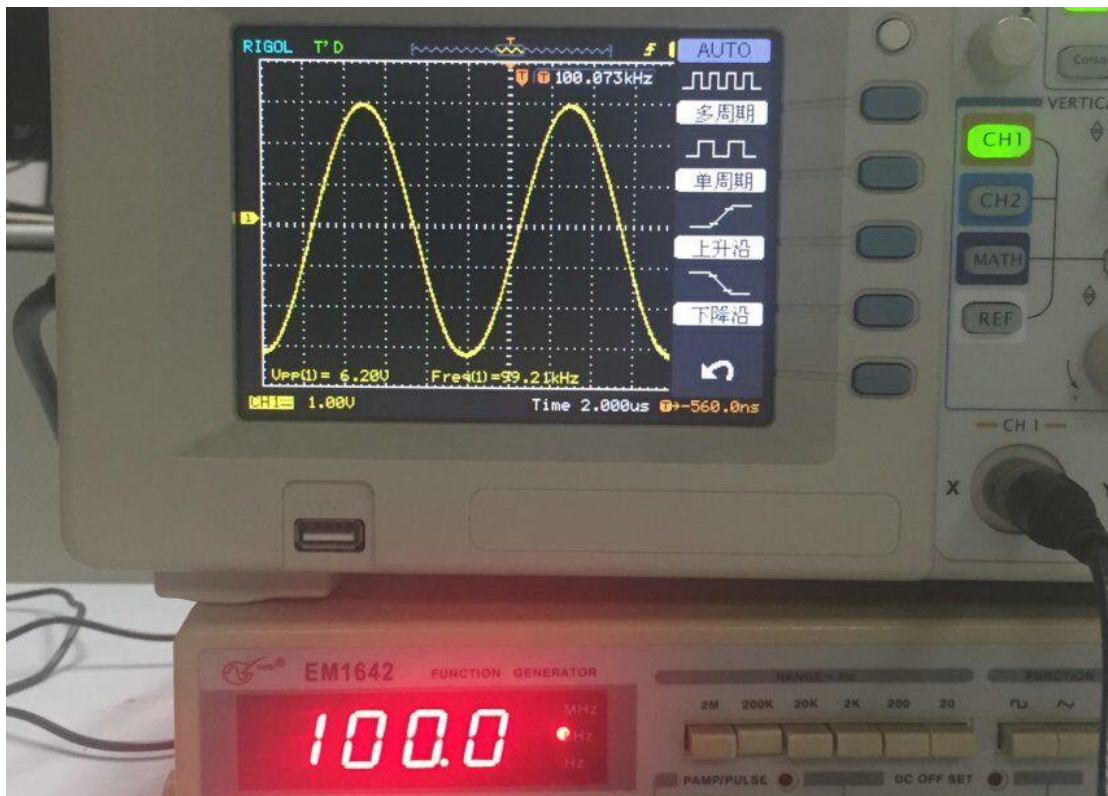


图表16 100HZ测试图像





图表17 10kHz测试图像



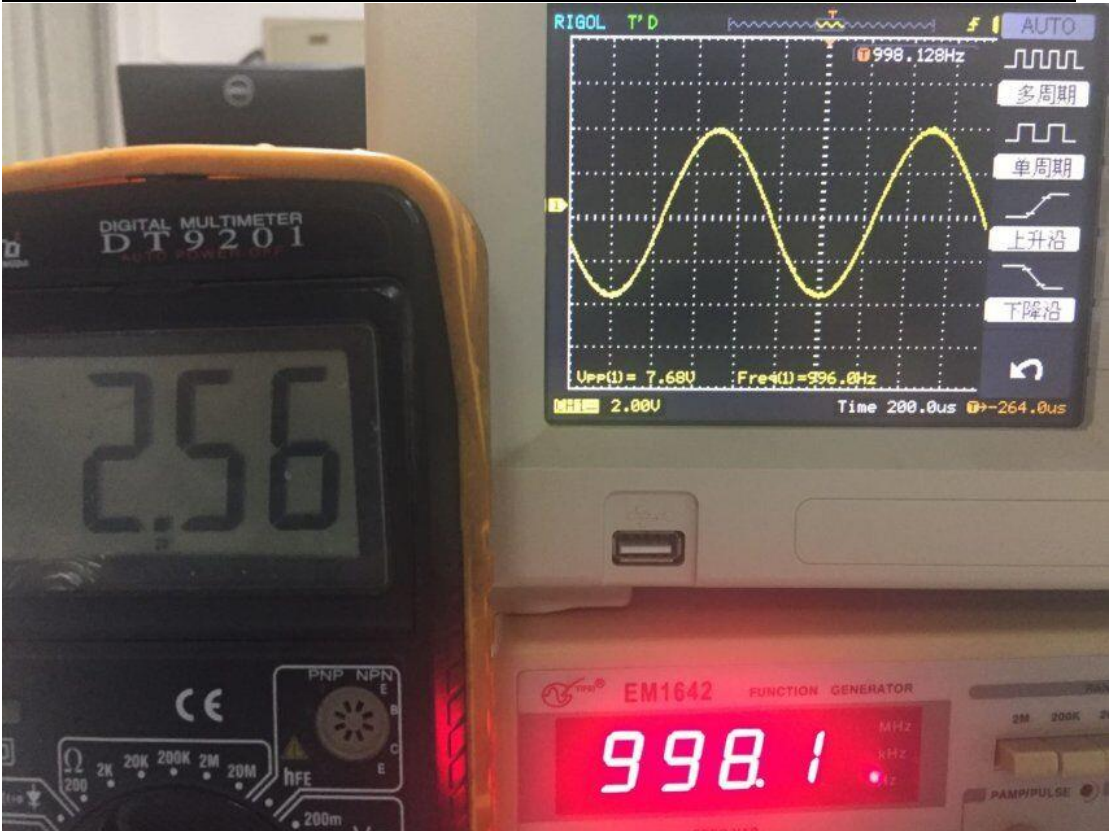
图表17 100kHz测试图像

	函数发生器输出	示波器读数	灵敏度	实测值	
幅度		6 Div	1 V/Div	5.96 V	
周期/频率	100 Hz	5 Div	2.00 ms/Div	10.00 ms	100 Hz
幅度		6 Div	1.0 V/Div	5.96 V	
周期/频率	10 kHz	5 Div	20.00 $\mu$ s/Div	100.00 $\mu$ s	10 kHz
幅度		6.2 Div	1.0 V/Div	6.20 V	
周期/频率	100 kHz	5 Div	2.00 $\mu$ s /Div	10.00 $\mu$ s	99 kHz

图表18 示波器测量正弦波信号实验记录表

### 5.2 测量 EM1642 函数发生器输出电压

函数发生器输出频率	示波器读取值		折算有效值	万用表读取值
1 kHz	3.8 Div	2 V / Div	2.69V	2.56V

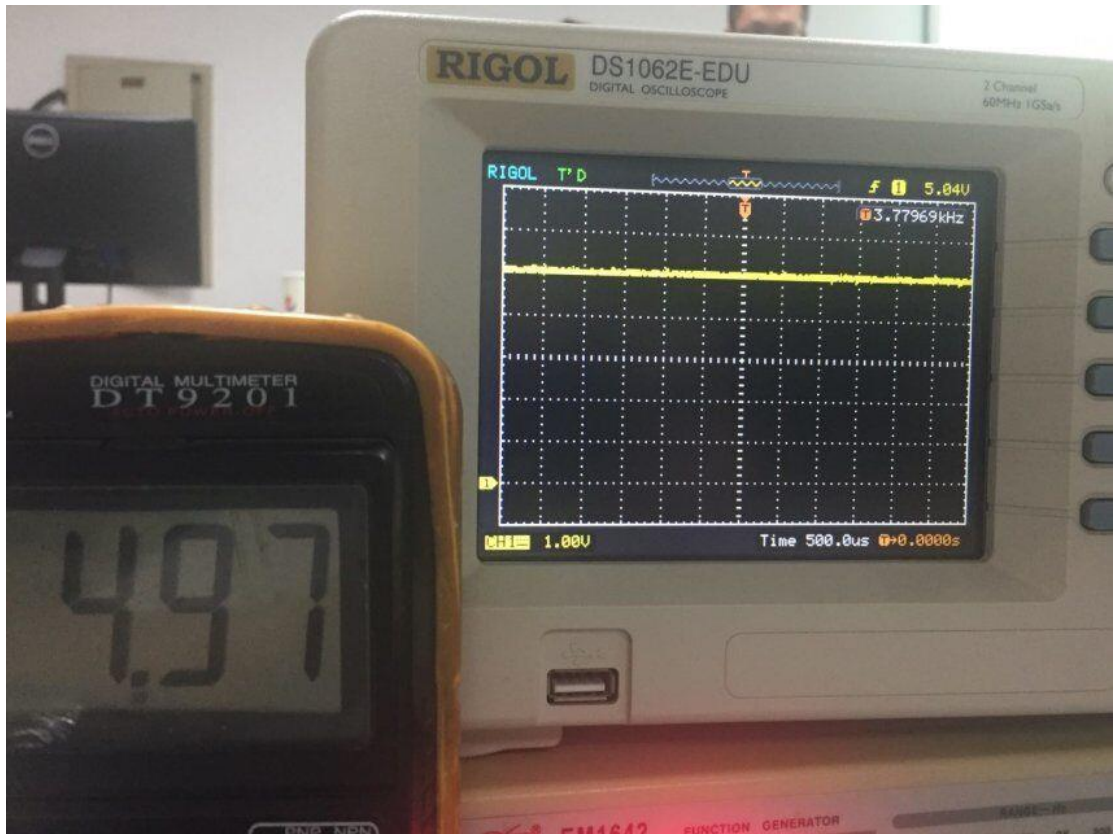


图表19 EM1642函数发生器输出电压测试图像

分析：万用表测出的有效值和示波器直接显示的有效值在误差允许的范围之内是一致的。

### 5.3 万用表测量实验箱中直流电源



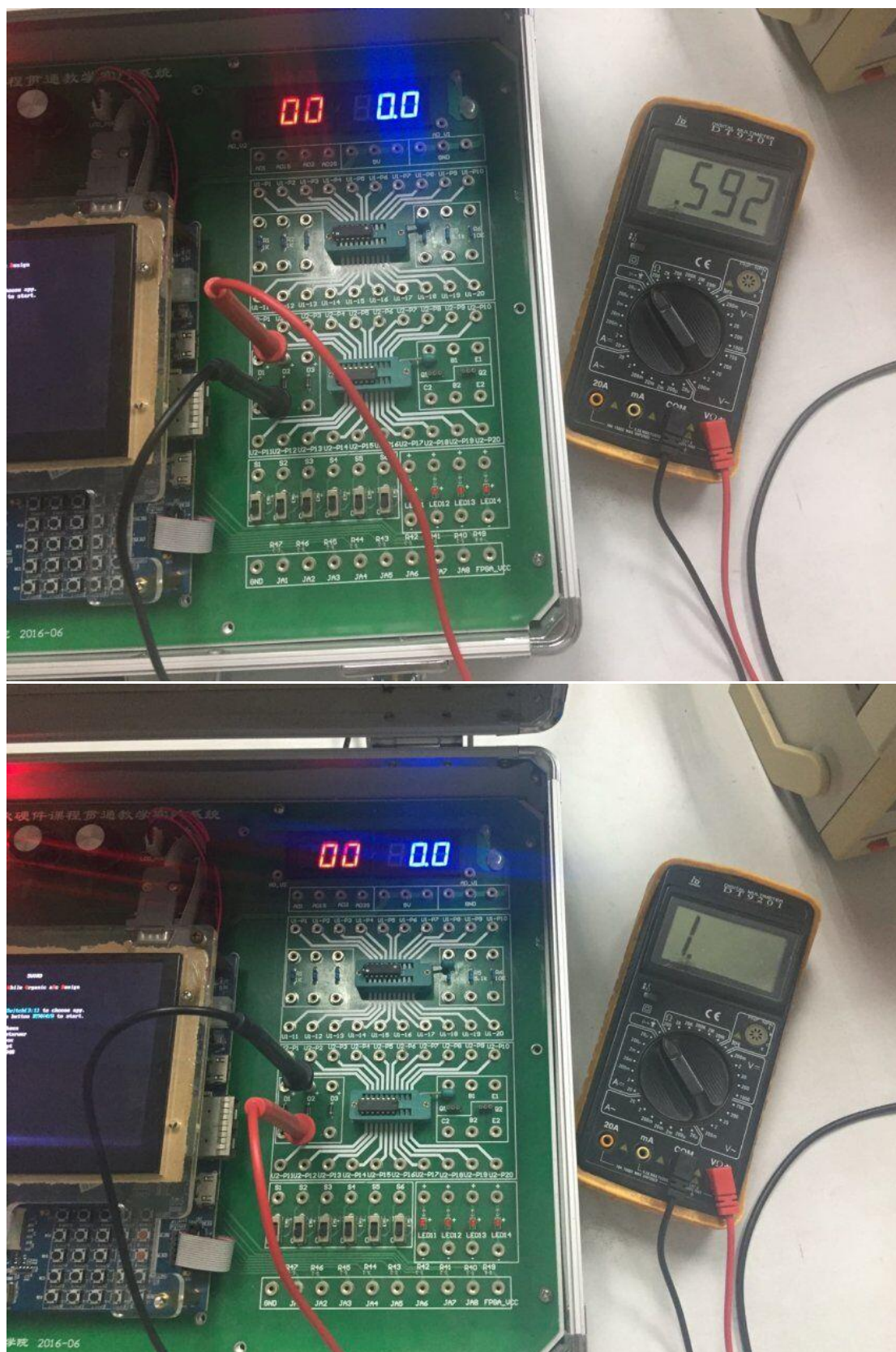


直流稳压电源输出	示波器读数	灵敏度	示波器折算值	万用表读数
+5 V	5 Div	1.00 V / Div	5.00 V	4.97 V

图表 20 测量实验箱中直流电源的测试图像

5.4 用万用表测量二极管的单向导电（通断）特性

	万用表示数
二极管正向导通	0.592
二极管反向截止	1



图表 21 测量二极管的单向导电（通断）特性

## 六、讨论、心得

第一次实验让我对于日后经常要用的一些实验仪器例如函数发生器、示波器、万用表以及实验箱有了基础的了解。尤其是对于示波器的使用，我认为自己还是没有做到极为熟练地操作，需要在以后多加操作。

## 实验二 基本开关电路

### 一、实验目的和要求

- 1.1 掌握逻辑开关电路的基本结构
- 1.2 掌握二极管导通和截止的概念
- 1.3 用二极管、三极管构成简单逻辑门电路
- 1.4 掌握最简单的逻辑门电路构成

### 二、实验内容和原理

#### 2.1 实验内容

- 用二极管实现正逻辑与门，并测量输入输出电压参数，分析其逻辑功能
- 用二极管实现正逻辑或门，并测量输入输出电压参数，分析其逻辑功能
- 用三极管反向特性实现正逻辑非门，测量输入输出电压参数，分析其逻辑功能
- 采用前面的与门和非门实现与非门，测量输入输出电压参数，分析其逻辑功能

#### 2.2 实验原理

- 常用逻辑电平标准

逻辑电平	$V_{CC} / V$	$V_{OH} / V$	$V_{OL} / V$	$V_{IH} / V$	$V_{IL} / V$	说明
TTL	5.0	$\geq 2.4$	$\leq 0.4$	$\geq 2.0$	$\leq 0.8$	输入脚悬空时默认为高电平
LVTTL	3.3	$\geq 2.4$	$\leq 0.4$	$\geq 2.0$	$\leq 0.8$	
LVTTL	2.5	$\geq 2.0$	$\leq 0.2$	$\geq 1.7$	$\leq 0.7$	
CMOS	5.0	$\geq 4.45$	$\leq 0.5$	$\geq 3.5$	$\leq 1.5$	输入阻抗非常之大
LVC MOS	3.3	$\geq 3.2$	$\leq 0.1$	$\geq 2.0V$	$\leq 0.7$	

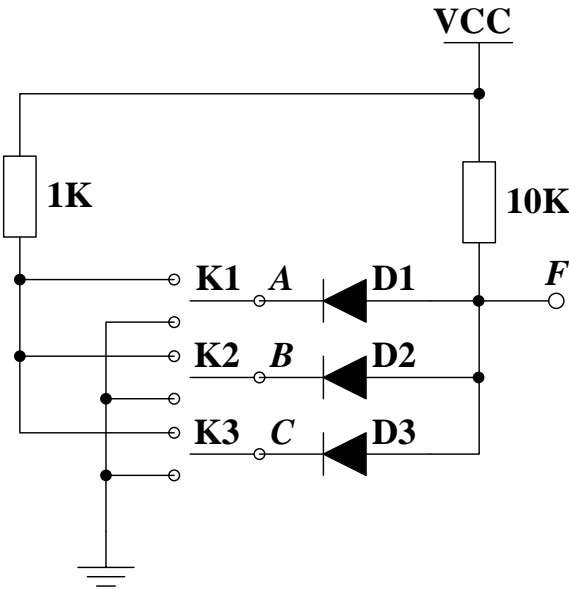


LVCMS	2.5	$\geq 2.0$	$\leq 0.1$	$\geq 1.7$	$\leq 0.7$	
RS232	$\pm 12 \sim 15$	$-3 \sim -15$	$3 \sim 15$	$-3 \sim -15$	$3 \sim 15$	负逻辑

图表5 逻辑电平标准

### 2.2.1 二极管构成与门电路

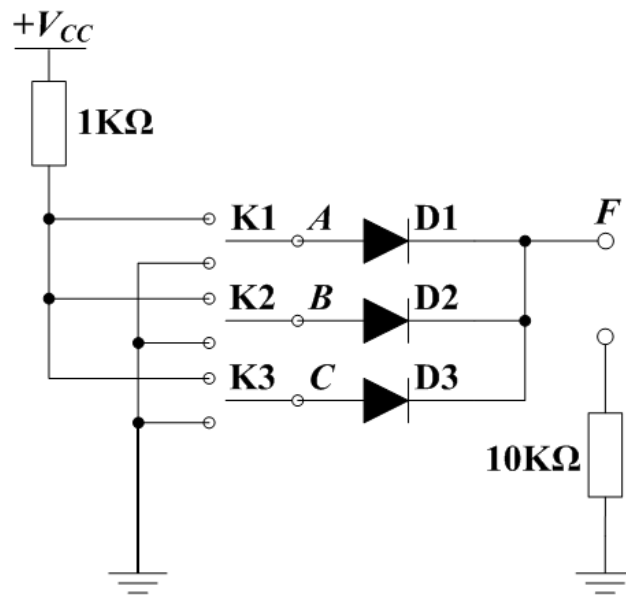
当  $A, B, C$  都接地时3个二极管正向导通，输出 $F$ 为低电平；只要 $A, B, C$ 中存在接地，输出 $F$ 为低电平。



图表6 与门电路图

### 2.2.2 二极管构成或门电路

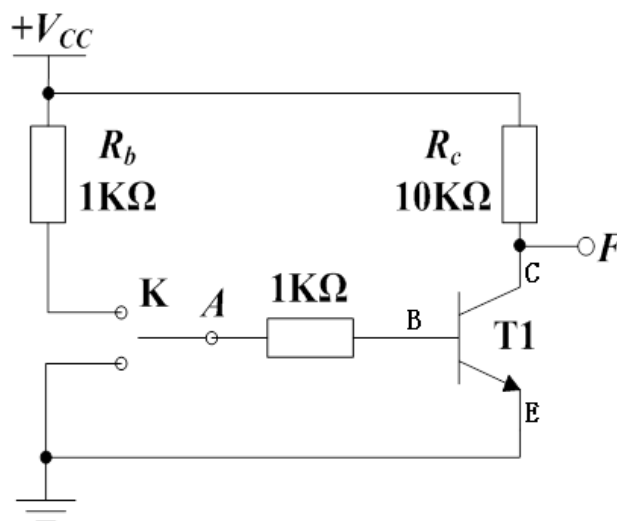
当输入 $A, B, C$  都接地时，输出 $F$  为低电平；只要 $A, B, C$  中有接高电平，输出 $F$ 为高电平。



图表7 或门电路图

### 2.2.3 三极管组成非门电路

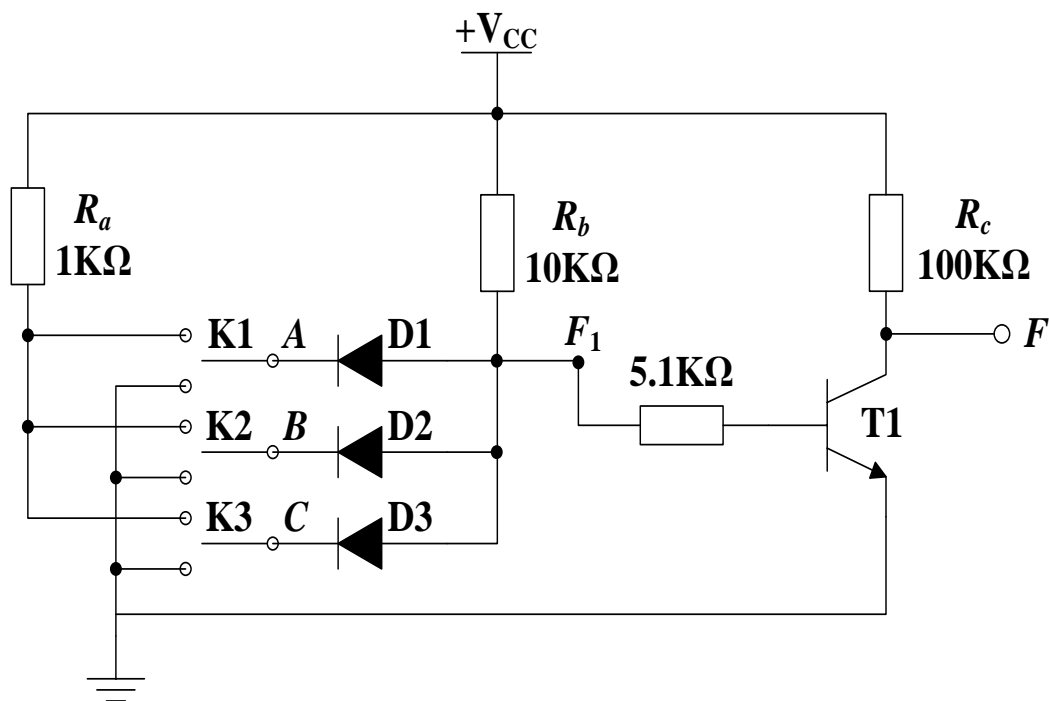
当A点接高电平时，三极管  $T_1$  处于饱和状态， $V_{CE} \approx 0.3V$ ，输出F 为低电平饱和；当A点接低电平时  $I_b = 0$ ， $R_c$ 上几乎没有电压降，三极管  $T_1$  处于截止状态，输出F 电压接近  $V_{cc}$  为高电平。



图表8 非门电路图

### 2.2.4 二极管和三极管组成与非门电路

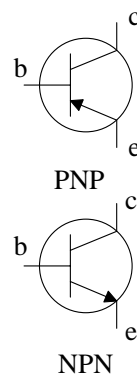
当输入A,B,C 均接高电平时，F<sub>1</sub>为高电平，三极管  $T_1$  进入饱和导通状态。



图表9 与非门电路图

### 2.2.5 三极管极性测量

将万用表红表笔插入  $V\Omega mA$  插孔，黑表笔插入 COM 插孔，先判断被测三极管是 PNP 还是 NPN 型，定下基极b。将功能量程置于 hFE 位置，把三极管插入面板上三极管测试插座，基极b要插对，集电极 c 和发射极 e 随便插。从显示屏上读取 hFE近似值，若该值较大，说明三极管 c,e 极与插座上的c,e 极对应；若该值很小，说明这时的三极管 c,e 极插反，应把 c,e 极对调后再读取 hFE 值。



图表10 三极管图例

## 三、主要仪器设备

1. 数字万用表 1 只
2. 逻辑电路设计实验箱 1 台

## 四、操作方法与实验步骤

### 4.1 用二极管实现正逻辑与门

根据电路图在实验箱中通过导线连接电路，检查二极管、电源电压和极性、电阻值等 是否连接正确

vcc 接实验箱中+5V 直流电源。

输入高低电平通过开关 S1/S2/S3/S4/S5/S6 产生。输入 A,B 的不同电平组合，用万用表或实验箱中的直流电压表测量 A,B 及对应输出 F 的电压值并填入表中，判断是否符合逻辑与。

4.2 用二极管实现正逻辑或门

根据电路图在实验箱中连接电路，检查二极管、电源电压和极性、电阻值等是否连接 正确。

输入高低电平通过开关 S1/S2/S3/S4/S5/S6 产生。输入 A,B 的不同电平组合，用万用表或实验箱中的直流电压表测量输入 A,B 及对应输出 F 的电压值并填入表中。最后判断逻辑值是否满足逻辑或。

4.3 用二极管实现非门

根据右图在实验箱上连好电路，检查三极管及电源极性、电阻值是否等是否连接正确。

将+5V 直流电源接入 VCC 端

输入 A 端的高、低电平用开关 S1/S2/S3/S4/S5/S6 产生。测量 A 和输出端 F 对应的电压值，填入表格中。判断逻辑关系是否满足非门。

4.4 用三极管实现与非门

在实验箱上连好电路，检查二极管、三极管及电源极性、电阻值等是否正确。

将 +5V 直流电源接入 VCC

输入 A,B 端的高、低电平用开关 S1/S2/S3/S4/S5/S6 产生。测量 A,B 及输出端 F 对应的电压值，填入表格中。判断逻辑关系是否满足逻辑与非。

4.5 三极管极性测量

将万用表红表笔插入  $V\Omega mA$  插孔，黑表笔插入 COM 插孔，先判断被测三极管是 PNP 还是 NPN 型，定下基极 b

将功能量程置于 hFE 位置，把三极管插入面板上三极管测试插座，基极 b 要插对，集电极 c 和发射极 e 随便插

从显示屏上读取 hFE 近似值，若该值较大，说明三极管 c,e 极与插座上的 c,e 极对应；若该值很小，说明这时的三极管 c,e 极插反，应把 c,e 极对调后再读取 hFE 值

五、实验结果与分析

4.2 基本开关电路

4.2.1 用二极管实现正逻辑与门

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	F 逻辑值
0.50	0.50	0.3	L



0.53	0.53	0.3	L
0.54	0.54	0.3	L
4.85	4.85	4.7	H

图表 22 用二极管实现正逻辑与门实验记录表

分析：当  $V_A$  与  $V_B$  两者都为高电平时， $V_F$  为高电平。只要有一者为低电平， $F$  就为低电平。符合与门的逻辑关系。

#### 4.2.2 用二极管实现正逻辑或门

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0	0	0	L
3.41	0	2.7	H
0	3.42	2.7	H
4.03	4.02	3.4	H

图表 23 用二极管实现正逻辑或门实验记录表

分析：当  $V_A$  和  $V_B$  中有一者为高电平时，输出  $F$  即为高电平。只有当两者均为低电平时，输出才为低电平。符合或门的逻辑关系。

#### 4.2.3 用二极管实现非门

$V_A/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0	4.8	H
2.80	0	L

图表 24 用二极管实现非门实验记录表

分析：当  $A$  为高电平时， $F$  为低电平。当  $A$  为低电平时， $F$  为高电平。符合非门的逻辑关系。

#### 4.2.4 用三极管实现与非门

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
---------	---------	---------	---------

0	0	4.7	H
0	0	4.7	H
0	0	4.7	H
3.74	3.74	0	L

图表 25 用三极管实现与非门实验记录表

分析：当且仅当 A 与 B 均处于高电平时，F 为低电平。和与门电路的实验结果比较可发现两者实验结果具有非逻辑关系。该实验结果符合与非门逻辑关系。

#### 4.2.5 三极管极性测量

	hFE近似值
测试一	195
测试二	0

图表 26 三极管极性测量实验记录表

分析：若 hFE 的值较大，则说明三极管的 c，e 极和万用表插座上的 c，e 极对应。若 hFE 的值较小，则说明三极管的 c，e 极插反了。

## 六、讨论、心得

第二次的实验给我直观的认识理论书上的“与门”、“或门”、“非门”等电路的逻辑。并且让我们验证了万用表测出数据和示波器本身数据的基本一致。同时，我们还利用了万用表测出了三极管的极性，在做这个实验的时候，由于三极管本身的一定问题，一开始我们根本得不到有效的数据，不论正反，万用表的示数都很大。之后在老师的指导下更换了三极管，重复实验操作才终于成功。

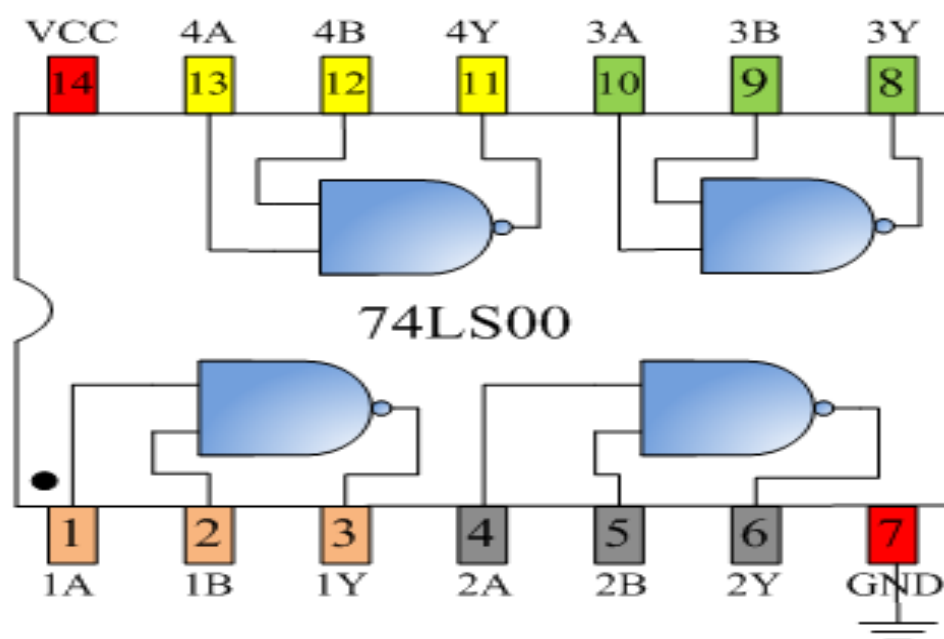
# 实验三 集成逻辑门电路的功能及参数测试

## 一、实验目的和要求

- 1.1 熟悉基本逻辑门电路的功能、外部电气特性和逻辑功能的特殊用途
- 1.2 熟悉 TTL 与非门和 MOS 或非门的封装及管脚功能
- 1.3 掌握主要参数和静态特性的测试方法，加深对各参数意义的理解
- 1.4 进一步建立信号传输有时间延时的概念
- 1.5 进一步熟悉示波器、函数发生器等仪器的使用

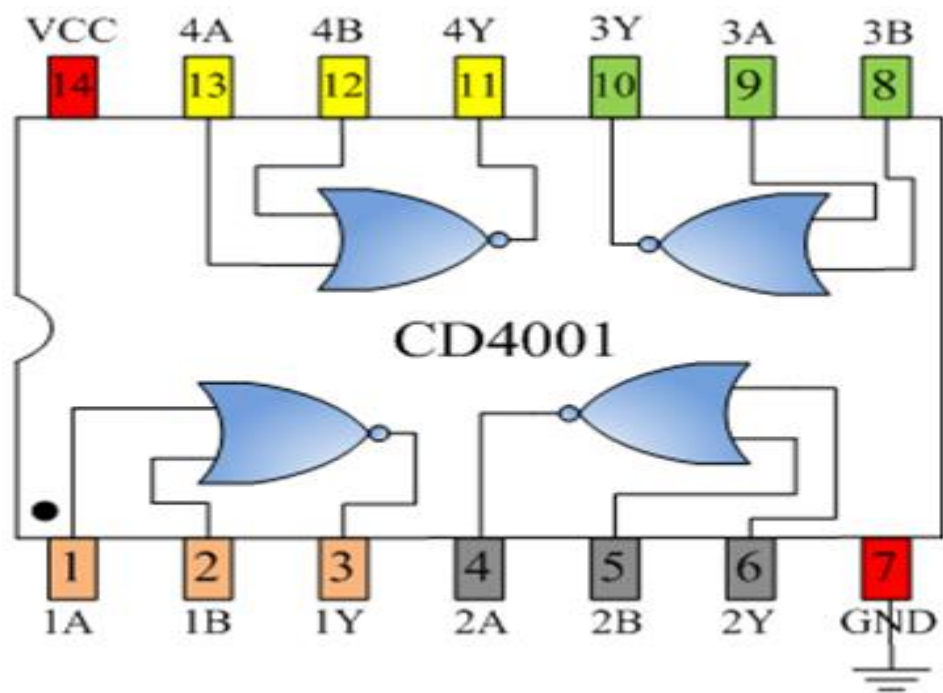
## 二、实验内容和原理

### 2.1验证集成电路 74LS00“与非”门的逻辑功能



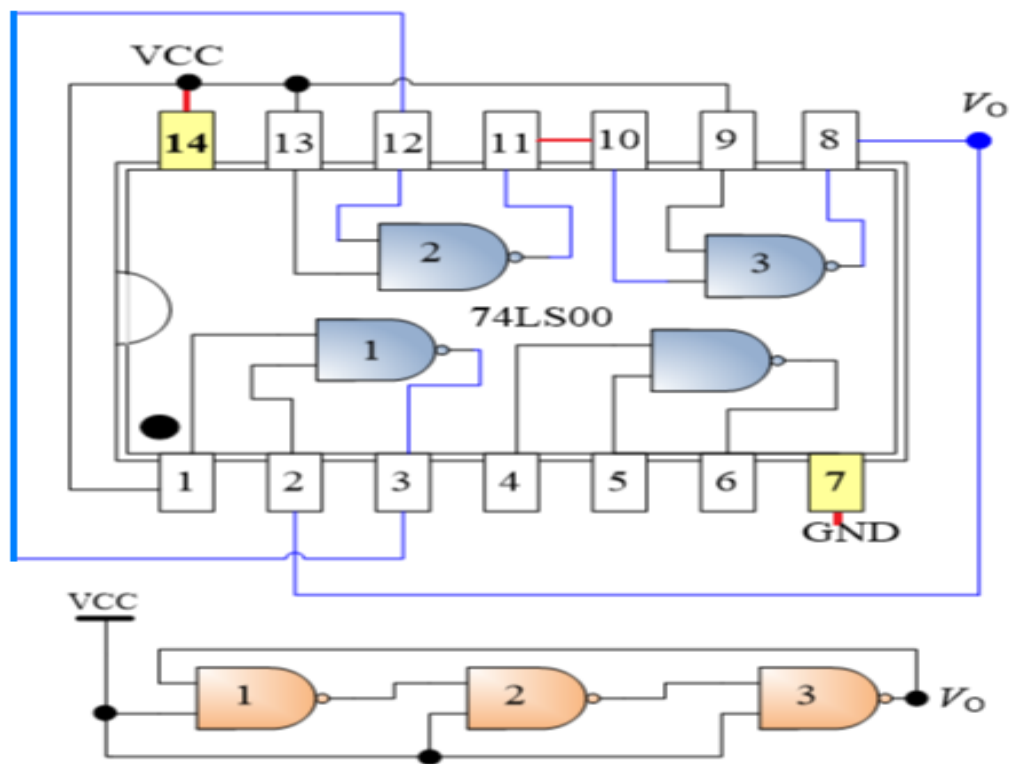
图表11 与非门接线示意图

### 2.2验证集成电路CD4001“或非”门的逻辑功能



图表12 或非门接线示意图

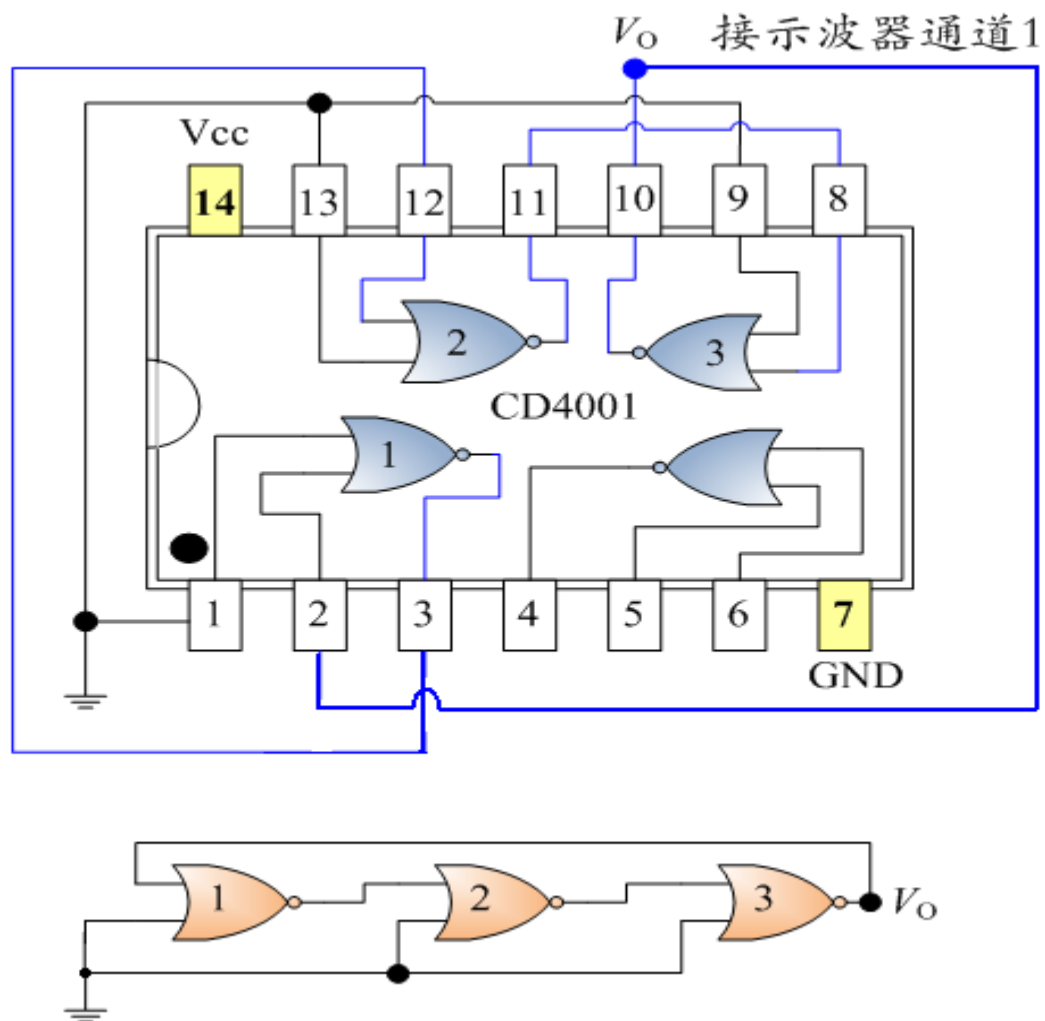
### 2.3测量集成电路74LS00逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$



图表13 接线示意图

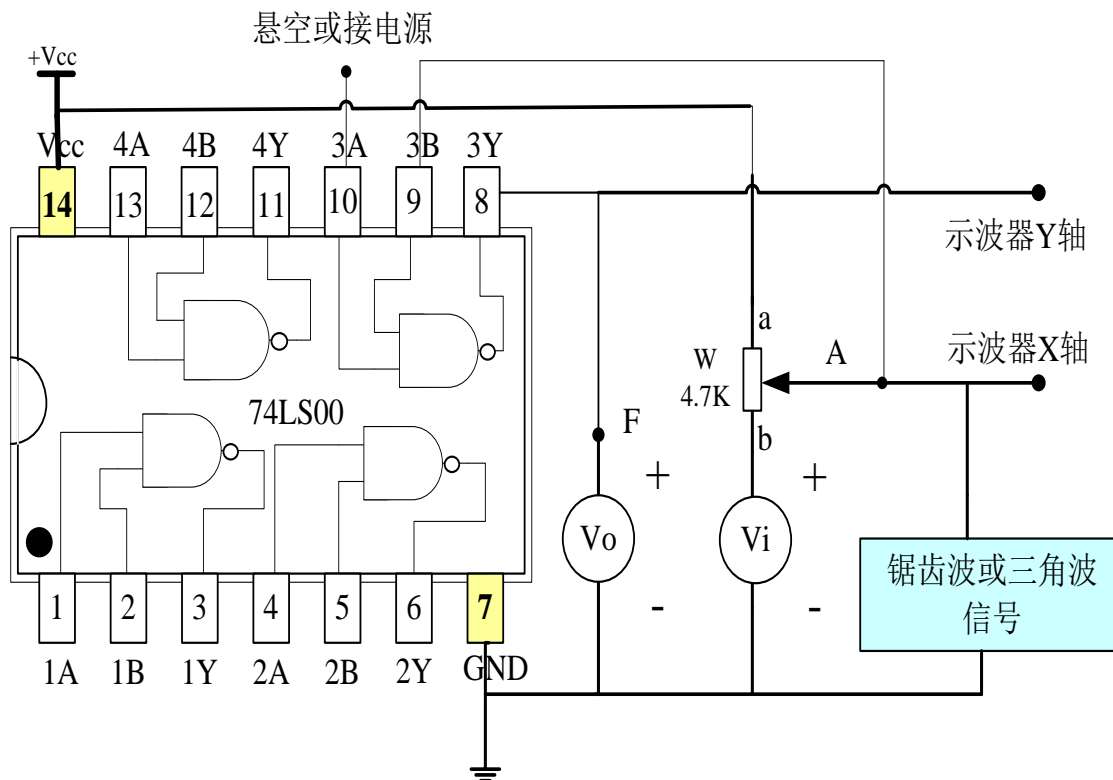


## 2.4测量集成电路CD4001逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$



图表14 接线示意图

## 2.5测量集成电路74LS00传输特性与开关门电平 $V_{on}$ 和 $V_{off}$



图表15 接线示意图

### 三、主要仪器设备

1. 数字示波器 RIGOL- DS162 1 台
2. 三用表 1 台
3. 低频信号发生器 YB1638 1 只
4. 逻辑电路设计实验箱 1 台
5. 两输入与非门 74LS00 1 片
6. 电阻
  - 4.7K $\Omega$  电位器 1 只
  - 100 $\Omega$ /1KW 1 只

### 四、操作方法与实验步骤

#### 4.1 验证集成电路 74LS00 “与非” 门的逻辑功能

1. 将芯片插入实验箱的 IC 插座中，注意芯片的方向；
2. 连接电路，VCC 接电压 5V，地端接地线；
3. 高低电平通过 S14/S15/S16/S17 拨位开关产生；
4. 以真值表顺序遍历输入 A,B 所有组合，测量 A,B 及输出 F 电压并记入表。

#### 4.2 验证集成电路 CD4001 “或非” 门的逻辑功能

1. 将芯片插入实验箱的 IC 插座中
2. 按右图连接电路, VCC 接直流 5V 电压, 地端接地线
3. 高低电平通过 S14/S15/S16/S17 拨位开关产生,
4. 以真值表顺序遍历输入 A,B 所有组合, 测量输入端 A,B 及输出端 F 电压值, 记录右表
5. 重复步骤 3~4, 测量其他 3 个门的逻辑关系并判断门的好坏

#### 4.3 测量集成电路 74LS00 逻辑门的传输延迟时间 tpd

1. 将芯片插入实验箱的 IC 插座, 注意芯片方向
2. 按图连接电路, VCC 接 5V 电源, 地端接地线
3. 将示波器接到振荡器的任何一个输入或输出端
4. 调节频率旋钮, 测量  $V_o$  的波形, 读出周期 T 并计算传输延迟时间

#### 4.4 测量集成电路 CD4001 逻辑门的传输延迟时间 tpd

1. 将芯片插入实验箱的 IC 插座, 注意芯片方向
2. 按图连接电路, VCC 接 5V 电源, 地端接地线
3. 将示波器接入到振荡器的输入或输出端
4. 调节频率旋钮, 测量  $V_o$  的波形, 读出周期 T 并计算传输延迟时间

#### 4.5 测集成电路 74LS00 传输特性与开关门电平 $V_{ON}$ 和 $V_{OFF}$

1. 将芯片插入实验箱的 IC 插座
2. 按图连接电路
3. 将直流电表分别接入 A 端和与非门的输出 2Y 端
4. 从 b 端往 a 端缓慢调节电位器 W, 观察  $V_i, V_o$  两电压表的读数, 并记录数据 填入表格
5. 根据表格数据画出曲线图, 并求  $V_{ON}$  和  $V_{OFF}$

## 五、实验结果与分析

#### 5.1 验证集成电路 74LS00 “与非” 门的逻辑功能

$V_B(V)$	$V_A(V)$	$V_F(V)$
0	0	4.1
0	4.95	4.1
4.95	0	4.1
4.95	4.95	0

图表 27 验证 74LS00 “与非” 门逻辑功能

分析: 只有 ab 均为高电平时输出才是低电平, 符合与非的逻辑

#### 5.2 验证集成电路 CD4001 “或非” 门的逻辑功能

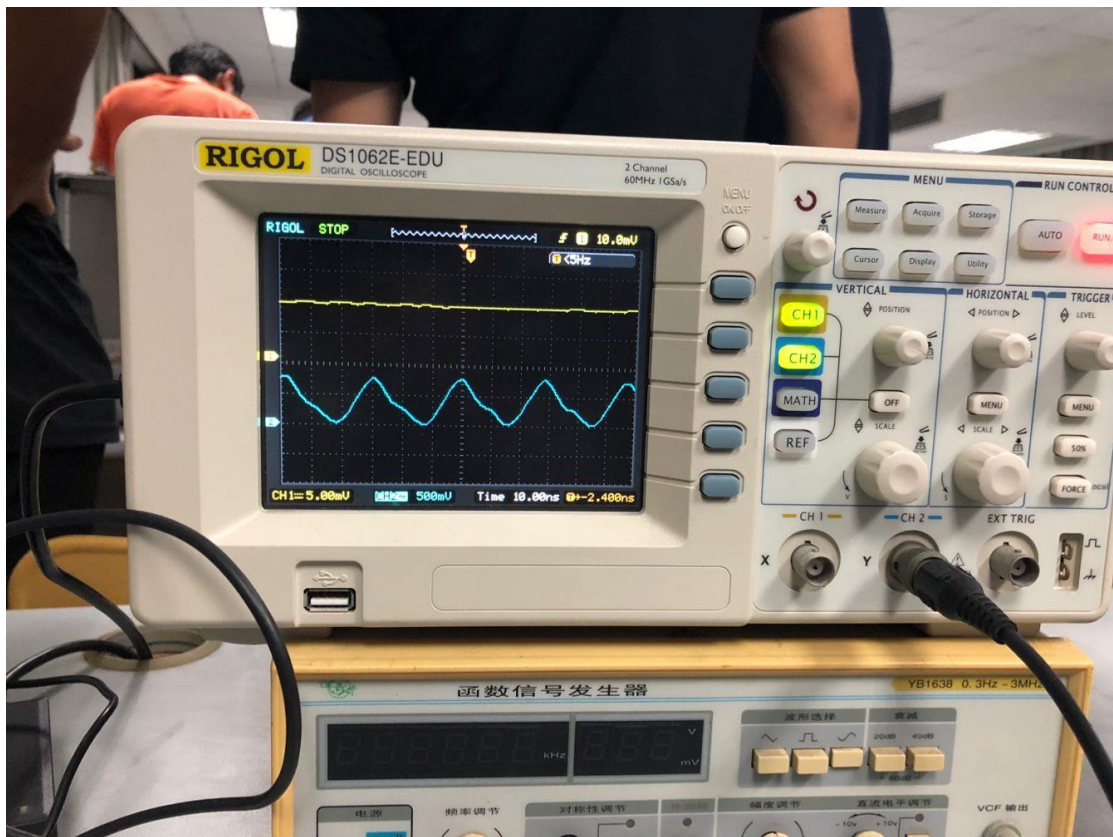
$V_B(V)$	$V_A(V)$	$V_F(V)$

0	0	4.8
4.95	0	0
0	4.95	0
4.95	4.95	0

图表 28 验证 74LS00 “或非” 门逻辑功能

分析：只有 ab 均为低电平时输出才是高电平，符合或非的逻辑

### 5.3 测量集成电路 74LS00 逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$

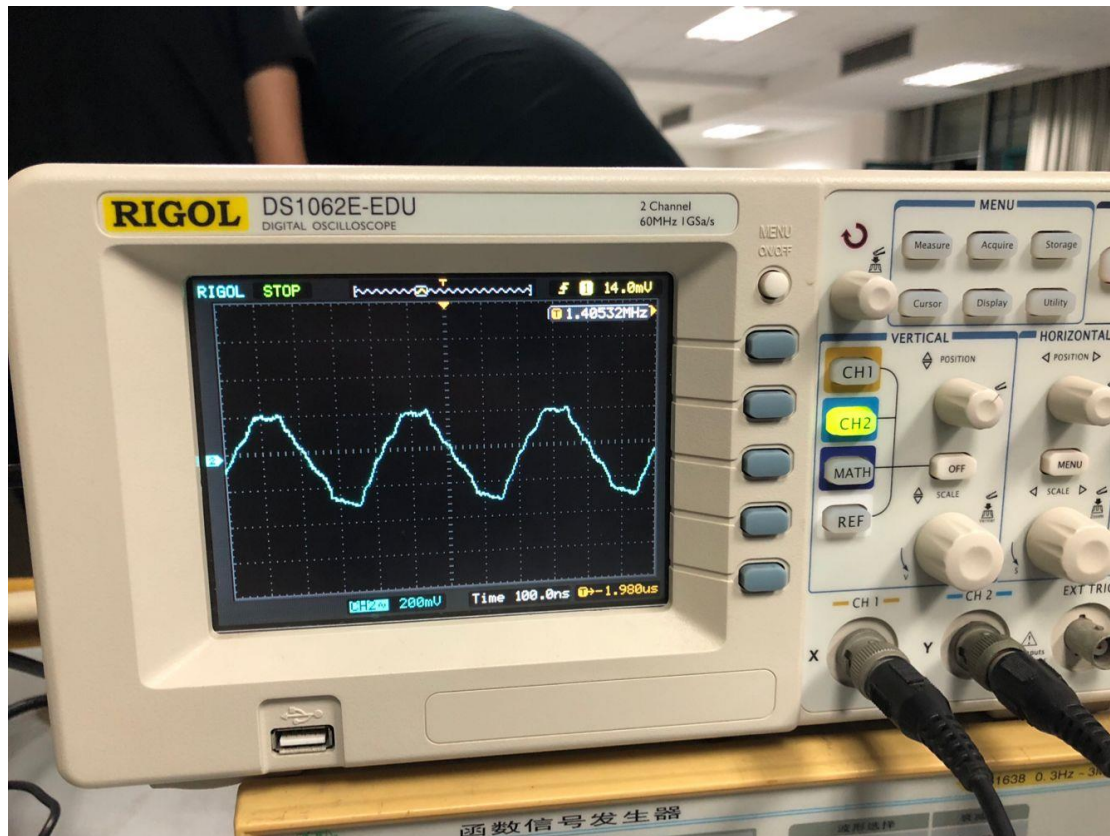


图表 29 集成电路 74LS00 逻辑门的传输延迟时间

示波器读数：2.8 div，10ns/div，所以  $T = 10\text{ns} \times 2.8 = 28\text{ns}$ ，最终  $t_{pd} = T / 6 \approx 4.917\text{ns}$ 。

### 5.4 测量集成电路 CD4001 逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$



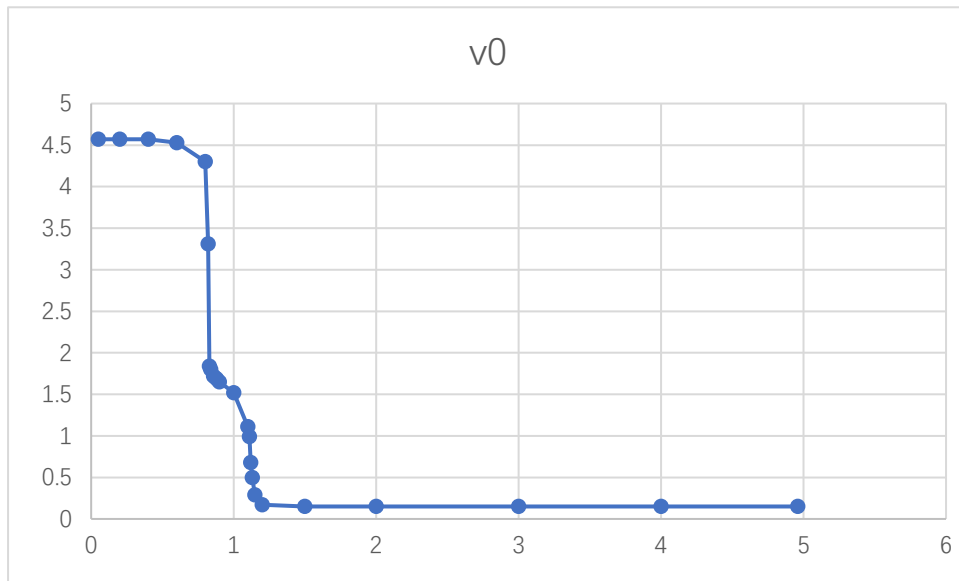


图表 30 集成电路 CD4001 逻辑门的传输延迟时间  $t_{pd}$

示波器读数：4div，100ns/div，所以  $T = 100\text{ns} \times 4 = 400\text{ns}$ ，最终  $t_{pd} = T / 6 \approx 66.7\text{ns}$ 。

### 5.5 测集成电路 74LS00 传输特性与开关门电平 $V_{ON}$ 和 $V_{OFF}$

$V_i$	$V_o$	$V_i$	$V_o$	$V_i$	$V_o$	$V_i$	$V_o$
0.05	4.57	0.84	1.8	1.12	0.68	4	0.15
0.2	4.57	0.86	1.72	1.13	0.5	4.96	0.15
0.4	4.57	0.88	1.69	1.15	0.29		
0.6	4.53	0.90	1.65	1.2	0.17		
0.8	4.3	1	1.52	1.5	0.15		
0.82	3.31	1.1	1.11	2	0.15		
0.83	1.84	1.11	0.99	3	0.15		



图表 31 测量 74LS00 传输特性与开关门电平  $V_{ON}$  和  $V_{OFF}$  图

由图表可以估算出  $V_{ON}=1.11V$ ,  $V_{OFF}=0.82V$

## 六、讨论、心得

第三次实验使我深入了解了电压传输特性以及信号传输有时间延时的特点，同时还进一步熟悉了示波器和函数发生器等仪器的使用。这个实验也有点小波折，因为在测量开关门电平时，在突变的区间内，万用表上的电压示数不稳定，给测量带来了很大干扰。为了有一个较好的拟合曲线，我们组在突变范围很密集的打点，终于得到一个还不错的拟合图。同时自己测量并计算出信号传输的延时特点也帮我加深了对这个知识点的记忆。