

# 实验一、二——常用电子仪器使用及基本开关电路

## 实验报告

姓名： 王祚滨 专业： 信息安全 学号： 3180104933

课程名称： 逻辑与计算机设计基础实验 同组学生姓名： 王国朝

指导老师： 洪奇军 实验地点： 浙江大学紫金港校区东四教学楼 509

实验日期： 2019 年 9 月 11/18 日

### 一、实验目的和要求

#### 1. 常用电子仪器使用

- 1) 认识常用电子器件
- 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
- 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
- 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
- 5) 掌握万用表测量电压、电阻及二极管的通断的判别

#### 2. 基本开关电路

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

### 二、实验内容和原理

#### 1. 常用电子仪器使用

- 1) 用数字示波器来测量函数信号发生器发出来的频率（周期）和幅度。通过选择频率范围按键和频率调节旋钮，使函数信号发生器发出频率分别为

100Hz、10KHz 和 100KHz 的正弦波，用数字示波器测出上述信号的周期和频率，验证函数信号发生器发生信号正确率。

2) 让信号发生器输出频率为 1KHz、1-3V 任意有效值的正弦波(用数字万用表交流档测量有效值)，用示波器测量其幅值，并进行有效电压值的计算与比较。

3) 用示波器测量正弦波信号

4) 测量二极管两端电压降

## 2. 基本开关电路

原理：通过二极管以及三极管的特性来组成门电路，从而实现基本的逻辑开关电路。

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	$\geq 4.45$	$\leq 0.5$	$\geq 3.5$	$\leq 1.5$	输入阻抗非常大
LVC MOS	3.3	$\geq 3.2$	$\leq 0.1$	$\geq 2.0V$	$\leq 0.7$	
LVC MOS	2.5	$\geq 2.0$	$\leq 0.1$	$\geq 1.7$	$\leq 0.7$	
RS232	12~15	-3~ -15	3 ~ 15	-3 ~ -15	3 ~ 15	负逻辑

实验内容：

1) 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

2) 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

3) 三极管极性测量，并测量电流放大倍数

4) 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

5) 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

### 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. 示波器 1 台
5. 三用表 1 只
6. 低频信号发生器 1 台
7. 逻辑电路实验箱 1 台

### 四、操作方法与实验步骤

#### 1. 常用电子仪器使用

##### 1) 用示波器测量正弦波信号

将信号发生器的频率通过频率波段开关、和微调旋钮调到 100 Hz、10 kHz 和 100 kHz。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。

##### 2) 测量 YB1638 型函数信号发生器输出电压

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。随后将信号发生器输出接入到示波器中，读取峰峰值，有效值为读数的  $1/2\sqrt{2}$ 。

##### 3) 万用表测量实验箱中的直流电源

将红表笔插入 V  $\Omega$  mA 插孔，黑表笔插入 COM 插孔。然后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。最后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) 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 V  $\Omega$  插孔，此时红表笔极性为 +。将万用表功能量程开关置于二极管极性判断位置，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。

2. 基本开关电路

对于用实验箱来实现基本开关电路——逻辑“门”的实验，基本使用同样的操作步骤：

- 1) 关闭电源，断开开关
- 2) 按照电路图连接电路
- 3) 检查连接无误后，接通电源，打开开关
- 4) 测量电压值，计算逻辑值
- 5) 检验是否满足各个逻辑“门”的关系式

五、实验结果与分析

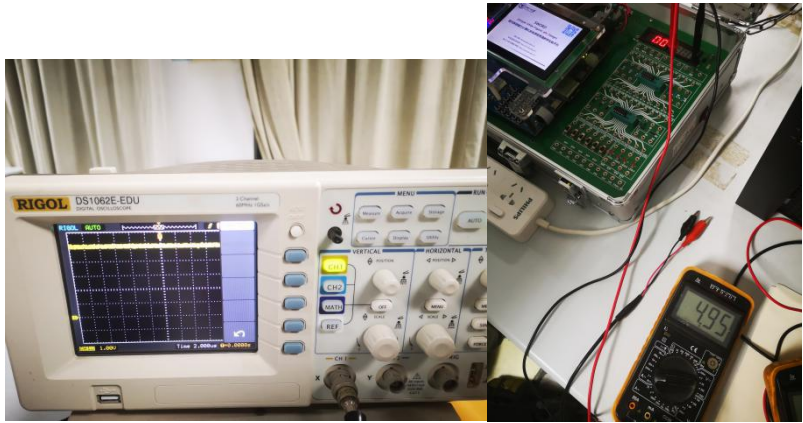
1. 常用电子仪器使用

1. 测量实验箱中的直流电源

如下图，用万用表测量直流电压结果如图，4.95V，电压偏小。造成电压偏小的原因可能是板子的电压偏小或者万用表不够精确。

但是连接到示波器上如图，显示的是 5.03V 附近，最高甚至到 5.24V。因此我推断应该是万用表不够精确造成的万用表示数为 4.95V。

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
+5V	5.03DIV	1V/Div	5.03V	4.95V

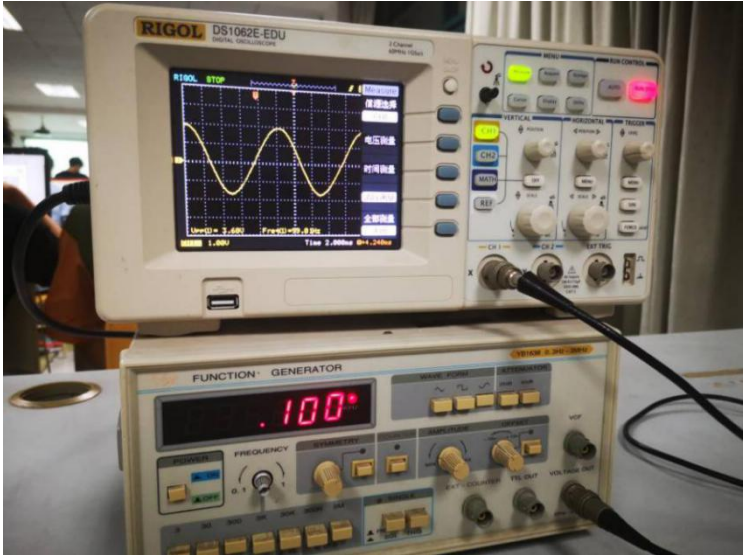


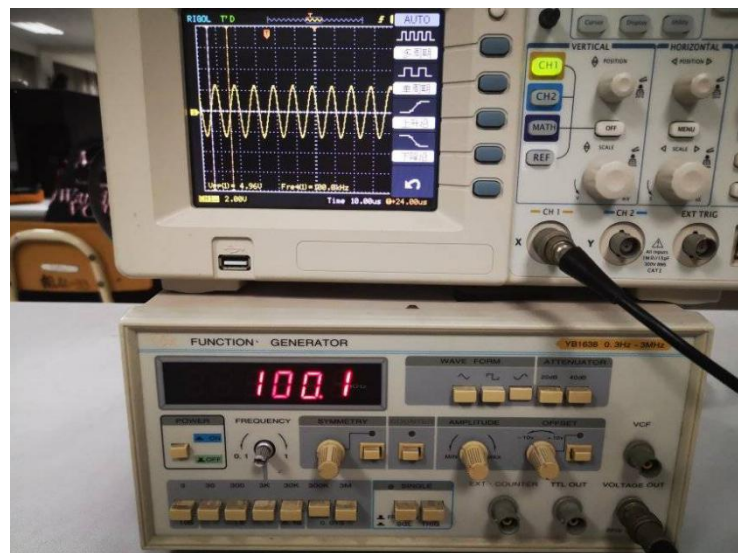
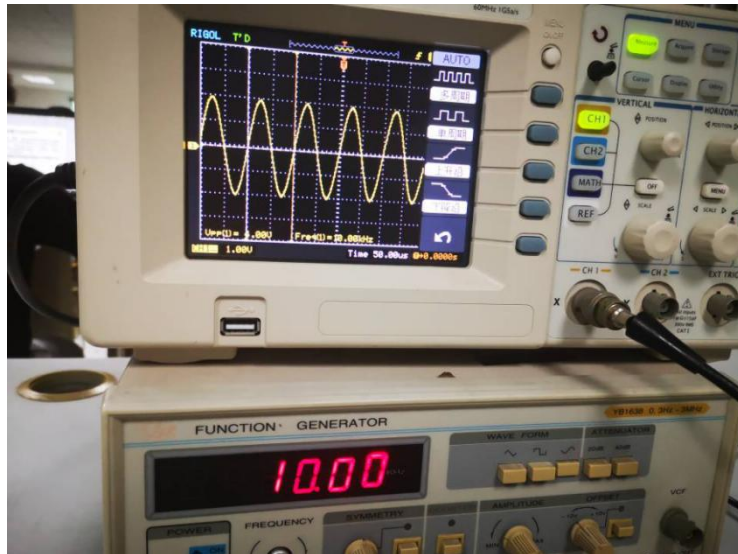
## 2. 用示波器测量正弦波信号

测量结果如下图所示

结果如下表所示：

	函数发生器输出	示波器读数	灵敏度	实测值	
幅度		3.7Div	1.00V/Div	3.68V	
周期/频率	100Hz	5Div	2.00ms/Div	10.00ms	100Hz
幅度		4.00Div	1.00V/Div	4.00V	
周期/频率	10KHz	2Div	50.00μs/Div	100.0μs	10KHz
幅度		5.00Div	1.00V/Div	4.96V	
周期/频率	100KHz	1Div	10.00μs/Div	10.00μs	100KHz

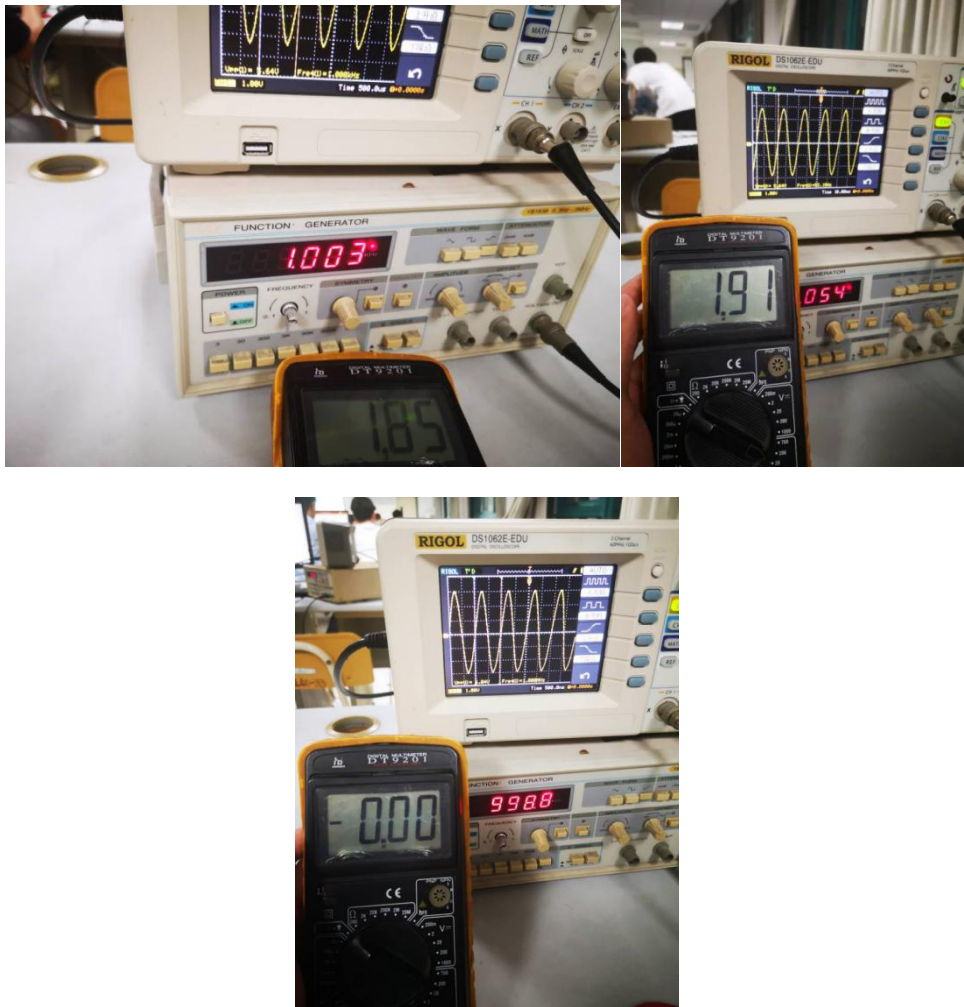




### 3. 如图所示测量 YB1638 信号发生器输出电压

结果如下图：

分析：根据上面的经验知万用表示数比实际示数小，结果不出所料，万用表示数偏低，同时验证 1MHz 时万用表测量值不准确



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
1KHz	5.64div	1.00V/div	1.99V	1.85V
53Hz	5.64div	1.00V/div	1.99V	1.91V
1MHz	6div	1.00V/div	2.12V	-0

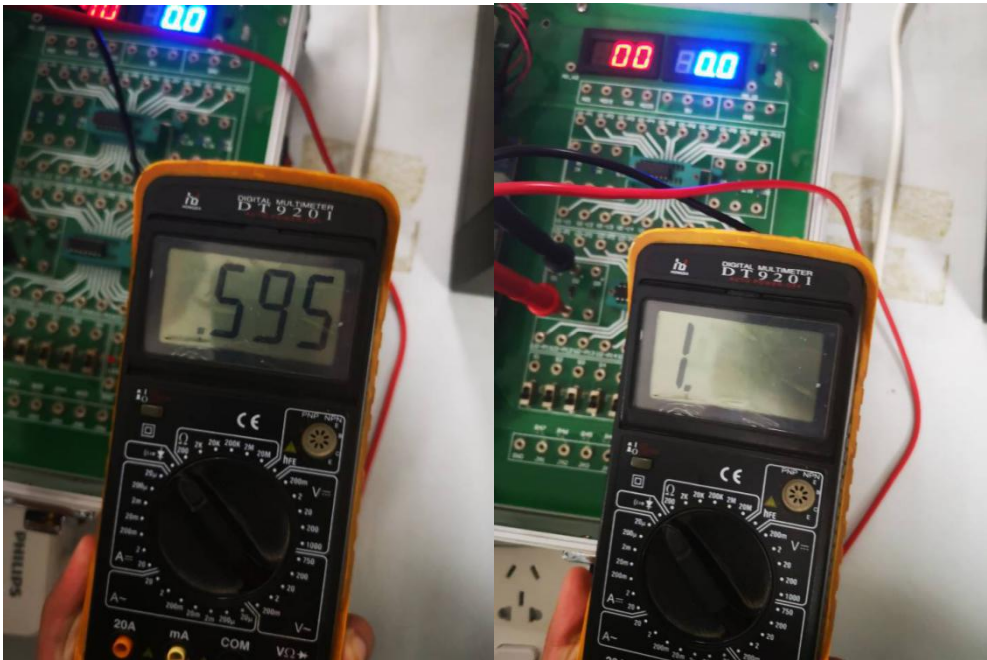
#### 4. 用万用表测二极管的单向导通特性



如图所示：

将黑红表笔正向连接二极管后显示示数为 0.595，不为 0.6—0.7 之间的数，但考虑万用表误差，确定此时正向连接。

互换红黑表笔显示示数为 1



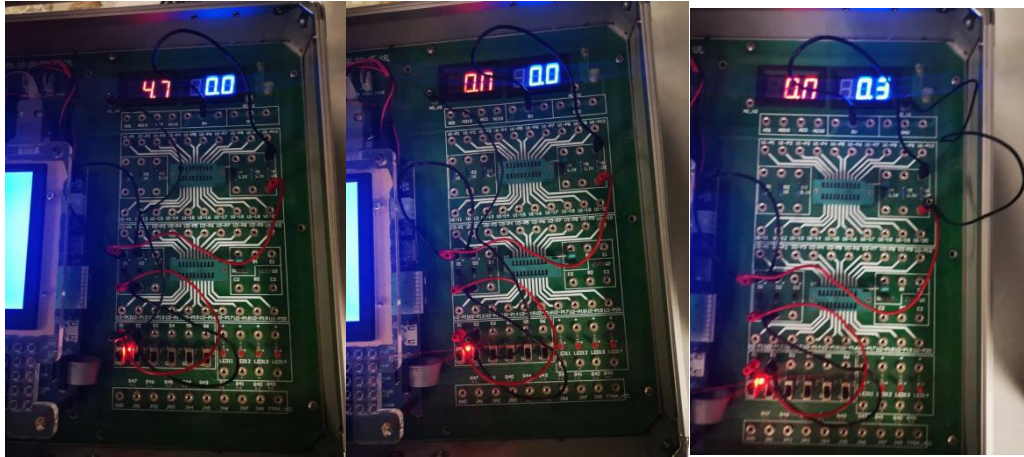
二极管正向导通时万用表读数	二极管反向截止时万用表读数
0.595	1

2. 基本开关电路

1..二极管构成“与”门电路：

如图所示，在实验箱中设计如下电路，并判断最终是否满足  $F=AB$ 。图中所示为仅打开 A 开关的图片。经测量，实验数据结果记录如下表：





$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0	0	0.3	L
4.7	0	0.3	L
0	4.7	0.3	L
4.7	4.7	4.7	H

## 2. 用二极管实现正逻辑“或门”

将所连电阻分别改为 20k 和无穷大（即直接测 F 处电压），分别记录，如下图所示，

实验证明，电阻为无穷大时效果更好

经过如图所示（图中电路为 A 开 B 闭合情况）的电路连接后所得结果如下表：

表 1: 20K  $\Omega$

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0.00	0.00	0.00	L
3.7	0.00	3.4	H
0	3.7	3.3	H
4.2	4.2	3.8	H

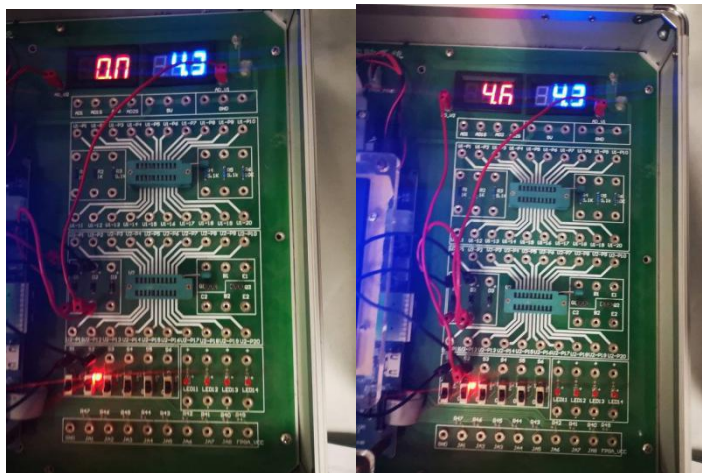


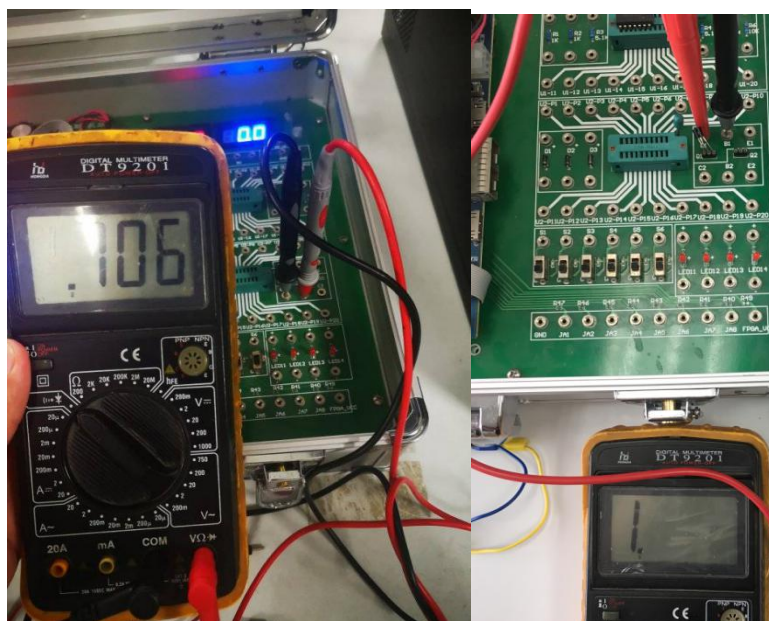
表 2：无穷大

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0.00	0.00	0.00	L
4.6	0.00	4.3	H
0	4.6	4.3	H
4.7	4.7	4.4	H

### 3. 三极管极性测量

经过如图测量，红笔插 B 时有示数 0.706 左右，为通路。而反向连接时为 1 可知其为截止态。知实验中三极管为 NPN 型。

并且将三极管插到 hFe 中得到放大倍数  $\beta$  为 298 从而确定 C,E 端，而 C, E 接反则显示为 011

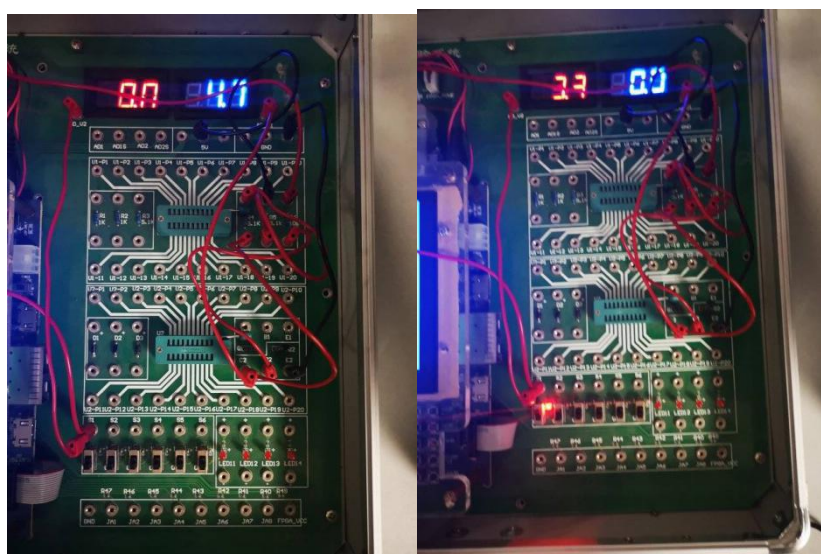




#### 4. 用三极管实现正负逻辑“非门”

经过如图（图中分别为开关闭合与断开）测量结果如下表：

$V_A/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0.00	4.7	H
3.3	0.00	L



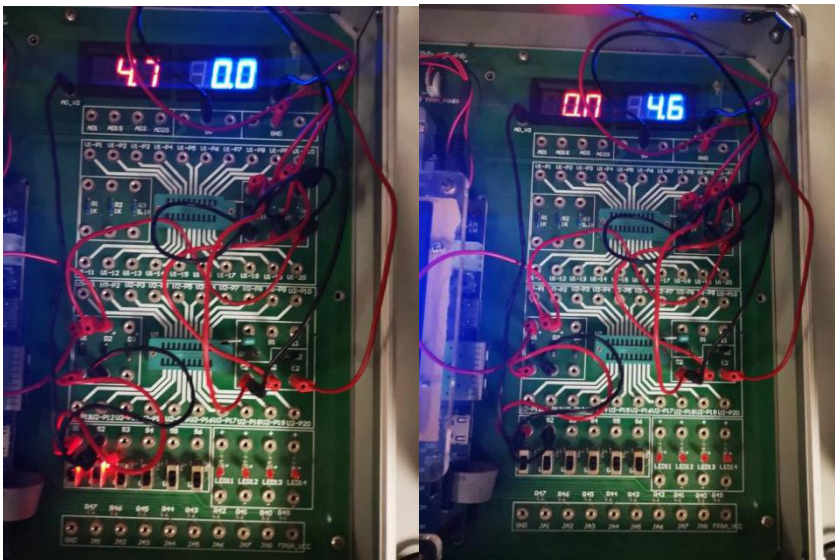
#### 5. 用晶体管实现正逻辑“与非门”



实验连接如下图：

如图所示连接后分别测量 A、B、F 点的电压得如下表

$V_A/V$	$V_B/V$	$V_F/V$	$F$ 逻辑值
0.0	0.0	4.6	H
4.7	0.0	4.4	H
0.0	4.7	4.4	H
4.7	4.7	0.0	L



## 六、讨论、心得

### 1. 常用电子仪器使用

- 1.学习到了万用表和电路板连接时的红线黑线该如何接入
- 2.示波器调节显示大小要适中，慢慢调节，如果实在难以调节使用 auto 键还是很好用的。
- 3.YB1638 信号发生器的频率调节需要先调节到相应的挡位在进行调节。如第一次我们未注意需要调挡位，其在 3K 挡位去调节到 100Hz，直到调节很久后最小也停留在 140hz 左右后我们发现需要将挡位调节到 300Hz 进行调节。并且调节过程中需要慢慢细心调节，并且等待示数稳定后进行下次调节，否则容易调整过度。

## 2. 基本开关电路

1. 通过这节课了解到如何分析电路中电压关系，特别是在电路中有二极管三极管时这种较为复杂的情况下如何分析。

2. 认识到了二极管三极管的使用原理，了解了二极管三极管如何用万用表测量其数据。

3. 第一次成功设计了几个较为基础的逻辑开关电路，实现了最基础的门电路，较为有成就感！

# 实验三——集成逻辑门电路的功能及参数测试

## 实验报告

姓名： 王祚滨 专业： 信息安全 学号： 3180104933

课程名称： 逻辑与计算机设计基础实验 同组学生姓名： 王国朝、赵卿云

指导老师： 洪奇军 实验地点： 浙江大学紫金港校区东四教学楼 509

实验日期： 2019 年 9 月 25 日

### 一、 实验目的和要求

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
2. 熟悉TTL与非门和MOS或非门的封装及管脚功能
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
4. 进一步建立信号传输有时间延时的概念
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 实验内容：

- 验证集成电路74LS00 “与非” 门的逻辑功能
- 验证集成电路CD4001 “或非” 门的逻辑功能
- 测量集成电路74LS00逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$



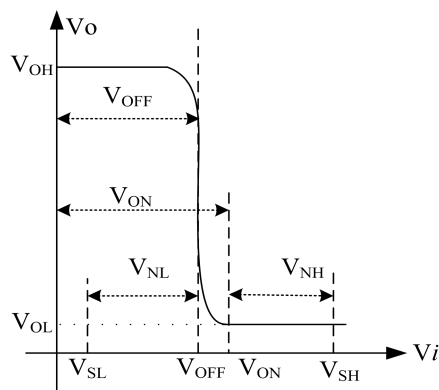
- 测量集成电路CD4001逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$
- 测量集成电路74LS00传输特性与开关门电平 $V_{ON}$ 和 $V_{OFF}$

## 2.2 实验原理：

### 2.2.1 电压传输特性

电压传输特性是指输出电压随输入电压而变化的关系特性。它可以充分显示出门输入输出的逻辑特征，可以反应出二值量化及门开关跃迁是一个连续过渡的过程。

74LS00的电压传输特性曲线如图，



图表 2.2.1 74LS00传输特性

### 2.2.2 平均传输延迟时间 $t_{pd}$

1. 传输时间是一个动态参数，是晶体管PN结电容、分布寄生电容、负载电容等充放电时间引起的输出信号滞后于输入信号一定时间的参数。

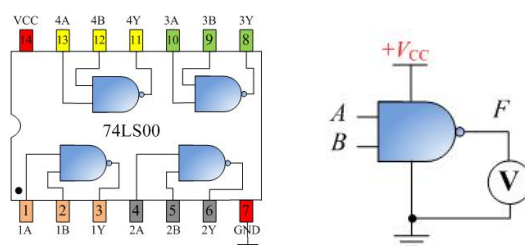
平均传输时间 $t_{pd}$ 由两部分构成：从高电平跃迁到低电平滞后时间 $t_{PHL}$ 和从低电平跃迁到高电平滞后时间 $t_{PLH}$ 。

2. 平均延迟时间一般把电压的最大和最小值的中间50%点作为时间参考点，测出 $t_{PHL}$ 和 $t_{PLH}$ 后求其平均值： $t_{pd} = (t_{PHL} + t_{PLH}) / 2$ 。

3. 为提高测量精度，采用环形振荡器测量传输延迟时间：假设每个与非门延迟时间相同，则振荡器周期 $T = 6 t_{pd}$ ，一个逻辑门的延迟时间为 $T / 6$ 。

### 2.2.1 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. 按右图连接电路，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 电压并记入表格。

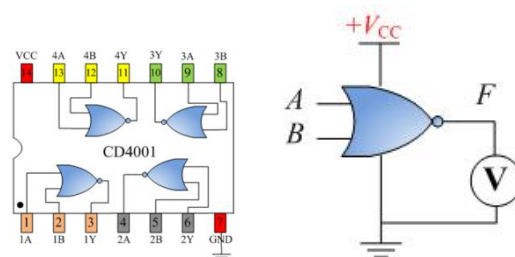


图表 2.2.1 验证集成电路74LS00 “与非” 门的逻辑功能电路图

### 2.2.2 验证 CD4001 “或非” 门逻辑功能

1. 将芯片插入实验箱的IC插座中。

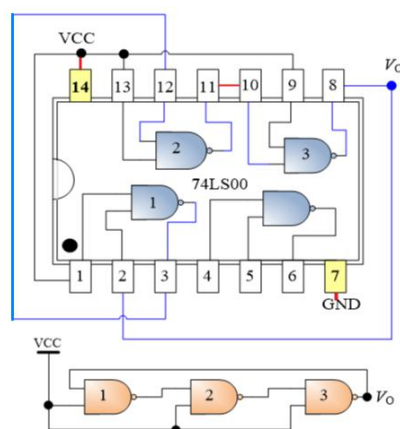
2. 按右图连接电路，VCC 接直流5V电压，地端接地线。
3. 高低电平通过S14/S15/S16/S17拨位开关产生。
4. 以真值表顺序遍历输入A, B所有组合，测量输入端A, B及输出端F电压值，记录在表格。
5. 重复步骤3~4，测量其他3个门的逻辑关系并判断门的好坏。



图表 2.2.2 验证集成电路CD4001 “或非”门的逻辑功能电路图

### 2.2.3 测量 74LS00 逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$

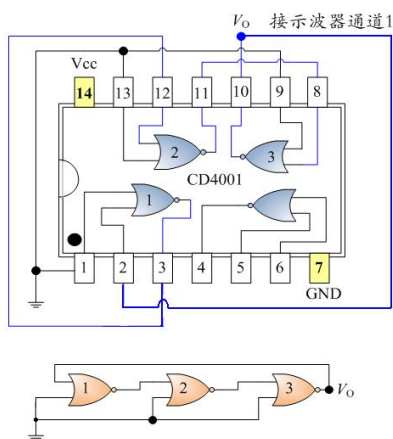
1. 将芯片插入实验箱的IC插座，注意芯片方向。
2. 按图连接电路，VCC接5V电源，地端接地线。
3. 将示波器接到振荡器的任何一个输入或输出端。
4. 调节频率旋钮，测量 $V_o$ 的波形，读出周期 $T$  并计算传输延迟时间（30-60ns）。



图表 2.2.3 测量74LS00逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$ 电路图

#### 2.2.4 测量 CD4001 逻辑门的传输延迟时间 $t_{pd}$

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(500-1000ns)。



图表 2.2.4 测量CD4001逻辑门的传输延迟时间tpd电路图

### 2.2.5 测量 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 $V_{OFF}$ 。



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 电压并记入表格。

#### 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。
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 $t_{pd}$

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（30-60ns）。

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

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。(500–1000ns)

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

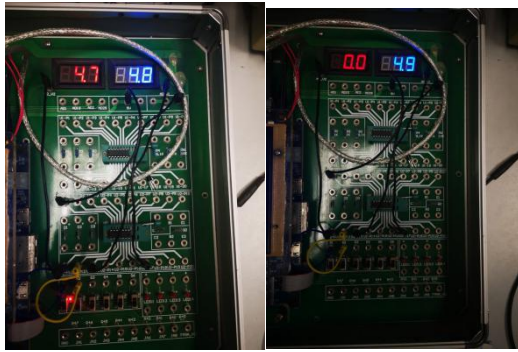
1. 将芯片插入实验箱的IC插座。
2. 按图连接电路（见下页）。
3. 将直流电表分别接入 A 端和与非门的输出2Y端。
4. 从b端往a端缓慢调节电位器W，观察 $V_i$  ,  $V_o$  两电压表的读数，并记录数据填入表格。
5. 根据表格数据画出曲线图，并求 $V_{ON}$ 和 $V_{OFF}$ 。

### 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

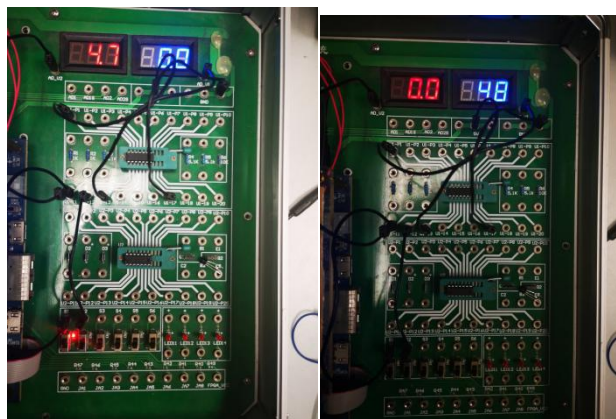
$V_B(V)$	$V_A(V)$	$V_F(V)$
0	0	4.9
0	4.7	4.8
4.7	0	4.8
4.7	4.7	0

图表 5.1 74LS00数据记录



观察上表可知，当输入 A,B 均为高电平时，输出 F 为低电平；  
只要A,B 中有一个接地，输出F 即为高电平，符合与非门的逻辑关系。

## 5. 2验证集成电路CD4001 “或非” 门的逻辑功能

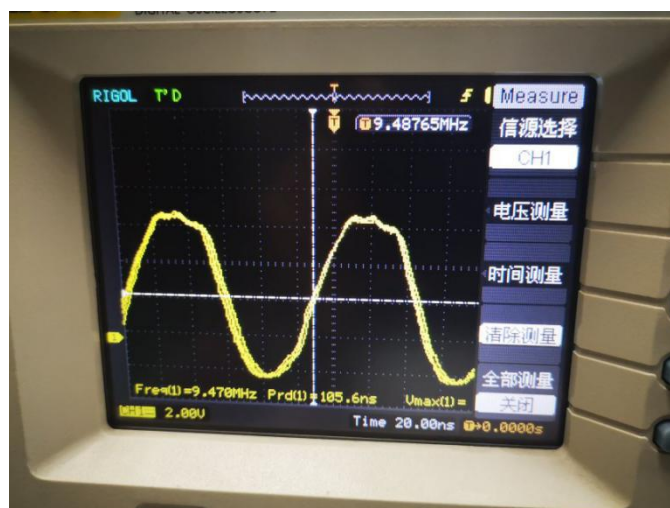


$V_B(V)$	$V_A(V)$	$V_F(V)$
0	0	4.8
0	4.7	0
4.7	0	0
4.7	4.7	0

图表 5.2 CD4001数据记录

由实验数据可知，输入 A,B 都接地时，输出F 为低电平；只要 A,B 中有高电平，输出F为高电平，符合或门逻辑关系。

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

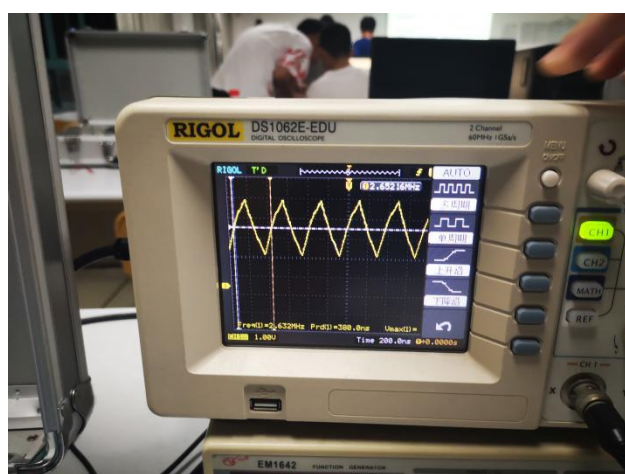


图表 5.3 集成电路74LS00逻辑门延迟时间

由示波器读出 $T=105.6\text{ns}$ ，所以集成电路74LS00逻辑门中一个逻辑门的延迟时间为 $t_{pd} = 17.6\text{ns}$  ( $t_{pd} = T/6$ )。

由于此次芯片存在一些问题导致测量值超出预定范围。

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



图表 5.4 集成电路CD4001逻辑门延迟时间

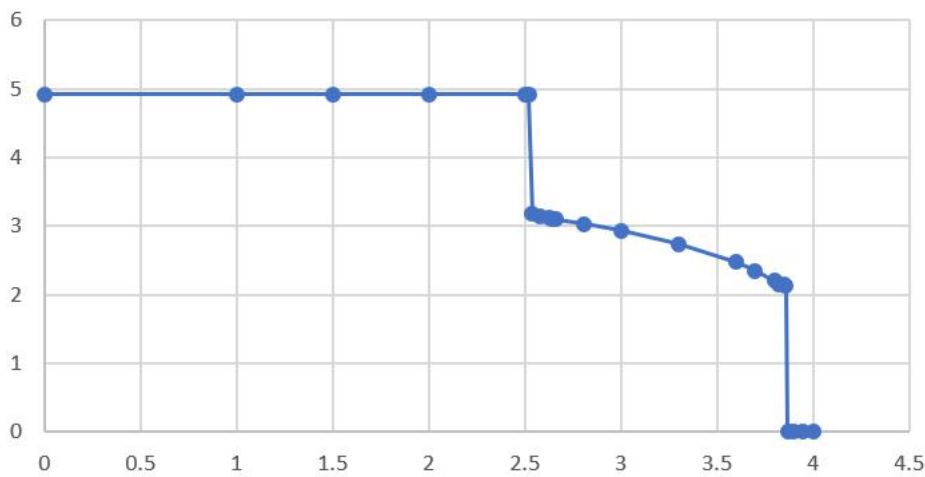
由示波器读出 $T=380.00\text{ns}$ ，所以集成电路CD4001逻辑门中一个逻辑门的延迟时间为 $t_{pd} = 63.33\text{ns}$  ( $t_{pd} = T/6$ )。

由于此次芯片存在一些问题导致测量值超出预定范围，误差较大。

5.5 测量集成电路74LS00传输特性与开关门电平VON和VOFF

$V_i / V$	$V_O / V$	$V_i / V$	$V_O / V$
0.00	4.92	3.00	2.93
1.00	4.92	3.30	2.74
1.50	4.92	3.60	2.47
2.00	4.92	3.70	2.35
2.50	4.92	3.80	2.20
2.52	4.92	3.82	2.14
2.54	3.18	3.85	2.14
2.58	3.15	3.86	2.12
2.63	3.12	3.87	0.01
2.64	3.11	3.90	0.01
2.66	3.10	3.95	0.01
2.81	3.03	4.00	0.01

折线图



图表 5.5.1 和 5.5.2 集成电路74LS00传输特性数据记录

74LS00的VOFF是当输入电压由零逐渐上升、输出电压逐渐下降，当输出电压刚好降到额定最低高电平2.4V时的最高输入低电平电压。

在74LS00中是当输入电压由VOFF继续上升，输出电压急剧下降，当输出电压刚好降到额定低电平0.4V时的最低输入高电平电压称VON

由于本此实验芯片原因实验与基准值误差较大,但可以很明显的看到两次急剧下降过程。

由图表易得, 关门电平 $V_{OFF} = 2.53\text{ V}$ , 开门电平 $V_{ON} = 3.86\text{ V}$

## 六、讨论、心得

该实验的最后一个实验对数据记录要求较高,调整时需精确慢速。并记录多组数据以便制表。

虽然此次实验比较顺利,但是实验数据的误差明显比之前的要大,实验数据难以确保准确性,仪器本身有可能存在较大误差,更加大了实验结果的误差。但我通过此次实验更加直观的感受到了集成逻辑门电路的内部构成,也亲自动手搭电路测量,有很大成就感。