



哈尔滨工业大学（深圳）

HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

实验报告

课程名称：数字电子技术实验 实验一：组合逻辑电路基础实验
实验日期：2021年4月16日 地点：F410 实验台号：63
专业班级：自动化11班 学号：190410102 姓名：方亮
评分：_____

教师评语：

教师签字：_____

日期：_____



一、实验目的

- (1) 掌握数字技术基础实验通用器材使用方法。
- (2) 掌握查阅集成电路片的有关资料，掌握常用TTL与CMOS逻辑芯片的逻辑功能。
- (3) 掌握TTL与CMOS常用逻辑功能测试方法。
- (4) 理解TTL与CMOS逻辑芯片的使用差异及适用场合。

二、实验设备及元器件

直流电源及适配器。

14芯 IC插座。

16芯 IC插座

4位输入器

4位输出器。

4位数码显示器。

芯片

实验用6孔插孔万板及导线。

示波器。

信号发生器。

三、实验原理

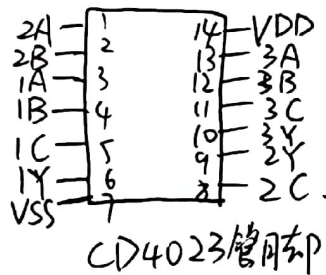
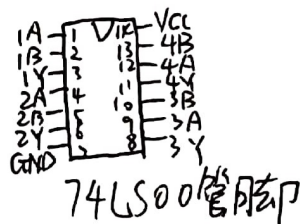
（简述实验原理，画出原理图）

① 与非门逻辑功能

当输入端有一个或以上为低电平时，输出为高电平。只有全为高电平时，输出端才为低电平。二输入，三输入与非门 $Y = (AB)'$ 及 $Y = (A \cdot B \cdot C)'$ 。

74LS00为TTL四组2输入与非门，CD4023为CMOS三组3输入与非门。

管脚如图。



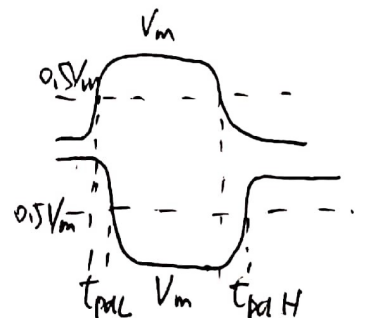
② 平均传输时间 t_{pd}

t_{pd} 是衡量门电路开关速度的参数，

$$\text{平均传输时间 } t_{pd} = \frac{1}{2}(t_{pdL} + t_{pdH})$$

采用两级串联与非门电路测量，其等同于与门。单个与非门

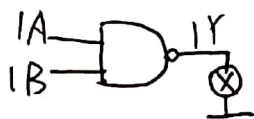
平均传输延迟时间为 $t_{pd} = (t_{pdL} + t_{pdH})/4$



四、实验内容

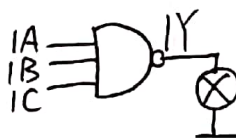
（简述每一项实验的实验方法，画出电路接线图，记录实验的数据、画出相关图表，对数据进行简单分析。如需绘制曲线或波形请在坐标纸中进行。）

1.5.1 与非门逻辑功能测试。



74LS00

输入端		输出端	
A	B	LED	电压表/V
0	0	亮	3.74
0	1	亮	3.738
1	0	亮	3.7385
1	1	暗	0.0654

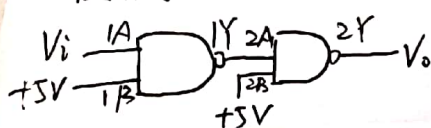


CD4023

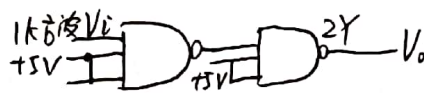
输入端			输出端	
A	B	C	LED	电压表/V
0	0	0	亮	4.9839
0	0	1	✓	3.7431
0	1	0	✓	3.7420
0	1	1	✓	3.7382
1	0	0	✓	3.7427
1	0	1	✓	3.7403
1	1	0	✓	3.7400
1	1	1	暗	0.0653

1.5.2 门电路输入输出信号测量

信号发生器生成1kHz方波脉冲信号，高+5V，低0V，作为与非门输入输出信号，使用示波器光标功能“CURSOR”测量 V_i 、 V_o 6个参数，记录于表1-4和表1-5中。



74LS00与非门测量接法。



CD4023与非门测量接法

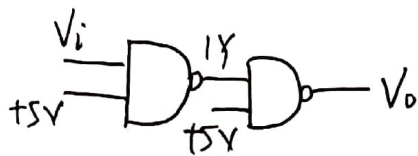
TTL门电路

	频率f	周期T	正脉冲 t_{p1}	幅度 U_m	V_H	V_L
V_i	1k	1ms	0.5ms	5V	5V	0V
V_o	1k	1ms	499.8μs	4.24V	4.40V	120mV

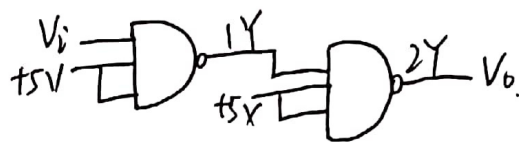
CMOS门电路

	f	T	t_{p1}	U_m	V_H	V_L
V_i	1k	1ms	0.5ms	5V	5V	0V
V_o	1k	999.2μs	499.8μs	5V	5V	0V

1.5.3 i) 电路 t_{pd} 测试.



74LS00 平均传输时间 t_{pd}

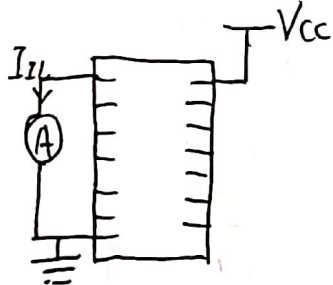


CD4023 平均传输时间 t_{pd} 测试电路.

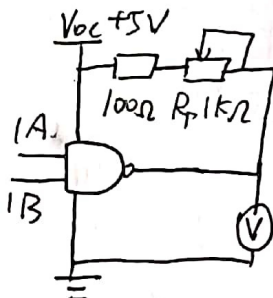
	t_{pdL}	t_{pdH}	总	t_{pd}
74LS00	11.42ns	12.8ns	27ns	13.5ns
CD4023	12.8ns 80ns	82ns	162ns	81ns

1.5.4 i) 电路扇出系数测试.

1) TTL 门电路/低电平输入电流 (拉电流) I_{IL} 的测量.



74LS00 门电路拉电流



	I_{IL}	R_i	I_{OL}	$N = I_{OL}/I_{IL}$
74LS00	0.236mA	355.33	12.82mA	54.85

12.95mA

	I_{CC}	V_{CC}	$P = V_{CC} I_{CC}$
74LS00	2.947mA	5V	14.74mW
CD4023	2.844mA 0.274mA	5V	14.22mW 1.37mW

五、实验数据分析

（按指导书中实验报告的要求用图表或曲线对实验数据进行分析处理，并对实验结果做出判断，如需绘制曲线请在坐标纸中进行）

与非门逻辑电路 $Y = (AB)'$

门电路输出信号，频率 $f = 1\text{kHz}$ ，正脉冲 $t_{p1} = 499.8\mu\text{s}$ ，幅度 $U_m = 4.24\text{V}$ ， $V_H = 4.40\text{V}$ ， $V_L = 220\text{mV}$ ，CMOS 门电路输出信号， $f = 1\text{kHz}$ ，正脉冲 $t_{p1} = 499.8\mu\text{s}$ ，幅度 $U_m = 4.24\text{V}$ ， $V_H = 4.4\text{V}$ ， $V_L = 120\text{mV}$ 。

TTL 门电路平均传输时间 $t_{pd} = 13.5\text{ns}$ ，CMOS 门电路平均传输时间 $t_{pd} = 8\text{ns}$ 。

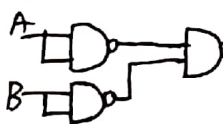
TTL 扇出系数 $N = 54.85$ 。

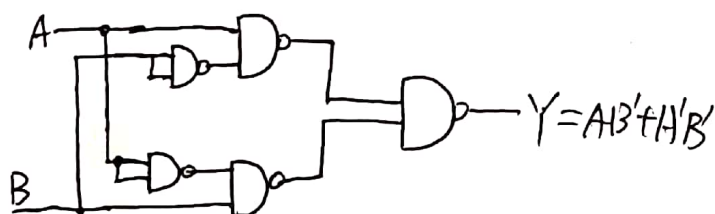
TTL 功率 $P = 14.74\text{mW}$ ，CMOS 功率 $P = 1.37\text{mW}$ ，知 TTL 功耗较大。

六、问题思考

（回答指导书中的思考题）

1) 如何使用与非门组成异或门，或门？

或门： $Y = A + B$ 异或门：



2) 可以如图。



多输入端应同接输入信号

七、实验体会与建议

掌握了数电实验器材的使用方法。掌握了 TTL 与 CMOS 常用逻辑芯片的功能测试方法。知道其间的使用差异及适用场合。