

兰州大学信息科学与工程学院实验报告

实验成绩：_____

学生姓名：_____杨添宝_____

学 号：320170941671,6 组 17 号

年级专业：2017 级计算机基地班

指导老师：_____饶增仁_____

实验课程：_____数字逻辑实验_____

实验题目：_____门电路的延迟时间_____

一、实验目的

- (1) 了解门电路的延迟时间的测量及与 RC 电路类比。
- (2) 理解竞争冒险的原因及观测。
- (3) 对门电路的静态参数进一步认识。

二、实验原理

由于存在延迟时间，门电路的输出信号滞后于输入信号。开延迟时间和关延迟时间是不相等的，通常以其均值作为门电路的延迟时间指标 T_d ，如图 1 所示， T_d 用下式计算：

$$T_d = \frac{(t_1 + t_2)}{2}$$

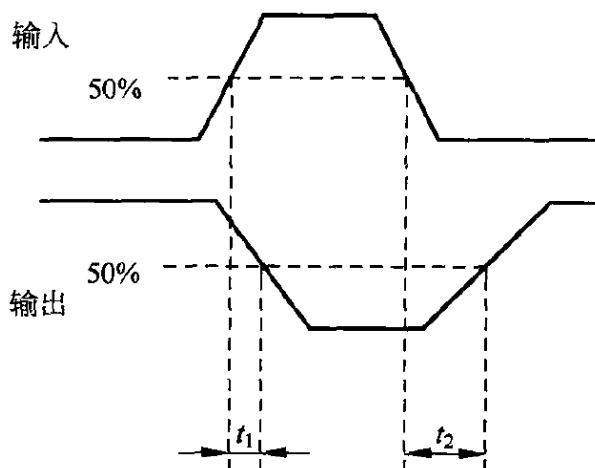


图 1 门电路开关延迟示意图

1. 测量 T_d 的方法

测量 T_d 的方法有以下两种：

(1) 按图 2 电路（延迟用奇数个非门），当输入方波时，测量输出脉宽，除以产生延迟门的个数（如对图 2，就除以 3），即为 T_d （波形如图 3，其中 $A\bar{A}$ 没有考虑 U_{ID} 的延迟，输出 F 是再经 U_{ID} 延迟后的波形，而且一般不是矩形波，而是钟形波）。

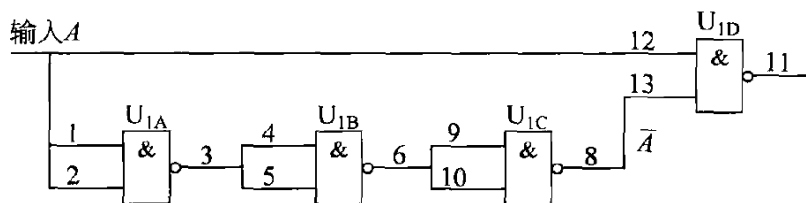


图 2 测量原理图

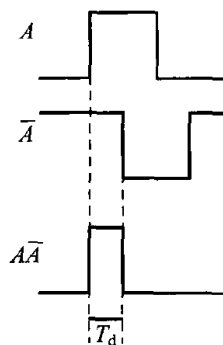


图 3 相与结果示意图

(2) 按图 4，用奇数个门首尾相连，作成环形振荡器，测量输出脉宽，除以环形振荡器中门的个数，即得 T_d （最后一个门是输出级）。

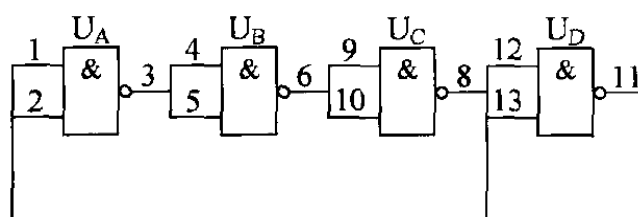


图 4 环形振荡器测量原理图

2. 组合逻辑电路中的竞争冒险

“与门”或“或门”的各输入端，设计时认为各变量是同时变化的，即过渡态的时间为 0；而实际上，由于信号的变化都需要一定的各自的过渡时间（如上升时间和下降时间就不同），并且因为各信号的的经历不同，则到达门输入端时的迟早就不同（这实际上是增大了过渡区的时间），这就叫竞争。由于竞争而可能产生不需要的毛刺，也可能不产生，所以称为竞争冒险。产生了毛刺，叫有险，不产生叫无险。

冒险分两种：逻辑冒险和功能冒险。

所谓逻辑冒险，是指其他变量取某些常数（1 或 0），只有一个量改变时引起的冒险。例如，函数

$$F = (\bar{A}C + \bar{B})(\bar{D} + \bar{C}) + A$$

当 $B=C=1, D=0$ 时， $F = \bar{A} + A$ ，这时会产生 1 型冒险。

当 $A=0, B=D=1$ ，则 $F = C\bar{C}$ ，这时会产生 0 型冒险（见图 3）。

这两型冒险称为静态冒险。当电路输出端处于过渡状态时所出现的冒险，称为动态冒险。若其他变量取某些常数时，当出现 $F = A + A\bar{A}$ ，或 $F = A(A + \bar{A})$ 时，说明存在动态冒险现象。显然，动态冒险是由于静态冒险引起

的。

所谓功能冒险，是指两个以上的变量改变有先有后时所引起的冒险。如果把图 3 中与非门的一个输入视为 A ，另一个输入理解为变量 B ，而不是 \bar{A} ，就是功能冒险的例子。

只有各变量是相干的（即来源于同一基准时钟源），才讨论竞争冒险，否则无意义。

冒险毛刺的大小和形状，决定于各变量的上升沿和/或下降沿的形状和延迟时间。

3. 冒险影响的消除

冒险毛刺要不要消除，首先，要看它的负载电路。如果负载电路的状态只由稳态决定、而不管过渡态（例如 LED 指示灯，大部分组合电路等），就不需要消除；如果是做控制信号用的，像发送到总线三态门的控制信号（例如输出到总线的三态门有两个，在稳态它们不能同时被打开。可是，若由于冒险产生的毛刺使之有同时打开的瞬间，它们互为负载，可能造成互扰）；再像触发器的触发信号，毛刺可能引起不必要的翻转，这些就要消除。第二，要看毛刺的大小和宽度，如果毛刺很小或很窄，不足以引起后面电路的错误动作，就不必消除。总之，既要看毛刺本身，又要看后面电路的敏感性和产生错误后果的可能性。

消除办法有 RC 滤波法、增加冗余性法、封锁脉冲法和选通脉冲法。

三、实验器材

示波器、函数发生器、2 输入四与非门 74LS00、3 输入三与非门 74LS10、实验箱等。



2 输入四与非门 74LS00
2 输入四与门 74LS08
2 输入四或门 74LS32
2 输入四异或门 74LS86

图 5 74LS00 引脚图



3 输入三与非门 74LS10
3 输入三与门 74LS11
3 输入三或非门 74LS27

图 6 74LS10 引脚图

四、实验内容

1. 延迟时间的测定

(1) 用冒险毛刺的宽度测量。如图 2 所示，为有足够的延迟而便于观察，奇数个门可取 5。

(2) 用环形振荡器测量。如图 4 所示，奇数个门也取 5。

2. 静态冒险和消除

按图 7 连接电路，当 $B=C=1$ 时， A 端输入方波信号（频率应足够高，为什么？），用示波器观察其输出的冒险毛刺，然后用增加冗余项法消除冒险毛刺。

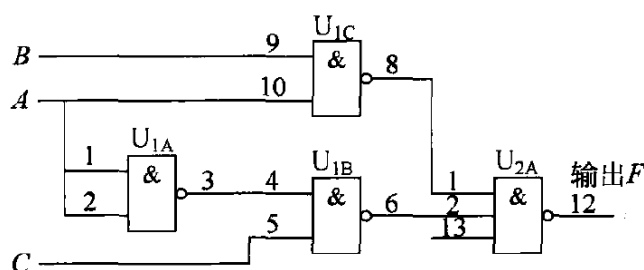
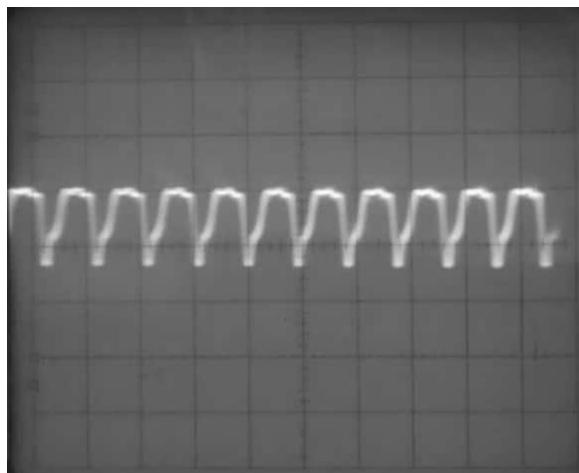


图 7 一种三与非门逻辑电路图

四、实验原始记录及实验数据

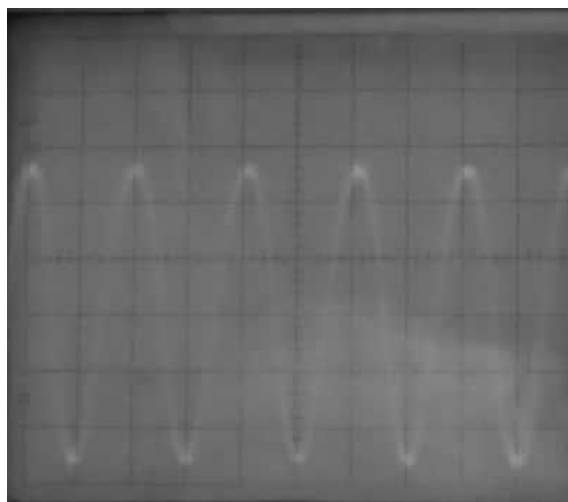
1. 延迟时间的测定

(1) 实验时所选的量程为 0.1ms，实验原始图像记录如下：



经计算可知延迟时间 $T_d = \frac{2.8 \times 0.1\text{ms}}{3} = 9.3\text{ns}$ 。

(2) 使用环形振荡器记录的图像如下：



可知正弦波周期为 $0.2\mu\text{s}$, $T_d = \frac{2\mu\text{s}}{2 \times 3} = 3.3\text{ns}$ 。

2. 静态冒险和消除

按图 7 连接电路，写出 F 的表达式如下：

$$F = \overline{AB} \cdot \overline{AC} = AB + \bar{A}C$$

当 $B=C=1$ 时, $F = \bar{A} + A = 1$, 由于竞争冒险, 会产生毛刺, 应增加冗余项, 得到 $F = AB + \bar{A}C + BC$, 添加冗余项后的电路图如下:

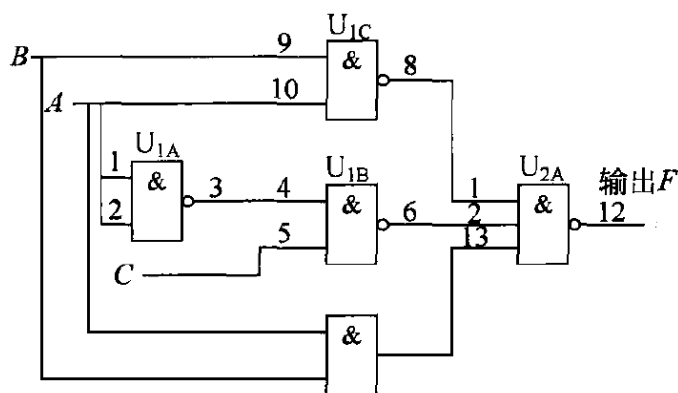


图 8 添加冗余项后的电路图

五、实验收获体会和改进建议

通过本次实验, 我进一步了解了消除竞争冒险的添加冗余项法的具体原理, 对竞争冒险现象有了新的认识, 同时更加熟悉了 74LS10 和 74LS00 器件的使用。

在实验的过程中, 遇到许多问题, 通过一步步排除故障并最终得到实验结果, 让我学会了要更加耐心的对待问题, 这样才能更好更快的完成实验。